



ISSN: 2301-5373
E-ISSN: 2654-5101

Volume 11 • Number 4 • May 2023

JELIKU

Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana

Informatics Study Program

Faculty of Mathematics and Natural Sciences

Udayana University

Table of Contents

<i>Pemanfaatan Augmented Reality untuk Pembelajaran Pengenalan Alat Musik Pianika</i> I Made Teja Sarmandana, I Made Widiartha	649-654
<i>Membandingkan Analisis Sentimen Review Pelanggan Shopee Dan Tokopedia Menggunakan Google's NLP API</i> Revi Valen Sumendap, Ida Bagus Made Mahendra	655-662
<i>Measure Comparison Distance on K-Means Clustering For Grouping Music on Mood</i> Anak Agung Sagung Prami Apsari Kumala, Luh Arida Ayu Rahning Putri	663-674
<i>Sistem Rekomendasi Musik Menggunakan Metode K-Nearest Neighbor</i> Marcellino Rivaldo Pelaupessy, I Ketut Gede Suhartana	675-680
<i>Sistem Pengamanan Lukisan Digital Menggunakan Metode Rivest Shamir Adleman (RSA)</i> I Dewa Gde Putra Anga Biara, I Putu Gede Hendra Suputra	681-690
<i>Perancangan Sistem Business Intelligence Pada Data Perusahaan FNB X</i> Pande Putu Devo Punda Maheswara, I Wayan Supriana	691-698
<i>Rancang Bangun Sistem Payroll Recap Menggunakan Metode Agile Development</i> I Made Alit Darma Putra, I Wayan Santiyasa.....	699-708
<i>Pengamanan Data Kolase Digital Menggunakan Metode Advanced Encryption Standard</i> I Nyoman Budhiarta Suputra, I Ketut Gede Suhartana.....	709-712
<i>Sistem Informasi Penjualan Banten Dan Sarana Upacara Adat Bali Berbasis Website</i> Ida Ayu Bintang Kartika Maharani, I Ketut Gede Suhartana.....	713-724
<i>Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Teknologi Augment Reality Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kreatif Anak</i> Krisantus Aprieandi Ado Tukan, Luh Gede Astuti.....	725-732

Klasifikasi Penyakit Jantung Dengan Metode Convolutional Neural Network

I Ketut Oning Pusparama, I Putu Gede Hendra Suputra 733-742

Implementasi Logistic Regression dalam Sistem Diagnosa Penyakit Diabetes dengan KNN

I Wayan Trisna Wahyudi, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan..... 743-750

Comparison Between Microservices and Monolith Software Architecture

Gede Gery Sastrawan, I Putu Gede Hendra Suputra 751-756

Sistem Pendeteksian Penyakit Jantung Koroner dengan Algoritma Random Forest

Stephania Getrudis Inaconta Sadipun, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra 757-764

Prediksi Diabetes Menggunakan Artificial Neural Network

Satya Wirapati, Luh Gede Astuti.....

Sistem Pendukung Pencarian Produk Laptop Berbasis Ontologi

Putu Danny Satria Ananta Yuda, Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati 773-782

Implementasi Vector Space Model pada Sistem Pencarian MP3 Player

I Ketut Teguh Wibawa Lessmana Putra. T, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan 783-790

Evaluation User Interface on BNI Mobile Banking Using The Heuristic Evaluation Methods

I Putu Gede Maysa Putra, Made Agung Raharja..... 791-796

Implementasi Algoritma MFCC dan KNN dalam Identifikasi Nada Dasar Alat Musik Kendang

Ni Kadek Yulia Dewi, Dr. Ir. I Ketut Gede Suhartana..... 797-802

Perancangan Ontologi Semantik : Representasi Digital Kain Gringsing Bali

I Putu Duta Awidya Sartana Putra, Luh Gede Astuti 803-806

Segmentasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Binary Thresholding

Putu Bagus Dio Pranata, I Gede Arta Wibawa 807-814

Transliterasi Aksara Bali Menjadi Huruf Latin Pada Citra Tulisan Tangan

I Made Arya Dwisada, I Gusti Agung Gede Gede Arya Kadyanan, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan, Cokorda Rai Adi Pramatha, I Komang Ari Mogi, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra..... 815-824

Implementasi Augmented Reality sebagai Media Pengenalan Alat Musik Tradisional Bali dengan Metode FAST Corner Detection Berbasis Android

Gede Agung Aji Andar Sakti, I Wayan Santiyasa, I Ketut Gede Suhartana, I Made Widiartha, Ida Bagus Gede Dwidasmara, Luh Arida Ayu Rahning Putri..... 825-834

Identifikasi Forensik Biometrik Pada Individu Melalui Citra Sidik Bibir Menggunakan Descriptor Features

Putu Bayu Baskara, I Made Widiartha, I Gede Arta Wibawa, I Wayan Supriana, Ida Bagus Dwidasmara, I Gede Santi Astawa 835-844

Deteksi Suara Paru-Paru Menggunakan MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficient) dan M-KNN (Modified K-Nearest Neighbor)

I Putu Bayu Cakra Buana, I Gede Arta Wibawa, Agus Muliantara, Made Agung Raharja, I Putu Gede Hendra Suputra, Luh Gede Astuti 845-854

Prediksi Kualitas Udara Suspended Particulate Matter dengan Algoritma Backpropagation

I Gede Alanda Indra Kusuma, Made Agung Raharja, Cokorda Rai Adi Pramatha, Ida Bagus Made Mahendra, I Ketut Gede Suhartana, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan 855-866

Sistem Monitoring Temperatur Suhu Menggunakan Metode Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

Gede Suwasnata Jaya, I Putu Gede Hendra Suputra, I Komang Ari Mogi, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, Luh Gde Astuti, Ngurah Agus Sanjaya 867-874

Rancang Bangun Sistem Prediksi Kebutuhan Bahan Makanan Berbasis Web

Gede Lucky Aldi Arsa, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, I Gede Santi Astawa, I Wayan Santiyasa, Ida Bagus Made Mahendra, Ida Bagus Gede Dwidasmara 875-884

Desain Aplikasi Pengatur Anggaran Transaksi dan Neraca Keuangan Berbasis Mobile Menggunakan Metode User-Centered Design

Edo Krishnanda Aditya, I Ketut Gede Suhartana, I Wayan Santiyasa, I Gede Santi Astawa, Luh Arida Ayu Rahning Putri, I Made Widiartha 885-904

Sistem Pencocokan Aksara Bali Menggunakan Template Matching Dan Komputasi Paralel

I Gede Arta Wibawa, I Gede Tendi Ariyanto, Luh Arida Ayu Rahning Putri, I Ketut Gede Suhartana, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, Luh Gede Astuti 993-1000

Bisnis Proses Manajemen Peningkatan Proses Bisnis Menggunakan Business Process Improvement (BPI) di Solo Bakery

Daniel Tunggono Saputro, Kustanto 1001-1010

Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode YOLO V5

Anak Agung Gde Bagus Janapriya 1011-1018

Pengembangan CMS (Content Management System) dalam Pembuatan Website Jurusan Menggunakan Framework Laravel

Gde Brahupadhya Subiksa, Ida Bagus Adisimakrisna Peling, Made Pasek Agus Ariawan, Luh Gede Putri Suardani 1019-1026

Sistem Monitoring PKM Berbasis Website Program Studi Informatika FMIPA UNUD

Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra, Ni Luh Watiniasih 1027-1036

SUSUNAN DEWAN REDAKSI
JURNAL ELEKTRONIK ILMU KOMPUTER UDAYANA (JELIKU)

Penanggung Jawab :

Dra. Ni Luh Watiniasih M.Sc., Ph.D.

Redaktur :

Gst. Ayu Vida Mastrika Giri, S.Kom., M.Cs.

Penyunting/Editor :

Agus Muliantara, S.Kom., M.Kom

I Komang Ari Mogi, S.Kom., M.Kom

I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan, S.Kom., M.Kom

Dr. Anak Agung Istri Ngurah Eka Karyawati, S.Si., M.Eng

Disain Grafis :

I Gede Yogananda Adi Baskara

I Gusti Agung Ayu Gita Pradnyaswari Mantara

Fotografer :

I Kadek Agus Candra Widnyana

I Komang Dwiprayoga

Sekretariat :

Ni Ketut Alit Widiastuti, S.Kom.

Anak Agung Raka Darmawan, S.Kom.

I Putu Herryawan, S.Kom.

Pemanfaatan Augmented Reality untuk Pembelajaran Pengenalan Alat Musik Pianika

I Made Teja Sarmandana^{a1}, I Made Widiartha, S.Si., M.Kom^{a2}

^aProgram studi Informatika, Universitas Udayana
Badung, Indonesia

¹tejasarmandana@gmail.com

²madewidiartha@unud.ac.id

Abstract

Today's society has many ways to learn how to play a musical instrument and one way is by using technology. In this case the focus is on the piano music instrument. By utilizing technology, learning this musical instrument will be an easy thing to do. But the problem is how to package the learning media so that it looks interesting and not boring.

Augmented reality is one of the concepts that we can use as a learning medium that is made using unity as the main component and blender as software to create stunning 3-dimensional models. Making this learning method will use the prototyping method. Prototyping allows developers to know the satisfaction of users so that they are able to make improvements related to user satisfaction or fix bugs in this learning method to get the best results.

The result of this application design is the creation of an application of learning methods on piano that can make it easier for users to learn chords from piano. With this application, it is hoped that there will be an interesting, fun and not boring learning method for users in learning the piano music instrument.

Keywords: Learning Application, Augmented Reality, Music, Chords, Pianika

1. Pendahuluan

Zaman kian berkembang begitu pula dengan perkembangan teknologi. Di era sekarang komputer digunakan sebagai media yang mampu memberikan keuntungan kompetitif untuk perusahaan di bidang jasa [1]. Selain itu perkembangan tersebut akhirnya mempengaruhi banyak hal untuk beranjak menggunakan teknologi komputer salah satunya adalah bahan pembelajaran. Sudah banyak bahan pembelajaran sekarang dikemas ke dalam bentuk yang lebih menyenangkan misalnya dengan permainan atau *game* dan berbagai metode menarik lainnya. Dalam musik pun begitu, teknologi memiliki peranan penting saat ini. Masyarakat memanfaatkan teknologi sebagai media pembelajaran untuk mempelajari alat musik seperti gitar, drum, piano, pianika, dan alat music lainnya.

Augmented Reality (AR) adalah teknologi yang menggabungkan benda maya berdimensi dua dan juga berdimensi tiga ke dalam suatu lingkungan nyata tiga dimensi kemudian memproyeksikan benda maya tersebut sesuai dengan waktu yang bersamaan [2]. Augmented Reality sanggup menghadirkan interaksi antara dunia maya dengan dunia nyata [3]. Kelebihan AR yaitu AR mampu memberikan pengalaman yang berbeda dan pendalaman belajar yang mendalam dan dihadirkan dalam bentuk yang lebih menarik bagi pengguna [4]. Semisal dengan menyorotkan kamera ke modul pembelajaran, pengguna mampu melihat tangga nada yang terdapat pada pianika.

Musik adalah seni yang mengimplementasikan bunya sebagai media [5]. Musik merupakan suatu ilmu seni menyusun nada menjadi suatu kombinasi yang berkesinambungan [6]. Musik digunakan banyak orang sebagai media untuk mencari hiburan terbukti pada Data Hootsuite tahun 2019, orang-orang menyisihkan waktunya untuk melakukan streaming musik rata-rata 1 jam 22 menit [7]. Alat musik merupakan sekumpulan alat yang sengaja diciptakan untuk menghasilkan suara musik. Alat musik sengaja dibentuk dan dibuat dengan bahan dan bentuk yang berbeda-beda. Walau pada

prinsipnya, apapun yang menghasilkan suara dengan nada-nada tertentu yang dimainkan oleh musisi sudah dapat dikatakan alat musik, tetapi alat yang dibuat dengan tujuan hanya untuk musik saja.

Tangga nada merupakan susunan berjenjang yang berasal dari nada-nada pokok dari sebuah sistem nada seperti do, re, mi, fa, sol, la, si, do. Tangga nada ada berbagai macam jenisnya mulai dari tangga nada pentatonis yang terdiri dari 5 nada pokok saja. Biasanya tangga nada pentatonis terdapat di dalam alat music tradisional Indonesia. Sedangkan tangga nada diatonis merupakan tangga nada yang biasa kita ketahui yaitu dengan 7 nada pokok yaitu do, re, mi, fa, sol, la, si, do.

Mempelajari seni musik memerlukan media yang mampu mengaktualisasi unsur-unsur dalam musik supaya lebih mudah dimengerti [8]. Banyaknya teknologi yang berkembang sekarang, semakin mudah masyarakat untuk mempelajari musik. Teori dasar pianika sebenarnya mampu dipelajari dengan mudah. Sekarang banyak metode-metode pembelajaran musik mudah untuk didapatkan. Namun, kebanyakan terlihat membosankan dan sulit untuk belajar musik bagi *user*. Hal tersebut menjadi pemicu turunnya antusiasme masyarakat dalam mempelajari berbagai hal tentang musik. Dengan mengaplikasikan Augmented Reality, metode yang sudah monoton mampu diminimalisir sehingga menjadi metode pembelajaran yang lebih menarik dan seru dengan menggunakan teknologi Augmented Reality yang mampu memberikan pengalaman yang mendalam untuk para user.

2. Metodologi Penelitian

Prototyping merupakan metode pengembangan software yang memungkinkan adanya interaksi antara pengguna sistem dan pengembang sistem. Model ini mempermudah pengembang dan pengguna dalam merancang sistem karena kedua peran tersebut dapat berinteraksi juga mengevaluasi terhadap sistem yang akan dikembangkan sehingga sesuai dengan apa yang diinginkan [9]. Metode prototype sangat sesuai untuk menjabarkan kebutuhan yang diperlukan oleh pengguna secara lebih detail karena terkadang pengguna beberapa kali mengalami kebingungan dalam menentukan dan menyampaikan kebutuhannya secara terperinci [10].

2.1 Tahapan Penelitian

Berikut merupakan tahapan yang akan dilaksanakan dalam penelitian ini:

1. Tahap Perumusan Masalah (*Concept and Design*)
Pada tahap ini, penulis akan mencari beberapa jurnal sebagai bahan referensi yang sesuai dengan topik yang diteliti, setelah itu merumuskan masalah berdasarkan referensi yang ada dan langsung meninjau obyek penelitian yaitu alat musik pianika.
2. Tahap Analisa (*Material Collecting*)
Pada tahap ini, penulis akan mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti *target image* yang akan dijadikan marker serta model-model 3D nya, dan mencari pengetahuan tentang alat music pianika, seperti bentuk kunci nadanya. Pada Augmented Reality ini hanya menggunakan nada dasar saja yaitu do, re, mi, fa, sol, la, si, do.
3. Tahap Pembuatan Aplikasi (*Assembly*)
Pada tahap ini, model 3D dibuat menggunakan software *Blender*. Serta aplikasi akan dibuat menggunakan software *Unity 3D*.
4. Tahap Pengujian (*testing*)
Pada tahap ini, penulis akan melakukan pengujian terhadap aplikasi apakah sudah berjalan sebagaimana mestinya. Terdapat 2 macam pengujian yaitu pengujian instalasi dan pengujian kamera AR.

2.2 Pengumpulan Data

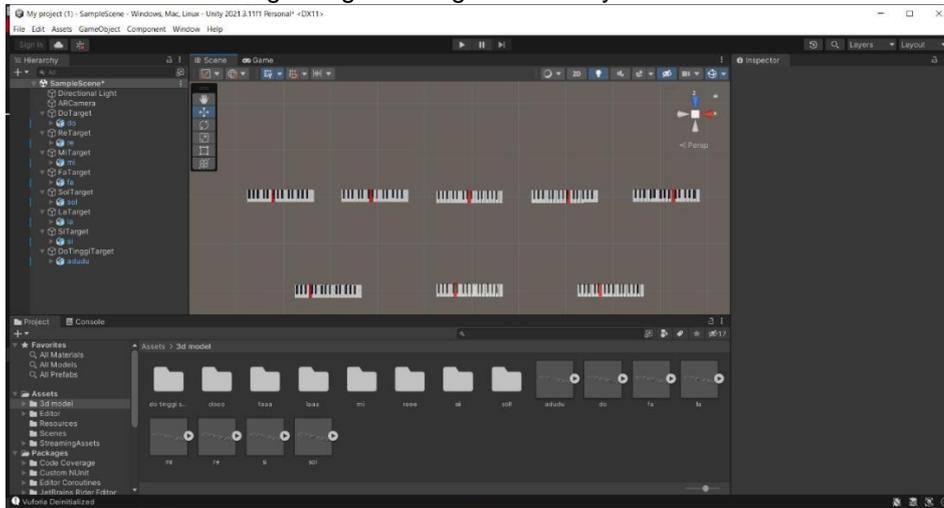
Data yang akan dikumpulkan yaitu berupa target image yang merupakan gambar (*image*) dengan warna hitam putih yang berisikan angka dan juga notasi nada nya. Selain itu ada model 3D yang dikumpulkan juga untuk memunculkan obyek saat kamera melakukan scan terhadap target image.

3. Hasil dan Diskusi

Langkah pertama kali dalam pembuatan aplikasi ini yaitu membuat model 3D menggunakan Blender kemudian mengimport Vuforia package. Dilanjutkan dengan pembuatan scene. Scene harus mengganti main camera dengan AR camera yang terdapat pada VuforiaEngine.

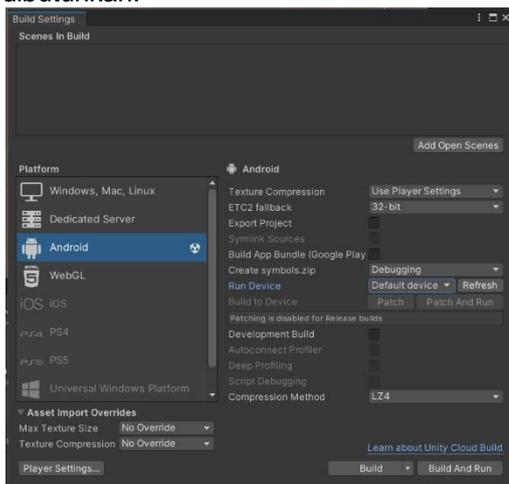
- 1) Pembuatan AR Chord Pianika

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah dengan mengimport target image ke dalam scene. Kemudian letakkan model 3D pianika di target image yang telah dimasukkan tadi agar model 3D pianika dapat muncul di atas marker ketika kamera mendeteksi marker, ID marker dan model 3D harus digabungkan dengan markernya.

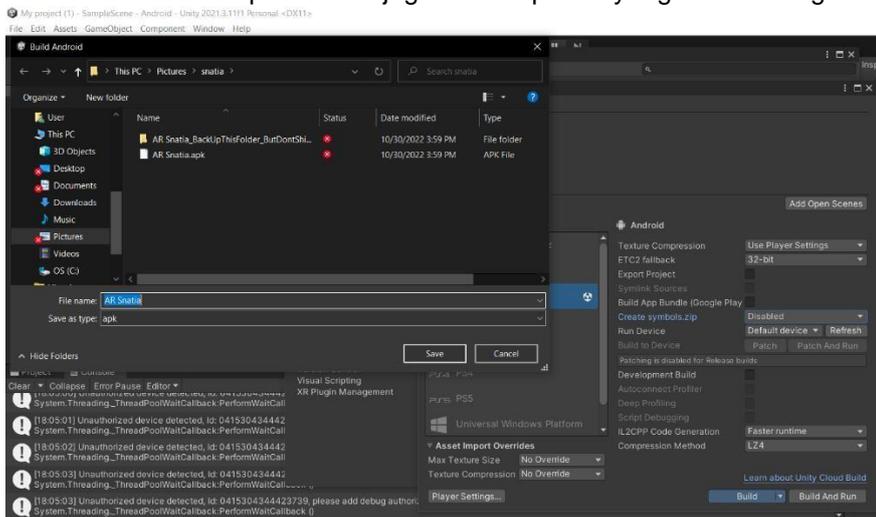


2) Pembuatan nama_aplikasi.apk

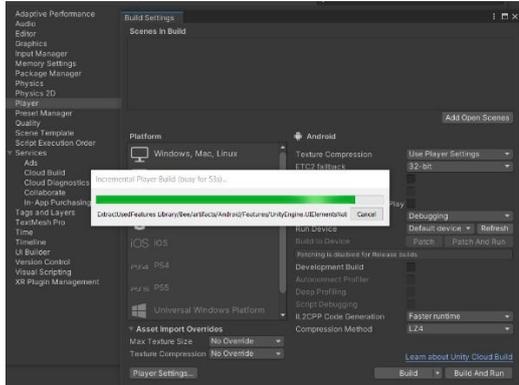
Setelah semua *target image* dan modelnya telah disatukan maka aplikasi siap dibangun dengan melakukan *building*. Pertama *building* harus disetting sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan.



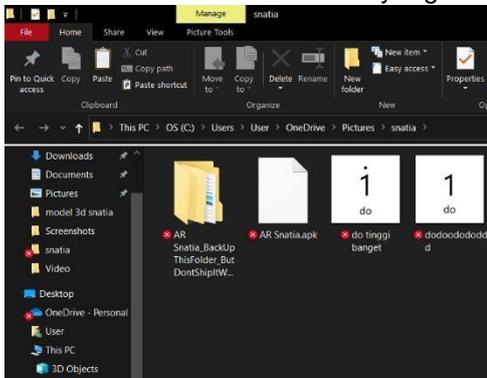
Setelah melakukan beberapa konfigurasi di dalam build settings kemudian kita harus menentukan nama aplikasi dan juga lokasi aplikasi yang akan dibangun.



Jika penamaan file dan penempatan lokasi file sudah ditentukan maka selanjutnya proses building akan dilakukan sehingga menghasilkan sebuah file apk yang nantinya bisa diinstall pada smartphone.



Jika proses building telah selesai maka selanjutnya akan dilakukan pengecekan apakah file tersebut sudah berada di lokasi yang sudah ditentukan tadi.



3) Pengujian

Setelah aplikasi telah dibuat maka pengujian aplikasi dapat dilakukan. Pengujian dilakukan untuk memeriksa apakah aplikasi yang dibangun sudah berjalan sebagaimana mestinya. Pengecekan dilakukan untuk memastikan obyek 3D muncul ketika kamera diarahkan ke arah target image yang akan di scan.

3.1. Pengujian animasi

Setelah proses instalasi maka aplikasi akan membuka kamera dan melakukan scan terhadap Target Image yang telah disetting dan akan memunculkan obyek tombol pianika seperti yang ada di gambar di bawah ini.



3.2. Pengujian Kepuasan Pengguna

Pengujian dilakukan agar pengembang Augmented Reality mampu mengetahui sejauh mana kepuasan pengguna. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan 6 pertanyaan untuk mengetahui 3 aspek penilaian dan setiap pertanyaan bisa dijawab dengan memilih pilihan jawaban yang disediakan, jika menjawab setuju akan diberikan nilai 2 sedangkan jika

menjawab tidak setuju akan diberikan nilai 1. Pertanyaan-pertanyaan yang diberikan nantinya berkaitan dengan kegunaan aplikasi, pemrosesan aplikasi, ketertarikan pengguna menggunakan Augmented Reality yang dibangun. Pengujian dimulai tanggal 6 sampai 7 Oktober 2022. Persentase didapatkan dengan menggunakan rumus perhitungan skala Likert[4] sebagai berikut:

$$P = \frac{x}{skorideal} \times 100\%$$

Keterangan :

- P = Nilai persentase yang dicari
X = jumlah nilai yang didapatkan dari responden
Skor ideal = total jika semua pertanyaan mendapatkan nilai tertinggi

Tabel Aspek Penilaian

No	Penilaian	
	Aspek yang dinilai	Persentase
1	Kegunaan Aplikasi	87,5%
2	Pemrosesan Aplikasi	75%
3	Ketertarikan Pengguna	81,25%

4. Kesimpulan

Setelah dilakukan proses pengujian dan juga telah dilaksanakan beberapa analisis aplikasi yang dibangun maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut.

1. Augmented Reality sangat mungkin digunakan sebagai media pembelajaran dalam bidang pengenalan teori tentang musik khususnya teori alat musik pianika.
2. Aplikasi yang dibangun berguna untuk memunculkan obyek 3 dimensi chord pianika pada smartphone.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, aplikasi yang dibangun telah berjalan dengan lancar dan dikonfigurasi dengan sangat baik sehingga mampu memunculkan obyek 3 dimensi saat kamera diarahkan ke image target.
4. Berdasarkan pengujian kepuasan yang telah dilakukan menghasilkan 87,5% persentase kepuasan terhadap aspek kegunaan aplikasi maka dapat disimpulkan bahwa aplikasi yang dibangun mampu memiliki nilai guna yang baik dan bermanfaat bagi pengguna.
5. Berdasarkan pengujian kepuasan, 75% penilaian yang didapatkan dari segi pemrosesan aplikasi. Ini menandakan pemrosesan yang dilakukan oleh aplikasi berjalan dengan cukup lancar dan cukup mudah untuk digunakan.
6. Aplikasi Augmented Reality yang telah dibangun mendapatkan 81,25% nilai di aspek ketertarikan pengguna dan menandakan aplikasi yang dibangun menarik untuk digunakan sebagai media pembelajaran pengenalan alat musik pianika.

Daftar Pustaka

- [1] I. Tashikawa, A. Syakhroni, and M. Abizar Fahri, "EVOLUSI PERKEMBANGAN TEKNOLOGI INFORMASI Related papers Pengantar Kuliah Umum Pengantar Konsep Dasar Sistem dan Teknologi Informasi Richardus Eko Indrajit PENGANTAR KONSEP DASAR INFORMATIKA I K U M P U L A N A R T I K E L."
- [2] N. Rianto, A. Sucipto, and R. Dedi Gunawan, "Pengenalan Alat Musik Tradisional Lampung Menggunakan Augmented Reality Berbasis Android (Studi Kasus: SDN 1 Rangai Tri Tunggal Lampung Selatan)," 2021. [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/informatika>
- [3] I. Mustaqim, "PEMANFAATAN AUGMENTED REALITY SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 13, no. 2, p. 174, 2016.

- [4] M. Seminar Tugas Akhir, I. Setya Nugraha, K. Iman Satoto, and K. Teguh Martono, “) MahasiswaSistemKomputer UNDIP 2) DosenSistemKomputer UNDIP PEMBELAJARAN PENGENALAN ALAT MUSIK PIANO.”
- [5] R. Respati and U. S. Fuadah, “Indonesian Journal of Primary Education Pembelajaran Ansambel Musik untuk Siswa Kelas Tinggi Sekolah Dasar,” © 2018-Indonesian Journal of Primary Education, vol. 2, no. 1, pp. 30–37, 2018.
- [6] “Dwi Agus Kurniawan”.
- [7] O. S. Permatasari, J. Seni, M. Fakultas, and S. Pertunjukan, “MUSIK DIGITAL DITINJAU DARI PERSPEKTIF PERILAKU KONSUMEN PADA SAAT PEMBELIAN TUGAS AKHIR Jurusan S-1 Seni Musik Oleh,” 2019.
- [8] V. Noviyanti, R. Respati, and O. H. Pranata, “PEDADIDAKTIKA: JURNAL ILMIAH PENDIDIKAN GURU SEKOLAH DASAR Pengembangan Multimedia Tangga Nada Diatonis untuk Pembelajaran Seni Musik di Sekolah Dasar,” 2021. [Online]. Available: <http://ejournal.upi.edu/index.php/pedadidaktika/index>
- [9] D. Purnomo, “Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi,” *JIMP-Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan*, vol. 2, no. 2, 2017.
- [10] P. Studi Manajemen Informatika, A. R. BSI Jakarta Jl Fatmawati No, P. Labu, and J. Selatan, “SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN BERBASIS WEB DENGAN METODE PROTOTYPE: STUDI KASUS SEKOLAH ISLAM GEMA NURANI BEKASI Siti Nurajizah.”

Membandingkan Analisis Sentimen Review Pelanggan Shopee Dan Tokopedia Menggunakan Google's NLP API

Revi Valen Sumendap^{a1}, Ida Bagus Made Mahendra^{a2}

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia

¹revisumendap1@gmail.com

²ibm.mahendra@unud.ac.id

Abstract

Dengan teknologi yang sudah sangat maju di jaman sekarang mempermudah kita manusia dalam berbelanja. Yang dulunya kita harus berbelanja secara langsung namun sekarang kita bisa berbelanja secara online dengan E-Commerce yang ada. Transaksi e-commerce di Indonesia semakin meningkat, hal tersebut memberikan peluang pada produsen untuk memasarkan produk dan memudahkan konsumen untuk berbagi aktivitas, salah satu faktor yang sangat sering kita jumpai adalah memberikan ulasan produk. Ulasan produk berperan penting untuk membangun kepercayaan konsumen ketika menentukan keputusan dalam pembelian produk. Dengan meningkatnya jumlah ulasan, membuat calon konsumen kesulitan untuk menarik kesimpulan yang tepat. Oleh karena itu, diperlukan analisis sentimen untuk membantu calon konsumen untuk menarik kesimpulan. Analisis sentimen bertujuan untuk menyimpulkan, mengidentifikasi sentimen pada data yang ada. Disini kami akan melakukan Analisis Sentimen menggunakan Google Natural Language Processing dan membandingkan hasil ulasan aplikasi Tokopedia dan Shopee pada Google Play Store

Keywords: *Sentiment Analysis, Shopee, Tokopedia, Perbandingan, Natural Language Processing*

1. Introduction

Kemajuan teknologi informasi dan komunikasi jelas memberi dampak pada perubahan gaya hidup masyarakat Indonesia. Yang dulunya kita harus berbelanja secara langsung namun sekarang kita bisa berbelanja secara online karena berkembangnya e-commerce di Indonesia. Transaksi online atau e-commerce di Indonesia mengalami pertumbuhan yang pesat, menurut Kementerian Koordinator (Kemenko) Bidang Perekonomian mencatat nilai transaksi e-commerce di Indonesia, baik domestik dan luar negeri, mencapai Rp 108,54 triliun sepanjang kuartal I-2022. Realisasi itu tumbuh 23 persen dibandingkan periode yang sama tahun lalu. Peningkatan tersebut memberikan peluang besar bagi produsen untuk memasarkan produk dan memudahkan konsumen dalam berbagi aktivitas, salah satunya memberikan ulasan pada produk

Ulasan merupakan media komunikasi pemasaran dan periklanan yang berperan dalam proses keputusan pembelian konsumen untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi produk yang dibutuhkan. Ulasan juga penting untuk membangun kepercayaan konsumen dengan cara menilai pengalaman pembeli sebelumnya dan dapat membantu produsen mengembangkan bisnis sesuai dengan permintaan pasar (1)

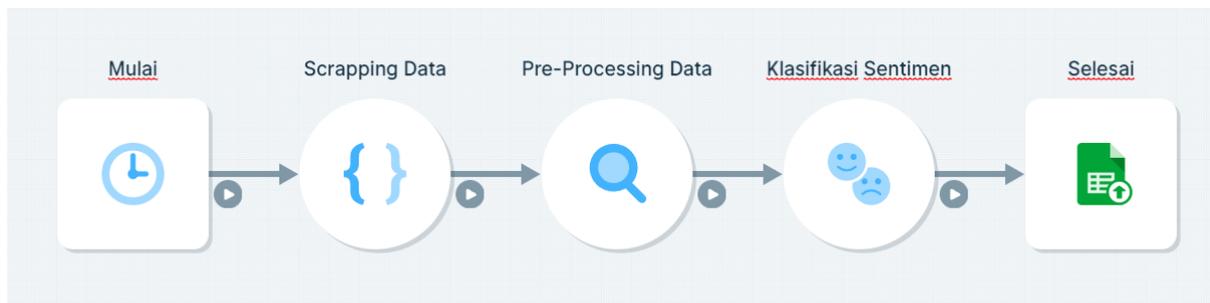
Di sisi lain, data mining dapat diartikan sebagai metode yang digunakan untuk menemukan pengetahuan dari sebuah database atau untuk menemukan pengetahuan yang berguna dari data. Ini adalah proses untuk mendapatkan desain dan hubungan yang menarik sehingga data dapat dilayani dalam volume yang besar. Dengan demikian data mining dapat digunakan sebagai analisis sentimen karena dapat mengolah data ulasan dalam jumlah banyak (2)

2. Metode Penelitian

2.1 Datasets

Datasets yang digunakan dalam penelitian ini adalah data yang diambil dari review user di google play store tentang aplikasi Tokopedia dan aplikasi Shopee. Review diambil secara acak dan merupakan review yang berbahasa inggris dan paling relevant sehingga bisa mendapatkan hasil yang lebih akurat. Untuk pengambilan data ini penulis menggunakan aplikasi Google Collab dan memanfaatkan Bahasa Python karena bisa dengan cepat mengambil hasil review di Google Play Store. Setelah data data ini diambil maka dilanjutkan dengan proses data pre-processing dengan menggunakan aplikasi Google Collab.

2.2 Alur Sistem

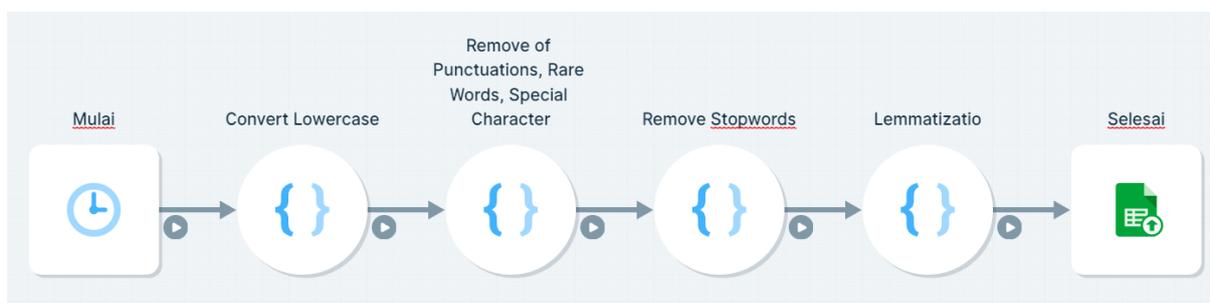


Gambar 1. Alur Sistem

Bisa kita lihat alur yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Yang pertama adalah mengumpulkan datasets dari review google play store Menggunakan Google Collab dan menggunakan bahasa pemograman phyton. Setelah itu masuk ke tahap Pre-Processing datasets menggunakan aplikasi Google Collab yang juga menggunakan Bahasa phyton yang akan melalui Convert Lowercase, Removal of Punctuations, Removal of Stopwords, Removal of Rare Words, Removal of Special characters, Lemmatization. Setelah Datasets sudah melewati langkah langkah tersebut maka dilanjutkan dengan proses Validation Sentiment analysis dimana kita mengklasifikasi apakah Review itu merupakan review positif atau negatif dengan menggunakan aplikasi Parabola.io yang memanfaatkan Google's Natural Language Processing API.

2.3 Pre Processing Data

Pre Processing adalah Proses perlakuan terhadap data sebelum diolah pada pembelajaran mesin termasuk di dalamnya proses pembersihan dan penormalan data untuk memudahkan proses selanjutnya (3) Disini kita menggunakan Pre Processing Data yang berguna agar datasets kita yang sebelumnya belum terstruktur menjadi lebih terstruktur dan siap untuk diolah kedalam sentiment analysis dan kita bisa mendapat hasil yang lebih akurat. Untuk tahap Pre Processing Data ini penulis menggunakan sebanyak 6 tahap. Yaitu, Convert Lowercase, Removal of Punctuations, Removal of Stopwords, Removal of Rare Words, Removal of Special characters, Lemmatization. Dan akan dijelaskan fungsi dari proses proses ini sebagai berikut.



Gambar 2. Alur Pre-Processing Data

- Convert Lowercase

Dalam sebuah kalimat, biasanya ada bentuk huruf yang berbeda, tahap ini adalah proses keseragaman huruf, berkaitan dengan huruf kapital atau bukan.(2) Jadi disini kita akan membuat semua huruf menjadi huruf kecil.

- Removal of Punctuations, Rare Words, Special Character

Disini kita menghapus tanda baca seperti !"#\$%&'()*+,-./:;<=>?@[]^_`{|}~ menghapus kata kata yang jarang dipakai didalam datasets, dan juga menghapus input yang bukan Alfabet,nomor,atau kata penghubung karena semua hal ini bisa membuat data kita lebih susah dipahami oleh computer.

- Removal of Stopwords

Filter stopwords removal adalah proses menghilangkan kata-kata yang sering muncul namun tidak memiliki pengaruh apapun dalam ekstraksi sentimen suatu review. Kata yang termasuk seperti kata penunjuk waktu, kata tanya (4) contohnya seperti i, me, my, myself, we, our, ours

- Lemmatization

Lemmatization adalah algoritma yang memanfaatkan analisis morfologi dan aturan penulisan pemisahan dan penggabungan kata yang berguna sebagai pemeriksaan kebenaran ejaan (5). Jadi inti dari proses ini mengembalikan kata kepada kata dasarnya yang telah disesuaikan.

2.4 Validation

Ini adalah tahap terpenting atau tahap utama dari penelitian ini. Dimana kita akan mengklasifikasi sentiment hasil Review yang sudah diolah tadi, Apakah sentimennya positif atau sentiment negatif. Kita akan menggunakan Aplikasi Parabola.io untuk klasifikasi ini. Parabola.io merupakan sebuah aplikasi yang bisa melakukan sentiment analysis dengan memanfaatkan Google's Natural Language Processing API

Jadi langkah awal kita perlu memasukan dataset yang sudah melewati proses Pre-Processing tadi setelah itu kita perlu memasukannya kedalam menu Sentiment Analysis dan Parabola.io akan menerapkan Google's Natural Language Processing API untuk menentukan hasil klasifikasi yang kita inginkan.

Untuk output yang dikeluarkan nanti ada dua yaitu Sentiment Score dan Sentiment Confidence. Untuk sentiment score bisa angka positif dan juga angka negatif. Dimana angka positif diklasifikasikan menjadi Sentiment Positif dan angka negatif menjadi Sentimen Negatif. Untuk sentiment confidence adalah seberapa yakin system tentang score yang telah diberikan, outputnya bisa dari 0 sampai tak hingga.

3. Result and Discussion

3.1 Scrapping Data

Disini kami menggunakan Google Collab dan menggunakan Bahasa Phyton dan memakai tools tambahan seperti pandas dan numpy untuk scrapping data dari Review Google Playstore.

Sumendap, Mahendra, Membandingkan Analisis Sentimen Review Pelanggan Shopee Dan Tokopedia Menggunakan Google's NLP API

reviewId	userName	userImage	content	score	thumbsUpCount	reviewCreatedVersion	at	replyContent
0	f3d04d1c-9ed4-468b-b294-eb4af62d545a	Shafira Natasha	https://play-lh.googleusercontent.com/a-/ACNPE...	3	304	2.92.08	2022-08-29 00:29:34	Yaah maaf banget kalau kanu masih belum nyaman...
1	de3f8662-4107-450e-a2f1-7411aee9e13e	Surya Maulana	https://play-lh.googleusercontent.com/a-/ACNPE...	3	18	2.93.16	2022-09-28 13:09:00	None
2	543f4bb3-35df-4cda-8482-d20b9526f194	Pricylia W.	https://play-lh.googleusercontent.com/a-/ACNPE...	1	91	2.92.27	2022-08-22 01:35:05	None
3	74044e8a-3999-4fc1-af89-8bb0eea303b3	muichiro's lover	https://play-lh.googleusercontent.com/a-/ACNPE...	3	391	2.91.26	2022-08-09 16:21:04	Hi Mrs., sorry for the problem. I suggest you ...
4	250221bc-8e50-4179-8e2b-7d31829098e	mario billy	https://play-lh.googleusercontent.com/a-/ACNPE...	3	33	2.92.27	2022-09-23 07:53:26	I'm sorry for your trouble 🙏 Mimin advises to m...

Gambar 3. Hasil Scrapping

3.2 Merapikan Data

Data yang diambil dan akan melewati proses ini adalah Content atau tulisan dari Reviewer di Google Play Store. Disini content atau tulisan akan melewati 5 tahap.

1. Convert Lowercase

Pada langkah pertama semua huruf dibuat menjadi huruf kecil

	content	clean_text
0	I like this app for the first time usage,it ha...	i like this app for the first time usage,it ha...
1	Can you make more ads page at the app? So my p...	can you make more ads page at the app? so my p...
2	i have enjoyed this marketplace and easy to use	i have enjoyed this marketplace and easy to use
3	Experienced frequent warning to update the app...	experienced frequent warning to update the app...
4	user friendly interface. Best e-commerce all t...	user friendly interface. best e-commerce all t...

Gambar 4. Hasil Convert Lowercase

2. Removal of Punctuations

Pada langkah kedua kita menghapus tanda tanda baca seperti !"#%&'()*+,-./:;<=>@[]^_`{|}~

	content	clean_text
0	I like this app for the first time usage,it ha...	i like this app for the first time usageeit has...
1	Can you make more ads page at the app? So my p...	can you make more ads page at the app so my ph...
2	i have enjoyed this marketplace and easy to use	i have enjoyed this marketplace and easy to use
3	Experienced frequent warning to update the app...	experienced frequent warning to update the app...
4	user friendly interface. Best e-commerce all t...	user friendly interface best ecommerce all the...

Gambar 5. Hasil Removal of Puncutations

3. Removal of Stopwords

Pada langkah ini kita membuang kata kata yang tidak terlalu penting seperti i, me, my, myself, we, our, ours

	content	clean_text
0	I like this app for the first time usage,it ha...	like app first time usageit speed delivery cer...
1	Can you make more ads page at the app? So my p...	make ads page app phone go lagi love ads
2	i have enjoyed this marketplace and easy to use	enjoyed marketplace easy use
3	Experienced frequent warning to update the app...	experienced frequent warning update app mandat...
4	user friendly interface. Best e-commerce all t...	user friendly interface best ecommerce time

Gambar 6. Hasil Removal Of Stopwords

4. Removal of Rare Words and Special Character

Pada langkah ini kita membuang kata kata yang jarang muncul dan membuang kata kata yang bukan Alfabet,nomor,atau kata penghubung karena dapat merusak dataset

	content	clean_text
0	I like this app for the first time usage,it ha...	like app first time usageit speed delivery cer...
1	Can you make more ads page at the app? So my p...	make ads page app phone go lagi love ads
2	i have enjoyed this marketplace and easy to use	enjoyed marketplace easy use
3	Experienced frequent warning to update the app...	experienced frequent warning update app mandat...
4	user friendly interface. Best e-commerce all t...	user friendly interface best ecommerce time

Gambar 7. Hasil Removal Rare Words and Special Character

5. Lemmatization

Di tahap akhir ini kita menyerdehanakan kata kata yang ada menjadi bentuk paling simple seperti Enjoyed menjadi enjoy Dll.

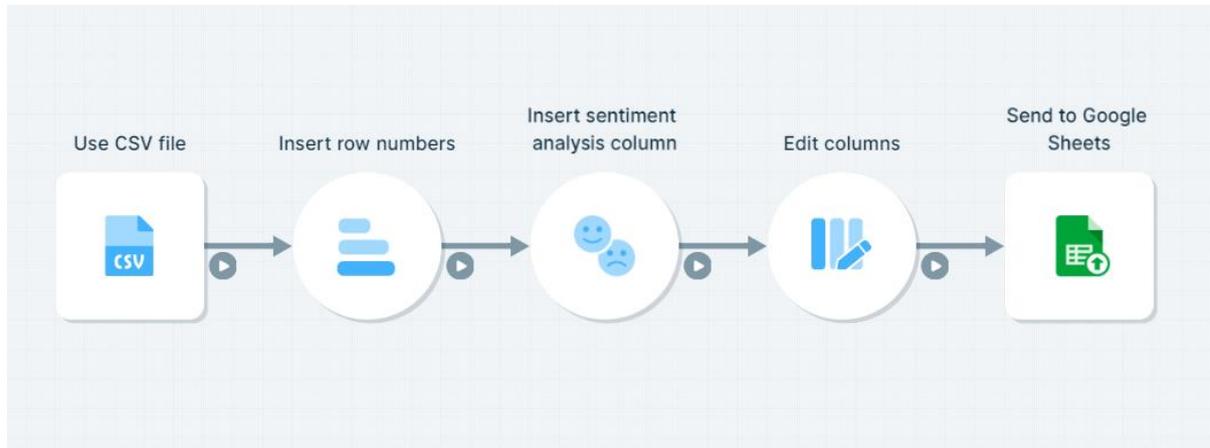
	content	clean_text	lemmatized_text
0	I like this app for the first time usage,it ha...	like app first time usageit speed delivery cer...	like app first time usageit speed delivery cer...
1	Can you make more ads page at the app? So my p...	make ads page app phone go lagi love ads	make ad page app phone go lagi love ad
2	i have enjoyed this marketplace and easy to use	enjoyed marketplace easy use	enjoy marketplace easy use
3	Experienced frequent warning to update the app...	experienced frequent warning update app mandat...	experienced frequent warning update app mandat...
4	user friendly interface. Best e-commerce all t...	user friendly interface best ecommerce time	user friendly interface best ecommerce time

Gambar 8. Hasil Lemmatization

3.3 Pengkategorian Sentimen Positif dan Negatif

Data yang sudah diproses tadi akan masuk ke tahap Klasifikasi Sentimen Positiv atau Negatif dengan menggunakan Parabola.io yang memanfaatkan Google's Natural Language Processing API.

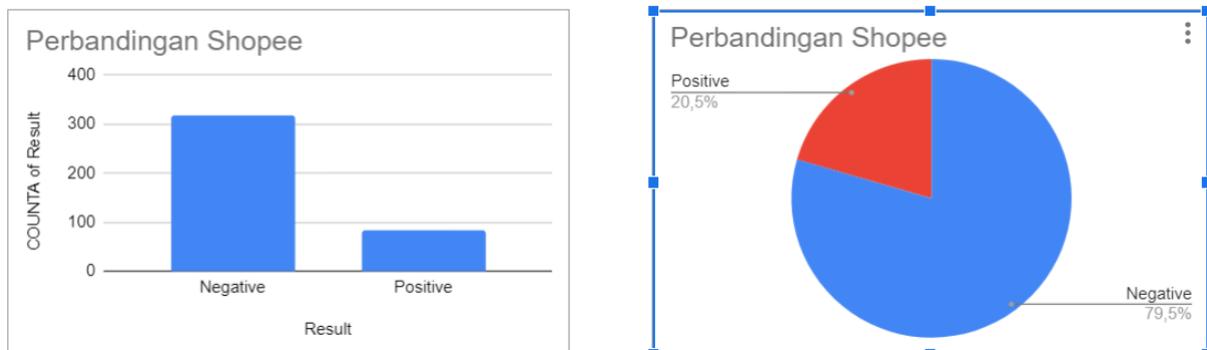
Untuk Langkahnya kita perlu memasukan data yang sudah di Pre-Processing tadi setelah itu memasukan kedalam Sentiment Analysis Column. Disinilah sistem akan melakukan Klasifikasi menggunakan Google Natural Language Processing API. Setelah itu kita hanya perlu export data tersebut, Disini penulis export ke Google Sheets agar bisa menganalisis dan menyimpan data data tersebut.



Gambar 9. Proses Pengkategorian Sentimen

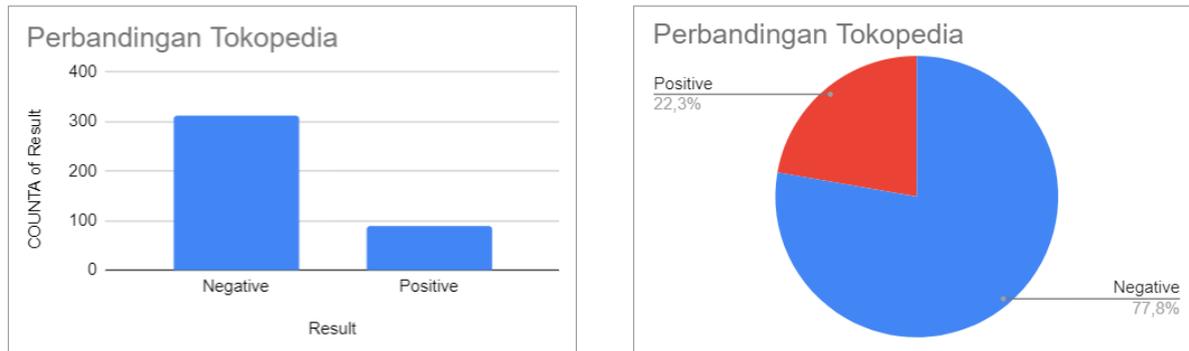
3.4 Hasil

Untuk Shopee mendapatkan 82 Review Positif dan 318 Review Negatif Dengan rata rata confidence 61%



Gambar 10. Hasil Sentimen Shopee

Untuk Tokopedia mendapatkan 89 Review Positive dan 311 Review Negatif Dengan rata rata confidence 61%



Gambar 11. Hasil Sentimen Tokopedia

4. Conclusion

Berdasarkan pengujian Sentiment dari Review user Tokopedia dan user Shopee di Google Play Store dengan tahap tahap

1. Metode scrapping diambil secara acak dan merupakan review berbahasa inggris dan yang paling relevant sebanyak 400 review tokopedia dan 400 review shopee.
2. Metode Pre Processing yang melewati tahap tahap Convert Lowercase, Removal of Punctuations, Removal of Stopwords, Removal of Rare Words, Removal of Special characters, Lemmatization.
3. Dan Metode Klasifikasi Sentiment yang menggunakan Google's Natural Language Processing API

Didapatkan hasil Shopee mendapatkan 82 Review Positif dan 318 Review Negatif Dengan rata rata confidence 61% dan Tokopedia mendapatkan 89 Review Positif dan 311 Review Negatif Dengan rata rata confidence 61%. Ternyata hasil review dari kedua E-Commerce ini di playstore bisa dikatakan kurang lebih memiliki Sentiment yang sama. Mayoritas Bersentiment Negatif dengan skor sekitar 80%. Tentu saja hal ini tidak baik bagi kedua Perusahaan ini yang harus lebih membenahi dan melihat keluhan Kostumer di Review Play Store.

Daftar Pustaka

- [1] Handayani RN. OPTIMASI ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINE UNTUK ANALISIS SENTIMEN PADA ULASAN PRODUK TOKOPEDIA MENGGUNAKAN PSO. Media Inform Vol20 No2. 2021;20(2):97–108.
- [2] Saputra I, AJI PAMBUDI RS, DARONO HE, AMSURY F, FAHDIA MR, RAMADHAN B, et al. Analisis Sentimen Pengguna Marketplace Bukalapak dan Tokopedia di Twitter Menggunakan Machine Learning. Fakt Exacta. 2021;13(4):200.
- [3] Resa M, Yudianto A, Rahim A, Sukmasetya P, Hasani RA. Perbandingan Metode Support Vector Machine Dengan Metode Lexicon Dalam Analisis Sentimen Bahasa Indonesia. J Teknol Informasi [Internet]. 2022;6(1). Available from: <https://github.com/fajri91/InSet>.
- [4] Lilyani Asri Utami. Analisis Sentimen Opini Publik Berita Kebakaran Hutan Melalui Komparasi Algoritma Support Vector Machine Dan K-Nearest Neighbor Berbasis Particle Swarm Optimization. J Pilar Nusa Mandiri [Internet]. 2017;13(1):103–12. Available from: <https://ejournal.nusamandiri.ac.id/index.php/pilar/article/view/153>
- [5] Yusup M, Jasman P, Renita D. Penerapan Algoritma Lemmatization pada Dokumen Bahasa Indonesia. MIND J. 2018;3(2):47–56.

MEASURE COMPARISON DISTANCE ON K-MEANS CLUSTERING FOR GROUPING MUSIC ON MOOD

A.A Sagung Prami Apsari Kumala, Luh Arida Ayu Rahning Putri, S.Kom., M.Cs

Program Studi Informatika, Universitas Udayana Bali

Jl. Raya Kampus UNUD, Bukit Jimbaran, Kuta Selatan, Badung- Bali

Email : sagungprami394@gmail.com
rahningputri@unud.ac.id

Abstract

Dalam bidang information retrieval , MIR (Music Information Retrieval) merupakan bagian bidang keilmuan yang berhubungan dengan pencarian informasi dalam media berupa musik dengan penerapan algoritma data mining untuk pengelompokan /clustering data music.

Penelitian ini diawali dengan tahap pra-pengolahan data yaitu mendapatkan nilai fitur pada music dengan feature extraction. Tahapan feature extraction terdiri dari tiga proses, yaitu pengambilan sampel lagu (bagian refrain), penrapan fast fourier transform, dan penerapan spectral feature yang menjaadi atribut dasar untuk dilakukannya pengelompokkan music terhadap suasana hati.

Proses clustering/pengelompokkan K-Means ini menggunakan 200 file musik ke dalam 4 jenis suasana hati model Thayer. Dalam proses pengelompokkan ini dilakukan perhitungan jarak swtiap cluster menggunakan distance measure yang terdiri dari euclidean distance, city block distance, dan cosine distance. Selanjutnya dihitung nilai silhouette coefficient pada K-Means yang menunjukkan seberapa baik dan optimal suatu objek ditempatkan dalam suatu cluster. Akhirnya dari ketiga nilai distance measure ini diperoleh nilai silhouette coefficient tertinggi yaitu 0,64018 dengan waktu pemrosesan tercepat yaitu 0,0789935 pada Euclidean distance.

Keywords : *MIR, K-Means, Data Mining, Music Mood*

1. Intorduction

Dalam beberapa dekade terakhir, era digital telah menciptakan inovasi teknologi yang membawa perubahan menyeluruh pad cara manusia menikmati music. Faktor- faktor seperti akses internet yang meluas, peningkatan *bandwidth* dalam ha akses file music atau penggunaan format audio berkualitas tinggi seperti .mp3 berperan besar dalam perubahan tersebut. Adanya penawaran dan permintaan dalam industry music digital saat ini menunjukkan adanya kebutuhan akan cara otomatis untuk menemukan suatu lagu yang tepat dan relevan diinginkan oleh pendengarnya dalam konteks tertentu dari suatu database music yang besar. Basis data untuk music yang besar ini pun akan berguna jika penggunaanya dapat menemukan apa yang mereka cari dengan cepat dan efisien.

Basis data music digital hingga kini memerlukan organisasi file dan mekanisme penacarian music yang semakin maju, fleksibel dalam penggunaannya, serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan penggunanya. Hal ini berkaitan dengan fungsi music yang bersifat social dan psikis, dan biasanya pengelompokkan music seperti itu kana akan focus pada informasi mengenai gaya, jenis kesamaan music dan suasana hati yang terkandung dalam musik tersebut [1].

Dalam bidang information retrieval, MIR (Music Information Retrieval) merupakan bagian bidang keilmuan yang berhubungan dengan pencarian informasi dalam media berupa

musik dan hubungan metadata berbagai file music dalam suatu basis data yang saling terhubung. Hal inilah yang hingga kini menjadikan MIR menarik untuk diteliti, selain untuk menganalisa, representasi metadata di dalam music, penelitian dalam bidang MIR juga telah dilakukan dengan penerapan algoritma data mining untuk klasifikasi [1][2][3][4] dan pengelompokan/ clustering data music [5].

Clustering merupakan salah satu metode data mining yang bersifat tanpa supervisi (*unsupervised*). Tujuan dari *clustering* ini adalah untuk mengelompokkan data ke dalam suatu kelompok/ *cluster*, sehingga objek-objek yang ada pada *cluster* tersebut memiliki kemiripan yang sangat besar dengan objek-objek lainnya yang ada pada *cluster* yang sama, namun memiliki ketidakmiripan yang tinggi dengan objek-objek yang ada pada *cluster* lainnya [5].

Untuk proses clustering dalam penelitian ini menggunakan algoritma *K-Means*. *K-Means* merupakan salah satu algoritma yang melakukan pengelompokkan data dengan sistem partisi, dimana algoritma *data mining* ini melakukan proses permodelan tanpa supervise (*unsupervised learning*) dan berusaha mengelompokkan data yang ada ke dalam beberapa kelompok *k*, dimana data dalam satu sama kelompok mempunyai karakteristik yang sama satu sama lainnya dan mempunyai karakteristik yang berbeda dengan data yang ada di dalam kelompok yang lain. Dengan kata lain, algoritma ini berusaha untuk meminimalkan variasi antar data yang ada di dalam suatu cluster dan memaksimalkan variasi dengan data yang ada di *cluster* lainnya.

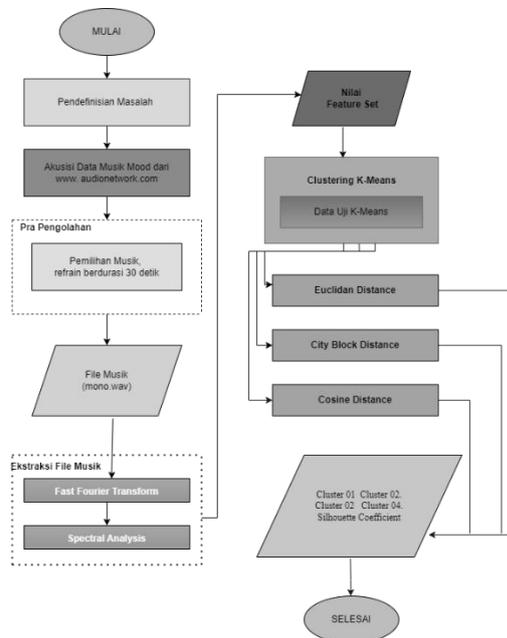
Hal yang menarik dalam algoritma *K-Means* ini adalah untuk mengetahui ciri- ciri cluster yang dihasilkan tersebut memiliki data dengan tingkat kemiripan (*similarity*) yang tinggi pada cluster yang sama dan tingkat kemiripan data dalam suatu cluster yang sama dan tingkat kemiripan yang rendah pada cluster yang berbeda. Penelitian ini dilakukan untuk mengukur kemiripan data dalam suatu cluster dapat dilakukan dengan menerapkan metode *Distance Measure* pada perhitungan algoritma *K-Means* dan *Silhouette Coefficient*. *Silhouette Coefficient* digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan cluster [6].

Penelitian ini diawali dengan tahap pra-pengeolahan data yaitu mendapatkan nilai fitur pada musik dengan *feature extraction* [7] atau ekstraksi ciri dari sebuah file lagu untuk menemukan ciri yang untuk masuk ke tahapan pengolahan data berikutnya, *feature extraction* terdiri dari tiga proses, yaitu pengambilan sampel lagu (bagian *refrain*), penerapan *fast fourier transform*, dan penerapan *spectral analysis* untuk mendapatkan nilai *spectral feature* yang menjadi atribut dasar untuk dilakukannya pengelompokkan music terhadap suasana hati.

Proses *clustering*/pengelompokkan *K-Means* ini menggunakan 200 file music ke dalam 4 jenis suasana hati yaitu 1. *Contentment*, 2. *Exuberance*, 3. *Depression*, 4. *Anxious* [8] [Thayer]. Selanjutnya dalam proses pengelompokkan ini dilakukan perhitungan distance measure yang terdiri dari *Euclidean distance*, *city block distance*, dan *cosine distance*. Setelah hasil perhitungan distance measure ini diperoleh, selanjutnya diambil rata-rata nilai tersebut yang digunakan sebagai nilai *silhouette coefficient* ini selanjutnya akan dibandingkan dan diperoleh nilai *silhouette coefficient* tertinggi berdasarkan ketiga metode *distance measure* ini.

2. Research Methods

Dalam menentukan distance measure terbaik pada pengelompokkan music terhadap suasana hati ini terdiri dari beberapa tahapan utama yaitu pra-pengeolahan data, tahapan ekstraksi fitur, *clustering K-Means*, dan pengujian *Silhouette Coefficient*.



Gambar 1. Alur tahap Penelitian

2.1 Pra-pengeolahan Data

Tahapan diawali dengan mendefinisikan permasalahan yaitu bagaimana menghasilkan nilai distance measure terbaik pada K-Means untuk mengelompokkan music terhadap suasana hati. Sebagai acuan sumber basis data music yang digunakan dalam penelitian ini adalah audionetwork.com. didalamnya terdapat 56 jenis anotasi kata sifat dalam mengelompokkan jenis music berdasarkan mood atau suasana hati yang kemudian disederhanakan menjadi 4 jenis mood model Thayer yaitu : 1. *Contentment* (menenangkan, relaksasi, damai), 2. *Exuberance* (riuh, bersemangat, bergembira), 3. *Depression* (sedih, murung, depresi, duka), dan 4. *Anxious* (amarah, kacau, konflik). Penelitian ini menggunakan 200 file musik instrumental saja tanpa ada lirik dan vocal di dalamnya.

File music ini selanjutnya dipilah hanya pada bagian *refrain*. Bagian refrain ini biasanya diulang- ulang saat lagu dimainkan, dan merupakan bagian yang paling sering menunjukkan mood yang tersirat di dalam musik. Durasi *refrain* klip musik ini ditentukan hanya berdurasi 30 detik [9]. Hasil klip musik ini kemudian disimpan dalam format. Wav dan mono audio channel.

Data musik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dataset music yang sudah dikelompokkan berdasarkan kategori suasana hati dari situs www.audionetwork.com. Situs ini mengelompokkan musik menggunakan 56 anotasi/tag kata sifat untuk pelabelan suasana hati dalam musik, dan label ini telah ditentukan sebelumnya oleh para pakar bidang musik. Sebagai Langkah penyederhanaan dalam kata sifat, kami menggunakan jenis kata sifat, kami menggunakan jenis kata sifat suasana hati/mood model Thayer [8] yaitu 1) *contentment*/ ketenangan; relaksasi, 2) *exuberance*/ bersemangat; riuh; gembira, 3) *depression*/ depresi; sedih dan, 4) *anxious*/ cemas; kalut; kacau, dimana masing- masing kata sifat tersebut terdiri dari 50 file musik dan secara keseluruhan

terdapat 200 file music yang digunakan dalam penelitian ini keseluruhan file musik ini masuk ke tahapan pra-pengolahan file musik tersebut [9]. Hasil klip file music tersebut disimpan dengan format .wav dengan *mono audio channel*.

2.2 Ekstraksi Fitur Musik

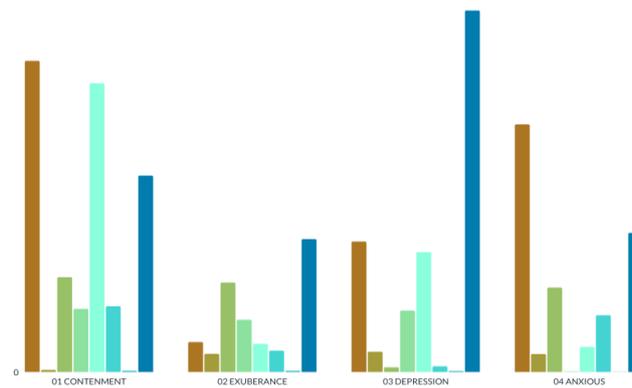
Tahapan ekstraksi fitur file music yang telah diinput (mono*.wav) akan diproses untuk mendapatkan ciri- ciri khusus yang disebut dengan ekstraksi fitur. Proses ekstraksi dimulai dengan *FFT. Fast Fourier Transform* adalah salah suatu algoritma untuk menghitung transformasi fourier diskrit dengan cepat dan efisien. Karena banyak sinyal-sinyal dalam system komunikasi yang bersifat kontinyu, sehingga untuk kasus sinyal kontinyu seperti sinyal suara dapat menggunakan transformasi fourir. Transformasi Fourier didefinisikan oleh persamaan (1) :

$$s(f) = \int_{-\infty}^{\infty} s(t)e^{-j2\pi ft} dt \quad (1)$$

Dimana $s(f)$ adalah sinyal dalam domain frekuensi (*frequency domain*), $s(t)$ adalah sinyal dalam domain waktu (*time domain*), dan $e^{-j2\pi ft}$ adalah konstanta dari nilai sebuah sinyal, f adalah frekuensi dan t adalah waktu. FFT merupakan salah satu metode untuk transformasi sinyal suara dalam domain waktu menjadi sinyal dalam domain frekuensi, artinya proses perekaman suara disimpan dalam bentuk digital berupa gelombang *spectrum* suara yang berbasis frekuensi sehingga lebih mudah dalam menganalisa *spectrum* frekuensi suara yang telah direkam [10].

Tahapan selanjutnya adalah proses mengekstrak fitur dari sebuah data digital dengan menggunakan metode *spectral analysis* [11]. Fitur-fitur yang dihasilkan ini akan menentukan kelas dari sinyal input yang masuk. Ekstraksi fitur melibatkan analisis input dari sinyal audio. Dalam *Music Information Retrieval*, beberapa peneliti sepakat bahwa ekstraksi fitur memegang peranan yang lebih penting daripada fase lainnya baik untuk tujuan *clustering* musik maupun untuk tujuan klasifikasi musik.

Beberapa metode *spectral analysis* yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya [12], pertama berdasarkan pada properti statistik (*statistical property*) dari sinyal audio, dimana fitur audio yang dianalisis berdasarkan panjang blok sinyal audio dan tingkat nada yang diperoleh dari proses ekstraksi. Dalam hal ini nilai fitur audio diperoleh dengan menggunakan analisis *spectral skewness* dan *kurtosis*. Kedua, fitur audio diperoleh berdasarkan bentuk spektral (*spectral shape*) hal ini dapat diketahui berdasarkan *timbre* (warna suara/audio), *pitch* (tinggi-rendah nada) dan *loudness* (kuat-lemah suara). Untuk mendapatkan nilai fitur audio pada *spectral shape* ini diperoleh dengan *spectral centroid*, *rolloff*, *slope*, *spread*, *decrease*, dan *flux*. Ketiga, fitur audio diperoleh berdasarkan properti sinyal (*signal properties*) audio, dimana fitur audio yang dianalisis berdasarkan nada disepanjang sinyal audio, hal ini menggambarkan keharmonisan dalam musik. Untuk mendapatkan nilai fitur audio berdasarkan *signal properties* ini dengan menggunakan *spectral flatness*. Berikut ini pada gambar 2 adalah rata-rata nilai fitur dari 9 *spectral analysis* yang ada pada data musik terhadap keempat jenis *mood*.



Gambar 2. Grafik *spectral analysis* dengan mood

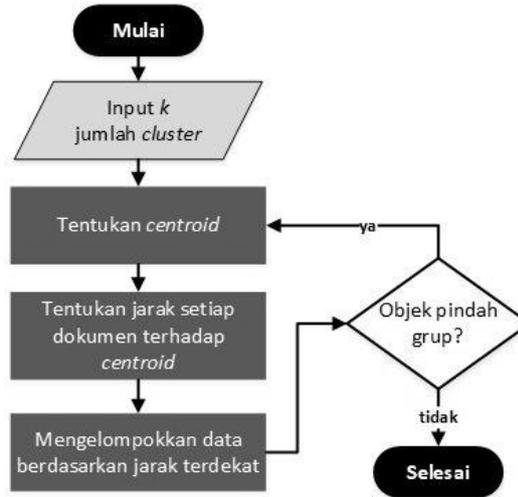
01 CONTENMENT	02 EXUBERANCE	03 DEPRESSION	03 DEPRESSION
4138,5098	3977,004	1735,8321	3289,3305
27,2846	24,01866	26,83007	23,91234
12611,004	11888,933	6270,36	11219,355
840,2392	693,4008	816,6273	685,86
3840,0174	3750,073	1595,5166	3327,857
0,087311937	0,02812902	0,0745272	0,07547601
0,000136789	0,000141055	0,000113817	0,00013243
0,26120779	0,17647368	0,048096135	0,18482891

Tabel 2. Nilai rata-rata dari grafik *spectral analysis*

Tahapan *spectral analysis* ini menghasilkan seperangkat nilai atau *feature set* yang terdiri dari 9 atribut data untuk setiap file musik. Dan nilai-nilai tersebut yang selanjutnya akan digunakan sebagai nilai input pada *dataset* musik untuk tahapan *clustering K-Means*.

2.3 K-Means Clustering

Tahapan pengelompokkan data menggunakan *K-Means* ini diawali dengan penentuan jumlah *cluster (k)* untuk mengelompokkan data uji sebagai data input yang akan dikelompokkan pada sejumlah *k cluster*. Penelitian ini menggunakan 200 baris data dalam *dataset* dan ada 4 *cluster mood* yang perlu dibentuk, maka *k* adalah 4 *cluster*. Algoritma ini selanjutnya mengambil 4 *record* data secara acak dari *dataset* sebagai pembentuk *cluster* awal. Setiap *cluster* yang terbentuk akan dihitung rata-ratanya (*means*), dimana rata-rata dari suatu *cluster* adalah rata-rata dari semua *record* yang terdapat pada *cluster* tersebut. Selanjutnya data dialokasikan ke *cluster* terdekat, dalam hal ini menggunakan perhitungan *euclidean distance*, *city block distance*, dan *cosine distance*. Selanjutnya menghitung kembali nilai *centroid* dari rata-rata setiap *cluster* yang ada, dan alokasikan kembali data ke *cluster* terdekat. Hal ini dilakukan berulang kali sampai terbentuk *cluster* yang stabil dan prosedur algoritma *K-Means* selesai. *Cluster* yang stabil terbentuk ketika iterasi atau pengulangan perhitungan *K-Means* tidak membuat *cluster* baru dan tidak ada data yang berpindah [5].



Gambar 3. Alur K-Means clustering

Hasil dari pengelompokkan ini dapat dilihat pada Tabel 1, yaitu sejumlah contoh 40 dari 200 baris data yang digunakan dalam penelitian ini yang memiliki 9 nilai *spectral feature* dan sebuah kolom hasil *K-Means clustering* dari setiap data tersebut.

Tabel 2. Hasil K-Means clustering

No.	File Name	Centroid	Skewness	Roll Off	Slope	Kurtosis	Spread	Decrease	Flux	Flatness	Cluster
1	C-03.wav	4178	25,7742	13344,1	0	791,261	4689,57	0,075823	1E-04	0,118937	4
2	C-04.wav	10968,9	25,4988	18627,9	0	767,338	6361,49	0,065905	1E-04	0,861021	2
3	C-05.wav	1845,22	26,9436	7371,52	0	796,103	1232,47	0,050601	2E-04	0,110781	1
4	C-06.wav	1905,5	31,3605	15937,6	0	1070,45	2448,85	0,138777	2E-04	0,546685	4
5	C-08.wav	10849,9	30,3851	14205	0	996,228	5441,32	0,038984	1E-04	0,330043	2
6	C-10.wav	2716,1	27,7774	13150,4	0	828,682	4525,55	0,088979	2E-04	0,121064	4
7	C-11.wav	8555,7	29,6754	11955,9	0	981,934	4436,76	0,077157	1E-04	0,206485	4
8	C-13.wav	2356,23	27,2384	10761,3	0	826,658	3417,73	0,081104	1E-04	0,125012	1
9	C-17.wav	1944,41	29,4717	10879,7	0	912,204	1514,61	0,095023	1E-04	0,108546	1
10	C-19.wav	9481,99	29,846	13914,4	0	925,099	5302,13	0,029553	1E-04	0,15611	2
11	E-103.wav	6387,14	28,0958	11977,4	0	864,943	3914,35	0,119639	2E-04	0,277814	4
12	E-104.wav	1836,26	17,6905	10955,1	-1E-06	469,51	2490,53	0,044728	1E-04	0,117882	1
13	E-105.wav	3511,57	23,0979	12859,8	-1E-06	633,647	5046,12	0,086934	1E-04	0,120199	4
14	E-106.wav	2234,05	17,9433	9362,37	-1E-06	404,46	2675,12	0,071403	1E-04	0,082563	1
15	E-107.wav	4484,37	23,1229	12978,2	-1E-06	646,046	5023,64	0,061833	2E-04	0,233484	4
16	E-108.wav	2918,17	24,3986	12128	-1E-06	683,669	4072,4	0,053988	2E-04	0,104815	4
17	E-06.wav	4215,33	22,6779	10018,8	-1E-06	645,14	3268,82	0,076222	2E-04	0,089479	1
18	E-07.wav	2396,1	20,9309	11493,1	-2E-06	535,688	3309,63	0,059089	1E-04	0,120611	1
19	E-08.wav	2471,96	26,2151	9717,5	-1E-06	806,316	2914,43	0,055935	2E-04	0,137592	1
20	E-09.wav	2347,37	16,8	10729,1	-2E-06	373,396	2736,7	0,04547	1E-04	0,127931	1
21	D-101.wav	399,209	28,8065	1000,81	0	929,427	319,066	0,125342	1E-04	0,030721	3
22	D-102.wav	2228,23	27,2111	7672,84	0	824,934	2597,76	0,059467	1E-04	0,046076	1
23	D-106.wav	775,132	24,3129	3669,62	-1E-06	708,002	1002,87	0,067806	1E-04	0,035686	3
24	D-107.wav	1676,3	29,6833	7791,22	0	933,049	1173,3	0,032754	1E-04	0,075464	1
25	D-110.wav	640,412	23,1811	3303,73	0	648,22	545,971	0,074764	1E-04	0,039886	3
26	D-27.wav	1200,04	20,5434	7931,11	-1E-06	531,016	1764,95	0,045152	9E-05	0,069012	1
27	D-29.wav	1093,02	22,4031	5768,08	0	595,604	984,206	0,104797	8E-05	0,052198	3
28	D-31.wav	979,724	25,3797	7608,27	0	728,399	1805,34	0,058774	9E-05	0,077983	1
29	D-32.wav	1490,27	22,5742	13537,8	0	609,305	3108,54	0,04703	8E-05	0,115481	4
30	D-34.wav	2617,62	30,025	5606,66	0	937,588	1350,21	0,206274	1E-04	0,197179	3
31	A-07.wav	9147,76	23,0119	15647	0	626,755	4983,5	0,059494	1E-04	0,717173	2
32	A-100.wav	3564,88	24,5331	11611,5	-1E-06	720,802	4248,92	0,069276	2E-04	0,218426	4
33	A-101.wav	6191,79	28,0768	13182,7	0	892,705	5320,99	0,084985	2E-04	0,180203	4
34	A-103.wav	2484,85	26,5977	9642,17	-1E-06	801,707	2922,19	0,065734	9E-05	0,09365	1
35	A-105.wav	3413,17	32,4388	18541,8	0	1199,05	6120,2	0,065595	1E-04	0,813736	4
36	A-108.wav	1932,84	19,8781	9577,6	-2E-06	470,847	2483,98	0,042847	1E-04	0,09096	1
37	A-109.wav	2814,54	21,6677	9362,37	-1E-06	597,842	2757,53	0,039746	1E-04	0,075916	1
38	A-110.wav	4165,07	29,6385	11955,9	-1E-06	917,051	3874,07	0,056889	1E-04	0,138223	4
39	A-62.wav	2176,97	20,1303	9760,54	-1E-06	569,554	2588,24	0,10107	2E-04	0,083585	1
40	A-06.wav	3923,34	23,6317	9297,8	-1E-06	683,313	2934,5	0,078913	1E-04	0,132413	1

2.4 Distance Measure

K-Means clustering melakukan pengelompokan data yang memiliki kemiripan nilai atribut yang cukup baik, namun perlu beberapa pengukuran untuk menentukan kemiripan antara objek satu dengan lainnya. Untuk menentukan kemiripan data tersebut dapat menggunakan pengukuran *distance measure* [13]. Berikut ini terdapat tiga jenis *distance measure* yang digunakan dalam algoritma *K-Means* sebagai berikut :

1. Euclidean Distance

Euclidean Distance adalah matriks yang paling sering digunakan untuk menghitung kesamaan dua vektor. Persamaan *Euclidean Distance* adalah akar dari kuadrat perbedaan 2 vektor, dapat dilihat pada persamaan (2).

$$D_{L1}(X_2, X_1) = \|X_2, X_1\|_1 = \sqrt{\sum_{j=1}^p (X_{2j} - X_{1j})^2} \quad (2)$$

Keterangan :

P = Dimensi Data

X_1 = Posisi titik 1

X_2 = Posisi titik 2

2. City Block Distance

City Block Distance ini juga dikenal sebagai *Manhattan Distance*. Analagi pengukuran ini diilustrasikan seperti jarak antara titik-titik blok kota. Jarak blok kota dihitung sebagai jarak di x ditambah jarak y, yang mirip dengan cara bergerak di kota (seperti kota Manhattan) di mana kita harus berkeliling bangunan yang ada di kota daripada langsung melintasinya. Persamaannya dapat dilihat pada persamaan (3)

$$D_{L1}(X_2, X_1) = \|X_2, X_1\|_1 = \sum_{j=1}^p (X_{2j} - X_{1j})^2 \quad (3)$$

Keterangan:

P = Dimensi Data

|.| = Nilai absolut

X_1 = Posisi titik 1

X_2 = Posisi titik 2

3. Cosine Distance

Cosine Distance digunakan untuk menghitung jarak kosinus antara dua variable. Biasa dikenal dengan kemiripan kosinus, jarak sudut kosinus, dan kesamaan kosinus. Dirumuskan dalam persamaan (4)(5) :

Diawali dengan menghitung *cosine similarity* :

$$\text{Cosine Similarity} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}} \quad (4)$$

Untuk menghitung cosine distance

$$\text{Cosine Distance} = 1 - \text{Cosine Similarity} \quad (5)$$

2.5 Pengujian Silhouette Coefficient

Silhouette Coefficient digunakan untuk melihat kualitas dan kekuatan *cluster*, seberapa baik suatu objek ditempatkan dalam suatu *cluster*. Metode ini merupakan gabungan dari metode *cohesion* dan *separation*. Tahapan perhitungan *Silhouette Coefficient* adalah sebagai berikut:

1. Hitung rata-rata jarak dari suatu data misalkan i dengan semua data lain yang berada dalam satu *cluster*

$$a(i) = \frac{1}{|A|-1} \sum_{j \in A, j \neq i} d(i, j) \quad (6)$$

2. Hitung rata-rata jarak dari data i tersebut dengan semua data di *cluster* lain, dan diambil nilai terkecilnya.

$$d(i, C) = \frac{1}{|A|} \sum_{j \in C} d(i, j) \quad (7)$$

Dengan $d(i, C)$ adalah jarak rata-rata data i dengan semua objek pada *cluster* lain C dimana $A \neq C$.

$$b(i) = \min_{C \neq A} d(i, C) \quad (8)$$

3. Nilai *Silhouette Coefficient*-nya adalah :

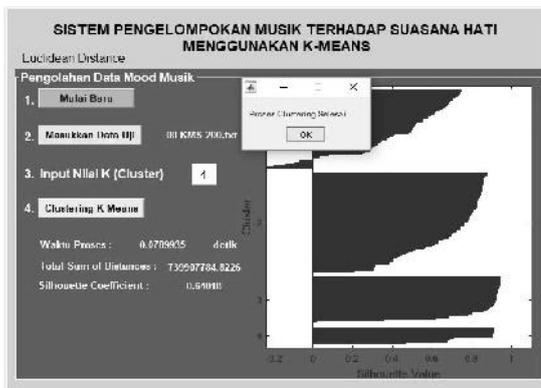
$$s(i) = \frac{b(i) - a(i)}{\max(a(i), b(i))} \quad (9)$$

Nilai *silhouette coefficient* dapat bervariasi antara -1 hingga 1. Hasil *clustering* dikatakan baik jika nilai *silhouette coefficient* bernilai positif ($a(i) < b(i)$) dan $a(i)$ mendekati 0, sehingga akan menghasilkan nilai *silhouette coefficient* yang maksimum yaitu 1 saat $a(i)=0$. Dengan demikian, jika $s(i)=1$ berarti objek i sudah berada dalam *cluster* yang tepat. Jika nilai $s(i)=0$ maka objek i berada diantara dua *cluster* sehingga objek tersebut tidak jelas harus dimasukkan ke dalam *cluster* A atau *cluster* B. Akan tetapi, jika $s(i)=-1$ artinya struktur *cluster* yang dihasilkan *overlapping*, sehingga objek i lebih tepat dimasukkan ke dalam *cluster* yang lain [6]. Nilai rata-rata *silhouette* dari tiap objek dalam suatu *cluster* adalah suatu ukuran yang menunjukkan seberapa ketat/fit dan optimal sekelompok data berada pada *cluster* tersebut. Ukuran nilai *silhouette coefficient* :

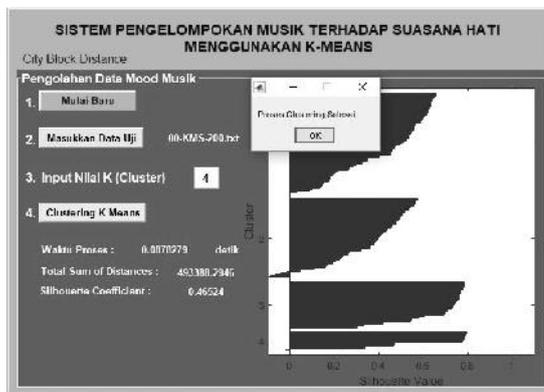
- $0.7 < SC \leq 1$ *strong structure*
- $0.5 < SC \leq 0.7$ *medium structure*
- $0.25 < SC \leq 0.5$ *weak structure*
- $SC \leq 0.25$ *no structure*

3. Result and Discussion

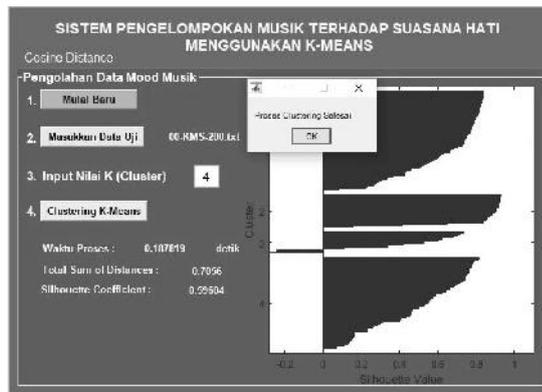
Untuk menghasilkan nilai *silhouette coefficient* terbaik berdasarkan perbandingan nilai *distance measure*, maka telah dikembangkan sistem untuk menerapkan *K-Means* untuk mengelompokkan musik terhadap *mood* pada Gambar 4, 5, dan 6. Dengan tahapan kerja sistem sebagai berikut :



Gambar 4. Pengukuran Euclidean distance



Gambar 5. Pengukuran City Block Distance



Gambar 6. Pengukuran cosine distance

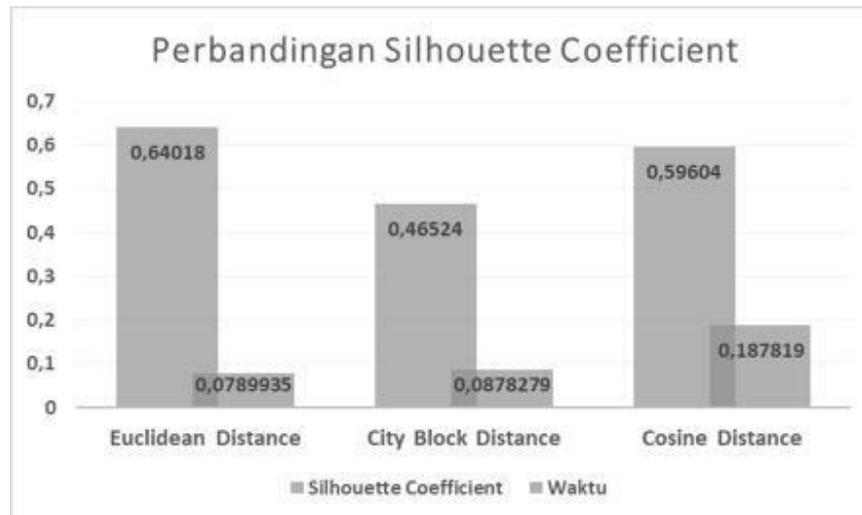
Data *input* untuk proses *clustering* ini dibentuk dari data set berjumlah 200 baris data nilai *spectral feature* dengan format *.txt yang diperoleh pada tahapan pra- pengolahan *mood* musik. Berikut ini pada Gambar 4 menunjukkan antarmuka proses *clustering* menggunakan algoritma *K-Means*. Terdapat tombol “Mulai Baru” yang digunakan untuk memulai baru proses clustering. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan data uji yang dalam format data *.txt, sistem akan membuka window untuk memasukkan file data uji. Selanjutnya akan ditentukan berapa jumlah *k cluster* yang akan terbentuk dari data uji ke dalam kelompok-kelompok. Dalam tahapan ini nilai *k* yang digunakan adalah 4, yang mewakili jumlah kategori *mood* musik.

Tahapan selanjutnya adalah memulai proses clustering yaitu dengan menekan tombol “Clustering K-Means”. Sistem akan secara otomatis melakukan *clustering* menggunakan *K-Means* dan ketiga metode *distance measure* juga dihitung di masing-masing antarmuka sistem. Hasilnya pengelompokan data yang divisualisasikan dalam bentuk histogram, waktu yang diperlukan untuk proses klasifikasi, dan menghasilkan nilai *silhouette coefficient*.

Berikut ini pada Tabel 2 dan Gambar 7, disajikan hasil perbandingan nilai *silhouette coefficient* dan waktu pemrosesan *clustering*.

Tabel 2. Perbandingan Silhouette Coefficient dan Waktu Proses K-Means

No	Jenis Distance	Silhouette Coefficient	Waktu pemrosesan
1	Euclidan Distance	0,64018	0,0789935 dtk
2	City Block Distance	0,46524	0,0878279 dtk
3	Cosine Distance	0,59604	0,187819 dtk



Gambar 7. Perbandingan Silhouette Coefficient dan Waktu Proses K-Means

4. Conclusion

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian terhadap sistem pengelompokan musik terhadap *mood* menggunakan algoritma *K-Means* dengan membandingkan hasil dari 3 metode *distance measure* dapat disimpulkan bahwa :

1. Telah dibangun sistem untuk mengelompokkan musik terhadap suasana hati menggunakan algoritma *K-Means*.
2. Hasil *distance measure* paling optimal digunakan dalam pengelompokan musik terhadap *mood* adalah *Euclidean Distance* yaitu 0,64018 (tergolong *medium structure*) dan juga menghasilkan waktu pemrosesan *clustering* tercepat yaitu 0,0789935 detik.

References

- [1] Song, Y. et al. Evaluation of Musical Features for Emotion Classification. *Proceedings of the 13th International Society for Music Information Retrieval Conference*. Porto, Portugal. 2012
- [2] Vallabha Hampiholi. *A method for Music Classification based on Perceived Mood Detection for Indian Bollywood Music*. World Academy of Science, Engineering And Technology Vol : 6. 2012
- [3] Braja Gopal Patra, Dipankar Das. *Automatic Music Mood Classification of Hindi Songs*. Proceedings of the 3rd Workshop on Sentiment Analysis where AI meets Psychology (SAAIP) IJCNLP pages 24–28, Nagoya, Japan. 2013
- [4] Mudiana Binti Mokhsim, et al. *Automatic Music Emotion Classification Using Artificial Neural Network Based on Vocal and Instrumental Sound Timbre*. Journal of Computer Science 10(12) : 2584-2592. 2014
- [5] Setiawan, Arif. *Analisis Klasifikasi Suara Berdasarkan Gender dengan Format WAV Menggunakan Algoritma K-Means*. Lembaga Penelitian Universitas Muria Kudus. 2009
- [6] Kaufman L., and P.J. Rousseeuw. *Finding Groups in Data: An Introduction to Cluster Analysis*. Hoboken, NJ : John Wiley & Sons, Inc. 1990
- [7] Samira Pouyanfar, Hossein Sameti. *Music Emotion Recognition Using Two Level Classification*. International Conference on Intelligent System (ICIS). 2014
- [8] Thayer. *The biopsychology of mood and arousal*. Oxford University Press. 1989.
- [9] Seungwon, Oh., Minsoo Hahn, Jinsul Kim. *Music Mood Classification Using Intro and Refrain Parts of Lyrics* (ICISA). 2013
- [10] Reonaldo Y. S. *Simulasi Sistem Pengacak Sinyal dengan Metode FFT (Fast Fourier Transform)*. E-Journal Teknok Elektro dan Komputer ISSN 2301-8402. 2014.
- [11] Ricky Aurelius N.D., IKG Darma Putra, NMAE Dewi W. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*. Vol. 13 No. 2, pages : 36-39. 2014
- [12] Lerch, Alexander. *An introduction to Audio Content Analysis – Applications in Signal Processing and Music Informatics*. IEEE Press. 2012
- [13] Jyoti Bora Dibya, Kumar A.G. 2014. *Effect of Different Distance Measures on the Performance of K-Means Algorithm: An Experimental Study in Matlab*. International Journal of Computer Science and Information Technologies (IJCSIT), Vol. 5 (2) , 2501-2506. 2014

Sistem Rekomendasi Musik dengan Menggunakan Metode *K-Nearest Neighbor* (KNN)

Marcellino Rivaldo Pelaupessy^{a1}, I Ketut Gede Suhartana^{a2}

^aProgram Studi Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana Kampus UNUD Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia

¹pel4upessy@email.com
²ikg.suhartana@unud.ac.id

Abstrak

Musik adalah hobi yang sudah menjadi kebiasaan sehari – hari kita, dimanapun dan kapanpun kita berada mengakses untuk mendengarkan music melalui aplikasi yang sudah tersedia di berbagai *platform*. Dengan itu sangatlah dibutuhkan sistem pemberi rekomendasi music untuk membantu pengguna aplikasi dapat mendengar musik sesuai dengan selera masing masing. *Metode K-Nearest Neighbor (KNN)* adalah algoritma yang populer digunakan dalam banyak penelitian. Tapi dengan penelitian ini dapat direncanakan akan juga menggunakan *String Matching* untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal lagi.

Keywords: Musik, Sistem Rekomendasi, KNN, String Matching

1. Pendahuluan

Musik adalah kumpulan dari suara, irama, tempo, yang akan membuat sebuah rangkaian nada yang terdengar harmonis, pada awal abad pertengahan music diciptakan untuk acara Religi dan hal duniawi menggunakan alat music, dengan perkembangannya jaman music dapat dibuat oleh suara manusia saja, bahkan teknologi yang sudah berkembang.

Dengan adanya teknologi yang berkembang, pada tahun 1877 diciptakan sebuah mesin penyimpan lagu yang terbuat dari aluminium foil dan yang ditusuk oleh jarum yang bernama fonograf, perkembangan semakin pesat hingga membuat aluminium foil berubah menjadi piringan yang biasanya ditaruh ke dalam gramofon, hingga dengan teknologi berkembang lagu dapat bisa disimpan di dalam aplikasi dan tidak perlu repot untuk membuat piringan (Compact Disk)

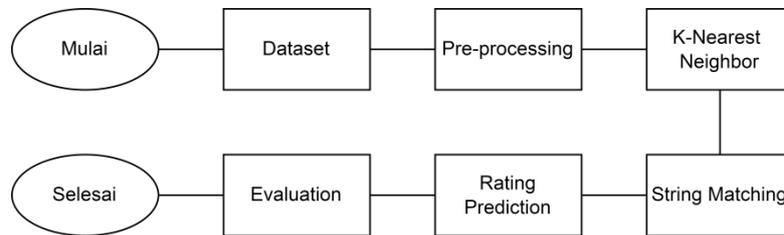
Teknologi dan Pengguna sedang sangat berkembang pesat, terutama pada bagian Musik yang sudah mempunyai akses yang luas dan gratis dimana saja. Untuk pengguna yang suka mendengarkan music melalui aplikasi yang tersedia, membutuhkan efisiensi untuk mencari music sesuai dengan selernya dari data yang sangat banyak jumlahnya, jadi dengan system pencarian rekomendasi music dapat membantu pengguna untuk lebih nyaman dengan aplikasinya sesuai dengan selera yang diinginkan

Salah satu rekomendasi metode yang digunakan agar lebih efisien ialah menggunakan *algoritma K-Nearest Neighbor (KNN)*. *K-Nearest Neighbor (KNN)* merupakan pengelompokan suatu data baru berdasarkan jarak data ke beberapa data. Metode ini dapat menyederhanakan algoritma perhitungan sehingga berpengaruh pada efisiensi waktu [1]. Penulis akan mencoba melakukan penelitian menggunakan metode *K-Nearest Neighbor(KNN)* guna untuk mendapatkan rekomendasi lagu agar lebih optimal

2. Metode Penelitian

2.1. Konsep Sebuah Sistem

Sebelum memulai penelitian, dibuat rancangan penelitian sebagai alur untuk memudahkan dalam melakukan penelitian



Gambar 1. Flowchart Konsep Sistem

2.2. Dataset

Dataset yang digunakan berasal dari *website* Kaggle, dimana dataset ini berformat file CSV. Dataset ini memiliki 232726 data lagu yang bersumber dari Spotify.

```
{ 'A Capella': 0, 'Alternative': 1, 'Anime': 2, 'Country': 3, 'Dance': 4, 'Electronic':
```

	genre	artist_name	track_name	track_id	popularity	acousticness	d
0	6	Henri Salvador	C'est beau de faire un Show	0BRjO6ga9RKCKjfdqeFgWW	0	0.611	
1	6	Martin & les fées	Perdu d'avance (par Gad Elmaleh)	0BjC1NfoEOOusryehmNudP	1	0.246	
2	6	Joseph Williams	Don't Let Me Be Lonely Tonight	0CoSDzoNIKCRs124s9uTVy	3	0.952	
3	6	Henri Salvador	Dis-moi Monsieur Gordon Cooper	0Gc6TVm52BwZD07Ki6tIvf	0	0.703	
4	6	Fabien Nataf	Ouverture	0lusiXpMROhdEPvSI1FTQK	4	0.950	

Gambar 2. Dataset Kaggle

2.3. *K-Nearest Neighbor*

K-Nearest Neighbor adalah metode melakukan klasifikasi terhadap suatu object yang akan diklasifikasikan berdasarkan yang paling terdekat dengan object itu, Semua data juga bisa diklasifikasikan, berdasarkan teks, gambar, bahkan audio atau suara.

Rumus :

$$dis(x_1, x_2) = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_{1i} - x_{2i})^2}$$

$$dis = \sqrt{\sum_{i=0}^n (x_{1i} - x_{2i})^2 + (y_{1i} - y_{2i})^2 + \dots}$$

Gambar 3. KNN 1-dimension, KNN Euclidean distance

2.4. *String Matching*

String Matching adalah suatu algoritma pencocokan *string pattern* yang dibagi menjadi tiga yaitu Brute Force, Knuth-Morris-Pratt, dan Boyer-Moore, dan membandingkannya

menggunakan Regular Expression. Hasil dari pencarian string tergantung dari teknik pencocokannya. [2]

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pre-processing data

Dataset yang sudah ada akan di-*label* untuk memudahkan kita pada nantinya memperhitungkan menggunakan *K-Nearest Neighbor*, karena pada nantinya data akan dibuat dalam bentuk matrix

```
{'00021ky6AyMbLP2tqij86e': 0, '000CzNKC8PEt1yC3L8dqW': 1, '000xQL6tZNLJzIrtIgxqS1': 2,
genre artist_name track_name track_id popularity acousticness danceability du
0 6 Henri Salvador C'est beau de faire un Show 817 0 0.611 0.389
1 6 Martin & les fées Perdu d'avance (par Gad Elmaleh) 832 1 0.246 0.590
2 6 Joseph Williams Don't Let Me Be Lonely Tonight 918 3 0.952 0.663
3 6 Henri Salvador Dis-moi Monsieur Gordon Cooper 1206 0 0.703 0.240
df_user = df.pivot(index="genre", columns="track_id", values="popularity").fillna(0)
df_user.head()
track_id 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 ... 35683 35684 35685
genre
0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 ... 0.0 0.0 0.0
1 0.0 0.0 0.0 0.0 49.0 0.0 0.0 0.0 0.0 55.0 ... 0.0 46.0 54.0
2 13.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 33.0 0.0 0.0 ... 0.0 0.0 0.0
3 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 ... 36.0 0.0 0.0
4 0.0 0.0 70.0 57.0 0.0 66.0 0.0 0.0 68.0 0.0 ... 0.0 0.0 0.0
5 rows x 35693 columns
```

Gambar 4. Pre-processing

3.2. K-Nearest Neighbor Process

Pada penelitian ini, implementasi penggunaan K-Nearest Neighbor dilakukan menggunakan algoritma bruteforce yang dimana mengambil sample matriks yang jaraknya paling kecil

3.3. String Matching

Penggunaan string matching pada penelitian kali ini ialah untuk mencari suatu pola yang satu dengan yang lain sehingga memudahkan kita menggunakan pendekatan melalui teks. String matching lebih tertuju pada satu pencarian atau lebih, semua kehadiran sebuah kata (lebih umum disebut pattern) dalam sebuah teks

3.4. Evaluasi

Pengukuran kinerja sistem yang telah dibangun sangat penting karena merupakan bentuk evaluasi kinerja algoritma yang telah dipilih, bagi peneliti yang ingin meningkatkan algoritma pembelajaran mesin pada domain masalah yang berbeda dan membandingkan hasil pengujian dengan yang lain untuk memahami metrik kinerja dan memilih kinerja yang paling tepat dari beberapa kemungkinan

Pada tahap ini akan dilakukan penghitungan system rekomendasi music dengan menggunakan sebuah nama track input yang akan dibandingkan dengan 4 track judul lagu rekomendasi dari

output dengan mengambil contoh judul lagu “Dis-moi Monsieur Gordon Cooper” yang akan dijadikan sebagai input, langkah ini bertujuan untuk mengetahui akurasi dari data tersebut [3]

```
recommender('Dis-moi Monsieur Gordon Cooper',mat_music,5)

Select the Movie : Dis-moi Monsieur Gordon Cooper Index : 3
Searching Recommendation for You...
3                               NaN
22                             Monsieur Boum Boum
24                             Quand je monte chez toi
11  The Hanging (Maverick - Original Motion Pictur...
14                             Keys of Love
Name: track_name, dtype: object
```

Gambar 5. Hasil Evaluasi

Dengan Hasil kita dapatkan melalui system yang kita buat, maka hasil close distance yang kita peroleh dari 4 judul yaitu

Track Lagu	Close Distance
Monsieur Boum Boum	0.89
Quand je monte chez toi	0.92
The Hanging (Maverick - Original Motion Pictures)	0.93
Keys of Love	0.95

Tabel 1. Hasil Close Distance

Dari hasil perhitungan yang sudah diperhitungkan menggunakan sistem, maka tingkat akurasi akan diperhitungkan secara normal, akurasi nilai yang sesuai dengan sebelumnya dibagi dengan jumlah data latih kemudian dikali dengan 100, maka keakurasian sistem yang dibuat adalah

$$\frac{3.69}{4} \times 100 = \%92.25$$

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dari menggunakan metode *K-Nearest Neighbor* pada dataset playlist dari aplikasi Spotify berjumlah 232726 track lagu dengan *close distance* dapat menjadi metode sistem rekomendasi yang baik bagi pengguna karena yang direkomendasikan sebagian besar serupa dengan item yang menjadi *input*.

References

- [1] R Yessivirna, Marji, D E Ratnawati. "Klasifikasi Suara Berdasarkan Gender (Jenis Kelamin) dengan Metode K-Nearest Neighbor (KNN)" 3-4.
- [2] Ernawati, A Johar, S Setiawan, "Implementasi Metode String Matching untuk Pencarian Portal Berita Berbasis Android (Studi Kasus : Harian Rakyat Bengkulu)"
- [3] F Shidiq, E W Hidayat, N I Kurniati, "Penerapan Metode K-Nearest Neighbor (KNN) Untuk Menentukan Ikan Cupang Dengan Ekstraksi Fitur Ciri Bentuk Dan Canny"

Sistem Pengamanan Lukisan Digital Menggunakan Metode Rivest Shamir Adleman (RSA)

I Dewa Gde Putra Anga Biara^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Unud, Badung, 08361, Bali, Indonesia
¹angabiara@gmail.com
²hendra.suputra@unud.ac.id

Abstract

Digital painting is a result of the process of making digital images/paintings using digital brushes that can produce lines. This painting has become a modern art that can be disseminated through the internet. However, with the ease of disseminating information, digital artwork on the internet is very easy to fake or steal. To solve this problem, a system was created to secure digital painting files using the Rivest Shamir Adleman (RSA) encryption and decryption method. RSA has the basis for encryption and decryption, namely the concepts of prime numbers and modulo arithmetic. Both keys are integers. Based on the research conducted, digital painting files are converted into text and then will go through an encryption process by RSA into text files. Furthermore, to restore the encryption results, the decryption process is carried out with the private key. The weakness of the current system is its inability to process large image files.

Keywords: Security System, Rivest Shamir Adleman, Digital Painting, Cryptography, Asymmetric

1. Pendahuluan

Kriptografi merupakan suatu metode dalam mengamankan data yang dapat diterapkan untuk menjaga kerahasiaan data, serta keaslian data dan pengirim. Kriptografi memiliki arti “secret writing” (Tulisan Rahasia). Menurut terminologinya kriptografi adalah ilmu dan seni untuk menjaga keamanan pesan yang dikirim dari satu tempat ke tempat lain. Dalam perkembangannya kriptografi dipergunakan untuk menandai berbagai aktifitas rahasia yang berkaitan dengan pertukaran informasi rahasia. Proses mengacak pesan disebut dengan encryption dan proses untuk mengembalikan pesan yang sudah teracak disebut dengan decryption (Harun Mukhtar, 2018).

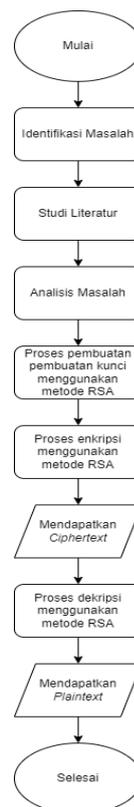
Kemajuan perkembangan teknologi telah memberikan dampak pada kehidupan manusia. Dengan adanya internet penyebaran informasi menjadi semakin mudah dan cepat. Informasi yang dapat disebarkan ini tidak hanya berupa text, namun dapat berupa file dengan beragam format yang telah tersedia. Informasi yang dikirimkan melalui internet sangatlah rentan untuk dapat diakses oleh orang – orang yang tidak berkepentingan yang ingin mensabotase informasi tersebut. Untuk itu keamanan dari informasi tersebut haruslah terjamin. Kriptografi merupakan salah satu metode yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Rivest Shamir Adleman (RSA) adalah penerapan dari metode kriptografi asimetris yang menggunakan 2 pasang kunci, yaitu kunci privat dan kunci publik. RSA memiliki mekanisme kerja yang sederhana, mudah dimengerti dan kokoh. Untuk bisa mendobrak enkripsi dari RSA saat ini hanya bisa dilakukan dengan menggunakan metode *brute force*, dimana metode brute force tersebut akan mencoba satu persatu kombinasi dari kunci enkripsi tersebut. Perbandingan metode RSA dengan metode lainnya seperti AES, metode RSA jauh lebih unggul dalam hal keamanan data jika dibandingkan dengan AES. Namun yang menjadi kompensasi atas keamanan tersebut adalah kecepatan metode RSA dalam melakukan enkripsi dan dekripsi. Hal tersebut menjadikan RSA sebagai salah satu enkripsi yang sangat sesuai jika digunakan dengan tujuan untuk mementingkan keamanan data serta informasi yang dikirimkan.

Lukisan merupakan sebuah karya seni yang dalam proses pembuatannya memerlukan keahlian dalam memulaskan kuas dan cat, serta alat sebagainya dan dapat memakai berbagai warna serta gradasi untuk mengekspresikan sebuah gambaran dari si pelukis. Lukisan merupakan salah satu seni yang sangat berharga dan memiliki nilai nya tersendiri. Dengan kemajuan teknologi lukisan kini tidak hanya dapat dibuat dengan cara memulaskan kuas dan cat, akan tetapi sudah dapat menggunakan aplikasi yang tersedia dalam komputer untuk menghasilkan sebuah lukisan digital. Lukisan digital sangat mudah ditiru dan dipalsukan sehingga membuat keaslian dari lukisan tersebut diragukan sehingga penulis berinisiatif untuk menciptakan sebuah system pengamanan file lukisan digital sehingga hanya dapat dilihat oleh orang yang bersangkutan dengan menggunakan metode kriptografi RSA.

2. Metode Penelitian

Metode yang akan digunakan oleh penulis untuk mengamankan data adalah metode RSA. Penelitian ini dilakukan sesuai dengan tahapan dalam diagram flowchart untuk makalah ini. Identifikasi masalah merupakan tahap pengamatan dalam proses pengiriman lukisan digital. Fokus penelitian ini adalah masalah keamanan dari pengiriman lukisan digital itu sendiri. Tujuan dari observasi ini adalah untuk melakukan identifikasi masalah sesuai dengan masalah yang ada. Studi literatur merupakan tahap pengumpulan bahan dari berbagai referensi serta jurnal yang sesuai dengan topik permasalahan yaitu penggunaan metode RSA dalam pengamanan lukisan digital. Analisis masalah merupakan tahapan analisis terhadap masalah keamanan pada saat proses pengiriman lukisan digital terjadi. Dalam analisis ini, diasumsikan bahwa pengirim dan penerima tidak mengetahui apakah data yang dikirim dapat dirahasiakan atau tidak. Solusi dari permasalahan tersebut adalah dengan melakukan proses enkripsi dan dekripsi terhadap data tersebut menggunakan metode RSA.



Gambar 1. Flowchart penelitian

2.1. Lukisan Digital

Lukisan digital atau biasa disebut *digital painting* adalah proses pembuatan gambar/lukisan secara digital dengan menggunakan kuas digital yang dapat menghasilkan garis, gambar, dan warna yang dibentuk oleh titik – titik digital monitor. Lukisan digital juga merupakan sebuah seni

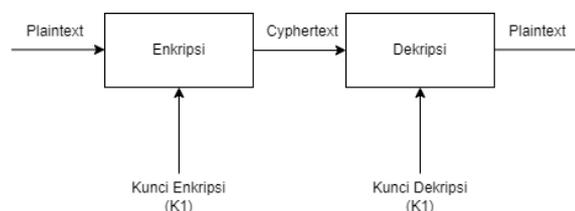
modern dimana seniman membuat karya dengan memanfaatkan media komputer maupun media elektronik lainnya sebagai pengganti kuas (Berri Oktariza Sandra, 2012) .

2.2. Kriptografi

Kriptografi merupakan sebuah seni dalam menjaga keamanan informasi data ketika dipindahkan ke tempat lain dan diterima oleh pihak lain. Kriptografi memiliki arti “secret writing” (Tulisan Rahasia). Kriptografi juga merupakan sebuah ilmu merumuskan metode yang dapat memungkinkan informasi yang dikirimkan hanya dapat dipahami oleh pihak pengirim dan penerima saja. Kriptografi bekerja dengan cara mengganti pesan atau data yang ingin dikirimkan menjadi suatu baris kode yang ditentukan oleh si pengirim yang selanjutnya akan dikirimkan ke si penerima dan untuk memecahkan kode tersebut si penerima harus memiliki sebuah kunci untuk mengubah baris kode tersebut menjadi pesan seperti semula.

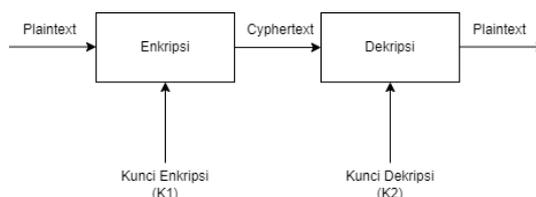
2.3. Algoritma Simetris dan Asimetris

Algoritma simetris adalah algoritma yang dimana kunci enkripsi yang digunakan sama dengan kunci dekripsi yang digunakan. Sebelum mengirim data, pengirim dan penerima harus memilih sebuah kunci yang sama untuk dibagikan dan kunci ini harus dirahasiakan untuk menjaga keamanan algoritma ini. Algoritma ini biasa disebut dengan algoritma kunci rahasia.



Gambar 2. Algoritma simetris

Algoritma asimetris adalah algoritma yang berkebalikan dengan algoritma simetris, dimana pada algoritma asimetris kunci enkripsi yang digunakan berbeda dengan kunci dekripsi. Dalam algoritma ini mengharuskan menggunakan dua buah kunci, yaitu *public key* (kunci publik) dan *private key* (kunci pribadi). *Public key* dapat dibagikan secara publik sedangkan *private key* harus dirahasiakan. *Public key* digunakan pada proses enkripsi sedangkan *private key* digunakan dalam proses dekripsi.



Gambar 3. Algoritma simetris

2.4. Rivest Shamir Adleman (RSA)

Rivest Shamir Adleman (RSA) adalah sebuah algoritma kriptografi asimetris yang menggunakan 2 pasang kunci, yaitu kunci privat dan kunci public. RSA ditemukan pertama kali pada tahun 1977 oleh Ron Rivest, Adi Shamir, dan Len Adleman dan juga nama RSA diambil dari nama ketiga penemunya tersebut. RSA memiliki 2 kunci yaitu kunci publik dan kunci privat (rahasia). RSA memiliki dasar enkripsi dan dekripsinya yaitu pada konsep bilangan prima dan aritmatika modulo. Kedua kunci tersebut merupakan bilangan bulat. RSA memiliki mekanisme kerja yang sederhana, mudah dimengerti dan kokoh. Untuk bisa mendobrak enkripsi dari RSA saat ini hanya bisa dilakukan dengan menggunakan metode brute force, dimana metode brute force tersebut akan mencoba satu persatu kombinasi dari kunci enkripsi tersebut. Hal tersebut menjadikan RSA

sebagai salah satu enkripsi yang masih sering digunakan untuk saat ini. Berikut merupakan proses dari algoritma RSA :

2.4.1. Proses Pembuatan Kunci

Besaran yang digunakan dalam algoritma RSA:

1. p dan q bilangan prima (rahasia)
2. $n = p \times q$ (tidak rahasia)
3. $\phi(n) = (p - 1)(q - 1)$ (rahasia)
4. e (kunci enkripsi) (tidak rahasia)
5. d (kunci dekripsi) (rahasia)
6. m (plaintext) (rahasia)
7. c (chipertext) (tidak rahasia)

Proses pembuatan kunci untuk algoritma RSA memiliki dua kunci yang berbeda untuk proses enkripsi dan dekripsi. Adapun Langkah-langkah yang berkaitan dengan perhitungan pembuatan kunci, enkripsi dan dekripsi adalah sebagai berikut :

1. Tentukan 2 bilangan prima, dengan nama p dan q.
2. Hitung nilai modulus (n) dengan rumus $n = p \times q$.
3. Hitung nilai total atau phi (ϕ) dari n.
4. Tentukan nilai e dimana nilai e adalah bilangan prima dan nilai e harus sesuai dengan suku $1 < e < \phi(n)$. Untuk membuktikan nilai e dapat dihitung menggunakan rumus $\text{gcd}(e, (n)) = 1$.
5. Mencari nilai eksponen pengurai (d) dengan rumus $e \times d \text{ mod } \phi(n)$
6. Setelah menemukan nilai n, e, dan d, pasangan kuncinya adalah pasangan kunci publik dan pasangan kunci rahasia. Pasangan kunci publik (n, e) dan pasangan kunci rahasia (n, d).

2.4.2. Proses Enkripsi

Pada proses enkripsi ini, sebuah pesan dalam bentuk plaintext diubah menjadi kode ASCII dengan menggunakan tabel ASCII untuk melihat kode yang sesuai dengan plaintext yang ada. Selanjutnya adalah mencari nilai C dengan menggunakan rumus. Kunci yang digunakan dalam proses ini adalah kunci publik (n, e). Dari rumus perhitungan tersebut, akan ditemukan nilai c (cyphertext). Berikut ini adalah gambar dari tabel ASCII.

Hex	Dec	Char	Hex	Dec	Char	Hex	Dec	Char	Hex	Dec	Char
0x00	0	NULL	0x20	32	Space	0x40	64	@	0x60	96	~
0x01	1	SOH	0x21	33	!	0x41	65	A	0x61	97	a
0x02	2	STX	0x22	34	"	0x42	66	B	0x62	98	b
0x03	3	ETX	0x23	35	#	0x43	67	C	0x63	99	c
0x04	4	EOT	0x24	36	\$	0x44	68	D	0x64	100	d
0x05	5	ENQ	0x25	37	%	0x45	69	E	0x65	101	e
0x06	6	ACK	0x26	38	&	0x46	70	F	0x66	102	f
0x07	7	BELL	0x27	39	'	0x47	71	G	0x67	103	g
0x08	8	BS	0x28	40	(	0x48	72	H	0x68	104	h
0x09	9	TAB	0x29	41	)	0x49	73	I	0x69	105	i
0x0A	10	LF	0x2A	42	*	0x4A	74	J	0x6A	106	j
0x0B	11	VT	0x2B	43	+	0x4B	75	K	0x6B	107	k
0x0C	12	FF	0x2C	44	,	0x4C	76	L	0x6C	108	l
0x0D	13	CR	0x2D	45	-	0x4D	77	M	0x6D	109	m
0x0E	14	SO	0x2E	46	.	0x4E	78	N	0x6E	110	n
0x0F	15	SI	0x2F	47	/	0x4F	79	O	0x6F	111	o
0x10	16	DLE	0x30	48	0	0x50	80	P	0x70	112	p
0x11	17	DC1	0x31	49	1	0x51	81	Q	0x71	113	q
0x12	18	DC2	0x32	50	2	0x52	82	R	0x72	114	r
0x13	19	DC3	0x33	51	3	0x53	83	S	0x73	115	s
0x14	20	DC4	0x34	52	4	0x54	84	T	0x74	116	t
0x15	21	NAK	0x35	53	5	0x55	85	U	0x75	117	u
0x16	22	SYN	0x36	54	6	0x56	86	V	0x76	118	v
0x17	23	ETB	0x37	55	7	0x57	87	W	0x77	119	w
0x18	24	CAN	0x38	56	8	0x58	88	X	0x78	120	x
0x19	25	EM	0x39	57	9	0x59	89	Y	0x79	121	y
0x1A	26	SUB	0x3A	58	:	0x5A	90	Z	0x7A	122	z
0x1B	27	FSC	0x3B	59	;	0x5B	91	[	0x7B	123	{
0x1C	28	FS	0x3C	60	<	0x5C	92	\	0x7C	124	|
0x1D	29	GS	0x3D	61	=	0x5D	93	]	0x7D	125	}
0x1E	30	RS	0x3E	62	>	0x5E	94	^	0x7E	126	~
0x1F	31	US	0x3F	63	?	0x5F	95	_	0x7F	127	DEL

Gambar 4. Tabel ASCII

2.4.3. Proses Dekripsi

Pada proses dekripsi ini, akan merubah ciphertext yang telah didapatkan sebelumnya menjadi data awal berupa plaintext. Proses dekripsi dilakukan dengan menggunakan rumus. Setelah mencari nilai m dengan menggunakan rumus perhitungan dekripsi maka akan dicari juga teks dari pesan yang dikirim.

3. Hasil dan Pembahasan

Pengimplementasian system pengamanan lukisan digital menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak. Sistem ini dibangun menggunakan bahasa pemrograman Python. Berikut merupakan spesifikasi dari perangkat keras yang penulis gunakan :

1. Processor AMD Ryzen 5 3,50 Ghz
2. RAM 16 GB
3. SSD 512 GB

Berikut perangkat lunak yang penulis gunakan :

1. Visual Studio Code
2. Sistem Operasi Windows 11

3.1. Implementasi Algoritma RSA

Metode yang digunakan pada implementasi ini adalah metode RSA yang bersifat asimetris. Untuk melakukan enkripsi terhadap gambar atau lukisan digital, lukisan tersebut akan diubah terlebih dahulu kedalam bentuk text agar bisa dienkrpsi. Contoh lukisan yang akan dienkrpsi :



Gambar 5. Contoh Lukisan Digital

Setelah melalui proses perubahan menggunakan base64 pada library python. Selanjutnya lukisan tersebut akan menghasilkan teks berupa kumpulan karakter sebanyak 211.377 karakter. Pada penjelasan implementasi ini, penulis akan mengambil 10 karakter pertama ("/9j/4AAQSk") sebagai contoh kerja algoritma RSA yang dimana gabungan teks ini hanya bisa diubah kembali menjadi gambar oleh pengirim dan penerima.

3.1.1. Proses Penyusunan Kunci

Pada proses penyusunan kunci ini menggunakan metode RSA untuk mendapatkan dua buah kunci yaitu kunci publik dan kunci pribadi, yang dimana kunci pribadi akan disimpan oleh si pengirim dan kunci publik akan disimpan oleh si penerima. Berikut merupakan tahapan dari pembuatan kunci RSA :

1. Tahap pertama adalah memilih dua bilangan prima yang akan digunakan dengan nama p dan q dimana $p > q$, kali ini p adalah 59 dan q adalah 7.
2. Kemudian hitung nilai n dengan menggunakan rumus $n = p \times q$ dimana nilai dari p dan q telah ditentukan pada Langkah pertama

$$n = p \times q$$

$$n = 59 \times 7$$

$$n = 413$$
3. Kemudian hitung nilai ϕ dari n dengan menggunakan rumus $\phi(n) = (p-1)(q-1)$

$$\phi(n) = (p-1)(q-1)$$

$$\phi(n) = (59-1)(7-1)$$

$$\phi(n) = 58 \times 6$$

$$\phi(n) = 348$$
4. Selanjutnya menentukan nilai e dimana nilai e adalah bilangan prima dan nilai e harus sesuai dengan suku $1 < e < \phi(n)$. Untuk membuktikan nilai e dapat dihitung menggunakan rumus $\gcd(e, \phi(n)) = 1$. Setelah melakukan beberapa kali perhitungan, nilai e yang kali ini dipilih adalah 5. Untuk membuktikan 5 memenuhi kondisi adalah sebagai berikut :

$$(5, 348) = 1$$

$$348 \bmod 5 = 3$$

$$5 \bmod 3 = 2$$

$$2 \bmod 1 = 0$$
5. Kemudian mencari nilai eksponen pengurai (d) dengan rumus $e \times d \bmod \phi(n) = 1$. Setelah melakukan beberapa kali percobaan hingga menghasilkan nilai modulo = 1, hasilnya adalah d bernilai 209.

$$e \times d \bmod \phi(n) = 1$$

$$5 \times (1,2,3,\dots \text{ coba terus hingga menghasilkan } 1) \bmod 348 = 1$$

$$5 \times 209 \bmod 348 = 1$$

$$1045 \bmod 348 = 1$$
6. Setelah menemukan nilai dari n , e , dan d , kunci yang telah ditemukan tersebut akan dipasangkan dan dinamai kunci publik dan kunci pribadi.

$$\text{Public key } (e, n) = (5, 413)$$

$$\text{Private key } (d, n) = (209, 413)$$

3.1.2. Proses Enkripsi

Pada proses enkripsi ini menggunakan metode RSA. Teks yang akan dienkripsi merupakan 10 karakter awal dari total teks hasil konversi gambar menggunakan base64, 10 karakter itu adalah "/9j/4AAQSk" dan kunci yang akan digunakan adalah (5, 413). Teks tersebut kemudian akan diterjemahkan menjadi kode ASCII.

i	karakter	Chipertext (M_i)	ASCII
1	/	M_1	47
2	9	M_2	57
3	j	M_3	106
4	/	M_4	47
5	4	M_5	52
6	A	M_6	65
7	A	M_7	65
8	Q	M_8	81
9	S	M_9	83
10	k	M_{10}	107

Gambar 6. Tabel konversi karakter kedalam kode ASCII

Kemudian melakukan proses enkripsi menggunakan metode RSA. Untuk melakukan proses ini diperlukan nilai C. Untuk mencari nilai c dengan menggunakan rumus $C = M^e \pmod n$.

i	M_i	$C = M^e \pmod n$	Hex
1	M_1	325	0x145
2	M_2	204	0xcc
3	M_3	148	0x94
4	M_4	325	0x145
5	M_5	362	0x16a
6	M_6	165	0xa5
7	M_7	165	0xa5
8	M_8	100	0x64
9	M_9	279	0x117
10	M_{10}	137	0x89

Gambar 7. Tabel proses enkripsi menggunakan RSA

3.1.3. Proses Dekripsi

Dalam proses ini penerima menerima teks yang sebelumnya telah dienkripsi oleh pengirim dan untuk mengembalikan teks tersebut menjadi teks yang bisa diubah menjadi gambar seperti semula adalah dengan melakukan dekripsi. Proses dekripsi dilakukan dengan menggunakan kunci yang telah didapat sebelumnya. Pada proses ini akan didapatkan hasil berupa karakter yaitu "/9j/4AAQSk". Berikut merupakan perhitungan untuk proses dekripsi menggunakan metode RSA.

i	Hex	C_i	$M = C^d \pmod n$	Karakter
1	0x145	325	47	/
2	0xcc	204	57	9
3	0x94	148	106	j
4	0x145	325	47	/
5	0x16a	362	52	4
6	0xa5	165	65	A
7	0xa5	165	65	A
8	0x64	100	81	Q
9	0x117	279	83	S
10	0x89	137	107	k

Gambar 8. Tabel proses dekripsi menggunakan RSA

3.2. Tampilan Antarmuka Sistem

Bagian utama terdiri dari beberapa menu yang dapat diakses oleh user sesuai dengan fungsinya masing – masing. Berikut merupakan tampilan beserta keterangan dari menu tersebut :

1. Menu Generate Key

Menu ini berfungsi untuk membuat public serta private key dari nilai – nilai yang telah di inputkan oleh user.

2. Menu Browse File
Menu ini berfungsi untuk membuka serta memilih file lukisan digital yang akan dienkripsi.
3. Menu Key Set
Menu ini berfungsi untuk memasukkan kunci baik itu public key maupun private key untuk dua proses yang berbeda.
4. Menu Choose Process
Menu ini berfungsi untuk memilih proses mana yang akan dijalankan oleh sistem.
5. Menu Browse
Menu ini berfungsi untuk memilih lokasi penyimpanan file hasil enkripsi atau dekripsi.
6. Menu Start Process
Menu ini berfungsi untuk memulai proses enkripsi atau dekripsi sesuai dengan pilihan user.

Gambar 9. Tampilan Antarmuka Sistem

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini menggunakan metode Rivest Shamir Adleman (RSA). Penerapan metode RSA dalam pengamanan lukisan digital berperan untuk merahasiakan lukisan digital dengan cara mengubahnya menjadi text yang tidak bisa diartikan langsung oleh penerima. Hal ini dapat terjadi karena pada tahap awal lukisan digital diubah menjadi bentuk teks menggunakan base64. Kemudian dengan menggunakan algoritma RSA yang memiliki dua kunci yaitu *public key* (kunci public) yang digunakan untuk melakukan proses enkripsi serta *private key* (kunci pribadi) yang digunakan untuk melakukan proses dekripsi. Pengamanan lukisan digital menggunakan metode RSA memiliki kelebihan dalam hal kecepatan pengolahan data serta kemudahan dalam hal pengamanan data karena untuk dapat menerjemahkan text yang telah di enkripsi menggunakan *public key* (kunci public) diperlukan kunci lainnya yaitu *private key* (kunci pribadi). Selain itu, pada penelitian ini juga terdapat tantangan dalam penggunaan enkripsi RSA yang terletak pada bagian efisiensi serta kecepatan proses enkripsi yang menyebabkan pada beberapa file lukisan digital yang memiliki ukuran besar, proses enkripsi menjadi sangat lama. Dengan melakukan enkripsi pada lukisan digital, kerahasiaan lukisan tersebut dapat terjamin setelah dikirim melalui internet.

Referensi

- [1] Handoyo, Antonius Erick, De Rosal Ignatius Moses Setiadi, Eko Hari Rachmawanto, Christy Atika Sari, and Ajib Susanto. "Message Concealment and Encryption Technique in Digital Image with Combination of LSB and RSA Methods." *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer* 6, no. 1 (2018): 37–43. doi:10.14710/jtsiskom.6.1.2018.37-43.

- [2] Harin Noor octafiani and Rosita, A. (2021) 'Implementasi Verifikasi Teks Menggunakan Metode Rivest Shamir Adleman (Rsa)', Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan, 8(1), pp. 72–77. doi:10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.720.
- [3] Syahputra, Andika, Implementasi Algoritma, and Freivlds Untuk. "Implementasi Algoritma Freivlds Untuk Pembangunan Kunci Algoritma RSA Pada Pengamanan Data Video" 10 (2021): 70–77.
- [4] Rianty, Winda, and I Ketut Gede Suhartana. "The Security System For Web-Based Lontar Images in JPG Format Using The Rivest Shamir Adleman." JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana) 9, no. 4 (2021): 525. doi:10.24843/jlk.2021.v09.i04.p10.
- [5] Pamungkas, P.G. and Muhammad, A.H. (2022) 'Modifikasi Algoritma Kriptografi Caesar Chiper pada Deretan Simbol dan Huruf di Smarphone dan Laptop', Journal of Information Technology, 2(1), pp. 1–5. doi:10.46229/jifotech.v2i1.234.
- [6] Safira, M.O. and Ari Mogi, I.K. (2020) 'Design Of Hybrid Cryptography With Vigenere Cipher And RSA Algorithm On IOT Data Security', JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana), 8(4), p. 475. doi:10.24843/jlk.2020.v08.i04.p14.
- [7] Anwar, N. et al. (2018) 'Komparatif Performance Model Keamanan Menggunakan Metode Algoritma AES 256 bit dan RSA', Jurnal RESTI (Rekayasa Sistem dan Teknologi Informasi), 2(3), pp. 783–791. doi:10.29207/resti.v2i3.606.
- [8] Laurentinus, L. et al. (2020) 'Performance comparison of RSA and AES to SMS messages compression using Huffman algorithm', Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer, 8(3), pp. 171–177. doi:10.14710/jtsiskom.2020.13468.
- [9] Harta, I.G.B.A. et al. (2022) 'Pengamanan Lontar Digital Dengan Tanda Tangan Digital Menggunakan Algoritma RSA', JELIKU (Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana), 10(2), p. 199. doi:10.24843/jlk.2021.v10.i02.p02.

This page is intentionally left blank

Perancangan Sistem *Business Intelligence* Pada Data Perusahaan Supplier FnB X

Pande Putu Devo Punda Maheswara^{a1}, I Wayan Supriana^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Unud, Badung, 08261, Bali, Indonesia
¹pundadevo21@gmail.com
²wayan.supriana@unud.ac.id

Abstract

Many companies still doubt the technological developments that occur in the world. As a result, the company also experienced a decline in product sales because it could not detect the market needed by users. Various technologies can be used to increase product sales, for example website creation, analysis system creation, marketing advertisements on social media, and others. For the company that will be studied here, it is more effective to create an analysis system for the company. The buying and selling transactions of a business are carried out using the latest technology that can make all transactions recorded in the system. However, in reality, data is only a small thing in determining the success or decision making of a company's leaders. By designing a Business Intelligence system that can transform business information from existing operational data, it can ultimately provide business decision support for company leaders. The operational data will be analyzed using a method called OLAP (Online Analytical Processing). The output or output of this system will be in the form of a UI graphic of the dimensions of the analysis using the OLAP method earlier.

Keywords: *Business Intelligence, Information Technology, The Implementation of Intelligence Business*

1. Latar Belakang

Perusahaan yang tergolong sukses dalam merintis bisnisnya adalah perusahaan yang mengikuti perkembangan yang terjadi baik internal maupun eksternal. Seperti halnya perkembangan teknologi informasi yang harus juga digunakan dengan baik oleh pimpinan perusahaan. Semakin cepat suatu perusahaan meningkatkan level dari segi eksternal ataupun internal, maka akan semakin sukses pula perusahaan tersebut. Perkembangan teknologi pun sudah semakin tersebar ke ranah bisnis, dengan adanya sistem informasi yang bagus dalam sebuah *company*, pengambilan tindakan atau keputusan selanjutnya pun akan semakin tepat untuk menentukan masa depan dari suatu perusahaan tersebut.

Sistem informasi merupakan salah satu aplikasi dari perkembangan teknologi informasi. Sistem informasi adalah interaksi antara orang, proses algoritmik, data, dan teknologi. Sistem informasi adalah sistem dalam organisasi atau bisnis yang mengumpulkan kebutuhan sehari-hari untuk memproses transaksi, mendukung operasi, mewakili manajemen organisasi dan kegiatan strategis, dan melaporkan kepada pihak eksternal.[1].

Teknologi informasi yang sudah maju dapat merekam data jejak transaksi-transaksi yang terdahulu, yang tentunya sangat berguna untuk perusahaan di masa kedepannya. Data-data tersebut haruslah dianalisa dengan sangat teliti terlebih dahulu sebelum dapat digunakan untuk pengambilan keputusan. Proses ini disebut sebagai *Business Intelligence*, kategori yang secara luas digunakan untuk aplikasi dan teknologi untuk mengumpulkan, menyimpan, menganalisis, dan mengakses data untuk membantu pengguna bisnis membuat keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi. [2]. Sistem intelijen bisnis

biasanya dimulai dengan proses, pengembangan perangkat lunak, dan metode manufaktur. Pengembangan perangkat lunak dimulai dengan mengekstraksi data dari sumber data untuk menyampaikan data dan nilai bisnis kepada pengguna atau pengguna [3]. Data tersebut bersifat heterogen yang dapat diolah menjadi informasi hingga *knowledge* yang dapat digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Business Intelligence (BI) juga merupakan salah satu bentuk dari implementasi teknologi informasi yang dapat menjawab kebutuhan untuk menentukan suatu keputusan dalam hal ini merupakan sebuah perusahaan. Kemampuan BI untuk menganalisis data dalam jumlah besar yaitu analisis kualitas dan bisnis yang menghasilkan informasi yang relevan untuk semua pengguna yaitu berupa manajemen, karyawan, mitra bisnis, pemilik perusahaan, dan pihak lainnya [4]. Dari penelitian yang dilakukan oleh Ricky Akbar, Azizi Soniawan, dkk, dengan judul "Implementasi *Business Intelligence* untuk Menganalisis Data Persalinan Anak di Klinik Ani Padang dengan Menggunakan Aplikasi Tableau Public", *Business Intelligence* dapat meningkatkan informasi yang didapat dari sebuah instansi atau perusahaan dengan mengimplementasikan sistem *Business Intelligence* tersebut [5].

2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Penelitian

Data penelitian ini merupakan data barang dari *supplier* yang dikirim ke perusahaan X dan data pelanggan dari perusahaan X. Data dikumpulkan dari aktivitas operasional yang berjalan pada perusahaan X seperti *supplier* yang datang setiap harinya, berapa banyak jenis barang yang diberikan oleh *supplier*, dan sebagainya. Dalam penelitian ini, ada beberapa restoran yang melakukan permintaan bahan baku ke perusahaan *supplier* X ini, dalam waktu yang sama setiap bulan untuk membuat makanan untuk restoran yang dimilikinya. Metode OLAP (*Online Analytical Processing*) akan digunakan sebagai metode untuk menganalisa data-data tersebut yang nantinya data tersebut dapat dijadikan acuan untuk pengambilan keputusan. Sebelum dilakukannya proses analisa, proses pengolahan data yang akan digunakan yaitu proses ETL (*Extraction, Transformation, Loading*). Setelah itu, data akan dibuat menjadi beberapa dimensi. Adapun dimensi data sebagai berikut.

- a. Dimensi Restaurant Customer
- b. Dimensi Supply
- c. Dimensi Food

2.1.1 *Extraction*

Data yang telah dikumpulkan dari *input*-an admin dari masing-masing restoran yang bekerja sama dengan perusahaan X kemudian dilakukan pemilihan dan pemasukan data ke RDBMS yang digunakan atau masuk ke database operasional dari perusahaan X. Setelah itu, data tersebut akan masuk ke *staging area*, dimana *staging area* berfungsi untuk mencegah data yang tidak ingin dimasukkan, atau data yang *corrupt* masuk ke *database warehouse*. Data yang telah dipisahkan kemudian dibuatkan ke tabel baru sebagai kelompok data baru.

2.1.2 *Transformation*

Data yang akan diolah merupakan data dari hasil *extraction* atau data dari area *staging* tadi. Pada tahap ini, ada lima hal yang dilakukan, yaitu sebagai berikut.

- a. *Filtering*
Tahap ini akan menyaring data-data yang akan digunakan menggunakan *template* yang ditentukan.
- b. *Cleaning*
Tahap ini akan menyesuaikan format penulisan, dan membersihkan data-data yang dianggap tidak digunakan dan tidak perlu dalam sistem *business intelligence* ini.
- c. *Joining*
Tahap ini akan menggabungkan data yang memiliki jenis atau ciri yang sama menjadi satu tabel yang sama. Hal ini dilakukan untuk memudahkan mencari data nantinya jika diperlukan.
- d. *Splitting*
Berbanding terbalik dengan tahap sebelumnya, pada tahap ini akan memecah ciri atau jenis data yang berbeda menjadi dua atau lebih.

e. *Sorting*

Tahap ini akan mengurutkan data berdasarkan ciri atau jenis yang dimilikinya.

2.1.3 *Loading*

Pada tahap terakhir dalam proses ETL ini, data yang sudah diproses di *transformation* tadi, akan masuk ke *data warehouse*. Data ini akan menampilkan visualisasi berupa grafik yang akan membuat pengambilan keputusan akan semakin tepat dan bijak dengan bantuan visualisasi grafik tersebut.

2.2 Metode Pengumpulan Data

a. Observasi

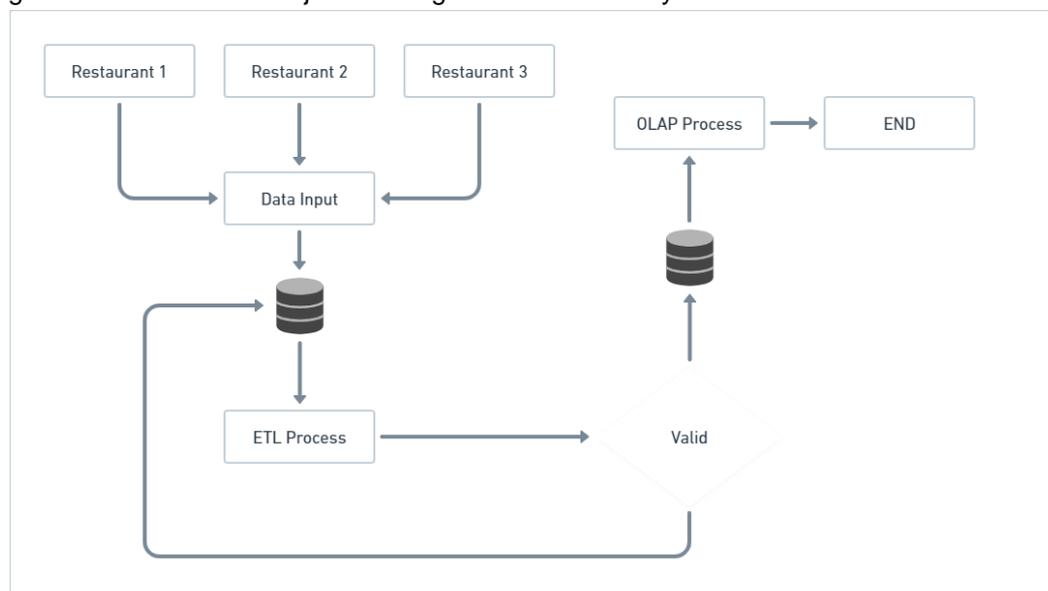
Peneliti melakukan pengamatan secara langsung pada perusahaan X untuk mempelajari apa permasalahan yang ada di lapangan.

b. Wawancara

Metode selanjutnya terdiri dari diskusi dan tanya jawab dengan narasumber yang kemungkinan besar memiliki pengetahuan yang lebih mendalam tentang topik di daerah tersebut.

2.3 Diagram Alur sistem (*System's Flowchart*)

Pada sistem ini, terdapat *flowchart* yang digunakan agar membantu memvisualisasikan bagaimana sistem ini bekerja. Berikut gambar *flowchart*-nya.



Gambar 1. Diagram Alur Sistem

Pada awalnya, masing-masing restoran yang menjadi mitra dari perusahaan *supplier* ini akan memasukkan data-data penjualan makanan mereka ke *operational database* yang telah disediakan oleh perusahaan *supplier* tersebut. Lalu, data-data tersebut akan diproses menggunakan ETL (*Extract, Transform, Loading*), jika proses tersebut sudah *valid*, data tersebut akan dimasukkan ke *database warehouse* untuk selanjutnya dilakukan analisa. Analisa yang dilakukan disini menggunakan OLAP (*Online Analytical Processing*). Setelah itu, data yang sudah dianalisis, diubah menjadi dimensi-dimensi, yang akan memberikan informasi berupa grafik dari dimensi yang ditentukan.

3. Hasil dan Diskusi

Sistem *business intelligence* sudah dibuat dan memiliki UI berupa grafis dari masing-masing dimensi tabel. Sistem dibuat semi otomatis. Data tabel merupakan hasil dari ekstraksi data restaurant customer, supply, dan food. Data akan membentuk informasi grafis dan kemudian digunakan untuk melihat fluktuasi permintaan bahan makanan atau supply ke masing-masing restoran.

Data pada Tabel 1 dan Tabel 2 diperoleh dari wawancara kepada beberapa restoran dan didapat dari *website-website* yang membahas tentang perkiraan penjualan suatu restoran. Dapat dilihat dari Tabel

1 dan Tabel 2 merupakan tabel yang memberikan data fakta yang terjadi di lapangan, dimana nantinya akan diproses dengan metode OLAP (*Online Analytical Processing*) sehingga proses tadi akan menciptakan basis data yang berbentuk sebuah kubus atau disebut dengan *multidimensional database* dan setelah dianalisa tadi, hasil akhirnya akan menghasilkan *business intelligence* yang berupa visualisasi data dari dimensi-dimensi yang telah ditentukan tadi. Disini data dibuat per dimensi untuk memudahkan melihat informasi lainnya yang dapat diperoleh dari data yang digunakan. Dimensi data berupa tabel yang dikelompokkan dengan ringkasan data detail yang akan dilaporkan kemudian.

Tabel 1. Sample Data Restaurant Food 2020

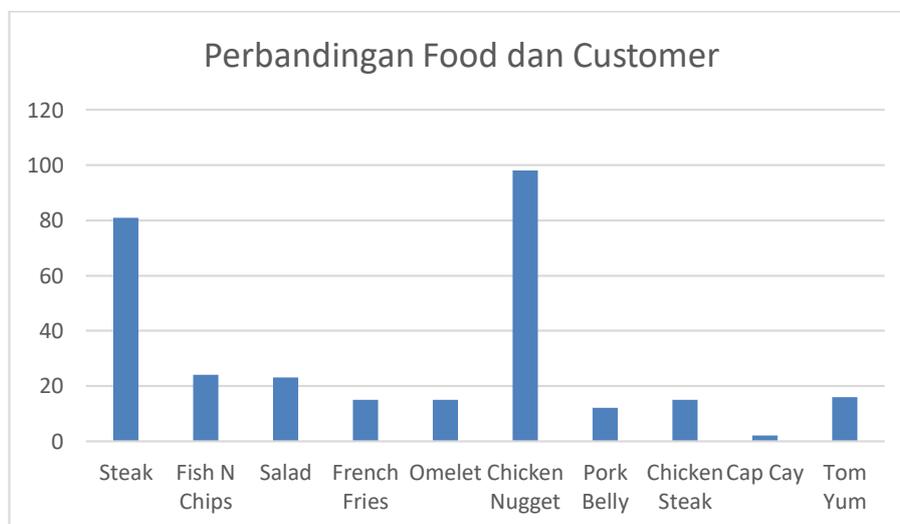
Food Name	Bulan / Orang												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Steak	12	1	1	1	1	1	2	1	1	3	5	5	280
	4	5	8	1	6	2	2	1	6	3	5	4	7
		6	2	6	7	2	6	5	7	6	4	2	
Fish n Chips	17	1	2	9	1	5	8	2	7	9	2	2	213
	5	1	5	2	8	5	8	1	7	9	2	5	0
		6	6	2	1	1	9	5	6	9	4	6	
Salad	88	1	2	1	2	2	9	7	2	1	5	1	185
		9	4	8	2	2	8	1	2	2	4	2	4
				6	8	5			9	9	5		
French Fries	12	6	6	2	6	3	1	3	6	1	6	2	278
	5	6	7	2	5	6	1	3	1	6	6	9	2
			1	5			7	7	6	7		1	
Omelet	19	2	1	5	8	5	8	2	9	7	1	5	342
	8	9	8	8	7	8	9	2	1	1	1	8	9
			9	0	6	7					1	6	
Chicken Nugglet	88	1	5	6	9	1	8	2	5	2	1	6	401
	9	2	5	9	9	9	8	0	8	2	2	6	2
						2	5	1	9	9	7	5	

Tabel 2. Sample Data Restaurant Food 2021

Food Name	Bulan / Orang												Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Pork Belly	15	1	5	1	6	1	6	1	5	6	1	2	887
	1	2	5	3	6	2	4	2	5	3	5	8	
		3		2		3							
Chicken	51	5	1	6	2	8	8	1	9	5	2		156
Steak	1	2	3	6	5	1	2	9	1	5	8	9	0
			3	6	4			8					
Cap Cay	25	1	5	9	6	5	1	3	7	5	5	4	158
		6	1	2	7	1	2	2	7	6	1	1	8
		7					4	5			2		
Tom Yum	82	1	7	8	1	2	7	1	5	6	1	2	157
		5	1	8	6	1	7	2	5	5	6	6	3
				2								1	
Pizza	88	5	2	2	1	7	9	2	6	1	1	8	236
	2	6	2	5	5	2	0	3	6	5	8	8	9
		7	6		6					6			
Fried Chicken	8	1	5	2	5	6	1	5	1	2	5	6	131
		2	6	5	1	6	2	2	5	5	1	5	8
			6						6	4			

3.1. Dimensi Food Customer

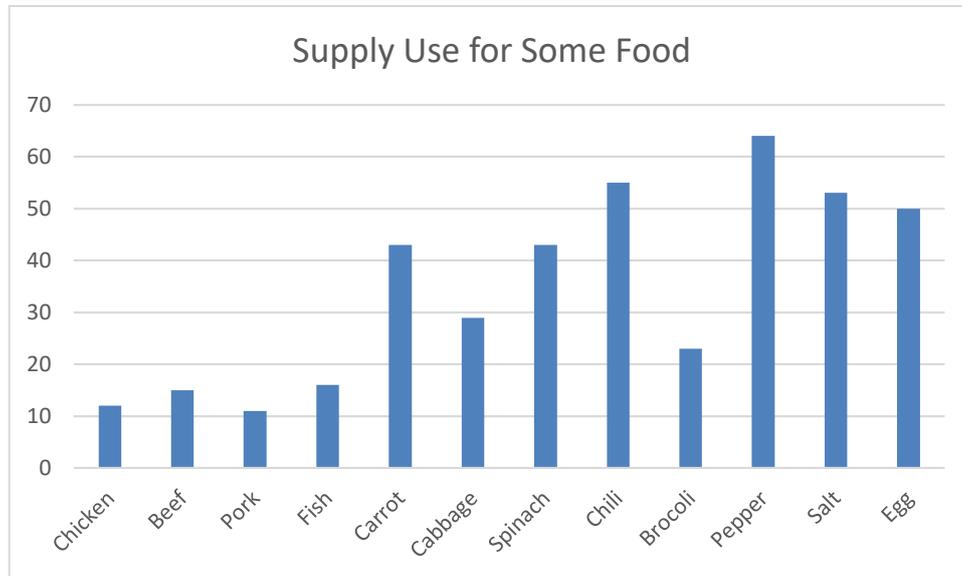
Data yang ada pada dimensi ini menunjukkan jumlah berapa banyak customer yang memesan suatu makanan. Data ini memberikan suatu informasi yaitu apa makanan yang sedang tren dipesan pada waktu tertentu, dengan demikian perusahaan supplier X dapat menyediakan supply lebih banyak untuk bahan baku makanan tersebut. Berikut visualisasi dari grafik dimensinya.



Gambar 2. Grafik perbandingan data food dan customer

3.2. Dimensi Supply

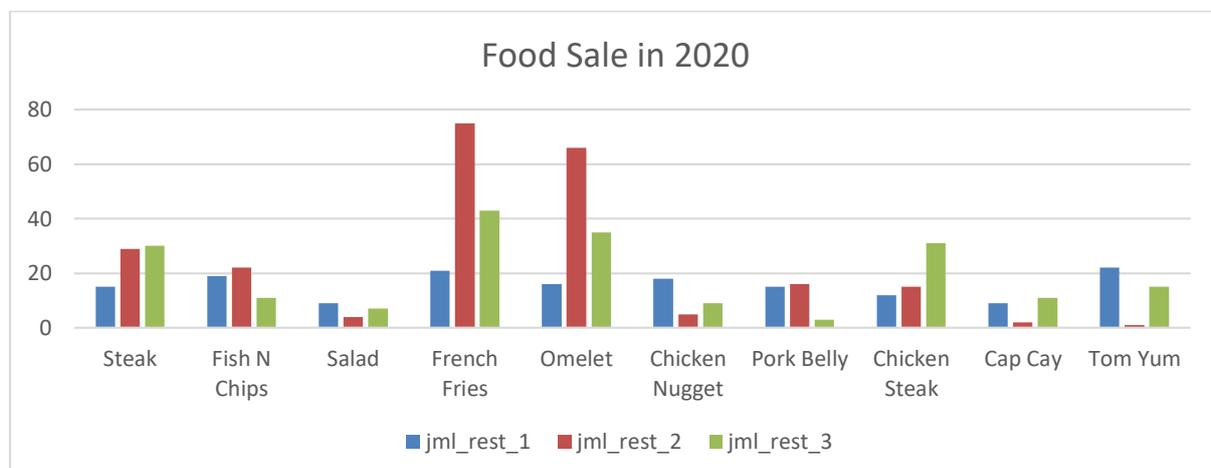
Pada grafik dimensi bagian ini, diperlihatkan data yang digunakan antara suatu makanan dengan bahan baku hasil supply dari perusahaan X ini. Masing-masing data tersebut diambil berdasarkan satu jenis makanan saja yang bahan bakunya menggunakan data yang ditampilkan. Grafik pada bagian ini dapat memberikan perusahaan X gambaran tentang bagaimana bahan baku yang disediakan untuk membuat suatu jenis makanan tertentu dalam periode waktu tertentu. Berikut visualisasi dari grafiknya.



Gambar 3. Grafik perbandingan antara data jenis makanan dengan jenis bahan baku

3.3. Dimensi Food

Pada bagian ini, diperlihatkan data customer dan kecenderungan suatu makanan yang dipesan di ketiga restoran yang menjadi mitra dari perusahaan supplier X ini. Dimensi data pada bagian ini sangatlah penting untuk generasi penerus dari perusahaan supplier X, karena dari data ini dapat diambil kesimpulan bahwa makanan apa yang paling sering dipesan di suatu restoran, lalu perusahaan X dapat menyediakan lebih banyak bahan baku yang diperlukan agar pesanan tetap berjalan baik dan lancar. Data tersebut diambil dari tiga buah restoran, sehingga tingkat kecenderungan di tiap-tiap restoran setidaknya dapat diidentifikasi. Berikut visualisasi dari grafik pada bagian ini.



Gambar 4. Grafik dimensi data makanan dalam periode tahun 2020

4. Kesimpulan

Sistem *business intelligence* untuk perusahaan *supplier X* sudah dibangun dan nantinya para pimpinan dari perusahaan tersebut dapat mengambil keputusan yang bijak terkait dengan masa depan dari perusahaannya. Ini membuktikan bahwa BI dapat membantu perusahaan kedepannya agar menjadi lebih baik. Visualisasi informasi juga akan menambah daya tarik dari pembaca dan hasil dari visualisasi tersebut dapat dicetak (*hard copy*) dan akan menjadi dokumentasi bagi tim manajemen bisnis di perusahaan.

Seperti yang sudah dijelaskan di pembahasan di atas, sistem *business intelligence* dapat membantu perusahaan dalam pengambilan keputusan. Dengan bantuan metode OLAP (*Online Analytical Processing*) yaitu membuat dimensi-dimensi akan menjadikan data menjadi lebih bersih dan mudah digunakan. Untuk penelitian selanjutnya, dapat disesuaikan dengan pasar pengguna masa sekarang ini yaitu menggunakan perangkat *mobile*, dapat dibuat sebuah sistem yang sekiranya *compatible* dengan perangkat *mobile*.

Referensi

- [1] H. A. Rusdiana and M. Irfan, "Sistem Informasi Manajemen," *Sist. Inf. Manaj.*, pp. 5–387, 2014.
- [2] T. R. Ariani, K. D. Tania, and D. R. Indah, "Penerapan Business Intelligence Pada Sistem Informasi Penjualan Barang PT. WINSKA (STUDI KASUS DI PT. WINSKA PALEMBANG)," *J. Sist. Inf.*, pp. 103–110, 2016.
- [3] H. P. Prasetya and Meme Susilowati, "Pemanfaatan Business Intelligence Di Perguruan Tinggi," *KURAWAL J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 3, no. 1, p. e-ISSN 2615-6474, p-ISSN 2620-3804, 40-57, 2020.
- [4] H. Y. Kao, M. C. Yu, M. Masud, W. H. Wu, L. J. Chen, and Y. C. J. Wu, "Design and evaluation of hospital-based business intelligence system (HBIS): A foundation for design science research methodology," *Comput. Human Behav.*, vol. 62, pp. 495–505, 2016.
- [5] A. Zikri, J. Adrian, A. Soniawan, R. Azim, R. Dinur, and R. Akbar, "Implementasi Business Intelligence untuk Menganalisis Data Persalinan Anak di Klinik Ani Padang dengan Menggunakan Aplikasi Tableau Public," *J. Online Inform.*, vol. 2, no. 1, p. 20, 2017.

This page is intentionally left blank

Rancang Bangun Sistem *Payroll Recap* Menggunakan Metode *Agile Development*

I Made Alit Darma Putra^{a1}, I Wayan Santiyasa^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Universitas Udayana
Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia

¹alitdarmaputra@gmail.com

²santiyasa@unud.ac.id (Corresponding author)

Abstract

Teknologi yang saat ini telah berkembang pesat dapat digunakan untuk membantu memudahkan kegiatan manusia dalam berbagai bidang kehidupan. Bidang manajemen menjadi salah satu bidang dimana teknologi digunakan untuk memudahkan kegiatan manusia dalam melakukan pengaturan terhadap sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya. Penggajian atau *payroll* merupakan kompensasi yang harus dibayarkan perusahaan kepada karyawannya untuk jangka waktu tertentu atau pada tanggal tertentu. Sistem payroll recap dikembangkan menggunakan metode *agile development* scrum dengan pertimbangan waktu pengembangan yang singkat dan persyaratan awal yang masih belum terdefinisi secara jelas. Metode *agile development* merupakan metode SDLC (*Software Development Life Cycle*) dengan menggunakan pendekatan bertahap terhadap spesifikasi perangkat lunak, pengembangan, serta peluncurannya. Sistem dikembangkan dalam tiga fase yaitu *outline planning and architectural*, *sprint*, serta *project closure*. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem *payroll recap* yang dikembangkan dengan metode agile berjalan dengan baik serta telah memenuhi keseluruhan *system requirements* yang didefinisikan pada awal maupun di tengah proses pengembangan dan hasil pengujian black box mendapat hasil indikator *learnability*, *memorability*, *efficiency*, dan *errors* bernilai cukup baik serta indikator *satisfaction* bernilai sangat baik.

Keywords: *Agile Development, Scrum, Payroll Recap, Software Development, Management*

1. Pendahuluan

Teknologi yang saat ini telah berkembang pesat dapat digunakan untuk membantu memudahkan kegiatan manusia dalam berbagai bidang kehidupan. Mulai dari bidang pendidikan, ekonomi, bisnis, serta manajemen. Bidang manajemen menjadi salah satu bidang dimana teknologi digunakan untuk memudahkan kegiatan manusia dalam melakukan pengaturan terhadap sumber daya manusia dan sumber-sumber lainnya [1]. Kegiatan manajemen yang dilakukan tanpa bantuan teknologi memiliki beberapa kekurangan meliputi lebih banyak waktu dan tenaga yang dibutuhkan dalam prosesnya, kurang dalam keandalan data, proses yang rumit, serta sulit dalam melakukan pengawasan. Pemanfaatan teknologi memungkinkan kegiatan manajemen tersebut dilakukan dengan lebih mudah, efektif, serta efisien.

Sistem *payroll* atau penggajian merupakan salah satu sistem yang sering dijumpai dalam sebuah perusahaan yang mempekerjakan karyawan. Penggajian atau *payroll* merupakan kompensasi yang harus dibayarkan perusahaan kepada karyawannya untuk jangka waktu tertentu atau pada tanggal tertentu [2]. *Payroll* juga merujuk pada catatan pembayaran yang dilakukan perusahaan kepada karyawan meliputi gaji dan upah, bonus, serta pajak yang dipotong [3]. Pada setiap akhir periode tertentu terdapat sebuah laporan rekapitulasi besaran upah yang diterima oleh masing-masing karyawan sebagai salah satu bentuk transparansi perusahaan.

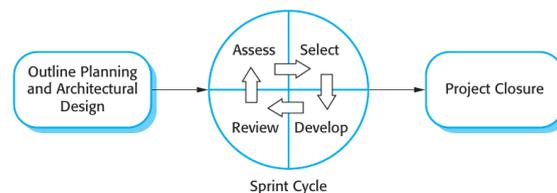
Sistem *payroll* merupakan sistem yang krusial karena berkaitan erat dengan keuangan perusahaan. Adanya bentuk kesalahan dan kecurangan dalam sistem ini dapat mengakibatkan kerugian terhadap perusahaan [4]. Pemanfaatan teknologi berupa pembangunan aplikasi sistem *payroll* diperlukan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Aplikasi *payroll* merupakan aplikasi yang dapat digunakan untuk memudahkan melakukan perhitungan upah yang diberikan kepada karyawan meliputi proses *input*, pengolahan, serta pembuatan laporan secara cepat, tepat, dan akurat.

Pembuatan sistem diawali dengan melakukan analisis *system requirements*, meliputi kebutuhan *user, input, output, hardware* dan *software* [5]. Pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan sebuah sistem *payroll* dengan menerapkan metode pengembangan *waterfall* namun metode ini masih memiliki kendala dimana persyaratan sistem harus terdefinisi sejak awal pengembangan dan waktu pengembangan relatif lama [6]. Sistem *payroll* pada kasus ini dikembangkan dengan metode *agile development* dimana sistem dikembangkan secara bertahap dalam kurun waktu yang cepat. Metode pengembangan ini dipilih dikarenakan waktu pengembangan sistem yang cukup singkat serta persyaratan awal yang belum terdefinisi secara detail. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sistem *payroll* yang dapat digunakan untuk membantu pengelolaan *payroll* secara efektif dan efisien dengan menerapkan metode *agile development*.

2. Metode Penelitian

Metode *agile development* diterapkan dalam pengembangan sistem *payroll* pada studi kasus ini. Metode *agile development* merupakan metode SDLC (*Software Development Life Cycle*) dengan menggunakan pendekatan bertahap terhadap spesifikasi perangkat lunak, pengembangan, serta peluncurannya [7]. Dalam metode *agile development* terdapat beberapa *framework* yang biasa digunakan dalam melakukan manajemen proyek, meliputi XP (*Extreme Programming*), scrum, kanban, dan FDD (*Feature-driven Development*).

Scrum merupakan *framework agile development* yang bersifat umum namun lebih berfokus dalam manajemen pengembangan berulang daripada spesifik terhadap pendekatan teknis [7]. *Framework* scrum kemudian diimplementasikan pada kasus ini karena sifatnya yang fleksibel dan mudah dimengerti [8].



Gambar 1. Fase dalam scrum

(Source: Buku Software Engineering 9th Ian Sommerville)

Terdapat 3 fase dalam scrum yang dapat dilihat pada Gambar 1. *Outline Planning and Architectural Design* merupakan fase dimana objektif yang ingin dicapai dan arsitektur sistem yang akan digunakan dijabarkan secara umum. Tahapan tersebut kemudian diikuti dengan serangkaian *sprint cycles* dimana pada setiap *cycle*, sistem dikembangkan secara bertahap. Pada akhirnya fase *project closure* merupakan fase yang menandakan bahwa pengembangan sistem telah selesai serta seluruh kelengkapan tambahan sistem seperti dokumentasi dibuat.

3. Hasil dan Pembahasan

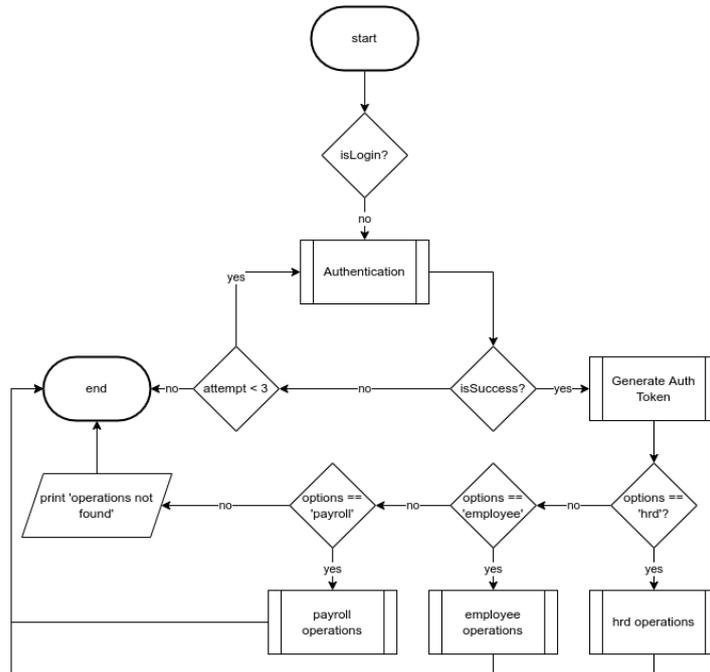
3.1. Outline Planning and Architectural

Tahapan *outline planning and architectural* merupakan tahapan awal dalam pengembangan sistem *payroll* meliputi penentuan *system requirements* dan pembuatan *system design* berdasarkan *requirement* yang ditentukan. *System requirements* ditentukan dengan metode JAD (*Joint Application Development*) dengan pengguna yaitu karyawan serta manajemen atau HRD yang terkait dengan sistem *payroll* nantinya. Dari hasil diskusi yang dilakukan kemudian dilakukan identifikasi terhadap *system requirements* utama dari sistem yang dibangun meliputi:

- a. Kebutuhan Fungsional
 - Sistem memiliki fitur *authentication* untuk pengguna HRD.
 - Sistem memiliki fitur CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) untuk HRD.
 - Sistem memiliki fitur CRUD untuk karyawan.
 - Sistem memiliki fitur CRUD untuk transaksi *payroll*.
- b. Kebutuhan Non-Fungsional
 - Pengguna perlu menunggu selama 1 menit agar bisa melakukan *login* kembali setelah 3 kali gagal melakukan proses autentikasi.
 - Pengguna memiliki sesi terbatas setelah berhasil melakukan *login*.
 - Sistem dibangun dalam bahasa pemrograman JavaScript

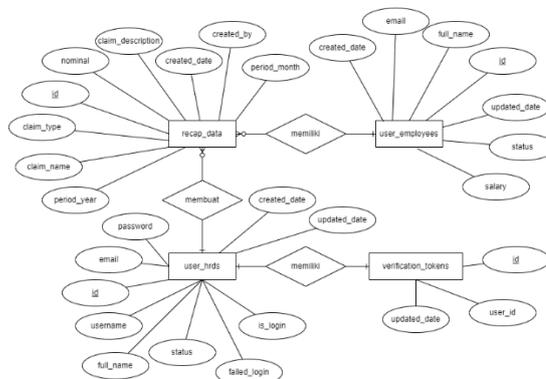
Setelah *system requirements* ditentukan selanjutnya adalah membuat *system design* meliputi *flow chart*, desain basis data, dan UML diagram yaitu class diagram, use case diagram, activity diagram, serta sequence diagram.

a. *Flowchart*



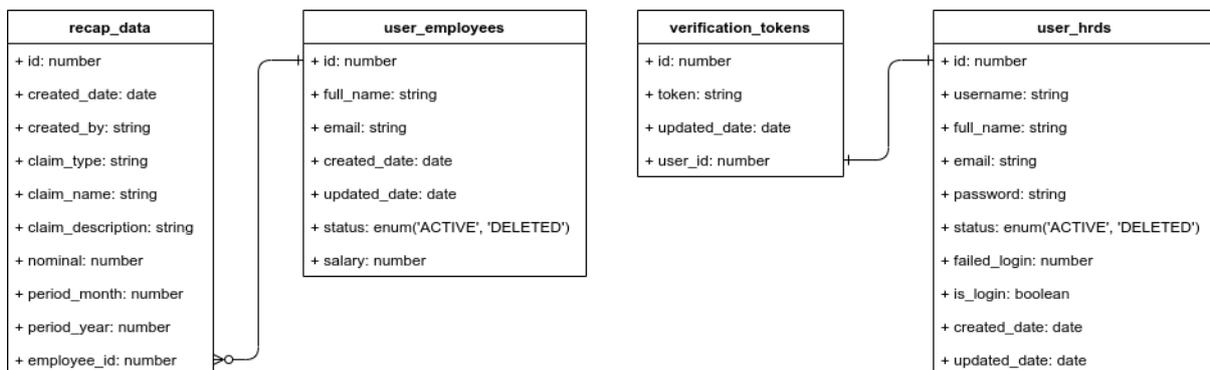
Gambar 2. Flowchart

b. ERD (*Entity Relationship Diagram*)



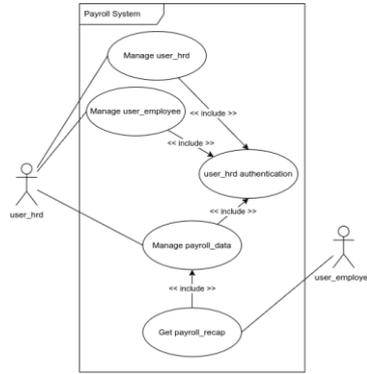
Gambar 3. Diagram ER

c. *Class Diagram*



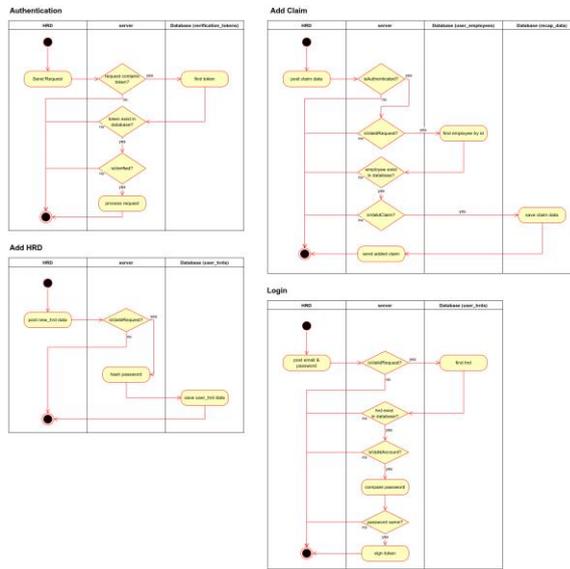
Gambar 4. Class Diagram

d. Use Case Diagram



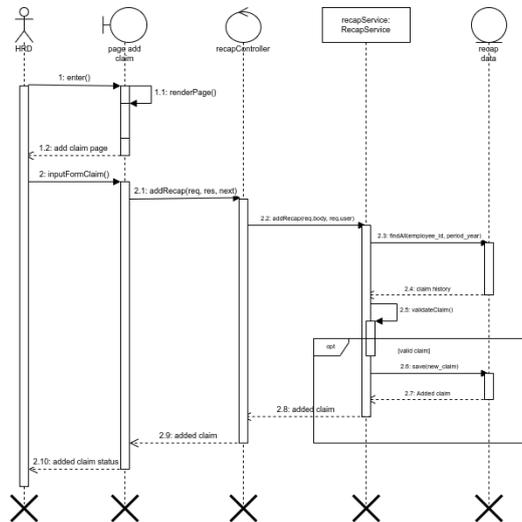
Gambar 5. Use Case Diagram

e. Activity Diagram



Gambar 6. Activity Diagram

f. Sequence Diagram



Gambar 7. Sequence Diagram

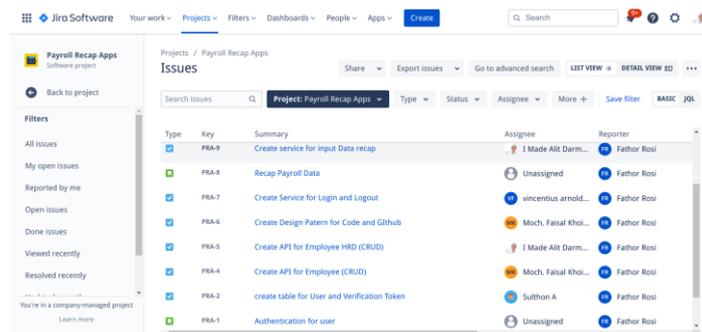
3.2. Sprint

Tahapan sprint merupakan tahapan dimana sistem dikembangkan. Adapun spesifikasi *hardware* dan *software* lingkungan pengembangan dalam penelitian ini yaitu:

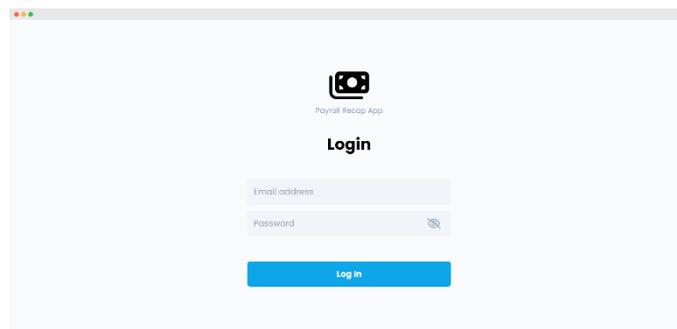
Table 1. Spesifikasi Hardware dan Software

Kebutuhan	Keterangan
Sistem Operasi	Microsoft Windows 11
Processor	Intel® Core™ i5-1035G1 processor (Up to 3.6GHz, 6M cache)
RAM	4 Gb
Hardisk	1 Tb
Software	Bahasa Pemrograman: NodeJs Framework: ExpressJs Database: MySQL IDE: Visual Studio Code

Dalam penelitian ini sistem dikembangkan dalam dua sprint. Sprint pertama berfokus pada persyaratan utama sistem, meliputi fitur CRUD dan *authentication* dan sprint kedua akan berfokus pada fitur lain yang bersifat opsional, meliputi memungkinkan melakukan bulk create dan mengirimkan *recap payroll* secara otomatis. Aplikasi Jira digunakan dalam tahap sprint untuk membantu melakukan manajemen proyek.



Gambar 8. Aplikasi Jira Workspace Management

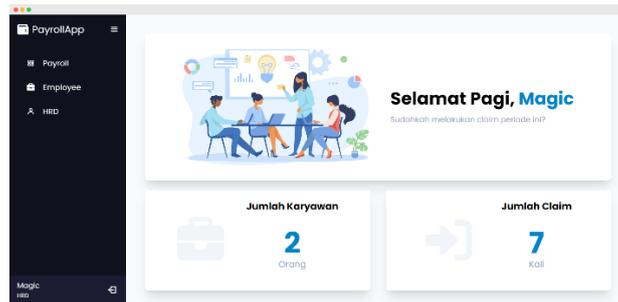


Gambar 9. Halaman Login

Ketika pengguna pertama kali menjalankan aplikasi maka akan diarahkan pada halaman Login. Pengguna perlu memasukkan email dan password yang sesuai dengan akun yang telah terdaftar. Apabila proses login berhasil maka pengguna akan diarahkan pada menu *dashboard*. Pada halaman

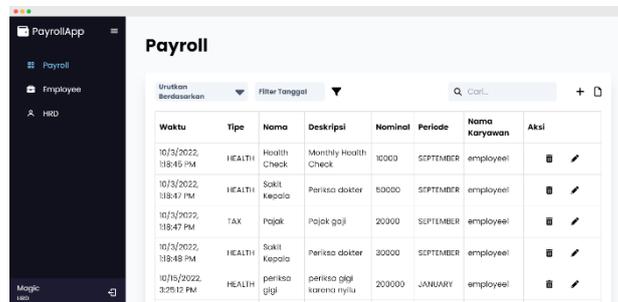
I Made Alit Darma Putra, I Wayan Santiyasa
Rancang Bangun Sistem Payroll Recap Menggunakan Metode Agile Development

dashboard akan terdapat beberapa menu yang dapat dipilih oleh pengguna yaitu *payroll*, *user*, dan *logout*.

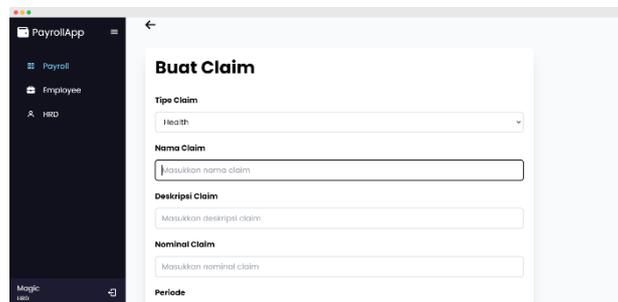


Gambar 10. Halaman Dashboard

- a. Menu *payroll* merupakan menu yang berisi operasi-operasi terkait dengan sistem *payroll* seperti menambah data *claim*, melihat daftar transaksi, serta melihat detail claim untuk karyawan spesifik.

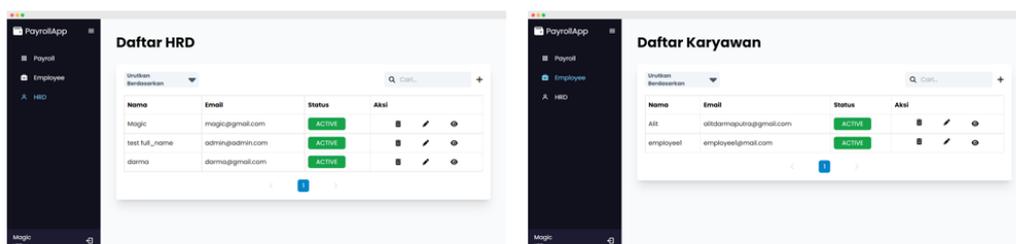


Gambar 11. Menu Payroll

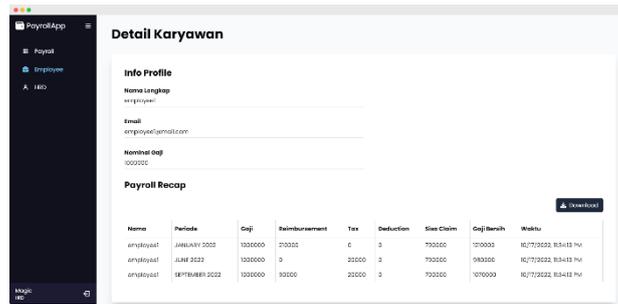


Gambar 12. Menu Buat Claim

- b. Menu *user* merupakan menu yang berkaitan dengan operasi pada pengguna aplikasi yaitu HRD dan karyawan. Pada menu ini terdapat pilihan aksi untuk melakukan penambahan, penghapusan, pengeditan, serta melihat detail dan daftar pengguna.



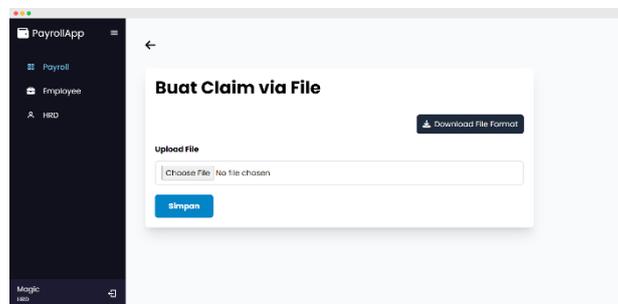
Gambar 13. Menu User HRD dan Karyawan



Gambar 14. Menu Detail Karyawan

c. Menu *logout* merupakan menu yang dapat digunakan untuk keluar dari sesi *login* saat ini.

Pada sprint kedua dilakukan penambahan beberapa fitur lainnya seperti fitur untuk melakukan *bulk create* menggunakan input file, membuat *payroll recap* untuk masing-masing karyawan dalam format pdf, serta mengirimkan *payroll recap* tersebut ke email masing-masing karyawan secara otomatis di setiap akhir bulan.



Gambar 15. Menu Buat Claim melalui File



Gambar 16. Email yang Dikirimkan Server pada Karyawan

Payroll Report per OCTOBER/2022
Employee: 2 - Alit Recap Date: Mon Oct 03 2022 13:01:08 GMT+0800 (Central Indonesia Time)

Total Salary		
Type		Nominal
Salary		1000000
Reimbursement		10000
total salary		1010000

Total Deduction		
Type	Desc	Nominal
TAX	pajak penghasilan	10000
Total deduction		10000

End Total		
Type		Nominal
Total Accepted (salary + reimbursement - deduction)		1000000
Remaining Claim		990000

Gambar 17. Payroll Recap dalam format pdf

Pada setiap akhir sprint dilakukan *testing* terhadap sistem yang telah dikembangkan. Pengujian yang dilakukan berupa whitebox dengan integration testing dan blackbox testing. Adapun hasil pengujian dari sistem yang dibangun yaitu:

The image shows three screenshots of Jest test results. The first screenshot shows tests for user/hrd.test.js with a total of 15,839 ms. The second screenshot shows tests for employee.test.js with a total of 2,112 ms. The third screenshot shows tests for recap.test.js with a total of 7,323 ms. Each screenshot lists various test cases with their execution times and pass/fail status.

Gambar 18. Integration Testing Fitur CRUD Karyawan, HRD, dan Payroll

Pengujian blackbox hanya dilakukan sekali ketika sistem telah selesai dikembangkan. Adapun kategori dan rentang nilai hasil pengujian berdasarkan tabel 2 dan hasil dari pengujian dipaparkan pada tabel 3.

Tabel 2. Kategori dan Rentang Nilai

Interval	Kategori
0 - 1	Sangat Buruk
>1 - 2	Cukup Buruk
>2 - 3	Baik
>3 - 4	Cukup Baik
>4 - 5	Sangat Baik

Tabel 3. Hasil Pengujian Blackbox

Indikator	Kode	Rata-rata	Rata-rata /indikator
Learnability (A)	(A1)	2,733	3,354
	(A3)	2,700	
	(A4)	3,900	
	(A5)	4,083	
Memorability (B)	(B1)	3,083	3,372
	(B2)	3,867	
	(B3)	3,167	
Efficiency (C)	(C1)	4,150	3,450
	(C2)	3,200	
	(C3)	3,000	
Errors (D)	(D1)	3,050	3,744
	(D2)	3,550	
	(D3)	4,633	
Satisfaction (E)	(E1)	4,133	4,175
	(E2)	4,467	
	(E3)	4,167	
	(E4)	3,933	

3.3. Project Closure

Pada tahapan ini merupakan tahapan dimana sistem telah selesai dibangun dan mulai didokumentasikan. Pendokumentasian sistem dilakukan menggunakan aplikasi Postman dengan

alasan kemudahan serta fitur-fitur yang disediakan cukup lengkap dimana memungkinkan untuk menyimpan hasil dari response sistem.



Gambar 19. Dokumentasi Sistem pada Postman

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan, antara lain:

- Rancang bangun sistem *payroll recap* dengan menerapkan metode *agile development* telah berjalan dengan baik serta sistem yang dihasilkan telah memenuhi seluruh *requirements* yang didefinisikan baik pada awal maupun di tengah proses pengembangan.
- Hasil pengujian white box yang dilakukan menunjukkan hasil valid untuk keseluruhan fitur yang dibangun dan hasil pengujian black box mendapat hasil indikator *learnability*, *memorability*, *efficiency*, dan *errors* bernilai cukup baik serta indikator *satisfaction* bernilai sangat baik
- Diperlukan pengembangan lebih lanjut terhadap sistem dengan menambahkan lebih banyak fitur lanjutan seperti sistem monitoring serta tipe karyawan yang tidak hanya terbatas untuk karyawan tetap.

Daftar Pustaka

- [1] B. Barthos, *Manajemen sumber daya manusia : suatu pendekatan makro*. Jakarta: Bumi Aksara, 2004.
- [2] W. Kenton, "What Is Payroll," <https://www.investopedia.com/terms/p/payroll.asp>, Aug. 23, 2022.
- [3] S. M. Bragg, *Essentials of Payroll: Management and Accounting*. John Wiley & Sons, 2003.
- [4] N. Herlinawati, V. Riyanto, and G. Wijaya, "Perancangan Program Penggajian Pada Koperasi Pegawai Republik Indonesia Guru Kancawinaya Karawang Payroll Program Design at The Employee Cooperative of The Republic Indonesia Kancawinaya Teachers Karawang," *Journal of Computing Engineering, System and Science*, pp. 560–571, 2022, [Online]. Available: www.jurnal.unimed.ac.id
- [5] M. Harist, A. Faruk, W. Khalifah Ardi, R. Salam, I. Wiseto, and P. Agung, "Perancangan dan Pembangunan Aplikasi Kursus Bahasa Inggris Lunchat Berbasis Website Dengan Metode Agile," vol. 3, no. 1, 2022.
- [6] M. S. Rumetna, T. N. Lina, I. S. Rajagukguk, F. S. Pormes, and A. B. Santoso, "Payroll Information System Design Using Waterfall Method," *International Journal of Advances in Data and Information Systems*, vol. 3, no. 1, Apr. 2022, doi: 10.25008/ijadis.v3i1.1227.
- [7] I. Sommerville, *Software engineering*. Pearson, 2011.
- [8] C. Kaur and V. Kumar, "Comparative Analysis of Iterative Waterfall Model and Scrum," 2015.

This page is intentionally left blank

Pengamanan Data Kolase Digital Menggunakan Metode Advanced Encryption Standard

I Nyoman Budhiarta Suputra^{a1}, I Ketut Gede Suhartana^{a2}

^ainformatics Department, Faculty of Math and Science, Udayana University
Bali, Indonesia

¹budhisuputra13@email.com

²ikg.suhartana@unud.ac.id

Abstract

Digital Collage is a technique of creating a work of art by sticking or combining several photos into a single unit. technological developments make everything easy, we can easily send files to each other. With the development of technology, collage art has evolved into the digital realm. However, with the ease of disseminating information, digital collage on the internet is very easy to fake or steal. Digital collage requires a digital security to maintain its authenticity and keep it away from irresponsible people. To resolve the problem, a encrypted system was created. This system will use the Advance Encryption Standard method. The encrypted digital collage will provide extra security because only the owner and recipient of the data can see it. From this test it can be concluded that the AES method can be used to encrypt a digital collage.

Keywords: Digital security, AES, Cryptography, symmetric, digital collage

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang sangat cepat ini memungkinkan seseorang untuk saling mengirim data dengan mudah. Namun karena kemudahan ini keamanan dari data yang di kirimkan sering kali diabaikan. Keamanan data merupakan salah satu aspek penting dalam menjaga kerahasiaan sistem informasi. Secara umum data dikategorikan menjadi dua, yaitu data yang bersifat tidak rahasia dan data yang bersifat rahasia seperti data pribadi. Data yang harus dijaga dengan baik dan benar adalah data yang bersifat pribadi karena jika terjadi kebocoran data atau tersebarnya data tersebut akan berdampak buruk pada diri kita sendiri. Tidak hanya data pribadi saja yang menjadi incaran namun data atau file yang memiliki hak cipta. Ada banyak jenis karya yang memiliki hak cipta salah satunya adalah seni kolase.

Kolase berasal dari bahasa prancis (Collage) yang berarti merekat. Kolase adalah kreasi aplikasi yang dibuat dengan menempelkan bahan-bahan tertentu.[1] Seni kolase merupakan seni yang memerlukan tingkat kreativitas yang sangat tinggi untuk membuat suatu karya yang unik dan berbeda dengan lainnya. Oleh karena itu, kasus plagiarisme sangat susah untuk dihindari. Untuk menanggulangi masalah tersebut penulis berinisiatif membuat sebuah aplikasi enkripsi dengan mengimplementasikan algoritma AES yang dipadukan dengan library *base64*.

Algoritma AES adalah salah satu algoritma kriptografi. Kriptografi merupakan suatu metode pengamanan data yang berfungsi untuk menjaga keaslian dan kerahasiaan dari data itu sendiri. Kriptografi biasanya sering digunakan dalam aktivitas bertukar data agar tidak ada pihak ketiga yang memodifikasi ataupun merusak data yang akan di kirimkan. Didalam kriptografi terdapat proses mengacak pesan disebut dengan *encryption* dan proses untuk mengembalikan pesan yang sudah teracak disebut dengan *decryption*. [2]

2. Metode penelitian

2.1 Algoritma AES

Advanced Encryption Standard (AES) merupakan salah satu algoritma kriptografi yang digunakan untuk mengamankan data. Algoritma AES dapat mengenkripsi data menjadi sebuah *chiphertext* yang tidak dapat dibaca langsung. Untuk melihat data yang terenkripsi kita perlu mendekripsi data tersebut. Proses dekripsi ini akan mengembalikan *chiphertext* menjadi data awal atau *plaintext*. Algoritma AES dapat mengenkripsi dan mendekripsi data dengan panjang kunci yang bervariasi, yaitu 128 bit, 192 bit, dan 256 bit. [3]

2.2 Kolase digital

Kolase merupakan sebuah teknik menciptakan sebuah karya seni dengan cara menempel atau menggabungkan beberapa bahan atau objek menjadi satu kesatuan.[4] Seiring perkembangan

teknologi, seni kolase mulai berkembang ke ranah digital. Seni kolase memerlukan kreatifitas dan imajinasi yang tinggi untuk menciptakan karya seni yang menarik dan memiliki keunikannya tersendiri. Kolase digital ini sedikit berbeda dengan kolase konvensional karena bahan yang digunakan dari kolase digital ini adalah gabungan dari beberapa foto atau gambar yang nantinya disatukan menjadi sebuah kesatuan.

2.3 Kriptografi

Kriptografi merupakan suatu metode pengamanan data yang berfungsi untuk menjaga keaslian dan kerahasiaan dari data itu sendiri. Saat pertukaran data Kriptografi memungkinkan informasi hanya diketahui oleh pengirim dan penerima. Cara kerja dari kriptografi adalah mengubah pesan atau data menjadi suatu baris kode dan membuat kunci yang hanya dimiliki oleh pemilik data, kunci inilah yang nanti akan diberikan kepada penerima pesan atau data agar si penerima dapat membaca pesan atau data yang diberikan.

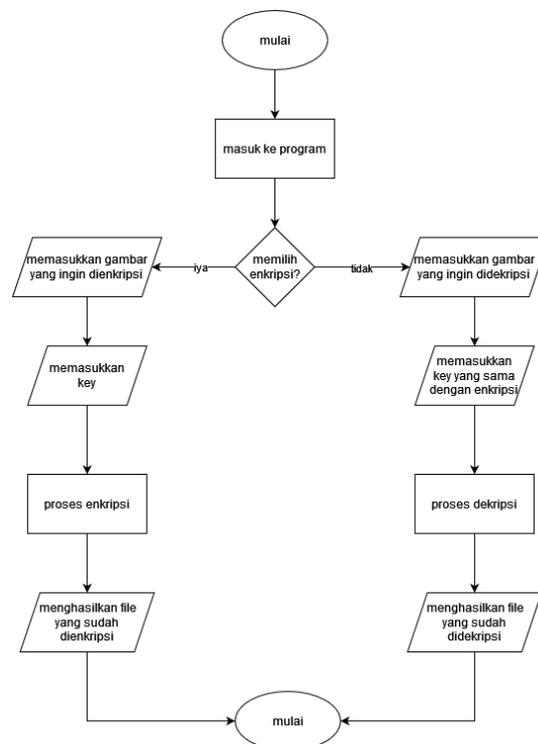
2.4 CFB

Data dienkripsikan dalam unit yang lebih kecil daripada ukuran blok. Unit yang dienkripsikan dapat berupa bit per bit, 2 bit, 3 bit, dan seterusnya. Bila unit yang dienkripsikan satu karakter setiap kalinya, maka mode CFB-nya disebut CFB 8-bit. Secara umum CFB n-bit mengenkripsi *plaintext* sebanyak n bit setiap kalinya, yang mana $n = m$ ($m =$ ukuran blok).[5] Mode CFB memerlukan antrian yang memiliki ukuran yang sama dengan blok input. Algoritma enkripsi dengan mode CFB adalah sebagai berikut:

1. Antrian diisi dengan IV atau *initialization vector*.
2. Enkripsikan antrian dengan kunci K. n bit paling kiri dari hasil enkripsi berlaku sebagai keystream (k_i) yang kemudian diXOR-kan dengan n-bit dari *plaintext* menjadi n-bit pertama dari *ciphertext*. Salinan (copy) n-bit dari *ciphertext* ini dimasukkan ke dalam antrian (menempati n posisi bit paling kanan antrian), dan semua m-n bit lainnya di dalam antrian digeser ke kiri menggantikan n bit pertama yang sudah digunakan.
3. Lalu terapkan langkah 2 pada bit *plaintext*.

2.5 Desain system

a. Flowchart system



Gambar 1. alur program

b. Penjelasan

Pada gambar 1 dijelaskan mengenai alur dari program enkripsi menggunakan algoritma AES. Proses enkripsi dan dekripsi dapat dilakukan dengan langkah-langkah berikut:

1. Pertama-tama user memasuki program.
2. User diminta untuk memilih menu yaitu enkripsi atau dekripsi.

3. Jika user memilih enkripsi maka user akan diminta untuk memasukkan file yang ingin dienkripsi.
4. Lalu user memasukkan key atau password untuk proses enkripsi.
5. Setelah memasukkan key atau password maka proses enkripsi akan berjalan.
6. Setelah berhasil akan dihasilkan file yang sudah di enkripsi.
7. Jika user memilih menu dekripsi user akan diminta memasukkan file yang sudah dienkripsi.
8. Lalu user akan memasukkan key atau password yang sama dengan yang tersematkan di dalam file enkripsi tersebut.
9. Setelah memasukkan password maka file tersebut akan didekripsi.
10. Setelah berhasil akan dihasilkan file yang sudah didekripsi.

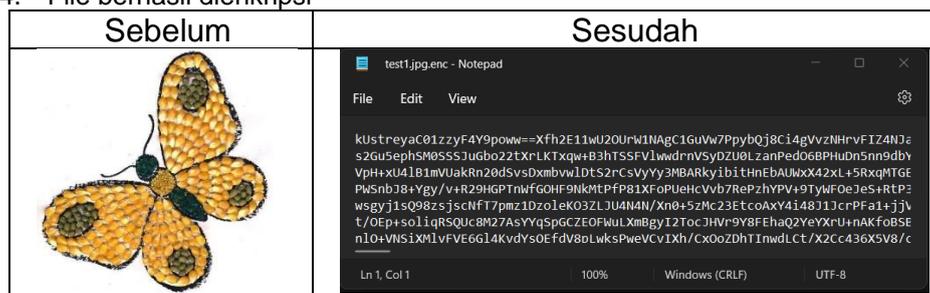
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Implementasi Algoritma AES

Metode yang digunakan pada implementasi ini adalah AES yang bersifat simetris untuk melakukan enkripsi terhadap kolase digital atau gambar. Kolase digital yang diinputkan akan dirubah terlebih dahulu ke bentuk text agar dapat dienkripsi. Pengubahan bentuk ini dapat dilakukan dengan mengimport *library base64*, lalu setelah dirubah menjadi text maka akan masuk ke proses enkripsi menggunakan algoritma AES dengan mode CFB. Algoritma ini juga diimport dari *library pycryptodome* yang memiliki banyak fungsi dari enkripsi itu sendiri. alur program adalah sebagai berikut:

a. Enkripsi

1. Memasukkan nama file (test1.jpg) yang sudah berada pada satu folder.
2. Jalankan program.
3. Memasukkan key yang ingin digunakan dalam proses enkripsi.
4. File berhasil dienkripsi



b. Dekripsi

1. Memasukkan nama file(test1.jpg.enc) yang berada pada satu folder.
2. Jalankan program.
3. Memasukkan key yang sudah dibuat pada saat enkripsi.
4. File berhasil didekripsi

3.2 Pengujian

Dalam pengujian implementasi ini penulis menggunakan data gambar kolase digital sebanyak 8 buah dengan ukuran yang berbeda dan format jpg. Berikut merupakan hasil yang didapatkan:

Nama	Ukuran Awal	Waktu	Hasil
test1.jpg	3mb	0,2sec	4mb
test2.jpg	6mb	0,2sec	8mb
test3.jpg	42mb	2sec	56mb
test4.jpg	41mb	1,4sec	55mb
test5.jpg	7mb	0,4sec	9mb
test6.jpg	8mb	0,4sec	11mb
test7.jpg	4mb	0,2sec	5mb
test8.jpg	5mb	0,2sec	6mb

Table 1. Pengujian Enkripsi

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa ukuran file yang dienkripsi akan bertambah dan waktu enkripsi dari

masing masing file berskala dengan ukuran filenya. Waktu yang tertera pada tabel 1 memperoleh rata-rata 0,62 second. Dilanjutkan dengan pengujian dekripsi dapat dilihat pada tabel berikut:

Nama	Ukuran Awal	Waktu	Hasil
Test1.jpg	4mb	0,1sec	3mb
test2.jpg	8mb	0,2sec	6mb
test3.jpg	56mb	1,2sec	42mb
test6.jpg	55mb	1,2sec	41mb
test7.jpg	9mb	0,2sec	7mb
Test8.jpg	11mb	0,2sec	8mb
Test9.jpg	5mb	0,1sec	4mb
Test10.jpg	6mb	0,2sec	5mb

Tabel 2. Pengujian Dekripsi

Dari data yang ditampilkan pada tabel 2 terlihat bahwa ukuran file setelah dekripsi sama dengan ukuran file sebelum dilakukannya proses enkripsi, namun terdapat sedikit perbedaan dari segi waktu yang diperlukan untuk mendekripsi file yang sudah di enkripsi. Waktu yang diperlukan untuk dekripsi relatif lebih singkat yaitu didapatkan rata-rata 0,42 second.

4. Kesimpulan

Dari penjelasan yang telah dibuat pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa karya seni kolase digital merupakan karya seni dengan tingkat kesulitan yang tinggi karena untuk membuat sebuah karya seni kolase diperlukannya imajinasi dan kreativitas yang sangat tinggi. Data kolase digital bisa disimpan dan dienkripsi menggunakan sistem keamanan kriptografi, yaitu *Advance Encryption Standard*. Pada sistem ini, dilakukan pengujian .enkripsi dan dekripsi dengan masing-masing 8 buah data. Yang diuji adalah waktu yang diperlukan untuk proses enkripsi maupun dekripsi dan ukuran file setelah enkripsi dan dekripsi. Dari hasil pengujian didapatkan waktu rata-rata yang diperlukan untuk mengenkripsi file adalah 0,62 second dan waktu rata-rata yang diperlukan untuk dekripsi adalah 0,42 second. Dari ukuran file terlihat bahwa ukuran file yang dienkripsi mengalami penambahan dan ukuran file setelah didekripsi akan kembali lagi ke ukuran semula sebelum file tersebut mengalami proses enkripsi.

References

- [1] N. R. Puspitasari and I. Zultiar, "Penggunaan teknik kolase terhadap kemampuan motorik halus anak usia 5-6 tahun PAUD Warci Jaya tahun ajaran 2017-2018," *Utile J. Kependidikan*, vol. 4, no. 1, pp. 48–53, 2018.
- [2] H. Mukthar, "Kriptografi untuk Keamanan Data," *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2018.
- [3] J. Handoyo and Y. M. Subakti, "Keamanan Dokumen Menggunakan Algoritma Advanced Encryption Standard (Aes)," *J. SITECH Sist. Inf. dan Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 143–152, 2020, doi: 10.24176/sitech.v3i2.5865.
- [4] Y. R. K. Wati, "Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember," *Digit. Repos. Univ. Jember*, no. September 2019, pp. 2019–2022, 2017.
- [5] C. Lung and R. Munir, "Studi Dan Implementasi Advanced Encryption Standard Dengan Empat Mode Operasi Block Cipher," pp. 1–10, 1997.

Sistem Informasi Penjualan Banten Dan Sarana Upacara Adat Bali Berbasis Website

Ida Ayu Bintang Kartika Maharani^{a1}, I Ketut Gede Suhartana ^{a2}

^aInforrmatics Departement, Udayana University
Bali, Indonesia

¹dayubintang09@gmail.com

²ikg.suhartana@unud.ac.id

Abstract

Bali merupakan salah satu pulau di Indonesia. Bali dikenal dengan adat dan budaya yang masih menjadi daya tarik wisatawan selain pesona alam bali yang indah. Adat Istiadat dan budaya di Bali telah diwariskan dan dilestarikan dari generasi ke generasi. Upacara adat di bali kurang lengkap tanpa adanya sarana upacara. Sarana Upacara di Bali adalah Upakara. Di Bali Upakara dikenal dengan istilah Banten. Sebagian besar penjual banten dan sarana upacara di bali masih menggunakan sistem penjualan manual seperti pencatatan masih menggunakan kertas. Dengan menggunakan sistem komputerisasi seperti saat ini akan memudahkan pedagang melakukan transaksi dengan pelanggan dan memanajemen data

Keywords: Sistem, Banten, Bali, Website

1. Introduction

Bali merupakan salah satu pulau di Indonesia yang terletak di antara pulau Jawa dan pulau lombok. Bali merupakan tujuan wisata Internasional yang seringkali dikenal oleh wisatawan internasional daripada Indonesia. Bali dikenal dengan adat dan budaya yang masih menjadi daya tarik wisatawan selain pesona alam bali yang indah. Adat Istiadat dan budaya di Bali telah diwariskan dan dilestarikan dari generasi ke generasi. Adat, budaya, sampai upacara yang unik di Bali inilah yang menjadi daya tari wisatawan yang berkunjung ke Bali. Upacara adat di bali kurang lengkap tanpa adanya sarana upacara. Sarana Upacara di Bali adalah *Upakara*. Di Bali Upakara dikenal dengan istilah Banten. Banten memiliki arti yaitu Wali. Maka Upakara Dewa Yadnya sering disebut Puja Wali. Wali yang berarti wakil mengandung pengertian Simbolis dan Filosofis, bahwa banten tersebut yang merupakan wakil dari pada isi alam semesta yang diciptakan oleh Hyang Widhi / Tuhan Yang Maha Esa.

Pada era globalisasi saat ini, banyak masyarakat menggunakan teknologi untuk kebutuhan hidup mereka sehari-hari. Salah satunya bagi perusahaan sampai dagang digunakan untuk transaksi dan pencatatan data barang yang dijual. Saat ini sebagian besar penjual banten dan sarana upacara di bali masih menggunakan sistem penjualan manual. Kekurangannya dengan sistem manual seperti pencatatan, pencarian stok barang masih manual menggunakan kertas dan memakan waktu yang lama serta rentan terjadi kesalahan. Dengan menggunakan sistem komputerisasi seperti saat ini sangat memudahkan perusahaan-perusahaan sampai pedagang untuk mencatat, mencari, menambah, mengurangi stok barang dan memudahkan melakukan transaksi dengan pelanggan. Sistem ini dibuat untuk memudahkan penjual banten dan sarana upacara di Bali melakukan transaksi dengan pelanggan dan memanajemen data barang yang tersedia dengan mudah.

2. Research Methods

2.1 Metode Pengumpulan Data

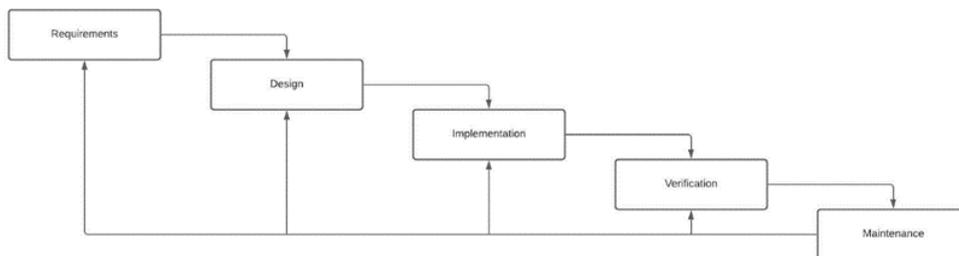
Dalam pengumpulan data dan informasi, peneliti melakukan penelitian dengan menggunakan metode, seperti berikut :

- a. Observasi
Teknik pengumpulan data yang diperoleh dengan cara melakukan penelitian ke pedagang-pedagang banten dan sarana upacara adat Bali.
- b. Studi Literatur
Teknik pengumpulan data yang diperoleh dengan cara mencari referensi-referensi yang ada dan sesuai dengan permasalahan yang akan dibahas untuk membantu membangun konsep-konsep dalam penulisan.

2.2 Metode Pengembangan Sistem

Metode yang digunakan dalam sistem ini yaitu dengan menggunakan metode *waterfall*. Metode *waterfall* merupakan suatu jenis model pengembangan website dan termasuk ke dalam siklus hidup klasik atau *classic life cycle*, yang dimana menekankan fase yang sistematis dan juga berurutan. digambarkan seperti air terjun yang dimana setiap tahap dikerjakan secara berurutan dari atas ke bawah.

Berikut merupakan gambaran dari metode *waterfall* :



Gambar 1. Metode Waterfall

2.2.1 Analisis Kebutuhan Sistem (Requirements)

Tahap pertama pada metode waterall yaitu analisis kebutuhan sistem. Menganalisa kebutuhan sistem seperti hardware, software, informasi dan data pendukung. Dan menganalisis kegunaan sistem yang pengguna inginkan. Informasi yang diperoleh pada sistem ini yaitu, studi literatur, dan observasi. Pada tahap ini spesifikasi kebutuhan sistem didokumentasikan sebagai dasar untuk semua pengembangan di masa mendatang yang menghasilkan dokumen persyaratan untuk menentukan apa yang harus dilakukan aplikasi.

2.2.2 Perancangan Sistem (Design)

Pada tahap perancangan sistem atau desain mencakup kepentingan desain teknis. memberikan gambaran jelas dan lengkap mengenai apa yang harus dilakukan dan bagaimana tampilan dari suatu sistem yang diinginkan. Pada tahap ini juga akan berpusat pada perancangan interface sistem.

2.2.3 Implementasi Sistem (Implementation)

Dalam tahap implementasi, akan dilakukan penulisan *code* program sistem. Dengan menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman dan beberapa *tools* yang digunakan, sesuai dengan kebutuhan sistem. Tahap Implementasi membangun sistem sesuai dengan analisis kebutuhan pada tahap sebelumnya. Dan pada tahap ini juga akan dilakukan pemeriksaan lebih mendalam pada modul yang telah dibuat untuk memeriksa kelengkapan fungsi yang diinginkan.

2.2.4 Pengujian Sistem (Verification)

Pada tahap pengujian sistem, akan dilaksanakan penggabungan modul-modul yang telah dibuat pada tahap implementasi. dan akan dilakukan pengujian sistem untuk mengevaluasi apakah sistem sudah sesuai dengan yang diinginkan atau masih ada kesalahan yang ada pada sistem. Dengan adanya tahap ini dapat menghindari terjadinya *error*, *bug* pada program sebelum sistem digunakan.

2.2.5 Pemeliharaan Sistem (Maintenance)

Tahapan terakhir pada metode waterfall adalah tahap pemeliharaan. sistem yang sudah jadi akan dijalankan dan dipelihara untuk jangka panjang dan memastikan agar sistem berjalan sesuai dengan yang diinginkan.

3. Result and Discussion

3.1 Analisis Kebutuhan

Analisis kebutuhan sistem adalah suatu proses yang penting saat evaluasi program, dengan menganalisis kebutuhan sistem akan menghasilkan gambaran yang jelas kondisi yang nyata dengan kondisi yang diinginkan *user*. Berikut merupakan kebutuhan sistem dan pengguna pada website ini.

a. Analisis Kebutuhan Perangkat Lunak atau Software

Berikut merupakan software yang digunakan untuk merancang sistem, antara lain :

- XAMPP digunakan sebagai web server
- MySQL digunakan sebagai data server
- Visual Studio Code digunakan sebagai *text editor*
- Bootsrap digunakan sebagai *Front – end* website
- Laravel digunakan sebagai *Back – end* website

b. Analisis Kebutuhan Perangkat Keras atau Hardware

Berikut merupakan perangkat keras yang digunakan untuk merancang dan menjalankan sistem, antara lain :

- Tipe Laptop : ASUS X415
- Sistem Operasi : Windows 11
- Processor : Intel® Core™ i5-1035G1 Processor 1.0 GHz (6M Cache, up to 3.6 GHz)
- RAM : 4GB

c. Analisis Kebutuhan Pengguna

Pengguna yang dapat menggunakan sistem, yaitu :

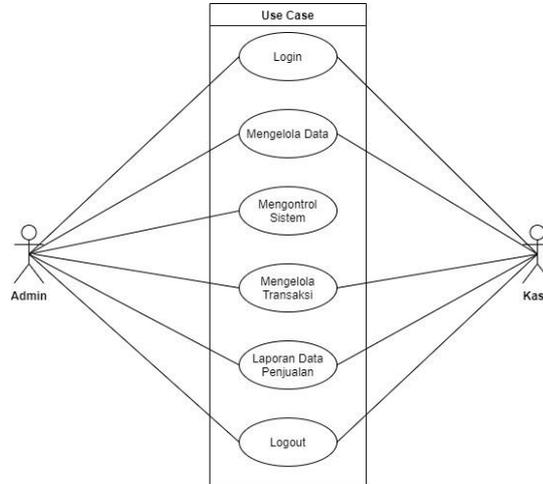
- Admin merupakan pengguna yang memiliki hak akses keseluruhan sistem seperti, mengelola data, mengontrol sistem, mengelola transaksi, laporan data penjualan, dan lain sebagainya.
- Kasir merupakan pengguna yang hanya memiliki hak akses di beberapa fitur sistem seperti, mengelola data, mengelola transaksi, dan laporan data penjualan.

3.2 Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan gambaran lengkap mengenai apa yang harus dilakukan dan bagaimana tampilan dari suatu sistem

3.2.1 Use Case Diagram

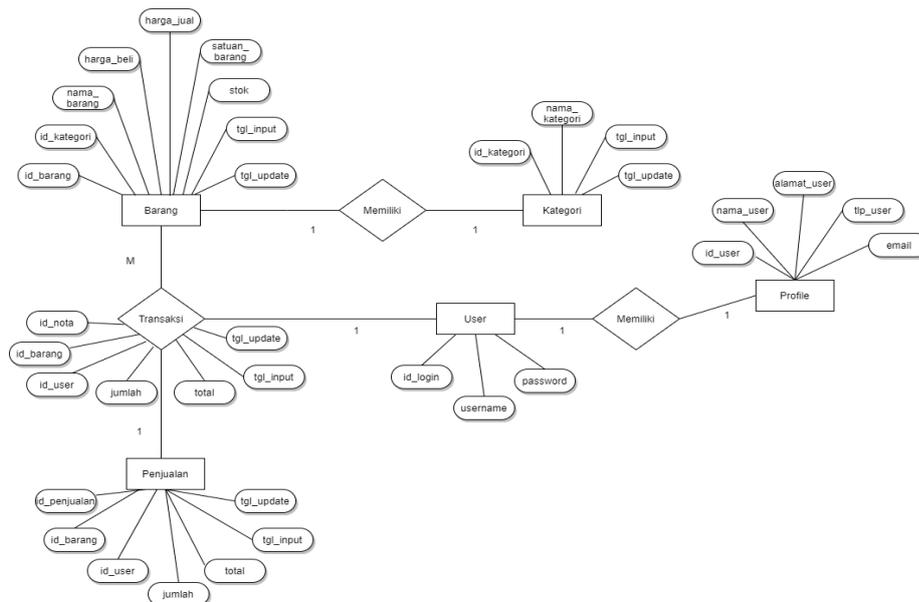
Use case diagram merupakan suatu diagram yang digunakan untuk mendefinisikan kegiatan yang dapat dilakukan oleh sistem. use case diagram pada sistem ini diidentifikasi dengan kegiatan aktor admin dan aktor kasir. Berikut merupakan gambaran use case diagram sistem.



Gambar 2. Use Case Diagram

3.2.2 Entity Relationship Diagram (ERD)

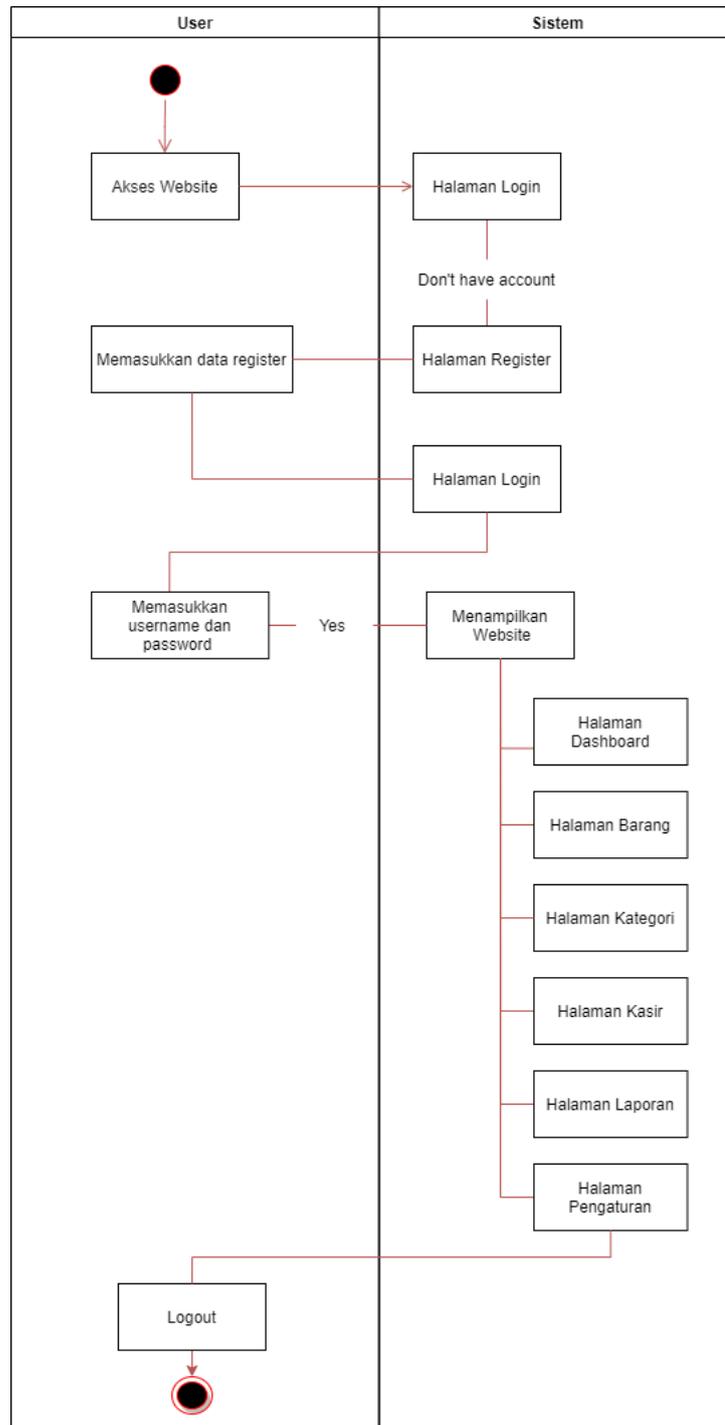
Entity Relationship Diagram (ERD) adalah suatu diagram yang menggambarkan kebutuhan data dalam suatu sistem, digunakan untuk mempermudah tahap analisis dari kebutuhan data yang diperlukan dalam merancang sistem. Berikut merupakan gambaran Entity Relationship Diagram pada sistem ini.



Gambar 3. Entity Relationship Diagram

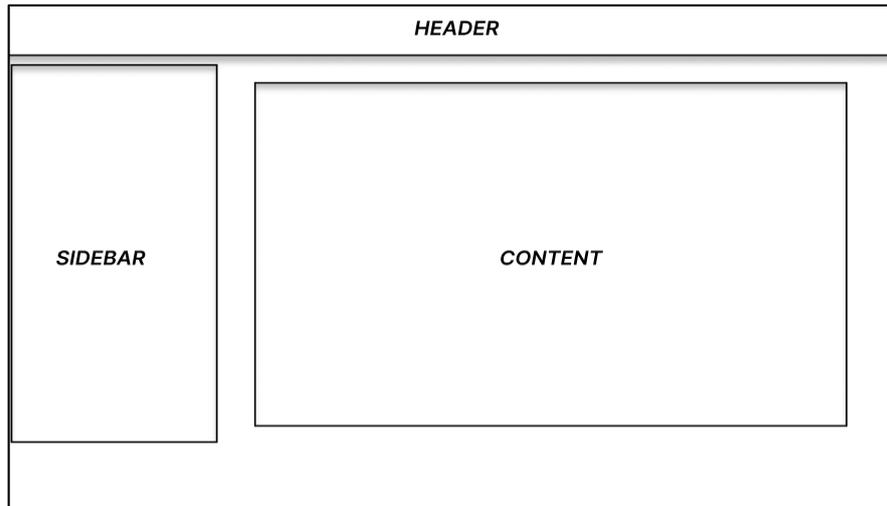
3.2.3 Activity Diagram

Activity diagram adalah suatu diagram yang digunakan untuk melakukan penggambaran visual pada alur sistem yang dibangun. Berikut gambaran activity diagram pada sistem ini.



Gambar 4. Activity Diagram

3.2.4 Design dan Tampilan Perancangan Website



Gambar 5. Prototype Website

3.3 Implementasi Sistem

Implementasi merupakan tahap penulisan *code* program sistem. Dengan menggunakan berbagai macam bahasa pemrograman dan beberapa *tools* yang digunakan, sesuai dengan kebutuhan sistem. Berikut merupakan implementasi sistem :

a. Halaman *Login*

Pada halaman *login*, *user* memasukkan *username* dan *password* agar dapat mengakses sistem.

The screenshot shows a login form titled 'Login'. It features two input fields: 'Username' with the placeholder text 'Bintang' and 'Password' with masked characters '*****'. Below the fields is a prominent blue 'Login' button. At the bottom of the form, there is a link that reads 'Don't have an account? [Create new one](#)'.

Gambar 6. Halaman Login

b. Halaman *Register*

Pada halaman *register*, *user* akan memasukkan data diri dan membuat *username* dan *password* untuk dapat *login* ke sistem.

The screenshot shows a registration form with the following fields and values:

- Nama *: Bintang
- Username *: Bintang
- Email *: bintang@gmail.com
- Password *: [masked]
- Confirm Password: [masked]
- Alamat: Bali, Indonesia
- Nomor Telepon: 087885678990

A red asterisk indicates that fields marked with an asterisk are mandatory. A blue "Register" button is located at the bottom of the form.

Gambar 7. Halaman Register

c. Halaman *Dashboard*

Pada halaman dashboard, akan menampilkan tanggal saat *user* mengakses sistem, dan menampilkan jumlah barang, jumlah stok barang, jumlah barang yang telah terjual, dan jumlah kategori barang.

The dashboard page features a sidebar menu on the left with the following items: Dashboard, Barang, Kategori, Kasir, Laporan, Pengaturan, and Logout. The main content area displays the date "Hari ini: 28 October 2022" and four summary cards:

- Nama Barang**: 5 items, with a link to "Tabel Barang >>"
- Stok Barang**: 48 items, with a link to "Tabel Barang >>"
- Telah Terjual**: 1 item, with a link to "Tabel laporan >>"
- Kategori Barang**: 2 items, with a link to "Tabel Kategori >>"

Gambar 8. Halaman Dashboard

d. Halaman *Barang*

Pada halaman barang terdapat data barang, yang dimana *user* dapat menambah barang, menghapus barang, dan meng*update* barang. Terdapat juga fitur sortir stok kurang yang akan menampilkan barang dengan stok yang berkurang maupun kosong.

The "Data Barang" page displays a table with the following data:

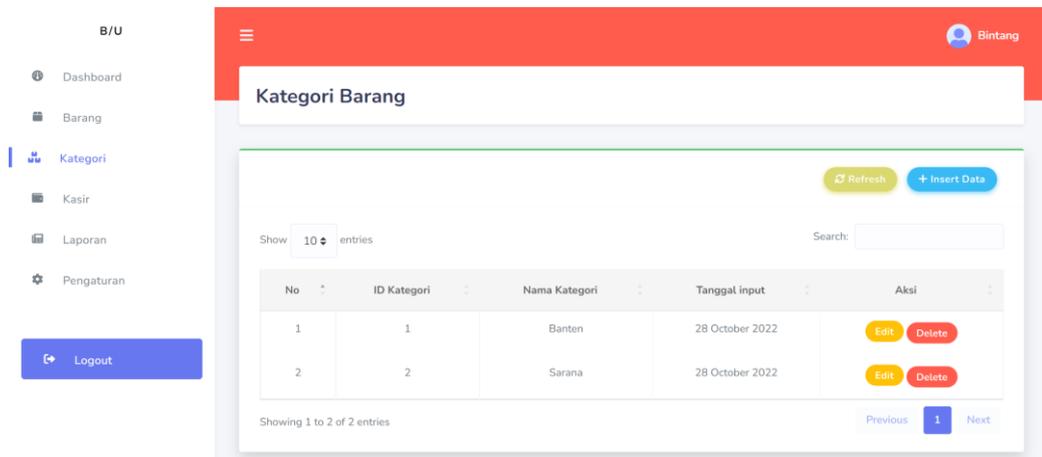
No	ID Barang	Kategori	Nama Barang	Stok	Harga Beli	Harga Jual	Satuan	Aksi
1	5	Banten	Tipat Dampul	10	1500	3000	PCS	Edit Hapus
2	4	Banten	Banten Prayascita	10	50000	60000	PCS	Edit Hapus
3	3	Banten	Banten Sodan	10	8000	10000	PCS	Edit Hapus
4	2	Banten	Banten Saraswati	10	10000	15000	PCS	Edit Hapus

Additional features include a "Refresh" button, a "Sortir Stok Kurang" button, and an "Insert Data" button. The table also includes a search bar and a "Show 10 entries" dropdown.

Gambar 9. Halaman Barang

e. Halaman Kategori

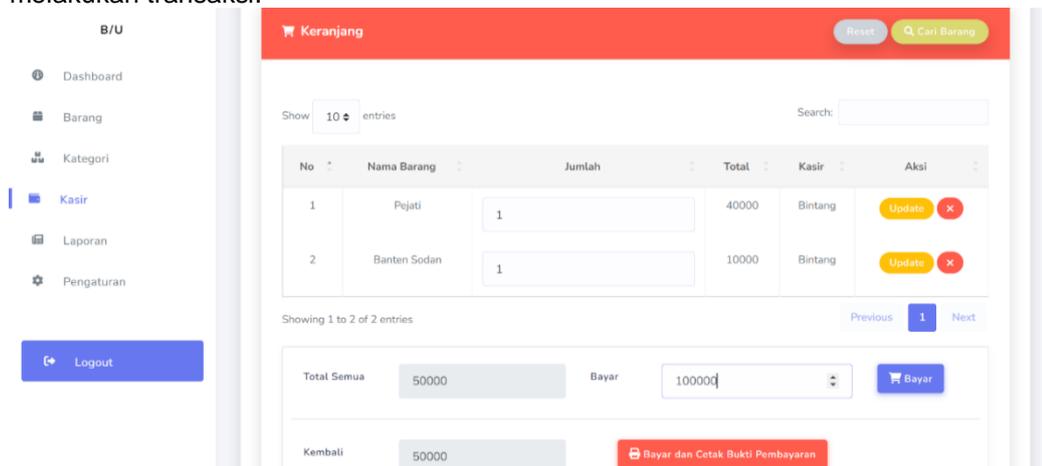
Pada halaman kategori sama seperti halaman barang, dimana *user* dapat menambah kategori, menghapus kategori dan meng*update* kategori barang.



Gambar 10. Halaman Kategori

f. Halaman Kasir

Pada halaman kasir, *user* dapat menginput barang yang dibeli oleh pembeli. Kemudian sistem menghitung total barang yang dibeli oleh pembeli. dan terdapat fitur bayar dan cetak bukti pembayaran yang akan menampilkan nota atau bukti transaksi setelah melakukan transaksi.

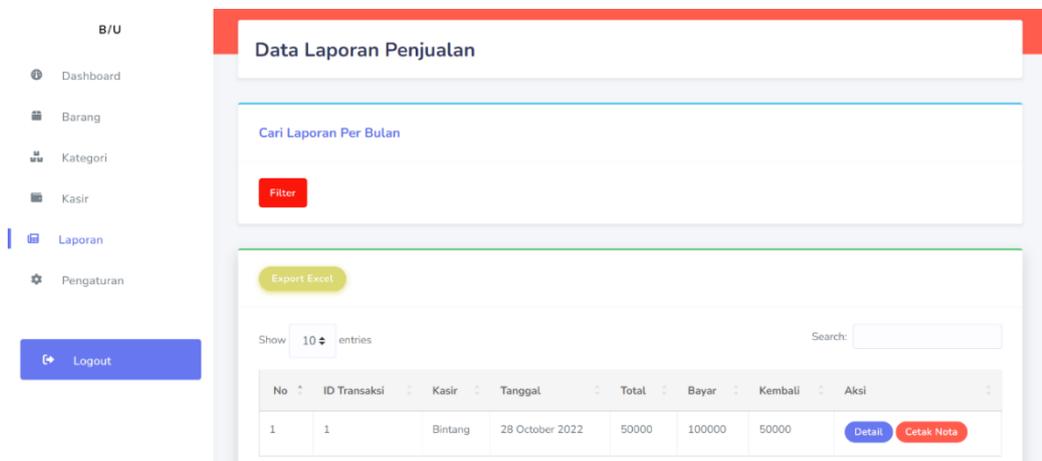


Gambar 11. Halaman Kasir

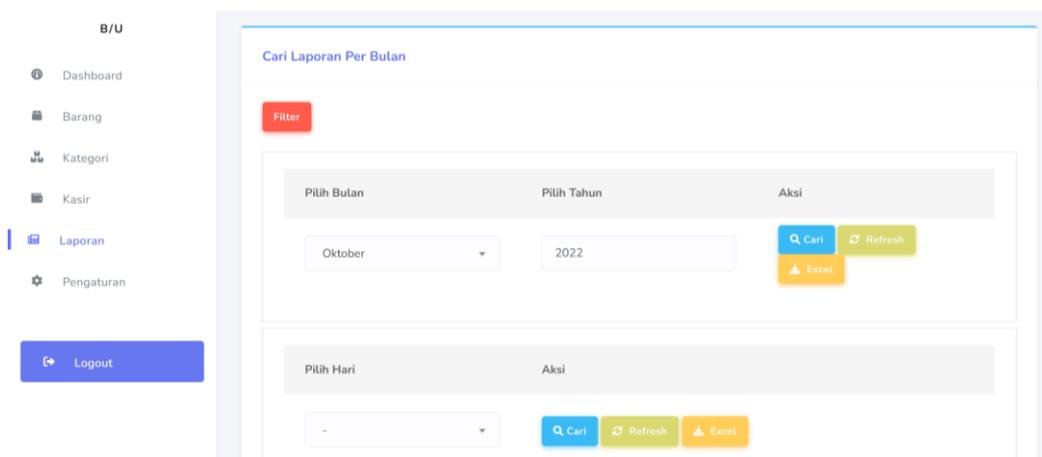


Gambar 12. Tampilan Nota

- g. Halaman Laporan Penjualan
Pada halaman laporan, terdapat laporan penjualan pada hari tersebut. Dan terdapat fitur cari laporan per bulan. *User* dapat mencari laporan per bulan dengan memilih bulan dan tahun. Dan *user* dapat export laporan penjualan dengan tipe file excel.



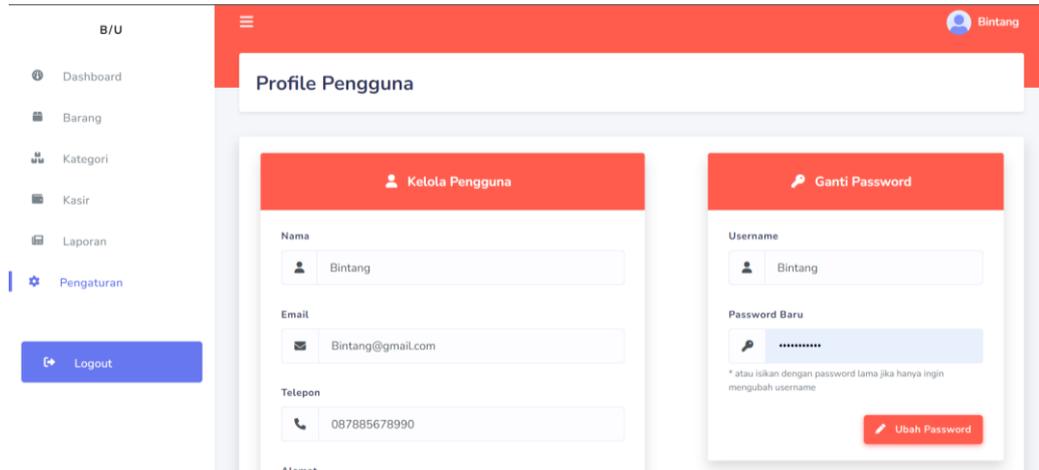
Gambar 13. Halaman Laporan



Gambar 14. Tampilan Fitur Cari Laporan Per Bulan

h. Halaman Pengaturan

Pada halaman pengaturan, terdapat fitur kelola pengguna dan ganti *password*. Fitur kelola pengguna *user* akan menampilkan data diri *user* dan *user* dapat mengubah data diri. Fitur ganti *password* akan menampilkan *username*, *password user* dan *user* dapat mengubah *username* dan *password*.



Gambar 15. Halaman Pengaturan

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahap pengujian sistem untuk mengevaluasi apakah sistem sudah sesuai dengan yang diinginkan atau masih ada kesalahan yang ada pada sistem.

Pada sistem ini pengujian sistem menggunakan pengujian *Black-box testing*.

Berikut hasil dari pengujian sistem ini.

Id	Penjelasan Pengujian	Hasil yang diinginkan	Hasil Pengujian	Kesimpulan
PS01	Pada halaman <i>login user</i> menginput <i>username</i> dan <i>password</i> kemudian menekan tombol <i>login</i>	<i>Login</i> dapat dilakukan dan sistem akan mengarahkan <i>user</i> pada halaman <i>dashboard</i>	<i>Login</i> sistem berhasil kemudian mengarahkan ke halaman <i>dashboard</i>	Sesuai dengan yang diharapkan
PS02	Pada halaman register <i>user</i> dapat register akun, dengan memasukkan nama, <i>username</i> , <i>password</i> , email, nomor handphone, dan alamat. Kemudian login sistem	Register dapat dilakukan dan sistem akan mengarahkan <i>user</i> pada <i>login</i> sistem	Register sistem berhasil kemudian mengarahkan ke halaman <i>login</i> sistem.	Sesuai dengan yang diharapkan
PS03	Pada halaman <i>dashboard</i> dapat mengakses data barang, stok barang,	Halaman <i>dashboard</i> dapat menampilkan jumlah barang, stok barang, jumlah kategori dan laporan	Halaman <i>dashboard</i> berhasil diakses dan menampilkan jumlah barang, stok barang, jumlah kategori, dan	Sesuai dengan yang diharapkan

	kategori barang, laporan penjualan	penjualan pada hari tersebut	laporan penjualan pada hari tersebut	
PS04	Pada halaman data barang terdapat fitur menambah, mengurangi, dan mengupdate data barang	Halaman barang dapat menambahkan, mengurangi, mengupdate data barang	Halaman barang berhasil menambahkan, mengurangi, mengupdate data barang	Sesuai dengan yang diharapkan
PS05	Pada halaman barang terdapat fitur sorting stok kurang dapat mensorting data yang berkurang	Halaman barang dapat mensorting data barang yang berkurang	Halaman barang berhasil mensortir data barang yang berkurang	Sesuai dengan yang diharapkan
PS06	Pada halaman kategori user terdapat fitur menambah, mengurangi, mengupdate data kategori barang	Fitur yang ada pada halaman kategori dapat menambahkan, mengurangi, mengupdate data kategori barang	Fitur yang terdapat pada halaman kategori berhasil menambahkan, mengurangi, mengupdate data kategori barang	Sesuai dengan yang diharapkan
PS07	Pada halaman kasir terdapat fitur mencari barang yang nanti nya terdapat tombol keranjang yang menginput barang yang dipilih dan yang akan dibeli	Fitur mencari barang pada halaman kasir dapat menginput barang yang dipilih	Fitur mencari barang pada halaman kasir berhasil menginput barang yang dipilih	Sesuai dengan yang diharapkan
PS08	Pada halaman kasir terdapat fitur bayar dan cetak pembayaran, dan setelah menekan tombol tersebut akan menampilkan nota	Fitur bayar dan cetak pembayaran pada halaman kasir dapat menampilkan nota pembelian	Fitur bayar dan cetak pembayaran pada halaman kasir dapat menampilkan nota pembelian.	Sesuai dengan yang diharapkan
PS09	Pada halaman laporan terdapat cari laporan perbulan dan setelah memasukkan hari, bulan, dan tahun sistem akan menampilkan data laporan penjualan	Fitur cari laporan penjualan perbulan dapat menampilkan data laporan penjualan	Fitur cari laporan penjualan perbulan berhasil menampilkan data laporan penjualan.	Sesuai dengan yang diharapkan
PS10	Pada halaman pengaturan terdapat fitur kelola pengguna, dapat menampilkan	Fitur kelola pengguna dapat menampilkan dan mengubah data pengguna	Fitur kelola pengguna berhasil menampilkan dan mengubah data pengguna	Sesuai dengan yang diharapkan

	dan mengubah data pengguna			
PS11	Pada halaman pengaturan terdapat fitur ganti <i>password</i> , dapat menampilkan dan mengubah <i>username</i> dan <i>password</i> pengguna	Fitur ganti <i>password</i> dapat menampilkan dan mengubah <i>username</i> dan <i>password</i> pengguna	Fitur ganti <i>password</i> berhasil menampilkan dan mengubah <i>username</i> dan <i>password</i> pengguna	Sesuai dengan yang diharapkan
PS12	Tombol <i>logout</i> , user dapat keluar dari sistem	Saat menekan tombol <i>logout</i> dapat keluar dari sistem. Kemudian akan menampilkan halaman <i>login</i> .	Saat menekan tombol <i>logout</i> berhasil keluar dari sistem. Kemudian menampilkan halaman <i>login</i>	Sesuai dengan yang diharapkan

Tabel 1. Pengujian Sistem

4. Conclusion

Sesuai dengan yang telah diuraikan diatas, maka kesimpulan yang dapat diambil adalah sebagai berikut.

- a. Sistem informasi penjualan banten dan sarana upacara adat bali berbasis website dimaksudkan untuk membangun suatu sistem yang mempermudah pedagang banten dan sarana upacara adat bali dalam melakukan transaksi dengan pembeli dan manajemen data barang.
- b. Dengan menggunakan sistem komputerisasi untuk menggantikan sistem manual sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan informasi yang tepat dan efektif. Dan dengan sistem komputerisasi dapat mengurangi kelalaian dan kesalahan yang sering terjadi.

References

- [1] Hidayat, Rahmat, Siti Marlina, and Lila Dini Utami. "Perancangan sistem informasi penjualan barang handmade berbasis website dengan metode waterfall." *Simnasiptek 2017* 1.1. 175-183, 2017.
- [2] Pudjiarti, Eni, Dini Nurlaela, and Wina Sulistyani. "Sistem Informasi Penjualan Beras Berbasis Website." *Indonesian Journal on Software Engineering (IJSE)* 5.1. 62-74, 2019.
- [3] Ramadhan, Farhan, and Nuraini Purwandari. "Sistem Informasi Penjualan Berbasis Web pada PT. Mustika Jati." *Jurnal Sains Dan Teknologi* 5.1. 43-57, 2018.
- [4] R.A. Adani, "Tahapan Pengembangan Perangkat Lunak dengan Metode Waterfall", 29 December 2020. [Online]. Available: <https://www.sekawanmedia.co.id/blog/metode-waterfall/>. [2 October 2022]
- [5] A. Kesrasetda, "Memahami Makna Pentingnya Sarana Upacara Agama Hindu (Banten)", 06 February 2019. [Online]. Available: <https://kesrasetda.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/memahami-makna-pentingnya-sarana-upacara-agama-hindu-banten-19>. [1 October 2022]

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENT REALITY UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF ANAK

Krisantus Aprieandi Ado Tukan^{a1}, Luh Gede Astuti^{a2}, Author^{b3}

^aDepartment of informatic, Udayana University
Bali, Indonesia

¹chrisantustukan@gmail.com

²lg.astuti@unud.ac.id (Corresponding author)

^bDepartment name, Organization name
Address, Country

³Author3@email.com

Abstract

Augmented Reality (AR) is an audio visual mediain the form of content that can be in the form of 2 dimensions or 3 dimensions placed on physical media where the media is placed. Media is a tool that is useful as a tool to connect the sender and recipient of the message. Meanwhile, learning media is a facility that bridges teaching staff and students in a teaching and learning activity that is useful for providing knowledge, and this process is called a two-way communication process. The media must be involved in this process. With the AR students are expected to think more deeply about the information received. Implementation of teaching and learning activities by utilizing tools in the form of AR able to provide direct benefits in the learning process.tools AR are designed to provide users with more specific information than concrete objects. The function of AR is to visualize an abstract picture in order to provide a more detailed understanding and describe the structure of a specific object model.

Keywords: *Augment Reality, Media Pembelajaran, Pemanfaatan Media*

1. Introduction

Semakin pesat nya perkembangan teknologi di masa sekarang ini menjadikan mobile android sebagai sebuah kebutuhan sekunder yang bersifat primer hingga membuat sebagian lapisan masyarakat sudah banyak menggunakan mobile android. Hal ini disebabkan oleh keuntungan dari kemudahan menggunakan tekonologi yang dirasakan dapat membantu media pembelajaran melalui mobile android. Dengan cara ini diharapkan tenaga pengajar dapat memberikan informasi secara efisien kepada para peserta didik. Kegiatan pembelajaran yang diterapkan dalam proses pembelajaran dengan hanya menggunakan.

buku paket dapat dikatakan pembelajaran satu arah. Dikarenkan, siswa tidak dapat berpikir kreatif dalam visual yang mereka dapatkan dan hal ini akan membuat daya serap siswa sangat berkurang. Media pembelajaran sangat memberikan pengaruh dalam mengembangkan minat yang baru bagi

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENT
REALITY UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF ANAK

siswa dalam proses belajar mengajar, selain itu dapat membangkitkan dorongan internal untuk belajar serta memberikan pengaruh yang positif terhadap anak didik sehingga mampu menambah pemahaman siswa terhadap pelajaran. Pada perspektif pendidik, media dimanfaatkan untuk membantu mempermudah proses mengajar dengan menampilkan data grafik, video, *power point*, dan gambar melalui perangkat komputer untuk memperdalam pemahaman, membantu proses penelaahan, dan memperkuat hasil analisis berdasarkan komponen visual dan verbal. Dengan demikian, diharapkan akan muncul pengalaman yang kuat dalam belajar, yang mampu mengoptimalkan motivasi dan daya serap belajar sekaligus untuk menurunkan retensi belajar.

Pembelajaran interaktif juga dapat membantu menarik minat anak-anak dalam belajar. Fantasi fotografis tercipta ketika anak-anak disajikan bentuk visual yang berwarna dan gerak interaktif. Sementara irama yang teratur memicu rangkaian emosi yang stabil dalam menerima materi-materi kognitif dimana otak mampu mencerna dan mengingat [1].

AR Perancangan proses atau media aplikasi pembelajaran melalui pemanfaatan teknologi AR yang berbasis *mobile android*, dibentuk berdasarkan permasalahan pembelajaran yang dihadapi para siswa. Sehingga setiap siswa yang mengikuti proses belajar mengajar memiliki minat yang tinggi untuk terlibat dalam proses tersebut. Oleh karena itu, AR dapat menjadi sebuah *trend* dan inovasi yang mutakhir dalam dunia digital sehingga dapat beradaptasi dengan aplikasi berbasis *android mobile*.

Jumlah fasilitas pendidikan khususnya Pendidikan Anak Usia Dini (PAUD) dan Taman Kanak-kanak (TK) mengalami peningkatan yang pesat di berbagai kota besar di Indonesia. Dengan meningkatnya populasi masyarakat bekerja di kota-kota besar tersebut, maka pendidikan anak terutama anak yang berada pada usia dini kemudian mengalami pergeseran peran kepada lembaga pendidikan yang spesifik seperti PAUD dan TK. Pola perkembangan sosial ini, tentunya dapat memberikan pengaruh yang sifatnya beragam pada proses pendidikan dan pola pengasuhan baik dari perspektif orang tua maupun anak.

Untuk mengakomodir dinamika dunia pendidikan dan kebutuhan akan akses terhadap pengenalan teknologi, maka berbagai model pendidikan yang bersifat inovatif kemudian bermunculan di masyarakat. Tujuannya tidak lain adalah untuk mengoptimalkan proses pendidikan dan pengenalan terhadap lingkungan secara optimal sedini mungkin. Inovasi ini kemudian melahirkan sejumlah metode pendidikan berbasis teknologi untuk membantu proses pendidikan yang dijalankan.

Meski demikian, Institusi atau lembaga pendidikan terkait umumnya menghadapi berbagai tantangan yang sulit untuk diatasi, terutama pada aspek optimalisasi motivasi internal siswa untuk terlibat dalam proses belajar mengajar. Hal ini terjadi karena siswa pada PAUD dan TK umumnya masih belum memiliki fungsi kognitif yang kuat dan siap untuk menyerap ilmu dalam proses pembelajaran terfokus.

AR menjadi salah satu dari sekian jenis teknologi yang kemudian muncul sebagai hasil dari inovasi atau terobosan dalam proses pendidikan. Dengan teknologi AR yang mengkombinasikan antara proses pembelajaran konvensional dan virtual, maka optimalisasi hasil yang awalnya tidak dapat diraih melalui proses pembelajaran tradisional menjadi relatif lebih mudah untuk dicapai. Anak-anak pada usia PAUD dan TK yang mengandalkan indera mereka dalam proses belajar, tentu akan menjadi lebih termotivasi untuk melibatkan diri dalam proses belajar dengan memanfaatkan teknologi AR yang mengedepankan visualisasi tiga dimensi dalam bentuk gambar dan bentuk. AR sendiri mengusung elemen *visual playability*, dimana pengguna akan didorong untuk ikut serta dan bermain bersama-sama sehingga cocok dijadikan alternatif sarana pembelajaran. *Visual playability* disajikan dalam gaya fantasi, surreal dimana hubungan antara video dan publik dibentuk melalui arena bermain. Tujuan yang ingin dicapai adalah publik terhibur atas sajian di arena bermain tersebut [2]. Permainan elemen visual dan teknik sinematografi sering kali digunakan dalam film. Komposisi simetrik sebagai gaya visual bisa terlihat dinamis jika elemen yang ada saling menopang untuk mencapai kedinamisan.

2. Reseach Methods

2.1. Definisi Augment

Pada dasarnya AR adalah sebuah teknologi yang konsepnya adalah untuk mensinergikan antara objek virtual dan dunia nyata. Dengan demikian, pengalaman yang didapatkan melalui AR akan terasa lebih nyata dan lebih terasa. Dewasa ini AR telah dimanfaatkan di berbagai bidang, tidak hanya di dunia pendidikan tetapi juga di dunia industri. Bidang-bidang tersebut antara lain adalah:

1. Bidang Kedokteran (Medical): Dengan AR memudahkan memberikan simulasi mengenai tindakan dalam bidang kedokteran. Guna memberikan edukasi kepada pasien atau masyarakat umum.
2. Bidang Hiburan (Entertainment): Berfungsi untuk memberikan daya tarik terhadap orang yang melihatnya. Dapat digunakan untuk memberikan sentuhan efek perfilman, tabloid, games
3. Bidang Pelatihan Militer (Military Training): Industri militer telah memanfaatkan AR untuk memberikan simulasi pelatihan terhadap prajuritnya dapat berupa permainan perang. Guna untuk melatih prajurit tersebut ketika berada di medan perang.
4. Bidang Engineering: AR dalam bidang engineering umumnya digunakan untuk mengembangkan sebuah ide atau inovasi. Sebagai contoh, optimalisasi daya laju pada otomotif berdasarkan perspektif aerodinamika, atau untuk memberikan visualisasi tentang rancangan modifikasi tertentu.
5. Bidang Robotics dan Telerobotics: Visualisasi menjadi sangat membantu dalam bidang robotika untuk memberikan pencitraan pengaturan atau fitur pemanfaatan robot dalam sebuah kegiatan.
6. Bidang Consumer Design: AR menjadi ujung tombak dalam dunia desain untuk menarik minat konsumen dalam memasarkan atau mengenalkan produk. Sebagai contoh, brosur dalam bentuk virtual cenderung mendapatkan respon yang lebih baik dibandingkan dengan brosur konvensional, dan juga memberikan spesifikasi produk yang lebih terperinci untuk para konsumen.

Berdasarkan rincian terkait AR tersebut, maka konsep dari AR sendiri dapat dikatakan adalah teknologi yang mengedepankan pergeseran dari konsep konvensional (2D) menjadi konsep modern (3D), yang memberikan manfaat berupa optimalisasi minat dan ketertarikan dari objek yang dituju dalam pengaplikasian AR ini, sekaligus juga juga dapat mengubah perilaku masyarakat dalam berinteraksi atau menggunakan produk dan layanan tersebut [3]. Itulah alasan mengapa AR sangat mudah untuk diterima dan diaplikasikan di berbagai bidang.

2.2. FLARToolkit

FLARToolkit sendiri merupakan aspek pendukung bagi AR. Pembuatannya dilakukan untuk mempermudah proses penggunaan dan pembuatan AR. FLARToolkit berbentuk kumpulan parameter yang bersifat fundamental dan standar dalam proses pembuatan AR seperti kalibrasi, pembuatan bitmap data, flar dan papervision, dan proses-proses penting lainnya. Meskipun alat ini tidak tergolong alat baru, FLARToolkit lebih mudah digunakan dan lebih lengkap untuk membangun AR dibandingkan dengan alat lain seperti ARTToolkit dan NYARtoolkit karena fitur bahasa yang digunakan.

2.3. Media Pembelajaran

Media merupakan sudah hal penting dalam kegiatan pembelajaran. Dengan adanya media, para tenaga pengajar akan lebih mudah untuk menyampaikan pengajaran. Serta, para siswa akan lebih mudah untuk mencerna pembelajaran. Namun, tidak semua para siswa mendapatkan media yang mereka butuhkan. Faktor penghambat yang melatarbelakangi hal itu adalah keterbatasan trainer atau modul. Selain itu, karakteristik dan kemampuan siswa yang tidak sama dalam memahami materi yang diberikan.

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENT REALITY UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF ANAK

Penting untuk merancang sebuah media pembelajaran yang tidak hanya interaktif tapi juga mudah dioperasikan sehingga minat untuk menggunakannya juga meningkat pesat. Dalam kajian Wegig Murwonugroho terhadap situs pariwisata Bandung sebagai promosi budaya ditemukan bahwa sajian situs harus user friendly, fungsional, informatif dan sesuai dengan kebiasaan pengguna dan memiliki faktor-faktor yang menunjang ketertarikan sehingga mampu menarik khalayak pengguna untuk ambil bagian/ikut serta [4]

2.4. Kriteria Pemilihan Media

Tenaga pengajar harus memiliki kemampuan untuk menentukan media pembelajaran yang tepat dan holistik, sehingga dapat mengakomodir kebutuhan setiap siswa yang dinaunginya. Dalam memilih atau menentukan media tersebut, perlu diperhatikan sejumlah faktor penting seperti ketepatan alat, konten pembelajaran, aksesibilitas alat tersebut, dan kesesuaian dengan tingkat kebutuhan dan kemampuan siswa dalam operasionalisasinya. Berdasarkan beberapa pendapat di atas, dapat dirangkum bahwa pendapat-pendapat tersebut memiliki kesamaan dan saling berkorelasi. Media yang ideal adalah media yang memiliki tujuan pembelajaran yang jelas, memiliki efektifitas tinggi, mudah diakses atau memiliki aksesibilitas tinggi, mudah digunakan oleh siswa, dinamis, baik dari segi biaya dan tingkat kesulitan, dan mampu mengakomodir siswa secara holistik.

2.5. Metode Penelitian

Dalam membuat aplikasi ini, ada tahapan-tahapan yang harus dilalui. Hal ini dilakukan agar aplikasi media pembelajaran yang dibuat akan bekerja secara optimal sesuai dengan target perencanaan. Tahapan yang harus dilakukan adalah :

1. Tahapan Pengumpulan Spesifikasi Kebutuhan Pengguna

- Analisis Kebutuhan

Pada tahap ini, dilakukan indentifikasi kebutuhan apa saja yang diperlukan dalam perancangan media pembelajaran. Guru perlu melakukan observasi terhadap mata pelajaran yang akan diajarkan, kompetensi dasar yang ingin dicapai, kemampuan anak dalam menggunakan, dan kemanfaatan aplikasi sebagai penunjang kegiatan.

- Analisis Prangkat Keras

Tahap analisis perangkat keras adalah melakukan identifikasi spesifikasi perangkat keras yang akan digunakan untuk membangun media pembelajaran, dan menjalankan media pembelajaran sebagai uji coba awal.

- Analisis Perangkat Lunak

System Development Life Cycle (SDLC) penelitian ini menggunakan model waterfall. Model waterfall adalah model SDLC tertua dan paling terkenal dengan menyelesaikan tiap tiap tahapan sebelum memulai tahap berikutnya. Perangkat lunak sebagai penunjang dalam pembangunan media pembelajaran perlu diidentifikasi. Perangkat lunak dibutuhkan dalam membangun media pembelajaran ini antara lain : Unity 3D, Vuforia SDK, Adobe Photoshop dan Illustrator 2022, dan figma

2. Tahapan Perencanaan Arsitektur Sistem

Pada tahap ini dilakukan perancangan arsitektur system yang akan dibangun. Rancangan system digambarkan dalam use case diagram, activity diagram, dan sequence diagram

3. Tahap Perancangan Komponen Sistem

Komponen dalam aplikasi media pembelajaran dirancang dalam tahap ini. Perancangan mengacu pada analisis kebutuhan, analisis perangkat lunak, analisis perangkat keras, dan perencanaan arsitektur sistem. Rancangan aplikasi dibuat dalam sebuah storyboard. Storyboard merupakan gambaran secara visual tampilan media pembelajaran dalam bentuk sketsa.

4. Tahap Desain Antar Muka

Desain antar muka dibangun sesuai dengan storyboard yang telah dibangun

5. Tahap Development

Pada tahap development peneliti mengembangkan media pembelajaran berbasis android dengan menerapkan teknologi augmented reality. Pengembangan aplikasi ini memanfaatkan

3. Result and Discussion

Aplikasi PIN.AR merupakan salah satu media pembelajaran yang interaktif dan komunikatif. Media pembelajaran ini dirancang untuk memudahkan anak dalam memahami materi di sekolah serta berpikir kreatif. Media pembelajaran ini dapat digunakan kapan saja dan dimana saja dengan tampilan objek 3D yang dapat dilihat secara langsung oleh anak.

3.1. Aplikasi PIN.AR (Pintar Belajar Dengan Augment Reality)

Aplikasi PIN.AR merupakan aplikasi berbasis Augmented Reality (AR) bertipe marker-based yang didesain sebagai media pembelajaran untuk anak. Aplikasi ini memiliki tampilan yang memudahkan anak untuk memahami fitur di dalamnya. Aplikasi ini memuat gambar 3D yang menarik anak serta memudahkan pemahaman anak akan suatu materi atau gambar secara detail yang terwujud dalam gambar 3D. Wujudnya yang berupa gambar 3D ini dapat melengkapi buku pegangan anak yang terbatas gambar 2D. Objek gambar 3D ini merupakan salah satu keunggulan aplikasi ini yang dapat melengkapi buku pembelajaran di sekolah yang hanya mencakup gambar 2D. Aplikasi ini dapat digunakan pada OS Android minimal 4.4 Kitkat yang mana bisa digunakan pada telepon pintar yang memiliki RAM rendah. Tampilan awal aplikasi ini langsung disuguhkan dengan tutorial penggunaan dan penjelasan fitur yang ada di dalamnya. Fitur yang tersedia ada 4, yakni: fitur scan marker, unduh buku marker, buku pedoman penggunaan dan tentang aplikasi (credits). Siswa dapat mengakses materi pembelajaran melalui fitur scan marker yang berbentuk logo "play". Saat ini penambahan materi pembelajaran hanya dapat dilakukan oleh pencipta atau internal, orang lain atau guru masih belum bisa menambahkan materi pada aplikasi ini. Setelah anak menekan tombol play dan scan marker maka akan terlihat materi pembelajaran baik dalam bentuk 3D, video animasi, maupun video lagu sesuai dengan materi yang ada pada marker tersebut.

Berikut elemen-elemen dalam aplikasi PIN.AR:

- Augmented Reality (AR), merupakan gabungan antara dunia virtual berbentuk dua dimensi atau tiga dimensi dengan dunia nyata yang diproyeksikan dalam bentuk real-time pada saat aplikasi tersebut digunakan. Aplikasi ini berbasis marker based dengan desain user interface PIN.AR.
- Marker, sebagai bentuk penanda pada dunia nyata untuk diproyeksikan melalui dunia maya.
- Objek 3 dimensi, sebagai bentuk visualisasi dari materi yang akan dipelajari siswa.
- Video animasi, berisi tentang materi yang dijelaskan untuk siswa.

Aprieandi, Astuti

PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN INTERAKTIF BERBASIS TEKNOLOGI AUGMENT
REALITY UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KREATIF ANAK

- Kamera, sebagai alat scan marker yang akan menampilkan hasil dari augmented reality.
- Android atau gawai, sebagai penampil hasil proyeksi dunia maya.

Berikut bagian-bagian yang ada dalam aplikasi:

- Tombol *play* AR, untuk *scan* marker yang kemudian menampilkan objek tiga dimensi atau video animasi mengenai pembelajaran tematik.
- Tombol *help* atau bantuan, pengguna dapat mengunduh modul buku panduan penggunaan aplikasi PIN.AR dan marker dalam bentuk buku digital.
- Tombol *download*, pengguna dapat mengunduh marker untuk mengakses materi pembelajaran yang sudah disediakan.
- Tombol *credits* PIN.AR, berisi *credits* pembuatan *augmented reality* untuk pembelajaran tematik serta ucapan terima kasih.



Gambar 1 . Splash screen aplikasi PIN.AR



Gambar 2. Home Aplikasi PIN.AR

02

Pembelajaran 2
Memelihara Organ Pernafasan



Gambar 3. Marker aplikasi PIN.AR



Gambar 4. Bentuk 3D Aplikasi PIN.AR

4. Conclusion

AR sebagai salah satu inovasi media untuk industri pendidikan memberikan manfaat yang besar dalam meningkatkan minat belajar siswa. Berdasarkan pengalaman tenaga pengajar dan siswa, penggunaan AR mampu mengoptimalkan ketertarikan dan antusiasme mereka dalam proses belajar mengajar. AR yang memiliki tampilan gambar dan suara yang baik, mampu mendorong setiap aspek yang terlibat dalam proses pembelajaran untuk mempertahankan fokusnya, sehingga mampu dinyatakan sebagai solusi yang kuat untuk optimalisasi proses belajar di era teknologi ini. Untuk kedepannya, diharapkan bahwa inovasi teknologi dalam industri pendidikan dapat terdorong dengan adanya AR.

Dengan demikian, pemanfaatan AR telah terbukti mampu mengoptimalkan kemampuan siswa untuk mengenali objek berdasarkan bentuk, warna dan tampilannya, karena visualisasi tiga dimensi yang dihasilkan. Selain itu, karena penggunaannya dapat dilakukan pada mobile android, aksesibilitasnya menjadi lebih optimal dan mudah untuk ditemukan serta digunakan oleh setiap pihak yang terlibat dalam sistem pendidikan tersebut.

References

- [1] Cikita, A., & Murwonugroho, W. (2018). Analysis of Novelty of Symmetrical Composition on Visual Dynamic Film "FANTASTIC MR. FOX. Seminar Nasional Cendekiawan Ke 4, Buku 2, 873–878.

- [2] Murwonugroho, W., & Yudarwati, G. A. (2020). Exposure to Unconventional Outdoor Media Advertising. *Pertanika J. Soc. & Hum*, 28(4), 3407–3424.
- [3] Kalbuadi, G. A., Sunarya, Y. Y., & Murwonugroho, W. (2018). Study of Attractiveness of Cultural Promotion in Visually Attractive Elements of Bandung Tourism Website. *Jurnal Seni & Reka Rancang*, 1(1), 19–36.
- [4] F. M. Last name and F. M. Last name, "Proceeding Title" in *Conference Name*, City, Year, vol. Volume, pp. Page Number.

Klasifikasi Penyakit Jantung Dengan Metode Convolutional Neural Network (CNN)

I Ketut Oning Pusparama^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia

¹iktoningpuspa21@gmail.com

²hendra.suputra@unud.ac.id

Abstrak

Penyakit jantung merupakan penyakit yang paling umum terjadi pada manusia. Di Indonesia, penyakit jantung masuk ke dalam salah satu penyakit yang paling banyak menyebabkan kematian. Tingginya angka kematian yang disebabkan penyakit jantung ini terjadi karena kurangnya kesadaran masyarakat terhadap makanan sehat, pengecekan Kesehatan secara berkala, dan kurangnya ahli jantung yang dimiliki. Penyakit jantung terjadi disaat kinerja jantung tidak berjalan seperti seharusnya atau mengalami kelainan. Kelainan ini dapat dideteksi melalui hasil pengolahan citra EKG. Ada beberapa penyebab dari kelainan jantung ini, diantaranya adalah serangan jantung, tekanan darah tinggi, stress, Usia, kolesterol total, kadar trigliserida, hipertensi, dan diabetes melitus. Faktor yang paling berpengaruh terhadap kejadian penyakit jantung adalah kolesterol. Penyakit jantung memiliki beberapa jenis klasifikasi, diantaranya adalah myocardial infarction, dan heart failure. Berdasarkan penyebab dan jenis penyakit jantung yang dapat terjadi pada manusia, maka dibutuhkan sebuah aplikasi yang dapat mengklasifikasi penyakit jantung secara dini dan mandiri. Convolutional Neural Network (CNN) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam pengenalan dan pemrosesan gambar. CNN memanfaatkan proses konvolusi dengan menggerakkan sebuah kernel konvolusi (filter) berukuran tertentu ke sebuah gambar. Mekanisme pengujian menggunakan 218 data dan dibagi kedalam 3 subdata.

Keywords: Penyakit Jantung, Convolutional Neural Network, Information

1. Pendahuluan

Penyakit jantung merupakan penyakit yang terjadi pada sistem pembuluh darah yang mengakibatkan ketidakseimbangan antara suplai dan kebutuhan darah. Berdasarkan data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, angka kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah semakin meningkat dari tahun ke tahun. Setidaknya, 15 dari 1000 orang, atau sekitar 2.784.064 individu di Indonesia menderita penyakit jantung. Pengetahuan yang kurang dari masyarakat tentang gejala penyakit jantung, serta kurang akuratnya peralatan yang digunakan untuk mendiagnosa gejala penyakit jantung yang menyebabkan angka kematian terus bertambah.

Kurangnya akses untuk mencari informasi tentang penyakit serangan jantung ini menyebabkan peningkatan angka kematian setiap tahunnya. Oleh karena itu, dibutuhkan sebuah sistem klasifikasi yang dapat memberikan informasi tentang penyakit serangan jantung serta dapat melakukan pengecekan klasifikasi secara dini tentang penyakit serangan jantung yang dialami oleh seseorang. Sudah ada beberapa penelitian sebelumnya yang bertujuan untuk mengklasifikasikan penyakit jantung dengan algoritma Stacking single classifier menghasilkan nilai akurasi 81%. Kemudian dengan metode K-NN dengan nilai $K = 9$ menghasilkan nilai akurasi sebesar 70%. Terakhir yakni dengan metode Fuzzy Decision Tree dengan algoritma C4.5 menghasilkan nilai akurasi tertinggi 64,07%. Masih terdapat berbagai metode lainnya yang bisa digunakan dengan berbagai dataset yang ada sehingga perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut.

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan sistem klasifikasi penyakit jantung menggunakan Convolutional Neural Network (CNN). Dengan tujuan memberikan kontribusi penelitian melalui penerapan model algoritma dengan mekanisme pengujian yang berbeda dari penelitian sebelumnya untuk hasil tingkat akurasi, presisi, dan recall yang lebih akurat.

2. Metode Penelitian

2.1. Pengolahan Citra Digital

Citra merupakan representasi spasial dari sebuah objek. Proses pengolahan citra ini meliputi proses input dan output berupa data citra. Pengolahan citra ini bertujuan untuk mendapatkan citra yang memiliki kualitas yang tinggi atau deskriptif dari citra asli sehingga dapat meningkatkan informasi tentang citra tersebut. Citra digital merupakan representasi dari fungsi intensitas cahaya dalam bentuk diskrit pada bidang dua dimensi. Citra tersusun oleh sekumpulan piksel yang memiliki koordinat (x,y) dan amplitudo f(x,y). Koordinat (x,y) menunjukkan letak/posisi piksel dalam suatu citra, sedangkan amplitudo f(x,y) menunjukkan nilai intensitas warna citra [1]. Adapun proses pengolahan citra yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: grayscale dan segmentasi citra.

2.1.1. Grayscale

Grayscale merupakan sebuah representasi citra digital yang hanya memiliki 1 nilai kanal untuk setiap piksel yang dimiliki, dimana nilai dari red green dan juga blue adalah sama, nilai tersebut mewakili tingkat intensitas dari citra digital. Warna yang didapatkan dari proses ini adalah warna dari hitam, keabuan dan putih. Untuk tingkat keabuan sendiri merupakan tingkatan dari warna abu mulai dari hitam sampai mendekati putih [2]. Intensitas dari citra grayscale yang didapat, akan disimpan ke dalam 8 bit integer dengan 256 kemungkinan, dimulai dari 0 untuk warna hitam, 0-255 untuk derajat keabuan, dan 255 untuk warna putih.

$$S = \frac{r + g + b}{3} \quad (1)$$

Keterangan:

S = Piksel citra grayscale

r = Nilai red sebuah piksel

g = Nilai green sebuah piksel

b = Nilai blue sebuah piksel

2.1.2. Segmentasi Citra

Segmentasi citra yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah thresholding, dimana thresholding merupakan sebuah metode segmentasi yang mampu memisahkan background dengan objek berdasarkan tingkat kecerahannya. Proses ini menggunakan nilai batas/threshold untuk mengubah nilai piksel hitam ataupun nilai piksel putih. Jika nilai piksel pada citra lebih besar dari nilai threshold yang ditentukan maka nilai piksel tersebut akan diubah menjadi warna putih dan diinisialkan dengan biner 1. Sementara apabila nilai piksel lebih kecil dari nilai threshold maka akan diubah. Menjadi warna hitam dan diinisialkan dengan biner angka 0 [2].

$$T = \frac{f_{maks} + f_{min}}{2} \quad (2)$$

Keterangan:

T = Nilai Threshold

f_{maks} = Nilai piksel maksimum

f_{min} = Nilai piksel minimum

2.2. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur/ciri merupakan tahapan mengekstrak informasi dari objek di dalam citra yang ingin dikenali/dibedakan dengan objek lainnya. Penelitian kali ini menggunakan metode invariants moment, dimana metode ini merupakan salah satu metode yang cukup banyak digunakan dalam proses ekstraksi ciri bentuk dalam pengolahan citra. terdapat enam invarian ortogonal mutlak (absolute orthogonal invariants) dan satu invarian condong (skew orthogonal invariants) berdasarkan invarian aljabar, yang tidak hanya independen dari posisi, ukuran dan orientasi tetapi juga independen dari proyeksi paralel. Adapun detail metode Moment Invariants yang digunakan untuk suatu fungsi citra dalam dua variabel, dapat dilihat pada fungsi berikut:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad p, q = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

Berdasarkan momen sentral yang dinormalisasi [3], berikut adalah 6 Absolute Orthogonal Invariants :

$$\begin{aligned} \phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + 3\eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{12} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ &\quad + \eta_{03}[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \end{aligned} \quad (4)$$

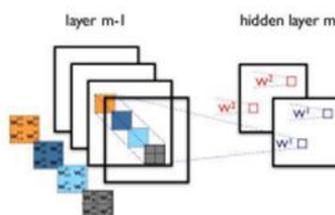
Berikut adalah 1 skew Orthogonal Invariants:

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12}) [(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{12} + \eta_{03})^2] - (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \quad (5)$$

Skew invariant ini bertujuan untuk membedakan gambar mirror. momen invariant ini juga bersifat independen terhadap ukuran, posisi, dan orientasi. Tujuh moment invariant merupakan invarian terhadap transformasi citra termasuk di dalamnya skala, translasi dan rotasi. secara umum tujuh moment invariant ini tidak invariant terhadap perubahan kontras yang ada pada citra.

2.4. Convolutional Neural Network

CNN (Convolutional Neural Network) merupakan pengembangan dari konsep MLP atau multi layer perceptron yang dibuat untuk mengolah data 2 dimensi. Karena CNN ini memiliki kedalaman jaringan yang tinggi dan banyak diaplikasikan pada citra, oleh karena itu CNN tergolong dalam Deep Neural Network. Penggunaan CNN pada penelitian kali ini didasarkan karena CNN memiliki perubahan tingkat confusion tidak mempengaruhi hasil akurasi. Hal ini membuktikan bahwa klasifikasi menggunakan metode CNN relatif handal terhadap perubahan parameter yang dilakukan. Dengan menggunakan data training yang baik dan optimal, maka subset dari data training tersebut juga akan menghasilkan klasifikasi yang baik [4]. Berikut adalah gambar dari arsitektur MLP sederhana dan proses konvolusi pada CNN.



Gambar 1. Proses Konvolusi pada CNN
(sumber: <https://medium.com/@nadhifasofia>)

Convolutional Neural Network memiliki 3 layer, ketiga layer tersebut diantaranya :

1. Convolutional Layer, berfungsi untuk melakukan operasi konvolusi pada output dari layer sebelumnya. Operasi yang dilakukan pada konvolusi yaitu dengan melakukan kombinasi linear filter dari data berupa gambar yang digunakan sebagai input dan akan menghasilkan output yang disebut sebagai feature map. Konvolusi dua buah fungsi $F(x)$ dan $g(x)$ di definisikan sebagai berikut :

$$h(x) = f(x) * g(x) = \int f(a)g(x - a) \quad (6)$$

2. Max Pooling (Sub-sampling Layer), merupakan proses mereduksi ukuran sebuah data citra. Max pooling membagi output dari convolutional layer menjadi beberapa grid kecil lalu mengambil nilai maksimal dari setiap grid untuk menyusun matriks citra yang telah direduksi.
3. Fully Connected Layer, bertujuan untuk melakukan transformasi pada dimensi data agar data dapat diklasifikasikan secara linear. Hasil dari proses konvolusi menjadi input pada fully connected layer.

2.5. Validasi

Validasi merupakan prediksi pada data yang telah diuji agar mengetahui apakah proses klasifikasi setelah dilatih mendapatkan hasil data yang akurat atau tidak. Proses validasi ini menggunakan matriks konfusi dengan nilai TP (True Positive), TN (True Negative), FP (False Positive) dan FN (False Negative). Selanjutnya menghitung matriks evaluasi yaitu akurasi, spesifisitas, sensitivitas, presisi, f1-score serta kurva ROC dan kurva presisi recall.

1. Akurasi adalah nilai berapa banyak jumlah hasil TP dan TN dibandingkan jumlah semua hasil. Nilai akurasi dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Akurasi = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i TN_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i TN_y + \sum_{y=1}^i FP_y + \sum_{y=1}^i FN_y} \quad (7)$$

2. Sensitivitas adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi dan nilai yang didapat pada rasio hasil deteksi TP dari kasus positif yang seharusnya, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Sensitivitas = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i FN_y} \quad (8)$$

3. Spesifisitas (recall) adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi nilai yang didapat pada rasio hasil deteksi TN dari kasus negatif yang seharusnya, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Spesifitas = \frac{\sum_{y=1}^i TN_y}{\sum_{y=1}^i TN_y + \sum_{y=1}^i FP_y} \quad (9)$$

4. Presisi adalah pengukuran seberapa baik hasil klasifikasi dan nilai yang didapat pada rasio TP dengan semua deteksi TP dan FP, dengan persamaan sebagai berikut:

$$Presisi = \frac{\sum_{y=1}^i TP_y}{\sum_{y=1}^i TP_y + \sum_{y=1}^i FP_y} \quad (10)$$

5. F1-Score merupakan penentu semua hasil dari perhitungan akurasi berdasarkan pada nilai presisi dan sensitivitas. F1 dikatakan baik pada saat model hanya mendapat nilai FP dan FN yang kecil, dengan persamaan matematis sebagai berikut:

$$F1\ Score = \frac{2 \times \sum_{y=1}^i presisi_y \times \sum_{y=1}^i sensitifitas_y}{\sum_{y=1}^i presisi_y + \sum_{y=1}^i sensitifitas_y} \quad (11)$$

6. Kurva presisi-recall adalah kurva yang menggambarkan prediksi model classifier yang baik berdasarkan nilai sensitivitas (recall) dan presisi. Model yang baik akan memiliki kurva yang berada pada pojok kanan atas.

2.6. Gelombang EKG

Elektrokardiogram merupakan suatu media atau alat untuk mendiagnosis penyakit jantung berupa sinyal yang menggambarkan kerja listrik pada jantung. EKG ini cukup efektif dalam mendeteksi keadaan jantung pada elektroda yang dipasang pada tubuh pasien. Elektroda sendiri merupakan alat yang ditempelkan pada kulit pasien untuk mendeteksi impuls listrik yang nantinya akan dicatat oleh elektrokardiogram. Gelombang EKG memiliki 4 tipe, Adapun keempat tipe tersebut antara lain:

1. Gelombang P, Merupakan hasil rekaman depolarisasi yang berada di miokardium atrium kanan dan kiri.
2. Gelombang Kompleks QRS, Merupakan rekaman depolarisasi ventrikel kanan dan kiri.
3. Gelombang T, merupakan gelombang dengan potensial repolarisasi di ventrikel kanan dan kiri.
4. Gelombang U, merupakan gelombang yang berukuran kecil dan kadang tidak terlihat hanya muncul sewaktu-waktu saja.
5. Interval PR, merupakan durasi siklus atrium yang berfungsi menghitung waktu dari awal depolarisasi atrium sampai awal depolarisasi ventrikel.
6. Interval QT, merupakan interval yang memiliki durasi depolarisasi dan repolarisasi ventrikel dari awal gelombang Q sampai akhir gelombang T.
7. Segmen PR, segmen yang menghubungkan gelombang P dan QRS dengan garis isoelektrik.
8. Segmen ST, merupakan proses atau segmennya yang dimulai pada akhir gelombang S sampai dengan awal gelombang T.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data dan Variabel

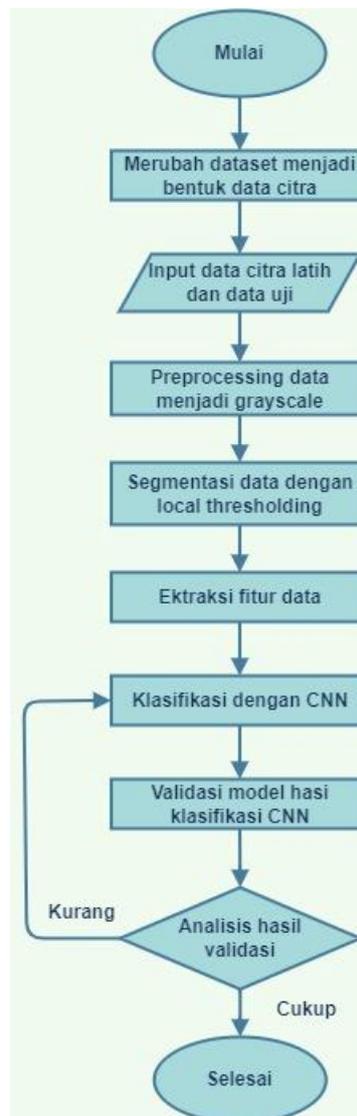
Pada penelitian ini digunakan data citra yang didapat dari sinyal elektrokardiogram atau yang lebih sering disingkat EKG pada setiap pasien penderita penyakit jantung. Terdapat 3 kelas yang diperoleh dari dataset yang akan digunakan dalam penelitian ini yakni myocardial infarction dengan 148 subjek data, heart failure dengan 18 subjek data dan healthy controls dengan 52 subjek data. Data yang diperoleh dari sumber terbuka yakni PhysioNet dan dataset tersebut masih belum dalam bentuk data citra seperti yang dibutuhkan dalam penelitian ini sehingga perlu dilakukan proses untuk konversi terlebih dahulu. Sehingga total data citra EKG yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 218. Dataset citra tersebut akan dibagi menjadi 80% sebagai data latih dan 20% data uji coba sesuai dengan kelasnya masing-masing. Berikut merupakan hasil pembagian dalam tabel untuk data latih dan data uji:

Tabel 1. Data dan variable penelitian

Dataset	Data Latih	Data Uji	Total
<i>Myocardial infarction</i>	118	30	148
<i>Heart failure</i>	14	4	18
<i>Healthy controls</i>	41	11	52

3.2. Desain Metode

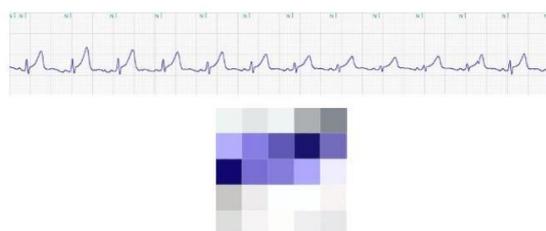
Terdapat beberapa tahapan yang akan dilakukan dalam penelitian ini. Tahap awal yakni mengubah bentuk dataset menjadi bentuk data citra untuk setiap kelas yang digunakan. Setelah memperoleh data citra yang diperlukan berikutnya data citra tersebut akan dilakukan preprocessing dengan mengubahnya menjadi citra grayscale untuk menampilkan nilai intensitas keabuannya. Tujuan diubahnya kedalam citra grayscale yakni memudahkan dalam proses berikutnya yakni segmentasi. Segmentasi dilakukan untuk membagi citra agar dapat membedakan antara latar belakang dengan objek sebenarnya dengan menggunakan metode local thresholding. Berikutnya yakni proses ekstraksi ciri hasil segmentasi sebelumnya kemudian dari hasil ekstraksi ciri tersebut akan diklasifikasikan dengan metode CNN. Terakhir setelah proses klasifikasi selesai maka dilanjutkan dengan validasinya. Berikut merupakan gambaran umum penelitian ini :



Gambar 2. Flowchart alur klasifikasi
(sumber: dokumen pribadi)

3.2.1. Grayscale

Tahap berikutnya yaitu grayscale yang bertujuan untuk mengubah citra menjadi keabuan yang akan memudahkan proses-proses berikutnya dengan mengetahui nilai intensitas keabuannya. Pada proses ini, setiap piksel memiliki nilai RGB diambil lalu dijumlahkan kemudian dibagi tiga. Gambar berikut merupakan representasi piksel pada citra EKG.



Gambar 3. Citra EKG
(sumber: dokumen pribadi)

Citra EKG yang berukuran 1000 x 150 piksel dipotong menjadi citra EKG berukuran 5x5 piksel sebagai contoh untuk pemrosesan grayscalenya.

Tabel 2. Citra EKG 5x5

1	2	3	4	5
6	7	8	9	10
11	12	13	14	15
16	17	18	19	20
21	22	23	24	25

Berikut nilai red, green, blue pada citra yang memiliki 25 piksel:

Tabel 3. Nilai RGB citra 5x5

R, G, B (238, 244, 240)	R, G, B (226, 232, 222)	R, G, B (237, 244, 236)	R, G, B (172, 176, 177)	R, G, B (133, 137, 148)
R, G, B (180, 173, 253)	R, G, B (134, 127, 230)	R, G, B (95, 88, 181)	R, G, B (59, 80, 135)	R, G, B (105, 108, 188)
R, G, B (51, 77, 130)	R, G, B (121, 111, 208)	R, G, B (134, 126, 211)	R, G, B (175, 170, 250)	R, G, B (240, 238, 252)
R, G, B (199, 198, 196)	R, G, B (237, 235, 236)	R, G, B (253, 254, 255)	R, G, B (253, 255, 254)	R, G, B (248, 244, 243)
R, G, B (220, 222, 219)	R, G, B (246, 244, 245)	R, G, B (253, 253, 251)	R, G, B (239, 239, 241)	R, G, B (231, 232, 234)

Berikut adalah nilai grayscale yang dihasilkan:

Tabel 4. nilai grayscale citra

240,6	240,6	240,6	240,6	240,6
202	163,6	121,3	91,3	137
86	146,6	157	198,3	243,3
197,6	236	254	254	245
220,3	245	252,3	239,6	232,3

3.2.2. Segmentasi

Tahap berikutnya adalah segmentasi dengan proses thresholding menggunakan metode local thresholding, yaitu metode yang digunakan untuk memisahkan antara objek dengan background dalam suatu citra serta untuk merepresentasikan gambar untuk menghasilkan citra yang lebih bermakna dan mudah dianalisis. Tahap segmentasi ini akan dilakukan proses pencarian nilai maksimum dan minimum pada suatu citra grayscale yang kemudian dijumlahkan dan dibagi dua. Dari nilai grayscale yang sudah didapatkan sebelumnya kemudian dibandingkan dengan nilai threshold yang sudah dihitung. Jika nilai grayscale lebih besar dari nilai threshold maka sama dengan 0 (hitam), sedangkan apabila nilai grayscale lebih kecil dari nilai Threshold maka sama dengan 255 (putih).

Tabel 5. nilai threshold citra

0	0	0	0	255
0	255	255	255	255
255	255	255	0	0
0	0	0	0	0
0	0	0	0	0

3.2.3. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur adalah proses pengambilan ciri sebuah objek yang dapat menggambarkan karakteristik dari objek tersebut. Dalam penelitian ini objek yang akan digunakan adalah gelombang EKG yang telah dilakukan segmentasi sebelumnya. Untuk jenis ekstraksi fitur yang digunakan yakni invariant moment. Output yang akan dihasilkan dalam implementasi nantinya merupakan 7 invariant moment sebelumnya yang akan digunakan dalam proses klasifikasi.

3.2.4. Klasifikasi CNN

Setelah proses ekstraksi fitur, berikutnya dilanjutkan dengan klasifikasi dengan metode Convolutional Neural Network (CNN). Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, terdapat 3 layer utama dalam CNN :

1. Convolutional Layer

Sesuai dengan namanya, pada layer ini akan dilakukan proses konvolusi pada citra 5x5 hasil proses sebelumnya. Proses konvolusi akan menggunakan kernel 3x3 sehingga hasil proses konvolusi nantinya (feature map) juga akan berukuran 3x3. Berikut tampilannya:

Tabel 6. Nilai grayscale citra

240	226	239	175	139
202	163	121	91	137
86	146	157	198	243
197	236	254	254	245
220	245	252	239	232

Tabel 7. Nilai kernel CNN

0	0	1
1	0	0
0	1	1

Tabel 8. Hasil konvolusi

C1,1	C2,1	C3,1
C2,1	C2C2	C3,2
C3,1	C2,3	C3,31

Tabel 6 adalah hasil konversi RGB ke grayscale sebelumnya, kemudian tabel 7 adalah kernel yang melakukan proses konvolusinya dan tabel 8 adalah output hasil pemrosesannya. Proses konvolusi dilakukan dengan mengalikan citra dengan kernel dimulai dari pojok atas kiri kemudian bergeser hingga kanan tepi. Jika sudah mencapai tepi maka berikutnya turun 1 piksel ke bawah dan mulai mengalikan lagi hingga mencapai titik terbawah. Berikut contoh proses C1,1:

Tabel 9. Proses konvolusi C1,1

240	226	239	175	139
202	163	121	91	137
86	146	157	198	243
197	236	254	254	245
220	245	252	239	232

$$C1,1 = (0*240) + (0*226) + (1*239) + (1*202) + (0*163) + (0*121) + (0*86) + (1*146) + (1*157) = 744$$

Berikut hasil akhirnya yang dinamakan feature map:

Tabel 10. Feature map

744	693	701
697	745	793
851	825	851

2. Pooling Layer (Max Pooling)

Max pooling merupakan salah satu jenis pooling dalam pooling layer. Sesuai namanya, max pooling akan mengambil beberapa nilai piksel terbesar hasil konvolusi sebelumnya. Sehingga ukuran output yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan feature map. Sebagai contoh digunakan ukuran pooling 2x2. Berikut hasilnya:

Tabel 11. Pooled feature map

851	793
825	745

Setelah pooled feature map diperoleh, berikutnya harus dilakukan konversi dari output pooled tersebut menjadi array 1 dimensi atau vektor agar bisa dijadikan input pada layer berikutnya. Berikut merupakan contoh hasil konversinya:

Tabel 12. Konversi pooled feature map ke array 1 dimensi

851
825
793
745

3. Fully Connected Layer

Pada layer ini semua neuron aktivitas dari lapisan sebelumnya terhubung semua dengan neuron di lapisan selanjutnya seperti halnya jaringan syaraf tiruan biasa. Pada layer ini, vektor pada proses sebelumnya akan menjadi input kemudian akan dilakukan klasifikasi dengan metode. Perbedaan antara lapisan Fully-Connected dan lapisan konvolusi biasa adalah neuron di lapisan konvolusi terhubung hanya ke daerah tertentu pada input. Sementara lapisan Fully-Connected memiliki neuron yang secara keseluruhan terhubung.

4. Kesimpulan

Klasifikasi penyakit jantung menggunakan metode Convolutional Neural Network (CNN) ini memiliki akurasi di angka 80% ke atas. Pada tahap fully connected layer akan menentukan klasifikasi penyakit jantung yang diderita oleh pasien.

Referensi

- [1] A. Pamungkas, "Pemrograman Matlab," Matlab Indonesia, 26 Juli 2017. [Online]. Available: <https://pemrogramanmatlab.com/2017/07/26/pengolahan-citra-digital/>. [Accessed 21 Mei 2022].
- [2] D. Putra, Pengolahan Citra Digital, Yogyakarta: ANDI, 2010.
- [3] M. K. Hu, "Visual pattern recognition by moment invariants," Information Theory, IRE Transactions, vol. VIII, no. pp, pp. 179-187, 1962.
- [4] I. W. Suartika, A. Y. Wijaya and R. Soelaiman, "Klasifikasi Citra Menggunakan Convolutional Neural Network (Cnn) pada Caltech 101," Jurnal Teknik ITS, vol. V, no. 1, pp. 65-69, 2016.

Implementasi Logistic Regression dalam Sistem Diagnosa Penyakit Diabetes dengan KNN

I Wayan Trisna Wahyudi^{a1}, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan^{a2},

^aInformatika, Universitas Udayana
Badung, Indonesia

¹wayantrisna79@gmail.com

²gungde@unud.ac.id

Abstract

Diabetes is a serious chronic disease that occurs when the pancreas does not produce enough insulin. The number of Indonesians suffering from diabetes is estimated to reach 8.2 million in 2020. The existing method for the detection of diabetes is to use laboratory tests. Logistic regression is a statistical tool that can be used in classification modeling about the presence or absence of diabetes. The aim of this study is to predict diagnostically whether a patient has diabetes or not. The results obtained are relatively low predictions because the ranges of values of several factors that cause it are very far apart so normalization is carried out so that the ranges of values are close together. A system can be developed to predict the disease using the principle of classification.

Keywords: *Exploratory Data Analysis, Logic Regression, Statistical Analysis, Health Care, Diabetes, K-Means*

1. Pendahuluan

Diabetes adalah penyakit kronis serius yang terjadi karena pankreas tidak menghasilkan cukup insulin (hormon yang mengatur gula darah atau glukosa), atau ketika tubuh tidak dapat secara efektif menggunakan insulin yang dihasilkannya. International Diabetic Federation (IDF) mengestimasi jumlah penduduk Indonesia usia 20 tahun ke atas, menderita diabetes sebanyak 5,6 juta orang pada tahun 2001, dan meningkat menjadi 8,2 juta orang pada tahun 2020 [1].

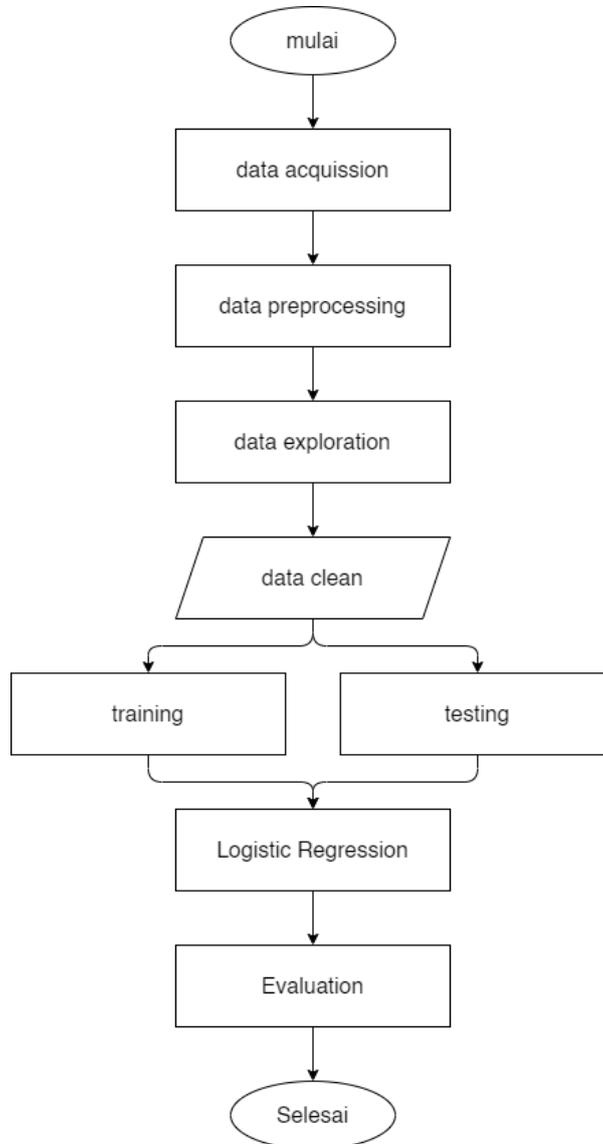
Banyak masyarakat yang awalnya tidak tahu bahwa mereka menderita penyakit diabetes karena tidak mempunyai pengetahuan dasar mengenai penyakit diabetes serta mengalami keterbatasan waktu untuk melakukan konsultasi kepada dokter [2]. Metode yang ada untuk deteksi diabetes adalah dengan menggunakan tes laboratorium seperti glukosa darah dan toleransi glukosa oral. Namun, metode ini memakan waktu lama [3].

Untuk melakukan deteksi dini penyakit diabetes, dapat dikembangkan suatu sistem untuk memprediksi penyakit dengan memanfaatkan berbagai metode. Salah satu metode yang dapat digunakan yaitu metode data mining dengan prinsip klasifikasi [4]. Pada penelitian-penelitian terdahulu, sudah dilakukan penelitian klasifikasi di bidang kesehatan dengan menggunakan teknik atau algoritma data mining dengan studi kasus penyakit diabetes di antaranya menggunakan Algoritma Klasifikasi Decision Tree, Naïve Bayes, Support Vector Machine (SVM), Artificial Neural Network (ANN), C4.5, dan penggunaan Logistic Regression Statistical Model yang data nya diperoleh dataset publik [5].

Pada penelitian ini digunakan data hasil survey pasien untuk memprediksi penyakit diabetes. Data tersebut berisi berbagai faktor yang memungkinkan seseorang terkena diabetes, seperti kehamilan, kadar gula darah, tekanan darah, usia, kadar insulin, dan lain-lain. Data-data tersebut kemudian akan diolah untuk mengklasifikasikan pasien apakah terkena diabetes atau tidak. Algoritma untuk mengolah data tersebut pada penelitian ini adalah algoritma logistic regression.

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini terdapat beberapa langkah, antara lain: data acquisition, data exploration, modelling, dan evaluation. Metode penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Langkah-Langkah Penelitian

2.1. Data Acquisition

Data acquisition adalah tahap di mana dilakukan pengumpulan data apa yang diperlukan. Data yang digunakan pada penelitian ini berupa dataset yang berasal dari Institut Nasional Diabetes dan Penyakit Pencernaan dan Ginjal dengan format .csv yang diperoleh melalui situs kaggle. Mengenai karakteristik atribut atau variabel pada dataset dapat dilihat pada tabel 1.

Variabel	Deskripsi
Pregnancies	Jumlah kehamilan pada wanita
Glucose	Diukur menggunakan tes toleransi glukosa oral dalam 2 jam

BloodPressure	Tekanan darah diastolic (mm Hg)
SkinThickness	Ketebalan lipatan kulit triceps (mm)
Insulin	Serum insulin dalam 2 jam (mu U/ml)
BMI	Index masa tubuh (kg/m ²)
DiabetesPedigreeFunction	Diabetes pedigree function
Age	Umur (tahun)
Outcome	Class variable (0 or 1)

Tabel 1. Karakteristik Dataset

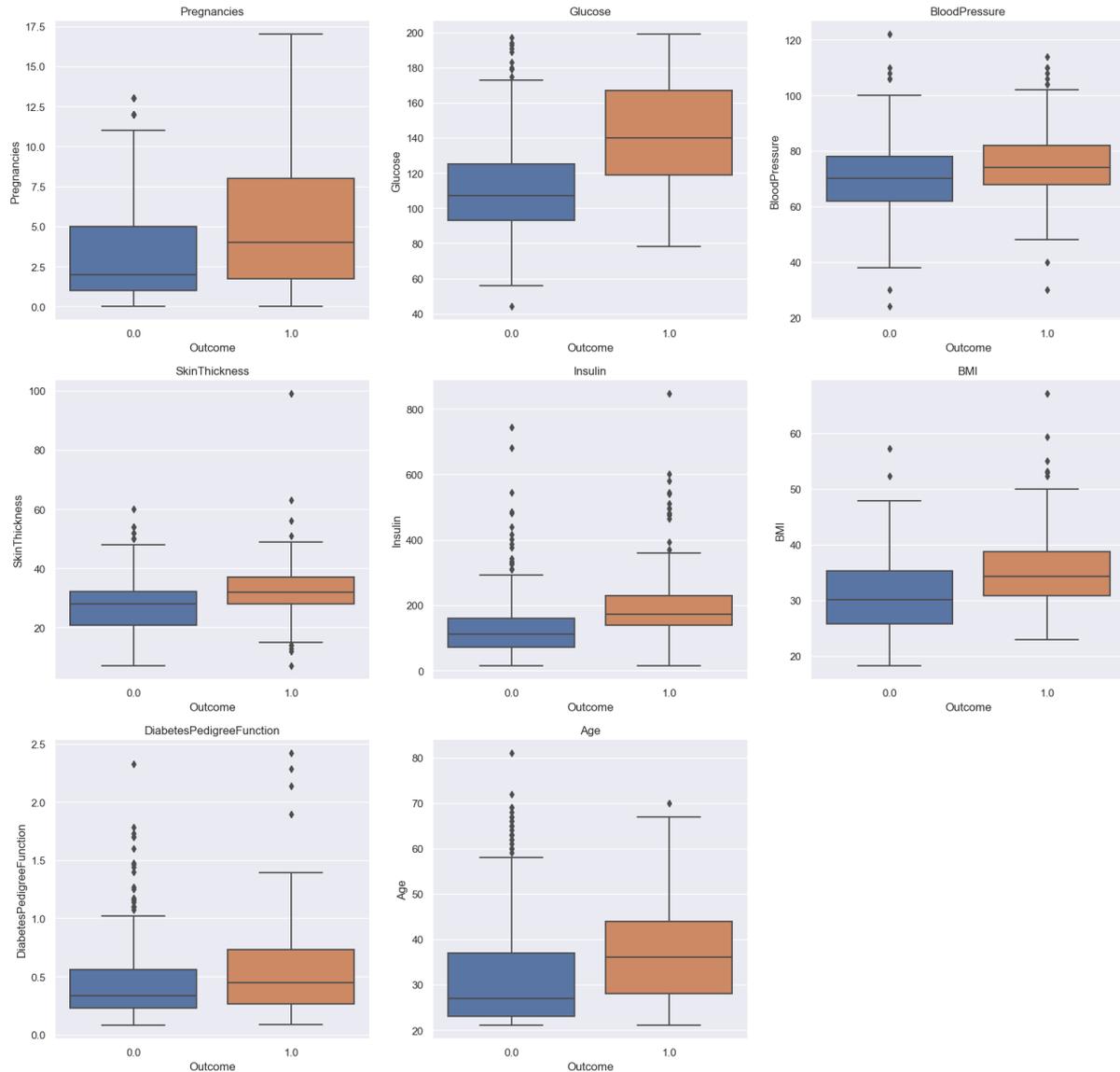
2.2. Data Exploration

Setelah tahap data acquisition, proses selanjutnya adalah data exploration. Data exploration adalah tahap yang bertujuan untuk memahami data. Pada proses eksplorasi ini kumpulan dataset yang telah didapatkan melalui situs kaggle, dilakukan preprocessing dengan melihat data duplikat dan memeriksa missing value. Tabel 2 menunjukkan nilai-nilai yang hilang.

Variabel	Missing Value
Pregnancies	14.453125
Glucose	0.651042
BloodPressure	4.557292
SkinThickness	29.557292
Insulin	48.697917
BMI	1.432292
DiabetesPedigreeFunction	0.000000
Age	0.000000
Outcome	65.104167

Tabel 2. Missing Value Data

Setelah mengecek data duplikat dan missing value, tahap preprocessing selanjutnya adalah melakukan pengecekan outlier. Gambar 2 menunjukkan outliers pada variabel. Outliers dihapus dengan menggunakan Z-Score. Selanjutnya dilakukan analisis korelasi antar variabelnya. Analisis korelasi variabel digunakan untuk modelling kemudian evaluation. Untuk model ini terdiri dari dua kasus yaitu adanya normalisasi (data clean) dan tanpa normalisasi sebelum modelling. Normalisasi digunakan agar nilai berada pada rentang yang berdekatan sehingga meningkatkan kinerja prediksi.



Gambar 2. Outliers Variable

2.3. Modelling dan Evaluation

Modelling merupakan tahap dalam pembuatan model dari sistem klasifikasi yang dibuat. Pada penelitian ini menggunakan algoritma logistic regression. Lib linear adalah algoritma yang baik digunakan dalam masalah optimasi logistic regression untuk kumpulan data kecil. Parameter ini mendukung logistic regression dan linear support vector machine.

Lib linear sangat efisien pada kumpulan data yang kecil, besar, dan jarang. Pemilihan algoritma ini didasarkan pada dataset yang dimiliki peneliti memiliki jumlah data yang berkategori dan data numerik sehingga cocok menggunakan algoritma tersebut, dengan demikian dapat diketahui jumlah prediksi dan jumlah sebenarnya dari penderita diabetes. Setelah melakukan training dengan logistic regression, selanjutnya melakukan hasil data testing dan evaluation model.

Evaluation dilakukan dengan memilih satu metrik diantara metrik akurasi, presisi, recall, atau f1-score yang berdasarkan perhitungan nilai True Positive, True Negative, False Positive, dan False Negative pada confusion matrix [15]. Nilai-nilai tersebut dapat digunakan sebagai perbandingan untuk pemilihan acuan metrik pada algoritma untuk model klasifikasi diabetes.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Modelling dan Evaluation

Setelah melihat karakteristik variabel pada Tabel 1, lakukan analisis terhadap nilai-nilai pada setiap variabel. 8 variabel dependen tersebut adalah pregnancies, glucose, blood pressure, skin thickness, insulin, BMI (body mass index), diabetes pedigree function, dan age. Sedangkan 1 variabel dependen adalah outcome. Setiap variabel memiliki rentang nilai yang berbeda-beda. Rentang nilai tiap variabel dapat dilihat pada Tabel 3.

	Pregnancies	Glucose	BloodPressure	SkinThickness	Insulin	BMI	Diabetes Pedigree Function	Age	Outcome
Count	768.000000	763.000000	733.000000	541.000000	394.000000	757.000000	768.000000	768.000000	768.000000
Min	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.078000	21.000000	0.000000
Max	17.000000	199.000000	122.000000	99.000000	846.000000	67.100000	2.420000	81.000000	1.000000

Tabel 3. Rentang Nilai Tiap Variabel

3.2. Preprocessing

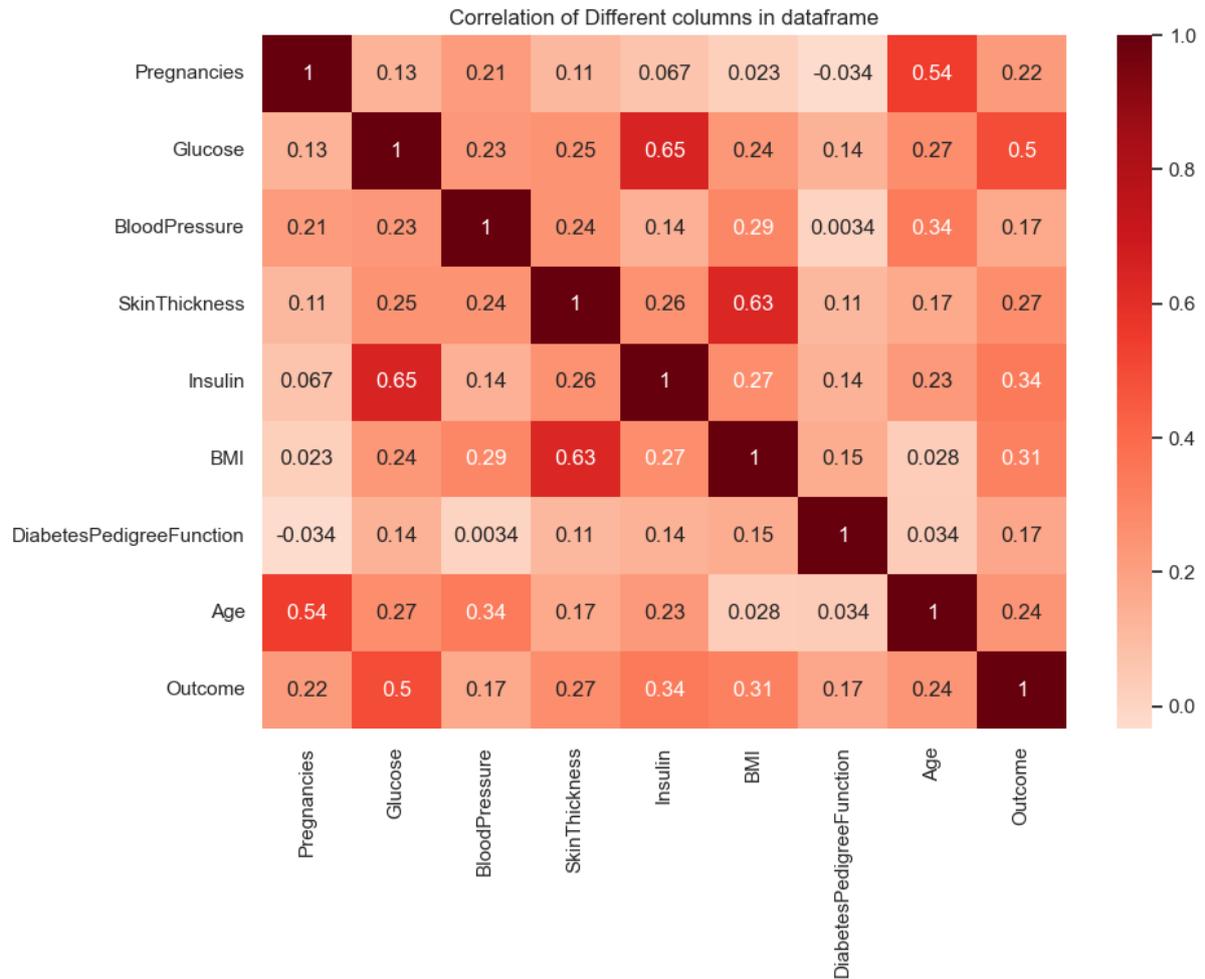
Data yang telah didapatkan dari situs kaggle perlu dibersihkan terlebih dahulu dengan pengecekan data duplikat, missing value, dan outlier. Pada 768 data ini tidak terdapat data duplikat serta tidak terdapat missing value, hanya saja terdapat banyak data yang bernilai nol (0) pada variabel glucose, blood pressure, skin thickness, insulin, dan BMI (Body Mass Index) sehingga termasuk pada nilai yang hilang. Nilai yang hilang ini kemudian diganti dengan mengisi nilai tersebut dengan nilai rata-rata seperti yang terlihat pada Tabel 3.

	Pregnancies	Glucose	BloodPressure	SkinThickness	Insulin	BMI	Diabetes Pedigree Function	Age	Outcome
Count	768.000000	763.000000	733.000000	541.000000	394.000000	757.000000	768.000000	768.000000	768.000000
Min	0.000000	44.000000	24.000000	7.000000	14.000000	18.200000	0.078000	21.000000	0.000000
Max	17.000000	199.000000	122.000000	99.000000	846.000000	67.100000	2.420000	81.000000	1.000000

Tabel 4. Missing Value Diganti dengan Nilai Rata-rata

3.3. Data Exploration

Data yang sudah bersih kemudian dilihat korelasi (hubungan) antar variabel. Hubungan antar variabel berguna untuk menentukan variabel apa saja yang digunakan untuk modelling. Berikut peta korelasi antar variabel yang ditunjukkan oleh Gambar 3.

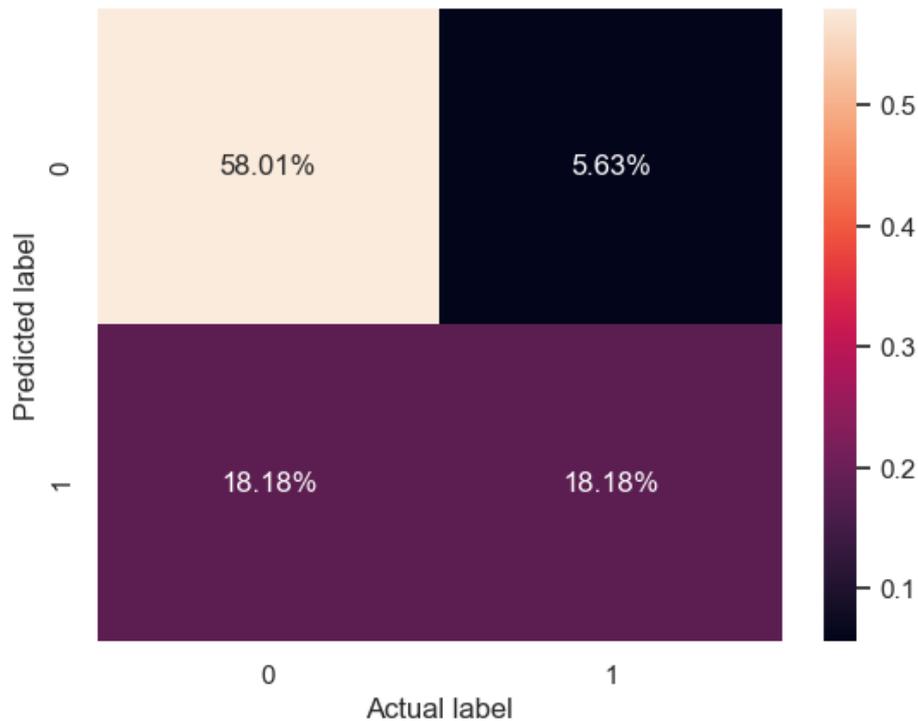


Gambar 3. Korelasi antar variabel pada data

Jika nilai korelasi > 0 maka terdapat korelasi positif. Sementara nilai satu variabel meningkat, nilai variabel lainnya juga meningkat. Jika persamaan korelasi = 0 maka tidak ada korelasi. Jika korelasi < 0 maka ada korelasi negatif. Sementara satu variabel meningkat, variabel lainnya menurun. Ketika korelasi diperiksa, ada 2 variabel yang bertindak sebagai korelasi positif terhadap variabel dependen outcome, variabel tersebut adalah glucose. Seiring peningkatan ini, variabel dependen juga meningkat. Dengan demikian, semua variabel digunakan untuk modelling karena korelasinya berdekatan.

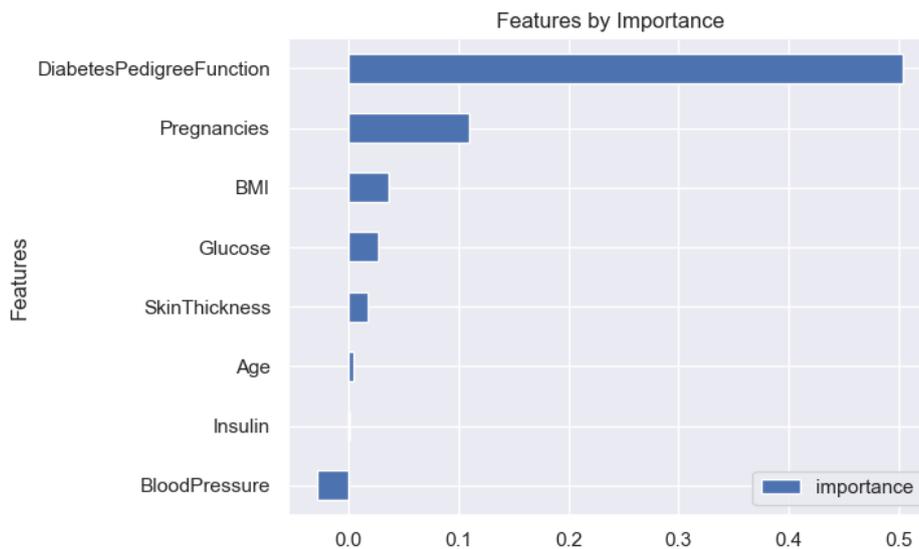
3.4. Modelling dan Evaluation

Modeling dilakukan pada data testing, data dipisahkan (split) menjadi data training dan testing dengan rasio 70:30 sehingga dari keseluruhan data berjumlah 768, jumlah data training sebanyak 537 dan testing yang digunakan untuk modelling sebanyak 231 data. Model ini menggunakan semua variabel independen karena hampir semua variabel memiliki korelasi yang mendekati 1. Adapun Confusion matrix dari hasil pengujian model dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Confusion Matrix

Berdasarkan hasil evaluation maka matrix yang paling cocok digunakan dalam sistem ini adalah recall, metrik recall digunakan sebagai acuan pemilihan algoritma terbaik untuk model klasifikasi diabetes karena lebih baik terjadi banyak kesalahan prediksi positif diabetes namun sebenarnya tidak diabetes daripada kesalahan prediksi negatif namun sebenarnya positif diabetes atau lebih baik sedikit jumlah error type II daripada type I di mana semakin besar error type semakin membahayakan untuk kasus prediksi diabetes atau tidak. dari pengujian di atas, terlihat prediksi sistem bernilai 58,01% (dengan normalisasi). Kemudian dari model tersebut dapat dibuat sebuah tabel yang menggambarkan variabel yang paling berpengaruh dalam prediksi penyakit diabetes.



Gambar 5. Variable Importance Table

4. Conclusion

Prediksi risiko diabetes menggunakan algoritma regresi logistik menggunakan liblinear dengan normalisasi menghasilkan recall sebesar 58%. Model ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk pengobatan penderita diabetes bagi dokter di rumah sakit dan di masyarakat untuk mengetahui cara menjaga pola hidup dan cara menghindari penyakit diabetes dilihat dari variabel yang mempengaruhi terjadinya penyakit. Selain itu, disarankan untuk melakukan penelitian tentang prediksi risiko diabetes menggunakan algoritma lain agar mendapatkan kinerja model yang lebih tinggi.

References

- [1] D. Y. Utami, E. Nurlelah, and F. N. Hasan, "Comparison of Neural Network Algorithms, Naive Bayes and Logistic Regression to predict diabetes," *J. Inform. Telecommun. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 53–64, 2021.
- [2] Y. B. Widodo, S. A. Anggraeini, and T. Sutabri, "Perancangan Sistem Pakar Diagnosis Penyakit Diabetes Berbasis Web Menggunakan Algoritma Naive Bayes," *J. Teknol. Inform. Dan Komput. MH Thamrin*, vol. 7, no. 1, pp. 112–123, 2021.
- [3] W. Apriliah, I. Kurniawan, M. Baydhowi, and T. Haryati, "Prediksi Kemungkinan Diabetes pada Tahap Awal Menggunakan Algoritma Klasifikasi Random Forest," *Sist. J. Sist. Inf.*, vol. 10, no. 1, pp. 163–171, 2021.
- [4] M. S. Efendi and H. A. Wibawa, "Prediksi Penyakit Diabetes Menggunakan Algoritma ID3 dengan Pemilihan Atribut Terbaik," *JUITA J. Inform.*, vol. 6, no. 1, pp. 29–35, 2018.
- [5] H. Hairani, G. S. Nugraha, M. N. Abdillah, and M. Innuddin, "Komparasi akurasi metode correlated naive Bayes classifier dan naive Bayes classifier untuk diagnosis penyakit diabetes," *InfoTekJar J. Nas. Inform. Dan Teknol. Jar.*, vol. 3, no. 1, pp. 6–11, 2018.

Comparison Between Microservices and Monolith Software Architecture

Gede Gery Sastrawan^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra^{a2}

^aInformatics Department, Udayana University
South Kuta, Badung, Bali, Indonesia
¹gerysastrawan123@gmail.com
²hendra.suputra@unud.ac.id

Abstract

A comparative analysis is the process of comparing items to one another and distinguishing their similarities and differences. Big Data is a set of massive data that has 3 characteristics in general. The characteristic is volume, variety, and velocity. In order to process such a big amount of data, we need some kind of software that can efficiently process the data with an available resource. Two of much architectural style on software development known are microservices and monolithic architecture. There are many differences between microservices and monolithic architecture that need to be considered when choosing the right architecture to use. The study will compare between microservices and monolithic architecture to decide which architecture would be preferred to handle and process many data such as big data. The result showed that microservices has less and distributed resource usage compared with monolithic architecture.

Keywords: *Big Data, Microservices, Monolithic*

1. Pendahuluan

Big data merupakan sebuah istilah yang mendeskripsikan data dengan volume yang besar, baik data terstruktur maupun tidak terstruktur yang saat ini sudah tidak asing lagi. Namun yang terpenting bukan jumlah dari data tersebut, melainkan bagaimana sebuah organisasi atau perusahaan memanfaatkan data tersebut agar dapat berguna bagi mereka. Big data dapat dianalisa untuk menambah wawasan yang digunakan untuk mengambil keputusan maupun strategi yang lebih baik kedepannya demi kemajuan organisasi. Big data memiliki beberapa karakteristik yang biasanya dikenal sebagai “3V’s” yaitu Volume, Variety, dan Velocity. Volume memiliki maksud yaitu big data memiliki jumlah data yang sangat besar. Menurut artikel yang ditulis oleh Daniel Price pada cloudtweaks.com[1], setidaknya ada 2,5 triliun byte data yang dihasilkan tiap harinya melalui aktifitas aktifitas digital seperti media sosial. Data tersebut meliputi: 3,5 milyar request diproses oleh Google tiap harinya, Facebook mendapatkan 500 terrabyte data tiap harinya, Amazon mengambil data dari 152 juta pembelian dari customer untuk membantu pengguna menemukan barang untuk dibeli, dan masih banyak lagi. Variety memiliki maksud yaitu big data dapat memiliki tipe data yang beragam baik itu data terstruktur, tidak terstruktur, maupun semi terstruktur. Velocity memiliki maksud yaitu kecepatan data yang diterima ataupun diproses. Hal hal ini akan memunculkan berbagai permasalahan seperti masalah pada *availability* dan *reliability*. Dalam pengembangan perangkat lunak untuk mengolah data, terdapat beberapa gaya arsitektural untuk menyusun sebuah aplikasi atau *service* salah satunya yaitu arsitektur microservices.

Dalam pengembangan perangkat lunak, microservices merupakan sebuah gaya arsitektural yang menyusun aplikasi sebagai sebuah koleksi layanan yang memiliki koneksi yang renggang, mudah dipelihara dan diuji, dapat dideploy secara independen yang mempermudah para developer untuk membangun aplikasi skala besar dan melakukan *scaling* pada aplikasi tersebut[2]. Alasan penggunaan microservices sebagai gaya arsitektural pada sebuah aplikasi yaitu: *scalability*, pengembangan yang lebih cepat, keamanan data yang ditingkatkan, tata kelola data yang lebih baik, dapat menggunakan tech stack yang berbeda tiap *service* pada *microservice*. Microservices lebih mudah untuk *discale* dibandingkan dengan arsitektur monolith yang dimana developer dapat melakukan *scaling* pada suatu *service* secara spesifik daripada melakukan *scaling* pada keseluruhan aplikasi. Microservices juga lebih mudah untuk dikembangkan karena developer hanya perlu fokus pada suatu *service* yang

membutuhkan *deployment* atau *debugging*. Masing masing service pada microservice saling berkomunikasi melalui API yang aman yang memberikan keamanan data lebih baik daripada arsitektur monolith. Banyak perusahaan yang mengubah aplikasinya dari arsitektur monolith menjadi microservices. Hal ini untuk memungkinkan optimasi pemakaian sumber daya komputasi sehingga pemakaian resource menjadi lebih optimal. Microservices menggunakan *containerization* untuk memisahkan antar service. Selain microservice, gaya arsitektur lain yang biasanya digunakan dalam pembangunan aplikasi ialah arsitektur monolith. Arsitektur monolith merupakan sebuah model tradisional dari sebuah program perangkat lunak, yang dimana dibangun sebagai satu unit[3]. Studi sebelumnya[4] mengatakan bahwa microservice lebih efisien dibanding monolith.

Pada penelitian ini, penulis akan melakukan perbandingan beban CPU pada aplikasi dengan arsitektur microservices dan arsitektur monolith. Beban CPU akan dilihat melalui jumlah CPU yang terpakai ketika menerima request. Disini penulis akan menggunakan K6 untuk melakukan *load testing* pada masing masing arsitektur.

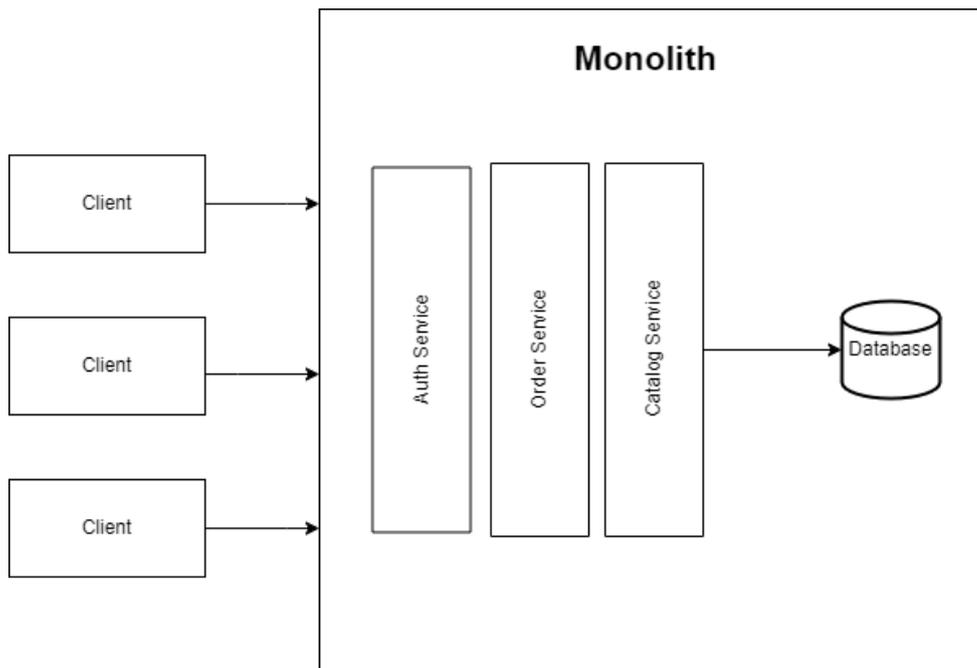
2. Metode Penelitian

2.1. Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang digunakan sebagai perbandingan dari dua arsitektur ini ialah menggunakan metode observasi dan juga studi literatur melalui beberapa referensi. Observasi dilakukan dengan cara mengecek status dari masing masing *service* ketika dikirim request dari K6. K6 dapat mensimulasikan banyak *virtual user* untuk mengirim request ke suatu *service*. Baik *service* dengan arsitektur monolith maupun arsitektur microservice, akan dikontainerisasi menggunakan Docker sedangkan bahasa pemrograman yang digunakan untuk membangun aplikasi ialah Golang yang merupakan bahasa yang terkompilasi.

2.2. Perancangan Arsitektur Monolith

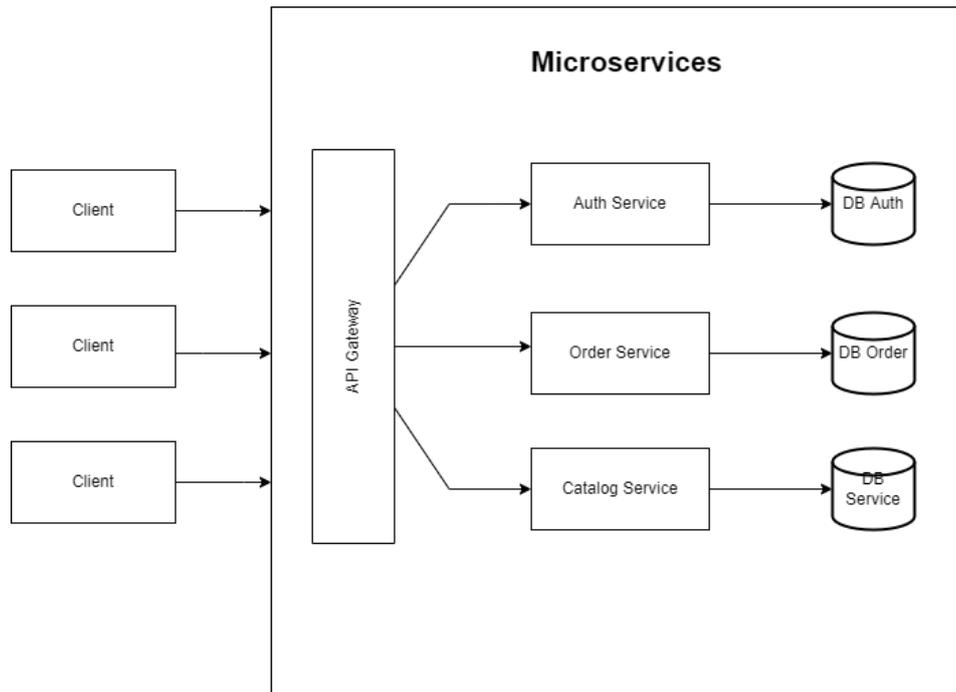
Arsitektur monolith merupakan salah satu gaya arsitektur yang digunakan untuk mengembangkan suatu layanan atau aplikasi. Aplikasi monolith dibuat dengan cara meletakkan semua layanan kedalam satu aplikasi. Misalnya pada aplikasi yang saya buat, secara garis besar terdapat 3 buah layanan yaitu *authentication*, *order*, dan *catalog*. Layanan *catalog* berfungsi untuk mengurus segala hal yang berhubungan dengan data barang. Layanan *order* berfungsi untuk mengurus segala hal yang berhubungan pemesanan barang. Sedangkan layanan *authentication* berfungsi untuk mengurus segala hal yang berhubungan dengan autentikasi pengguna layanan. Biasanya aplikasi yang dirancang menggunakan arsitektur monolith hanya menggunakan 1 bahasa pemrograman. Apabila digambarkan, arsitektur monolith akan terlihat seperti berikut:



Gambar 1. Arsitektur Monolith

2.3. Perancangan Arsitektur Microservices

Microservices merupakan salah satu gaya arsitektur untuk membangun suatu aplikasi dengan cara memecah suatu aplikasi berdasarkan layanan yang dimilikinya. Misalnya pada aplikasi yang saya buat, aplikasi tersebut secara umum memiliki 3 layanan yaitu layanan *authentication*, *order*, dan *catalog*. Dalam microservices, layanan layanan tersebut dibuat dan dijalankan menjadi aplikasi atau layanan berbeda tiap layanan. Layanan layanan inilah yang saling berkomunikasi sehingga membentuk suatu microservices. Sesuai dengan namanya, *micro* artinya kecil dan *service* artinya layanan yang apabila diartikan menjadi layanan layanan kecil yang membentuk suatu aplikasi. Salah satu cara layanan layanan tersebut berkomunikasi ialah dengan menggunakan protokol HTTP. Apabila digambarkan, arsitektur microservices akan terlihat seperti berikut:



Gambar 2. Arsitektur Microservices

2.4. Mempersiapkan File Untuk Load Test

Pengujian dilakukan pada laptop MacBook dengan processor Intel Core i5. Teknologi yang saya gunakan untuk melakukan pengujian atau testing ialah K6. Grafana K6 merupakan alat *load testing* yang *opensource* yang digunakan untuk mempermudah pengujian performa suatu aplikasi. Saya melakukan testing dengan cara melakukan request terhadap ketiga layanan baik pada arsitektur monolith maupun microservices. Testing digunakan dengan mensimulasikan 100 virtual user melalui K6 ke masing masing service selama 30 detik melakukan request terus menerus tanpa henti. Berikut merupakan gambaran file testing yang akan dipakai:

```
import http from "k6/http";

import { sleep } from "k6";

export default function () {
  http.get("http://localhost:8080/ping");
  http.get("http://localhost:8081/items");
  http.get("http://localhost:8082/orders");
}
```

Gambar 3. File Testing K6

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Perbandingan Pemakaian CPU Tertinggi

Berdasarkan tiga kali pengujian yang dilakukan dengan menggunakan Grafana K6 yang mensimulasikan 100 *virtual user* dengan jenis request yang sama yaitu ke layanan orders, catalog, dan authentication, didapatkan bahwa jumlah CPU yang terpakai ialah sebagai berikut:

- Arsitektur Monolith

Tabel 1. Pengujian Arsitektur Monolith

Pengujian ke-i	Pemakaian CPU tertinggi
1	116.89%
2	153.93%
3	235.83%
Rata rata	168.88%

```

gerysastrawan — docker stats — docker — com.docker.cli • docker stats — 143x24
CONTAINER ID   NAME                                     CPU %     MEM USAGE / LIMIT     MEM %     NET I/O       BLOCK I/O  PIDS
b6e231248431  snatia-microservices-monolith_service-1 116.89%   8.441MiB / 3.843GiB   0.21%     547kB / 751kB  0B / 0B    13
a36dbbf55f38  snatia-microservices-order_service-1    0.00%     9.211MiB / 3.843GiB   0.23%     8.4MB / 12MB  0B / 0B    16
704a9b5d7ca4  snatia-microservices-catalog_service-1  0.00%     8.688MiB / 3.843GiB   0.22%     8.36MB / 11MB 0B / 0B    12
7b23b1756d18  snatia-microservices-auth_service-1     0.00%     8.695MiB / 3.843GiB   0.22%     18.5MB / 27MB 4.1kB / 0B  15
a0b5a040f3ca  snatia-microservices-db-1              4.80%     347.9MiB / 3.843GiB  8.84%     8.49kB / 7.3kB 3.92MB / 15.2MB 39
    
```

Gambar 4. Pengujian ke – 1 Arsitektur Monolith

```

gerysastrawan — docker stats — docker — com.docker.cli • docker stats — 143x24
CONTAINER ID   NAME                                     CPU %     MEM USAGE / LIMIT     MEM %     NET I/O       BLOCK I/O  PIDS
b6e231248431  snatia-microservices-monolith_service-1 153.93%   9.848MiB / 3.843GiB   0.25%     20.5MB / 28.7MB 0B / 0B    14
a36dbbf55f38  snatia-microservices-order_service-1    0.00%     3.992MiB / 3.843GiB   0.10%     8.4MB / 12MB  0B / 0B    16
704a9b5d7ca4  snatia-microservices-catalog_service-1  0.00%     3.969MiB / 3.843GiB   0.10%     8.36MB / 11MB  0B / 0B    12
7b23b1756d18  snatia-microservices-auth_service-1     0.00%     4.086MiB / 3.843GiB   0.10%     18.5MB / 27MB 4.1kB / 0B  15
a0b5a040f3ca  snatia-microservices-db-1              7.18%     347.9MiB / 3.843GiB  8.84%     12kB / 10.8kB 3.92MB / 15.2MB 39
    
```

Gambar 5. Pengujian ke – 2 Arsitektur Monolith

```

gerysastrawan — docker stats — docker — com.docker.cli • docker stats — 143x24
CONTAINER ID   NAME                                     CPU %     MEM USAGE / LIMIT     MEM %     NET I/O       BLOCK I/O  PIDS
b6e231248431  snatia-microservices-monolith_service-1 235.83%   9.824MiB / 3.843GiB   0.25%     20.7MB / 28.8MB 0B / 0B    14
a36dbbf55f38  snatia-microservices-order_service-1    0.00%     3.992MiB / 3.843GiB   0.10%     8.4MB / 12MB  0B / 0B    16
704a9b5d7ca4  snatia-microservices-catalog_service-1  0.00%     3.969MiB / 3.843GiB   0.10%     8.36MB / 11MB  0B / 0B    12
7b23b1756d18  snatia-microservices-auth_service-1     0.00%     4.086MiB / 3.843GiB   0.10%     18.5MB / 27MB 4.1kB / 0B  15
a0b5a040f3ca  snatia-microservices-db-1              7.18%     347.9MiB / 3.843GiB  8.84%     12kB / 10.8kB 3.92MB / 15.2MB 39
    
```

Gambar 6. Pengujian ke – 3 Arsitektur Monolith

- Arsitektur Microservice

Tabel 2. Pengujian Arsitektur Microservice

Pengujian ke-i	Pemakaian CPU Tertinggi		
	Order Service	Catalog Service	Auth Service
1	49.67%	35.57%	35.21%
2	36.25%	41.93%	28.74%
3	44.32%	42.06%	50.45%
Rata rata	43,41%	39,85	38,13

CONTAINER ID	NAME	CPU %	MEM USAGE / LIMIT	MEM %	NET I/O	BLOCK I/O	PIDS
b6e231248431	snatia-microservices-monolith_service-1	0.00%	9.145MiB / 3.843GiB	0.23%	21.8MB / 30.4MB	0B / 0B	14
a36dbbf55f38	snatia-microservices-order_service-1	49.67%	9.504MiB / 3.843GiB	0.24%	9.68MB / 13.9MB	0B / 0B	16
704a9b5d7ca4	snatia-microservices-catalog_service-1	35.57%	8.98MiB / 3.843GiB	0.23%	9.66MB / 12.7MB	0B / 0B	12
7b23b1756d18	snatia-microservices-auth_service-1	35.21%	9.43MiB / 3.843GiB	0.24%	19.7MB / 28.5MB	4.1kB / 0B	15
a0b5a040f3ca	snatia-microservices-db-1	6.57%	347.9MiB / 3.843GiB	8.84%	12.9kB / 11.5kB	3.92MB / 15.2MB	39

Gambar 7. Pengujian ke - 1 Arsitektur Microservice

CONTAINER ID	NAME	CPU %	MEM USAGE / LIMIT	MEM %	NET I/O	BLOCK I/O	PIDS
b6e231248431	snatia-microservices-monolith_service-1	0.00%	1.562MiB / 3.843GiB	0.04%	7.62kB / 6.16kB	0B / 0B	6
a36dbbf55f38	snatia-microservices-order_service-1	36.25%	9.336MiB / 3.843GiB	0.24%	5.79MB / 8.27MB	0B / 0B	16
704a9b5d7ca4	snatia-microservices-catalog_service-1	41.93%	8.895MiB / 3.843GiB	0.23%	5.78MB / 7.58MB	0B / 0B	11
7b23b1756d18	snatia-microservices-auth_service-1	28.74%	9.035MiB / 3.843GiB	0.23%	15.9MB / 23.7MB	4.1kB / 0B	15
a0b5a040f3ca	snatia-microservices-db-1	2.18%	347.9MiB / 3.843GiB	8.84%	7.91kB / 6.76kB	3.92MB / 15.2MB	39

Gambar 8. Pengujian ke – 2 Arsitektur Microservice

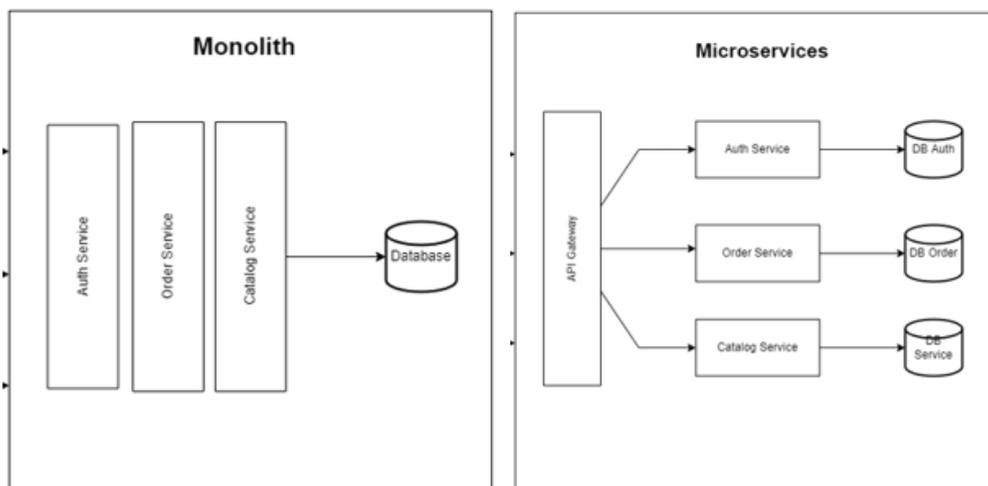
CONTAINER ID	NAME	CPU %	MEM USAGE / LIMIT	MEM %	NET I/O	BLOCK I/O	PIDS
b6e231248431	snatia-microservices-monolith_service-1	0.00%	7.082MiB / 3.843GiB	0.18%	21.8MB / 30.4MB	0B / 0B	14
a36dbbf55f38	snatia-microservices-order_service-1	44.32%	9.492MiB / 3.843GiB	0.24%	11.9MB / 17MB	0B / 0B	16
704a9b5d7ca4	snatia-microservices-catalog_service-1	42.06%	8.906MiB / 3.843GiB	0.23%	11.8MB / 15.6MB	0B / 0B	12
7b23b1756d18	snatia-microservices-auth_service-1	50.45%	9.078MiB / 3.843GiB	0.23%	21.9MB / 31.3MB	4.1kB / 0B	16
a0b5a040f3ca	snatia-microservices-db-1	5.45%	347.9MiB / 3.843GiB	8.84%	13.2kB / 11.8kB	3.92MB / 15.2MB	39

Gambar 9. Pengujian ke – 3 Arsitektur Microservice

Pemakaian CPU pada microservices lebih terdistribusi ke masing masing layanan. Sedangkan pada arsitektur monolith, terlihat bahwa pemakaian CPU naik diatas 100% yang dikarenakan 1 aplikasi monolith menerima banyak request ke masing masing layanan yang berada pada satu aplikasi.

3.2. Analisis Arsitektur

Pada microservices, apabila terdapat salah satu layanan yang mati, maka layanan lain tidak akan ikut mati[5]. Itu dikarenakan masing masing layanan pada microservice dijalankan secara independen. Kita masih bisa mengirim request ke layanan yang masih hidup namun fungsionalitasnya akan sedikit bermasalah ketika layanan tersebut membutuhkan layanan yang tadinya mati. Berbeda dengan aplikasi monolith yang semua layanan dibuat menjadi satu aplikasi. Sehingga apabila salah satu layanan pada aplikasi monolith tersebut bermasalah atau *crash* maka akan mempengaruhi seluruh aplikasi. Namun, pembuatan aplikasi monolith cenderung lebih mudah pada aplikasi dengan skala yang kecil.



Gambar 10. Perbandingan skema layanan pada microservice dan monolith

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis pada arsitektur microservice dan monolith, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa:

- 1) Pemakaian resource yaitu salah satunya CPU pada aplikasi dengan arsitektur microservice cenderung lebih terdistribusi ke layanan yang dimintai request oleh client dibanding dengan arsitektur microservice karena masing masing layanan berjalan pada aplikasi yang berbeda.
- 2) Apabila salah satu service pada microservice tersebut mati/ crash, maka aplikasi lain tidak akan ikut mati karena berjalan pada aplikasi yang berbeda. Sedangkan pada arsitektur monolith, apabila terdapat satu layanan yang mati maka seluruh aplikasi akan terdampak karena berjalan pada aplikasi yang sama.
- 3) Microservice akan lebih berguna pada aplikasi dengan skala yang besar karena dapat dengan mudah melakukan pengembangan dan fokus pada layanan tertentu dibandingkan dengan aplikasi monolith yang memungkinkan adanya ketergantungan tiap layanan.
- 4) Microservice lebih cocok digunakan dalam pemrosesan Big Data dibandingkan dengan Monolith dilihat dari pengujian yang dimana penggunaan sumber daya pada microservice lebih terdistribusi dibanding arsitektur monolith.

Diharapkan pembaca setelah ini mengetahui bagaimana performa dari arsitektur microservice dan arsitektur monolith. Sehingga pembaca dapat memilih penggunaan arsitektur perangkat lunak sesuai kebutuhan.

Referensi

- [1] D. Price, "INFOGRAPHIC: HOW MUCH DATA IS PRODUCED EVERY DAY?", 2015. [Online]. Available: <https://cloudtweaks.com/2015/03/how-much-data-is-produced-every-day/#:~:text=A.,a%20staggering%2018%20zeros>. [01 October 2022]
- [2] C. Richardson, "What are microservices?", 2021. [Online]. Available: <https://microservices.io/>. [01 October 2022]
- [3] C. Harris, "Microservices vs. monolithic architecture.". [Online]. Available: <https://www.atlassian.com/microservices/microservices-architecture/microservices-vs-monolith#:~:text=A%20monolithic%20application%20is%20built,of%20smaller%2C%20independently%20deployable%20services>. [02 October 2022].
- [4] F. Tapia, M. ángel Mora, W. Fuertes, H. Aules, E. Flores, and T. Toulkeridis, "From monolithic systems to microservices: A comparative study of performance," *Applied Sciences (Switzerland)*, vol. 10, no. 17, Sep. 2020, doi: 10.3390/app10175797.
- [5] S. Digner, "Microservices Advantages and Disadvantages: Everything You Need to Know", June 2020. [Online]. Available: <https://solace.com/blog/microservices-advantages-and-disadvantages/>. [02 October 2022]

Analisis Algoritma Random Forest Dalam Memprediksi Penyakit Jantung Koroner

Stephania Getrudis Inaconta Sadipun, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra, S.T., M.Cs

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Udayana
Jalan Raya Kampus Unud, Badung
sadipunnia@gmail.com
anom.cp@unud.ac.id

Abstract

Nowadays, there are many problems with diseases especially for internal diseases. One of the internal diseases that can affect human vital organs is coronary heart disease. Coronary heart disease is caused by excessive accumulation of fatty substances in the lining of the pulse wall of coronary vessels, and this over time is followed by various processes such as the accumulation of connective tissue, capsulation, blood clotting, which will clog blood vessels and result in the heart lacking blood. Of course, this is very dangerous for health and needs to be considered. Therefore, this study aims to test and analyze the Random Forest algorithm in accurately predicting coronary heart disease, so that with this, it is hoped that the system created can be said to be a good system so that it can provide fast and accurate treatment for those infected by this disease. The results of this study are in the form of an evaluation of the system that states that the accuracy of the system reaches 91%, then training score and cross validation which has an upward curve which means that the system learns from the data well and also the confusion matrix value which provides a high calculation of prediction correctness compared to the calculation of prediction errors, which are 24: 4 All these results are said to be good and the system is ready to be used to detect coronary heart disease.

Keywords: Heart Disease, Detect, Predict, Random Forest, Accuracy

1. Pendahuluan

Jantung merupakan salah satu bagian dari organ vital manusia yang perlu dijaga untuk keberlangsungan hidup manusia. Salah satu hal dalam dunia kesehatan yang saat ini menjadi sorotan adalah berbagai penyakit yang dapat dialami oleh organ vital manusia termasuk jantung. Jantung juga bisa terjangkit penyakit yang cukup mematikan dan membahayakan kesehatan salah satunya adalah penyakit jantung koroner. Penyakit jantung koroner adalah penyakit yang disebabkan oleh penumpukan zat lemak secara berlebihan di lapisan dinding nadi pembuluh koroner, dan hal ini lama kelamaan diikuti oleh berbagai proses seperti penimbunan jaringan ikat, perkapuran, pembekuan darah, dan lainnya, yang mana semuanya ini akan mempersempit atau menyumbat pembuluh darah. Hal ini akan mengakibatkan otot jantung di daerah tersebut mengalami kekurangan aliran darah dan dapat menimbulkan berbagai akibat yang cukup serius bahkan bisa mengancam nyawa [1]. Hal ini perlu menjadi perhatian karena berdasarkan data dari World Health Organization (WHO) tahun 2005, dari 58 juta kematian di dunia, 17,5 juta (30%) diantaranya disebabkan oleh penyakit jantung dan pembuluh darah, terutama oleh serangan jantung (7,6 juta) dan stroke (5,7 juta). Pada tahun 2015, diperkirakan kematian penyakit jantung dan pembuluh darah di dunia meningkat menjadi 20 juta [2].

Di Indonesia, salah satu masalah kesehatan masyarakat yang sedang kita hadapi saat ini dalam pembangunan kesehatan adalah beban ganda penyakit, yaitu disatu pihak masih banyaknya penyakit infeksi yang harus ditangani, dilain pihak semakin meningkatnya penyakit tidak menular terutama penyakit jantung dan pembuluh darah. Angka kematian penyakit tidak menular meningkat dari 41.7% pada tahun 1995 menjadi 59,5% pada tahun 2007 [3].

Berdasarkan data diatas, tentu saja penyakit jantung koroner adalah penyakit yang sangat mematikan yang perlu untuk ditindak lanjuti. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan mengetahui

keberadaan penyakit jantung koroner sedini mungkin, dengan mengembangkan sistem berbasis Machine Learning yang dapat mendeteksi keberadaan penyakit jantung pada tubuh seseorang dengan menggunakan sistem yang memiliki akurasi yang baik pula. Oleh karena itu, dalam pengembangan sistem perlu menggunakan algoritma yang bisa memprediksi penyakit jantung koroner dengan akurasi yang cukup tinggi. Salah satu algoritma yang dapat memprediksi dengan baik adalah Random Forest. Maka dari pada itu, penelitian ini akan menganalisis seberapa baik akurasi algoritma random forest dalam melakukan prediksi penyakit jantung koroner.

Penelitian ini akan menggunakan Machine Learning untuk membuat sistem yang cerdas dengan mempelajari data. Dataset yang digunakan pada sistem ini didapatkan dari website Kaggle.com. Data pada dataset ini terdiri atas data-data informasi kesehatan yang berkaitan dengan jantung dan juga berisi data keberadaan penyakit jantung koroner yang dilambangkan dengan 1 jika terdeteksi dan 0 jika tidak terdeteksi. Dataset kemudian dibagi menjadi data latih dan data tes dan dilatih dengan menggunakan algoritma Random Forest. Algoritma Random Forest itu sendiri didesain oleh J. Ross Quinlan, dinamakan Random Forest karena merupakan keturunan dari pendekatan ID3 untuk membangun pohon keputusan. Random Forest merupakan algoritma yang cocok digunakan untuk masalah klasifikasi pada machine learning dan data mining [4]. Random Forest memetakan atribut dari kelas sehingga dapat digunakan untuk menemukan prediksi terhadap data yang belum muncul. Pohon keputusan sendiri merupakan pendekatan “divide and conquer” dalam mempelajari masalah dari sekumpulan data independen yang digambarkan dalam bagan pohon [5]. Algoritma Random Forest terbentuk atas beberapa *base learner* Decision Tree, yang mana setiap hasil dari Decision Tree akan digabungkan kemudian dicari estimasi gabungannya menggunakan *Majority Voting* untuk mendapatkan hasil prediksinya.

2. Metode Penelitian

2.1. Data Acquisition (Pengumpulan Data)

Mula-mula, yang perlu dilakukan ialah mengumpulkan data-data yang akan digunakan untuk membuat sistem. Data yang digunakan adalah data Bernama “heart.csv” yang diambil dari website Kaggle.com.

2.2. Preprocessing Data

Setelah melakukan pengumpulan data, selanjutnya data perlu dilakukan preprocessing sehingga data dapat dipersiapkan dengan baik sebelum digunakan untuk membangun sistem, yang mana hal ini berguna karena panenliti hanya akan mengambil data yang memang diperlukan. Hal ini sangat penting, karena jika data yang tidak diperlukan juga ikut terambil, maka dapat memungkinkan terjadinya interpretasi hasil yang salah. Adapun beberapa preprocessing data yaitu :

- Melakukan One-Hot Endcoding (mengubah variabel kategorik dengan merepresentasikannya dalam bentuk binary dengan angka 0 dan 1)
- Menghapus variabel yang tidak diperlukan / feature selection
- Menghapus missing value
- Melakukan pemisahan feature
- Menormalisasi data
- Melakukan pembagian jumlah dataset kedalam dataset training dan dataset testing

2.3. Modelling (Pemodelan/Pembangunan Sistem)

Setelah 2 tahapan sebelumnya dilakukan, maka selanjutnya dilakukan pemodelan sistem yaitu implementasi algoritma Random Forest pada dataset. Algoritma Random Forest akan diimplementasikan untuk melatih dan mengetes dataset sesuai dengan pembagian sebelumnya. Adapun cara kerja Random Forest adalah :

- Penentuan jumlah *Base Learner (Decision Tree)*
- Mencari hasil dari jetaip *Base Learner (Decision Tree)*
- Pencarian hasil prediksi dengan melakukan akumulasi hasil dari setiap *Base Learner (Decision Tree)* dengan *Majority Voting*

2.4. Pengujian Model dan Evaluasi

Setelah beberapa tahapan diatas dilakukan, model sudah bisa ditesting menggunakan data baru untuk mendeteksi penyakit jantung koroner pada seseorang dengan menginputkan data-data berdasarkan variable-variabel sebelumnya. Setelah algoritma Random Forest diimplementasikan, selanjutnya

peneliti menampilkan classification report dari algoritma Random Forest itu sendiri, yang berisi akurasi model, training score model, matrix confusion dan cross validation score dari model.

Gambar 1 menjelaskan alur diagram dari metode penelitian yang dilakukan.

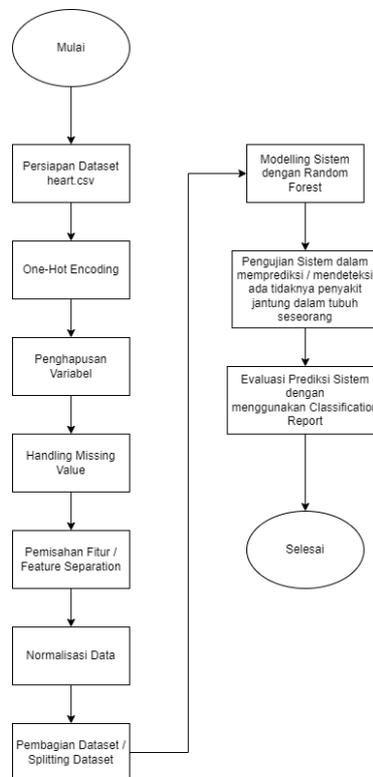


Figure 1. Metode Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, peneliti akan membuat program komputer untuk mengimplementasikan teknik, metode dan algoritma yang akan digunakan pada sistem deteksi. Peneliti menggunakan bahasa Python dalam pengembangan sistem ini peneliti menggunakan Jupyter untuk membuat kode program. Pengembangan sistem ini menggunakan algoritma Random Forest dengan memanfaatkan library pada python yaitu sklearn.

3.1. Dataset

Dataset yang digunakan adalah dataset dengan nama heart.csv yang diakses dari situs Kaggle.com yaitu <https://www.kaggle.com/datasets/johnsmith88/heart-disease-dataset> yang didalamnya berisi 303 baris dengan 14 kolom yang merupakan variabel yang terdiri atas 9 variabel kategorik dan 5 variabel kontinu. 9 variabel kategorik tersebut adalah sex, cp, fbs, restecg, exang, slope, ca, thal, target. Sedangkan 5 variabel kontinu tersebut adalah age, trestbps, chol, thalach dan oldpeak. Ke 14 variabel inilah yang merupakan data-data Kesehatan yang berhubungan dengan jantung. Dibawah ini adalah gambar dataset heart.csv :

	age	sex	cp	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	slope	ca	thal	target
0	63	1	3	145	233	1	0	150	0	2.3	0	0	1	1
1	37	1	2	130	250	0	1	187	0	3.5	0	0	2	1
2	41	0	1	130	204	0	0	172	0	1.4	2	0	2	1
3	56	1	1	120	236	0	1	178	0	0.8	2	0	2	1
4	57	0	0	120	354	0	1	163	1	0.6	2	0	2	1
...
298	57	0	0	140	241	0	1	123	1	0.2	1	0	3	0
299	45	1	3	110	264	0	1	132	0	1.2	1	0	3	0
300	68	1	0	144	193	1	1	141	0	3.4	1	2	3	0
301	57	1	0	130	131	0	1	115	1	1.2	1	1	3	0
302	57	0	1	130	236	0	0	174	0	0.0	1	1	2	0

303 rows x 14 columns

Figure 2. Dataset heart.csv

3.2. Preprocessing Data

Seperti yang telah dibahas sebelumnya, bahwa data perlu dikelola dengan dilakukan preprocessing sebelum digunakan dalam sistem.

a. One-Hot Encoding

Diterapkan pada variable kategorik yang lebih dari 2 kategori (bukan binary) yaitu variable 'cp', 'thal', 'slope'. One-hot encoding diperlukan sehingga data kategori yang bukan binary tersebut bisa diubah ke dalam bentuk binary sehingga mudah untuk diproses pada sistem. Data frame yang terbentuk setelah dilakukan one-hot encoding dapat dilihat pada table dibawah ini :

	age	sex	trestbps	chol	fbs	restecg	thalach	exang	oldpeak	ca	...	cp_1	cp_2	cp_3	thal_0	thal_1	thal_2	thal_3	slope_0	slope_1	slope_2	
0	63	1	145	233	1	0	150	0	2.3	0	...	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	
1	37	1	130	250	0	1	187	0	3.5	0	...	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	
2	41	0	130	204	0	0	172	0	1.4	0	...	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
3	56	1	120	236	0	1	178	0	0.8	0	...	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
4	57	0	120	354	0	1	163	1	0.6	0	...	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	
...
298	57	0	140	241	0	1	123	1	0.2	0	...	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
299	45	1	110	264	0	1	132	0	1.2	0	...	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	
300	68	1	144	193	1	1	141	0	3.4	2	...	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
301	57	1	130	131	0	1	115	1	1.2	1	...	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	
302	57	0	130	236	0	0	174	0	0.0	1	...	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	

303 rows x 22 columns

Figure 3. Dataset heart.csv setelah dilakukan One-Hot Encoding

b. Penghapusan Variabel

Masih berkaitan dengan One-Hot Encoding, dimana variable 'cp', 'thal', 'slope' sudah diubah dengan One-Hot Encoding, yang mana menjadi 'cp_1', 'cp_2', 'cp_3', 'thal_1', 'thal_2', 'thal_3', 'slope_1', 'slope_2', 'slope_3', maka ketiga variable asli ini ('cp', 'thal', 'slope') sudah tidak diperlukan lagi.

c. Handling Missing Values

Missing value adalah nilai yang tidak terdefinisi di dataset. Missing value perlu ditangani karena dapat menimbulkan perubahan hasil analisis. Pada akhirnya, data-data yang memuatnya bisa memberikan kesimpulan yang berbeda dibandingkan dengan data yang telah dibersihkan atau dibenahi. Pada penelitian ini, peneliti menghapus missing values sehingga tidak terjadi kesalahan interpretasi.

```
age      0
sex      0
trestbps 0
chol    0
fbs     0
restecg 0
thalach 0
exang   0
oldpeak 0
ca      0
target  0
cp_0    0
cp_1    0
cp_2    0
cp_3    0
thal_0  0
thal_1  0
thal_2  0
thal_3  0
slope_0 0
slope_1 0
slope_2 0
dtype: int64
```

Figure 4. Variabel yang memiliki missing values

d. Pemisahan Fitur / Feature Separation

Pemisahan fitur dilakukan untuk memisahkan fitur / variable x dari variable y sehingga bisa diproses masing-masing. Hal ini dilakukan agar sistem mengenal variable mana yang akan digunakan sebagai inputan untuk mendapatkan hasil prediksi dan variable mana yang dikatakan sebagai hasil prediksi. Pada penelitian ini, variable x adalah variable yang digunakan untuk inputan dalam mendeteksi penyakit jantung koroner, dan variable y adalah hasil prediksinya.

e. Normalisasi Data

Pada bagian ini, akan dilakukan normalisasi data untuk menormalkan rentang variabel independen atau fitur data untuk alur kerja data yang lebih baik. Normalisasi data akan menggunakan normalisasi min-max. Normalisasi min-max sering dikenal sebagai penskalaan fitur di mana nilai rentang numerik fitur data, dikurangi menjadi skala antara 0 dan 1.

f. Pembagian Dataset / Splitting Dataset

Pada penelitian ini, peneliti membagi dataset menjadi 2 bagian yaitu 80% data training dan 20% data testing.

g. Modelling Sistem dengan Random Forest

Random Forest bekerja dengan 3 tahap yaitu penentuan jumlah *base learner (Decision Tree)*, mencari hasil dari setiap *base learner (Decision Tree)* dan pencarian hasil prediksi dengan melakukan akumulasi hasil dari setiap *base learner (Decision Tree)* dengan *Majority Voting*. Dalam penelitian ini, peneliti memanfaatkan library python yang bernama *sklearn* untuk melakukan 3 tahapan ini, dimana implementasi algoritma Random Forest secara keseluruhan sudah bisa dilakukan / diimplementasikan oleh library ini.

h. Pengujian dan Evaluasi Sistem

Setelah semua persiapan dan implementasi algoritma Random Forest selesai, maka dilanjutnya dengan melakukan pengujian sistem untuk melihat apakah sistem sudah bekerja dengan baik dengan cara mengukur akurasi model, training score model, matrix confusion dan cross validation score. Pada penelitian ini, model memiliki akurasi sebesar 91%, training score dan cross validation yang memiliki kurva naik yang menunjukkan bahwa sistem dapat belajar dengan baik dari dataset yang digunakan dan juga perhitungan kebenaran prediksi yang tinggi dibandingkan perhitungan kesalahan prediksi yang didapatkan dari confusion matrix yakni bernilai 24 : 4. Hasil evaluasi model ini dapat dilihat melalui classification report dan table evaluasi yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

```

    .. Random Forest Accuracy: 91.80% ..

    .. Classification Report
    *****
                precision    recall  f1-score   support

     0           0.86       0.96       0.91         25
     1           0.97       0.89       0.93         36

    accuracy          0.92
    macro avg         0.91       0.92       0.92
    weighted avg      0.92       0.92       0.92
    
```

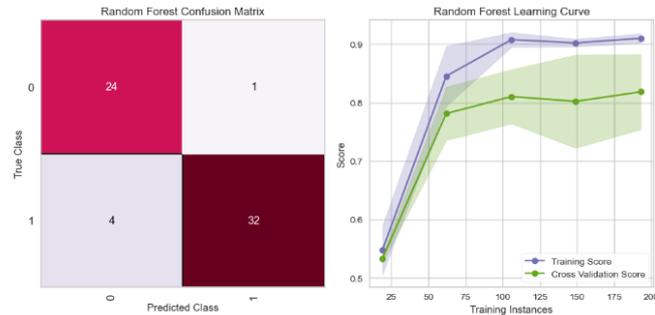


Figure 5. Gambar Classification Report

Table 1. Tabel hasil akurasi algoritma Random Forest

Model	Akurasi
Random Forest	91.803279%

Berdasarkan classification report diatas dan table akurasi diatas, dapat dikatakan bahwa sistem sudah berjalan dengan baik, maka dari itu, kita sudah bisa melakukan pengujian sistem. Pengujian dilakukan dengan menginputkan data-data 13 variabel y dari seseorang, yaitu “age”, “sex”, “trestbps”, “chol”, “fbs”, “restecg”, “thalach”, “exang”, “oldpeak”, “ca”, “cp”, “thal” dan “slope”. Jika hasil prediksi adalah 1 maka penyakit jantung koroner dikatakan terdeteksi, sedangkan jika hasil prediksi adalah 0 maka penyakit jantung koroner tidak terdeteksi, yang dapat dilihat pada gambar dibawah ini :

```

# --- Input Data Pasien ---
data = [[0.254, 1, 0.487, 0.362, ## age_scaled, sex, trestbps_scaled, chol
        1, 0.5, 0.641, 1, ## fbs, restecg_scaled, thalach_scaled, exang
        0.672, 0.863, 0, 0, ## oldpeak_scaled, ca_scaled, cp_0, cp_1
        0, 1, 0, 0, ## cp_2, cp_3, thal_0, thal_1
        0, 1, 0, 1, 0]] ## thal_2, thal_3, slope_0, slope_1, slope_2

# --- Prediksi dari algoritma Random Forest ---
result = RFclassifier.predict(data)

# --- Cetak status penyakit jantung koroner pasien ---
if result[0] == 1:
    print('\033[1m' + '...' + '\033[0m')
elif result[0] == 0:
    print('\033[1m' + '...' + '\033[0m')

... Penyakit Jantung Koroner Tidak Terdeteksi!..
    
```

Figure 9. Gambar Pengujian Sistem

4. Conclusion

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa algoritma Random Forest sudah dapat dikatakan sebagai algoritma yang cukup akurat dalam memprediksi penyakit jantung koroner, karena memiliki classification report yang cukup baik yaitu akurasi sebesar 91%, training score dan cross validation yang memiliki kurva naik dan juga perhitungan akurasi yang cukup baik dari confusion matrix. Dan dapat disimpulkan pula bahwa algoritma Random Forest sudah cocok dalam melakukan pendeteksian, dalam hal ini mendeteksi penyakit jantung koroner.

References

- [1] K. Sutomo, "Gangguan Metabolisme Lemak dan Penyakit Jantung Koroner," *Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar Tetap dalam Ilmu Penyakit Dalam pada Universitas Sumatera Utara. Medan*, 2019.
- [2] B. Sadikin, "Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Tentang Pedoman Penyakit Jantung dan Pembuluh Darah," *World Health Organization*, no. 854/MENKES/SK/IX/2009, 2009.
- [3] B. Sadikin, "Penyakit Tidak Menular (PTM) Penyebab Kematian Terbanyak Di Indonesia," *Kementerian Kesehatan Republic Indonesia*, 2011.
- [4] Larose, "Discovering Knowledge in Data," New Jersey : John Willey, 2013.
- [5] W. Frank, H, "Data Mining : Practical Machine Learning and Tools," *Morgan Kaufmann Publisher*, 2011.

This page is intentionally left blank

Sistem Pakar Untuk Membantu Diagnosis Diabetes Menggunakan *Machine Learning* Dengan Algoritma Jaringan Saraf Tiruan

Satya Wirapati^{a1}, Dra. Luh Gede Astuti, M.Kom^{a2}.

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana Badung, Bali, Indonesia

¹satyathewise@gmail.com

²lg.astuti@unud.ac.id

Abstrak

Diabetes merupakan salah satu penyakit tidak menular (PTM) yang saat ini telah menjadi ancaman serius bagi kesehatan global. Dikutip dari data World Health Organization (WHO), 70% dari total kematian di dunia disebabkan oleh penyakit tidak menular. Fakta lain yang perlu diwaspadai adalah posisi diabetes sebagai salah satu silent killer di Indonesia mungkin saja naik bila penyakit ini tidak ditangani dengan baik. Di tahun 2016, persentase kematian akibat diabetes di Indonesia mencapai 6,7% dan merupakan yang tertinggi kedua setelah Sri Lanka. Angka ini cukup tinggi karena 2 dari 3 penderita diabetes di Indonesia tidak mengetahui bahwa dirinya mengidap diabetes. Kebanyakan dari mereka baru mengakses layanan kesehatan ketika sudah dalam kondisi yang memburuk, bahkan sudah mengalami komplikasi.

Hal tersebut menjadi landasan bagi penulis untuk membuat suatu aplikasi sistem pakar menggunakan algoritma deep learning/artificial neural network yang bertujuan untuk memprediksi seseorang pasien akan terkena diabetes akut dengan besar akurasi.

Dalam Hasil dari program yang telah penulis buat, yakni penulis berhasil dalam menghitung akurasi model dengan menggunakan metode yang bernama balanced accuracy score dan menggunakan data testing untuk mengtest model. Hasilnya kita mendapatkan tingkat keakuratan sekitar 65%.

1. Pengantar

Diabetes adalah penyakit umum di dunia yang obat belum ditemukan sampai saat ini. Berdasarkan laporan Diabetes Research Center, orang yang mengalami diabetes telah bertambah dua kali lipat selama sepuluh tahun terakhir ini di seluruh dunia dan sekitar 200 juta orang telah didiagnosis dan ada sekitar enam persen peningkatan prevalensi tahunan diabetes di dunia. Karena diabetes adalah penyakit kronis yang dapat menyebabkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki pada anggota badan dan organ vital lainnya dalam tubuh. Penggunaan dari artificial intelligence dapat meningkatkan pendeteksian, pengontrolan penyakit, dan bisa menjadi bantuan yang besar bagi para dokter. Berdasarkan Diabetes Research Center, pendiagnosaan awal terhadap pasien yang riskan, dapat mencegah 80% komplikasi kronis tipe 2 atau menundanya. Terdapat dua jenis utama diabetes, diabetes tipe 1 yang ditandai dengan kerusakan organ pankreas dalam memproduksi insulin. Lalu ada tipe 2 ditandai dengan tidak bekerjanya insulin itu sendiri.

[1] membangun neural network dalam memprediksi konsentrasi glukosa dalam pasien diabetes tipe menggunakan analisis regresi logistik untuk menghitung rasio odds versi neuroleptik yang tidak biasa dan diagnosis diabetes di masing-masing kelompok umur, mengontrol efek populasi, dan diagnosis telah membaik prediksi diabetes menggunakan neural network fuzzy.

Pemodelan prediktif merupakan salah satu solusi untuk banyak masalah Kesehatan. Melatih neural network dapat membantu para ahli pakar dan meminimalkan kemungkinan kesalahan yang dapat terjadi dalam diagnosis diabetes. Oleh karena itu proposal penelitian ini mencoba untuk solusi yang relatif efisien dengan merancang dan menerapkan sistem untuk memprediksi diabetes pada pasien yang menggunakan jaringan saraf.

Jaringan syaraf tiruan adalah pemodelan nonlinier dari teknik komputasi cerdas yang dalam beberapa tahun terakhir menjadi kemajuan dalam komputasi dan alat pemrosesan informasi diperoleh dan posisi penting dan kemajuan dalam ilmu pengetahuan. Feedforward neural networks adalah jenis jaringan saraf tiruan yang bagus. Sedangkan backpropagation bertujuan untuk meminimalkan fungsi biaya dengan menyesuaikan bobot dan bias jaringan. Gradien fungsi biaya menentukan tingkat penyesuaian sehubungan dengan parameter seperti fungsi aktivasi, weight, bias, dll. Berikut adalah struktur jaringan saraf tiruan.

- a) Input layer: mengambil data mentah yang berasal dari data set. Dengan jumlah neuron sesuai dengan field yang ada pada dataset.
- b) Hidden layer: nilai yang berada pada hidden layer berasal dari input layer dan weight setiap hubungan antara neuron di input layer dan hidden layer. Weight dan bias ditentukan saat model machine learning di optimisasi.
- c) Output layer: fungsi unit keluaran tergantung pada aktivitas dan bobot unit tersembunyi dan hubungan antara unit tersembunyi dan keluaran.

2. Metodologi Penelitian

Persiapan Data Pasien

Mempersiapkan data set pasien yang ingin di cek, apakah pasien tersebut terkena diabetes atau tidak. Dimana data set yang diberikan berisi data kandungan glukosa, tekanan darah, ketebalan kulit, dll. Kemudian setelah data didapatkan maka akan langsung di proses menggunakan program yang sudah dibuat. Berikut adalah atribut yang diperlukan berada di dalam data set :

1. Sudah berapakahnya hamil.
2. Tingkat gula darah atau kandungan glukosa dalam darah.
3. Tekanan darah diastolic atau tekanan darah pada dinding pembuluh darah saat jantung dalam kondisi istirahat.
4. Triceps skinfold thickness merupakan salah satu jenis pengukuran skinfold thickness yang valid sebagai indikator yang menunjukkan persentase lemak tubuh seseorang.
5. Tingkat kemanjuran 2 jam serum insulin.
6. Indeks massa tubuh.
7. Diabetes pedigree function digunakan sebagai indicator Riwayat diabetes dalam keluarga.
8. Umur.
9. Apakah pasien terkena penyakit diabetes tipe 2 atau tidak.

Attribute no.	Attribute
1	Number or times pregnant (NTP)
2	Plasma glucose concentration (PGC)
3	Diastolic blood pressure (mmHg) (DBP)
4	Triceps skin-fold thickness (mm) (TSFT)
5	2-h serum insulin (mu U/mL) (H2SI)
6	Body mass index (kg/m ²) (BMI)
7	Diabetes pedigree function (DPF)
8	Age
9	Class 0 and 1 (Diagnosis of type 2 diabetes disease)

Desain Model

Untuk desain model, kami menentukannya berdasarkan parameter berikut agar model bisa menghasilkan akurasi yang tinggi dan komputasi yang serendah mungkin:

- Pertama kita harus menentukan berapa banyaknya hidden layer, dan banyaknya neuron disetiap hidden layer agar model.
- Tentukan activation-activation yang dipakai di setiap hubungan-hubungan antar layer
- Tentukan fungsi yang digunakan untuk menghitung lost cost function untuk output layer.
- Dan terakhir tentukan optimizer apa yang sebaiknya digunakan.

1) Menentukan Hidden Layer

Menurut Jeff Heaton 2008, penentuan hidden layer pada jaringan syaraf tiruan sangatlah penting, jumlah neuron hidden layer yang digunakan berpengaruh besar terhadap perubahan hasil dari pelatihan jaringan tersebut. Jika jumlah neuron hidden layer terlalu sedikit, data yang akan dihasilkan oleh jaringan sering kali tidak relevan. Namun jika neuron terlalu banyak, akan memperlambat proses pelatihan dari jaringan dan akan terjadi pelatihan yang tidak hingga. Maka dari itu, diperlukanlah pencocokan terhadap jumlah neuron hidden layer yang digunakan. Sangat banyak aturan yang digunakan untuk menentukan jumlah neuron hidden layer yang tepat untuk setiap jaringan. Beberapa aturan yang sering dipakai adalah:

1. Jumlah neuron hidden layer lebih besar dari jumlah neuron input atau jumlah neuron output.

2. Jumlah neuron hidden layer seharusnya 2/3 besar dari jumlah neuron input ditambah jumlah neuron output.
 3. Jumlah neuron hidden layer harus lebih kecil atau sama dengan dua kali jumlah input layer.
- 2) Menentukan Aktivasi
- Fungsi aktivasi berfungsi untuk menghadirkan sifat non linieritas pada input. Fungsi ini juga memiliki banyak jenis, bergantung fungsi dan kebutuhan pada perceptron, maka jenis fungsi aktivasi yang digunakan berbeda.
- Linier $(z) = z$
 - Logistic/Sigmoid $(z) = 1/1+e^{-n}$
 - Rectified Linear Unit (ReLU) $(z) = \max(0, z)$
 - Tanh $(z) = \frac{e^{2z}-e^{-2z}}{e^{2z}+e^{-2z}}$

Fungsi aktivasi yang umum digunakan adalah ReLU dan biasanya digunakan pada output dari perceptron dan beberapa jenis layer komputasi lainnya.

3) Menentukan *lost function*

Lost function merupakan metode untuk mengevaluasi seberapa baik algoritma memodelkan suatu data (Li dkk., 2019). *Lost function* memiliki kurva yang bertujuan untuk memberitahu cara mengubah parameter untuk membuat model lebih akurat. Cara kerja *lost function* adalah membandingkan hasil prediksi dari *output layer* dengan target. Ada banyak jenis *lost function* yang bisa digunakan yaitu *meansquared error loss*, *mean absolute error loss*, *multi-class cross entropy loss*, *kullback leibler divergence loss*, dll.

Pada penelitian ini, kami menggunakan metode *cross entropy*. Kami menggunakan metode ini karena metode ini memberikan penalti yang banyak. Hal ini jauh lebih baik jika dibandingkan dengan Metode MSE di mana metode ini memberikan penalti prediksi yang salah. Selain itu, metode *cross entropy* menghukum prediksi yang salah tetapi yakin serta prediksi yang benar tapi kurang percaya diri. Hal ini juga lebih baik jika dibandingkan dengan metode negatif log-likelihood yang tidak memberikan penalti berdasarkan keyakinan prediksi.

Metode *cross entropy* menghitung perbedaan antara dua distribusi probabilitas untuk serangkaian kejadian atau variabel acak yang disediakan. Ini digunakan untuk menghitung skor yang merangkum perbedaan rata-rata antara nilai yang diprediksi dan nilai sebenarnya. Untuk meningkatkan akurasi model, harus dicoba meminimalkan skor-skor lintas tropi antara 0 dan 1, dan nilai sempurna adalah 0. Berikut merupakan persamaan *cross entropy* :

$$H(p, q) = - \sum_x p(x) \log(q(x))$$

4) Menentukan *Optimizer*

Jadi untuk *Optimizer* sendiri berguna untuk meningkatkan pembelajaran dengan memperbaiki pengetahuan di jaringan, jadi neural network nantinya akan mengambil data input dan mendorongnya menjadi ansambel lapisan. Jaringan perlu mengevaluasi kinerjanya dengan fungsi kerugian. Fungsi kerugian memberi ke jaringan ide dari jalur yang perlu diambil sebelum menguasai pengetahuan. network perlu meningkatkan pengetahuannya dengan bantuan

pengoptimal. Untuk optimizer sendiri ada beberapa yang baik untuk digunakan seperti:

- SGD
- AdaDelta
- AdaGrad
- RMSProp
- Adam

Untuk penelitian ini menurut kami Adam adalah yang paling cocok. Jadi Adam adalah algoritme berbasis gradien urutan pertama dari fungsi tujuan stokastik, berdasarkan perkiraan adaptif momen tingkat rendah. Adam adalah salah satu algoritme pengoptimalan mutakhir yang digunakan oleh banyak praktisi pembelajaran mesin. Momen pertama dinormalisasi oleh momen kedua memberikan arah pembaruan. Jadi menurut kami jika ingin melatih neural network dalam waktu yang lebih singkat dan lebih efisien daripada Adam adalah optimizer yang terbaik. Untuk sparse data, lebih baik menggunakan pengoptimal dengan kecepatan pembelajaran dinamis. Jika, ingin menggunakan gradient descent algorithm dari pada penurunan min-batch gradient descent adalah pilihan terbaik.

3. Hasil dan Pembahasan

Cell 1

Pada cell 1 terdapat syntax yang berisikan library-library yang dibutuhkan sedang diimport. Setelah itu, file csv yang ingin dijadikan dataset harus diubah terlebih dahulu ke dalam pandas data frame menggunakan metode pandas, yakni `read_csv` ke dalam variabel "dataset" dan di dalam argumennya yang pertama path file csv dimasukkan dan kedua menentukan delimiter yang ada di file csv. Kemudian pisahkan field/independent variable dan output data menggunakan method `iloc`. Dan terakhir data dibagi menjadi data training dan data test dengan perbandingan 4:1 secara refektif dengan menggunakan method `train_test_split`.

```
from numpy import loadtxt
import pandas as pd
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense
from sklearn.model_selection import train_test_split
import numpy as np
from sklearn.metrics import balanced_accuracy_score

dataset = pd.read_csv("Book1.csv", delimiter=",")
X = dataset.iloc[:, 0:8]
y = dataset.iloc[:,8]

#bagi data menjadi data latih dan data test dengan ratio 8:2
x_train,x_test,y_train,y_test=train_test_split(X, y, test_size=0.2)
```

Cell 2

Kemudian model neural networknya dibuat dengan cara membuat objek `sequential()` ke dalam variabel "model" yang diimport dari library keras. Lalu dengan metode `add`, ditambahkan layer pertama dan kedua pada pemanggilan metode `add` yang pertama, di dalam metode `add` pertama dimasukkan argument yang pertama, yaitu banyaknya neuron pada hidden layer kedua, yaitu 12, lalu argumen kedua banyaknya neuron pada input layer yaitu sesuai dengan independent variable pada data set dan argument ketiga, yaitu menentukan aktivasi di antar layer tersebut, dan di sini kami memilih relu activation. Kami memilih relu karena ReLu (Rectified Linear Unit) memiliki fungsi turunan dan memungkinkan backpropagation sekaligus membuatnya

efisien secara komputasi. Neuron hanya akan dinonaktifkan jika output dari transformasi linier bernilai kurang dari 0. Kemudian pada pemanggilan metode `add` yang ke dua, di argument pertama dimasukkan banyaknya neuron pada hidden layer ketiga, yaitu 8, dan aktivasinya sama antara hidden layer pertama dan input layer, yaitu ReLu activation. Dan yang terakhir adalah output layer, outputnya ditentukan 1 dan menggunakan activation sigmoid. Sigmoid activation function mengambil nilai nyata apa pun sebagai nilai input dan output dalam kisaran 0 sampai 1. Semakin besar nilai inputnya (semakin positif), maka nilai outputnya akan semakin dekat dengan 1, sedangkan semakin kecil nilai inputnya (semakin negatif), maka semakin dekat nilai outputnya dengan 0. Alasan kita memilih sigmoid adalah karena hasil output yang besar, akan menghasilkan komputasi dan memakan penyimpanan yang besar juga jadi kami meminilisirnya dengan menggunakan sigmoid.

```
model = Sequential()  
model.add(Dense(12, input_dim=8, activation="relu"))  
model.add(Dense(8, activation="relu"))  
model.add(Dense(1, activa
```

Cell 3

Pemodelan terakhir pada model nn ini adalah menentukan fungsi loss cost dan fungsi optimizer, untuk lost cost digunakan binary cross entropy dan untuk optimizer digunakan adam. Binary cross entropy digunakan untuk klasifikasi biner yang mana nilai target berada pada set {0,1}.Adam digunakan untuk optimizer karena efisien secara komputasi/perhitungan,sesuai dalam hal data atau parameter yang memiliki masalah yang besar, dan mudah untuk diterapkan. Dan terakhir mem-fit kan, yakni menentukan banyaknya epochs=150 dan banyaknyasampel data di setiap batch `batch_size=32`.

```
model.compile(loss="binary_crossentropy", optimizer="adam",  
metrics=["accuracy"] )  
model.fit(x_train, y_train, epochs=150, batch_size=32)  
_, accuracy = model.evaluate(x_train, y_train)
```

Cell 6

Akurasi model dihitung dengan menggunakan metode balanced accuracy score dan menggunakan data testing untuk mengetest model. Hasilnya didapatkan tingkat ke-akurasion sekitar 65%.

```
from sklearn.metrics import accuracy_score  
predictions = (model.predict(x_test) > 0.5).astype(int)  
balanced_accuracy_score(y_test, p
```

4. Kesimpulan

Dari Hasil program yang telah kami buat yang sudah dijelaskan sebelumnya, Hal pertama yang dapat dilakukan dalam metode penelitian yaitu mempersiapkan data set pasien yang kemudian akan langsung di proses menggunakan program yang sudah dibuat. Dalam desain model kami menentukan berdasarkan beberapa parameter yang bertujuan untuk menghasilkan akurasi yang tinggi dan komputasi yang serendah mungkin. Parameter-parameter tersebut antara lain Menentukan : Hidden Layer, Aktivasi, Lost Function, serta mentukan Optimizer. Pada Optimizer sendiri kami menggunakan algoritme berbasis gradien urutan pertama dari fungsi tujuan stokastik, berdasarkan perkiraan adaptif momen tingkat rendah yang bisa disebut dengan Adam. Yang dimana Adam adalah salah satu algoritme pengoptimalan mutakhir yang digunakan oleh banyak praktisi pembelajaran mesin.

Daftar Pustaka

- [1] S. C. B. a. R. Pappada, " Development of a neural network for prediction of glucose concentration in type 1," *Journal of Diabetes Science and Technology*, pp. 792-801,2008.
- [2] P. RAHIMLOO and A. JAFARIAN, "Prediction of Diabetes by Using Artificial Neural Network,," *Bulletin de la Société Royale des Sciences de Liège*, pp. 1148 - 1164, 2016.
- [3] E. L. J. L. C. X. J. T. T. Y. M. e. a. Pei, "" Effects of lipids and lipoproteins on," *JDiabetes*, p. 559–64, 2014.
- [4] J. O. Orukwo and L. G. Kabari, "Diagnosing Diabetes Using Artificial Neural Networks," p. 5, 2020.
- [5] D. Nielsen, L. Krych and K. Buschard, "Beyond Genetics Influence of dietary factorsand gut," *FEBS Lett*, p. 4234–43, 2014.
- [6] d. F. R. Makarim, "Diabetes," [Online]. Available: <https://www.halodoc.com/kesehatan/diabetes>.
- [7] D. Godoy, "Understanding binary cross-entropy / log loss: a visual explanation," 22 November 2018. [Online]. Available: <https://towardsdatascience.com/understanding-binary-cross-entropy-log-loss-a-visual-explanation-a3ac6025181a>.
- [8] P. Baheti, "12 Types of Neural Network Activation Functions: How to Choose?," 26May 2022. [Online]. Available: <https://www.v7labs.com/blog/neural-networks-activation-functions>.

This page is intentionally left blank

Rancangan Sistem Pendukung Pencaian Produk Laptop Berbasis Ontologi

Putu Danny Satria Ananta Yuda^{a1}, AAIN Eka Karyawati^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana
Bali, Indonesia

¹satria.ananta21@gmail.com

²eka.karyawati@unud.ac.id

Abstract

laptops are now a basic necessity for people who use laptops. The survey results stated that the use of laptops at home reached 77.48% of Indonesians. The laptop chooses that information on your price, business, specifications, .In addition, prospective buyers must ensure that what they get is relevant..Adoption of semantic web technology can overcome these problems. according to the needs and budgets of prospective consumers. This search system will be created using web semantic technology and the data will be mapped into an ontology form as a knowledge base...The ontology model is built using the methodological method, while the system development uses the prototyping method..Research This is expected to be able to facilitate prospective laptop buyers in selecting laptop products that suit their needs and budget

Keywords: Laptop, Ontologi, Web Semantik, Sistem Rekomendasi

1. Pendahuluan

Kebutuhan teknologi saat ini meningkat seiring dengan berkembangnya teknologi saat ini. Contoh teknologi yang mengalami kemajuan itu adalah laptop. Laptop kini menjadi kebutuhan dasar bagi orang-orang untuk melakukan bisnis, pendidikan, menciptakan game, berkomunikasi dan lain lain. Sebagian banyak orang bingung ingin membeli laptop yang sesuai harga dompet dan memiliki spesifikasi bagus untuk kebutuhan dan keinginan yang dimiliki orang-orang tersebut. Namun, memilih laptop bukanlah hal mudah dikarenakan banyak perbedaan dan perbandingan harga, spesifikasi dan fitur-fitur lainnya yang bersaing di pasaran. Saat ini banyak yang menggunakan laptop sebagai sarana untuk mengerjakan suatu pekerjaan pengganti PC.

Berdasarkan survei yang telah dilaksanakan oleh Indonesiabaik.id mengenai penggunaan TIK serta implikasinya terhadap aspek sosial budaya masyarakat di Indonesia menunjukkan bahwa sebanyak 77,48% masyarakat Indonesia tidak menggunakan laptop, sementara sebanyak 22,52% masyarakat Indonesia telah menggunakan laptop. Persentase masyarakat Indonesia yang memiliki laptop tidak jauh berbeda dengan total masyarakat Indonesia yang pernah menggunakan laptop. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 22,52% masyarakat Indonesia menggunakan laptop meskipun sebanyak 1,16% di antaranya tidak menggunakan laptop pribadinya atau bukan milik sendiri. Hasil survei lainnya menunjukkan frekuensi tertinggi masyarakat Indonesia mengakses laptop antara 3 – 5 jam. Fleksibilitas penggunaan di mana saja diprediksi menjadi salah satu faktor durasi penggunaan perangkat ini lebih lama dibandingkan dengan penggunaan komputer yang harus dipasang secara permanen di satu tempat. Seperti halnya penggunaan komputer, Berdasarkan survey tersebut menyatakan lokasi pengguna laptop, yang mana penggunaan laptop di rumah mencapai 61,72% lalu di kantor sebesar 56,48%, di sekolah/kampus sebesar 14,24%, dan di luar tempat yang telah disebutkan tadi sebesar 14%. Hasil survei menunjukkan masyarakat juga masih lebih banyak yang menggunakan laptop di rumah dibandingkan dengan lokasi lain meskipun laptop menawarkan fleksibilitas penggunaan dimana saja.

Solusi yang dapat ditawarkan untuk membantu calon pengguna laptop ataupun yang telah menggunakan laptop, dalam pemilihan produk laptop yang terbaik adalah dengan membuat sebuah sistem pencarian produk laptop yang memiliki knowledge base. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan pendekatan ontologi dan diwujudkan dalam bentuk web sistematis. Penggunaan ontomologi memungkinkan pendeskripsian data menjadi lebih baik, sehingga dapat

memiliki keterhubungan dan keterkaitan yang jelas antara satu data dengan data yang lainnya. Sedangkan pemanfaatan teknologi informasi berbasis internet akan memudahkan calon pembeli laptop untuk melakukan pencarian informasi mengenai produk laptop yang terbaik untuk mereka sesuai dengan kebutuhan dan budget yang dimiliki. Namun pada pelaksanaannya calon pembeli laptop sering kali mendapatkan informasi lengkap yang tidak berada pada website yang sama. Sehingga membutuhkan banyak waktu dan tenaga untuk menyusun informasi yang sesuai kebutuhan calon pembeli. Selain itu, calon pembeli harus memastikan bahwa informasi yang didapat sudah relevan. Adopsi teknologi web semantik dapat mengatasi permasalahan tersebut [1].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, pada penelitian ini akan dibangun sebuah sistem pencarian produk laptop sesuai dengan kebutuhan dan budget calon konsumen. Sistem pencarian ini akan dibuat dengan memanfaatkan teknologi web semantik dan data akan dipetakan kedalam bentuk ontologi sebagai basis pengetahuan [2]. Model ontologi dibangun menggunakan metode methology, sedangkan pengembangan sistem menggunakan etode prototyping. Penelitian ini diharapkan mampu memfasilitasi calon pembeli laptop dalam melakukan pemilihan produk laptop yang sesuai dengan kebutuhan dan budget yang dimiliki

A. Laptop

Laptop adalah komputer pribadi yang dapat dipindahkan dan diangkut dengan mudah sehingga dapat digunakan di banyak tempat. Sebagian besar laptop memiliki fitur yang sama dengan komputer, seperti kemampuan menjalankan perangkat lunak dan mengelola file. Beratnya berkisar antara 1 hingga 6 kg, tergantung dari ukuran, bahan, dan spesifikasi laptop. Daya laptop berasal dari baterai atau adaptor A/C yang dapat digunakan untuk mengisi ulang baterai dan memberi daya pada laptop itu sendiri. Baterai laptop biasanya bertahan sekitar 2-6 jam sebelum habis, tergantung pada cara penggunaannya, spesifikasi baterai, dan ukurannya. Komputer notebook juga kadang-kadang disebut sebagai komputer notebook

B. Web Semantik

Web semantik adalah suatu pendekatan yang dikembangkan khusus pada teknologi *World Wide Web* (WWW) atau yang biasa disebut dengan istilah web. Kata semantik memiliki makna atau hal yang berhubungan dengan ilmu yang mempelajari arti, makna dan perubahan makna. Makna dari suatu data yang terdapat dalam web dapat dipahami bukan hanya mampu dimengerti oleh manusia namun juga dapat dipahami oleh mesin (*machine understandable*) [3]. Web semantik memberikan dampak pada suatu web menjadi lebih pintar dikarenakan memiliki basis pengetahuan (*knowledge*). Sebuah web semantik memiliki kode alamat unik yang disebut dengan URI yang digunakan sebagai identifikasi terhadap pengetahuan, entitas, objek, relasional yang ada pada web semantik [4]. Dalam membangun sebuah web semantik terdapat sintaks XML seperti berikut :

- a. Resource Description Framework (RDF) : sebuah data model sebagai kerangka untuk merepresentasikan pengetahuan terhadap web.
- b. RDF Schema : sebuah ekstensi yang digunakan sebagai kamus dasar RDF.
- c. Ontology Web Language (OWL) : bahasa yang digunakan untuk membangun ontologi.

C. Ontologi

Ontologi merupakan sebuah deskripsi formal tentang sebuah konsep secara eksplisit dalam sebuah lingkup dari segala konsep beserta dengan batasannya, sehingga ontologi dapat diartikan sebagai sebuah hal yang spesifik pada sebuah *domain of knowledge* [5]. Skema ontologi bertujuan untuk memberi makna pada sebuah domain berdasarkan struktur hierarkinya. Berbeda dengan skema basis data relasional yang cenderung kaku dan statis namun ontologi bersifat lebih fleksibel dan memungkinkan adanya perubahan dikemudian hari meskipun skema tersebut telah memiliki baris data [6].

D. SPARQL

SPARQL (Simple Protocol and RDF Query Language) adalah sebuah bahasa yang digunakan khusus untuk RDF dan sintaks SPARQL diambil pada sekumpulan instances yang tersimpan pada ontologi [8]. RDF terdiri dari triplet yang terdapat beberapa komponen seperti *subject*, *predicate* dan *object*. Beberapa klausa yang digunakan untuk *query*, antara lain : PREFIX adalah menyingkat sebuah resource dalam bentuk URI (Uniform Resource Identifier), SELECT mendefinisikan sebuah daftar variabel-variabel yang akan dikembalikan sebagai hasil dari eksekusi *query*, WHERE berfungsi untuk memaparkan arti sederetan *triple pattern* yang harus dimiliki oleh setiap hasil yang valid ditulis dengan RDF (subjek, predikat dan objek).

Pada penelitian juga dipaparkan bahwa secara teknis ontologi direpresentasikan dalam beberapa komponen seperti berikut [3]:

- a. *Class* menerangkan konsep atau makna suatu domain.
- b. *Property* menerangkan konsep nilai-nilai, status, ukuran untuk domain.
- c. *Instances* adalah individu yang telah dibuat atau anggota dari *classes*.
- d. Slot menerangkan representasi dari kerangka pengetahuan atau relasi yang menerangkan *property* dari *class* dan *instances*.

2. Metode Penelitian

Metode penelitian merupakan sebuah tahapan ilmiah yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan untuk mencapai tujuan tertentu. Tujuan dari penelitian ini yaitu membangun sebuah ontologi yang mampu menjadi sebuah basis pengolahan data dengan domain laptop untuk pembangunan sistem rekomendasi pemilihan laptop. Dalam membangun sebuah ontologi, dibutuhkan sebuah metode yang dinamakan Methontology [3]. Methontology merupakan sebuah metode yang memberikan sebuah manfaat dalam aktivitas konseptualisasi secara mendetail pada setiap tahapan dan juga memiliki kemampuan untuk merekayasa ulang ontologi. Berikut merupakan langkah dari Methontology : Spesifikasi, Akuisisi Pengetahuan, Konseptualisasi, Integrasi, Implementasi, Evaluasi, Dokumentasi [7].

A. Spesifikasi

Tahap spesifikasi dilakukan sebelum pengembangan ontologi berlangsung. Langkah ini menjelaskan tujuan, ruang lingkup, konteks, dan sumber data yang akan digunakan dalam pengembangan ontologi. Langkah ini membentuk identitas atau gambaran identitas dari domain yang akan dibangun. Langkah ini bertujuan untuk menghasilkan dokumen spesifikasi tingkat ontologi formal, semi formal, informal yang ditulis dalam bahasa alami.

B. Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan adalah langkah memperoleh pengetahuan dari para ahli dan sumber pengetahuan lainnya ke dalam sistem komputer untuk membuat basis pengetahuan. Langkah akuisisi pengetahuan dilakukan sebelum melanjutkan untuk membangun ontologi, yang dilakukan untuk menemukan dan menganalisis pengetahuan terkait domain yang digunakan dalam konstruksi ontologi. Pengetahuan ini digunakan sebagai data yang akan diolah dan dianalisis pada tahap pembentukan konsep untuk mendapatkan model domain pengetahuan. Langkah ini dapat dilakukan dengan cara meneliti literatur yang berkaitan dengan penelitian sebelumnya, mewawancarai pakar, browsing internet, buku, dll.

C. Konseptualisasi

Pembentukan konsep adalah proses mengkonstruksi suatu konsep yang lebih unggul atau lebih umum dari beberapa konsep yang ada. Fase ideation adalah fase bootstrap dari desain alur kerja ontologi. Konseptualisasi juga dapat diartikan sebagai proses mereduksi konsep-konsep tertentu menjadi konsep umum atau konsep umum. Sebuah domain memiliki pengetahuan dan pada titik ini menggambarkan semua operasi dan struktur pengetahuan dalam domain tersebut. Setelah pengetahuan dikumpulkan, ontologi digunakan sebagai model semi-formal yang menggunakan hubungan grafis yang melibatkan konsep, atribut, hubungan, aksioma, dan konsep lainnya.

D. Integrasi

Langkah integrasi merupakan langkah awal dalam membangun ontologi. Ontologi dibuat untuk digunakan kembali nanti, meskipun dengan pencarian yang berbeda. Langkah ini bertujuan untuk menggunakan konsep ontologi yang ada dalam membangun ontologi baru.

E. Implementasi

Implementasi adalah sarana membangun atau menerapkan semua analisis sebelumnya untuk mencapai tujuan yang diinginkan. Langkah implementasi merupakan langkah yang dilakukan untuk membangun ontologi setelah pengumpulan pengetahuan dan struktur pengetahuan. Untuk membangun sebuah ontologi, diperlukan perangkat lunak, khususnya Protégé 5.5. Protégé 5.5 adalah alat yang membantu pengembang ontologi mengembangkan sistem berdasarkan Sistem Basis Pengetahuan. Anak didik dapat membuat, mengedit, dan menyimpan ontologi dalam format CLIPS,

RDF, XML, UML, dan OWL. Implementasi ontologi dilakukan dengan membangun kelas, atribut, instance dan hubungannya, properti objek, atribut data, dll.

F. Evaluasi

Evaluasi adalah evaluasi kinerja dengan cara mengevaluasi, mengukur, memperbaiki dan meningkatkan suatu sistem yang dilakukan dengan membandingkan rencana dengan hasil yang diperoleh. Langkah evaluasi adalah langkah yang dilakukan setelah ontologi dibangun. Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengukur dan mengevaluasi apakah ontologi yang dibangun dapat mengeksekusi perintah yang diminta dan menghasilkan output yang sesuai. Selain itu, ontologi dapat dievaluasi melalui verifikasi pengguna, validasi, dan peringkat. Pengujian ontologi memastikan bahwa apa pun yang dibangun di atas ontologi memenuhi persyaratan. Validasi ontologis memastikan bahwa pengetahuan domain akurat, dan peringkat pengguna memberikan perspektif pengguna dalam mengevaluasi ontologi yang dibangun.

G. Dokumentasi

Tahap dokumentasi merupakan tahap akhir dari proses pencarian. Langkah ini bukanlah proses teknis, tetapi penting bagi peneliti dalam melaksanakan penelitiannya. Tahap ini bertujuan untuk menuliskan semua yang berhubungan dengan penulisan, mulai dari tahap awal penelitian hingga evaluasi ontologi yang telah ditetapkan. Setelah artikel ini selesai, akan diterbitkan sebagai jurnal dan laporan penelitian.

3. Hasil dan Diskusi

Menerapkan metode methontology dalam pembangunan ontologi terkait dengan domain laptop, maka tahapan yang akan dilakukan seperti tahapan spesifikasi, akuisisi pengetahuan, konseptualisasi, integrasi, implementasi, evaluasi dan dokumentasi.

A. Spesifikasi

Pada tahapan spesifikasi dilakukan proses identifikasi segala aktivitas terkait dengan pembangunan ontologi yang digunakan sebagai dokumen identitas terkait dengan domain yang akan dibangun. Berikut merupakan spesifikasi dari ontologi Laptop yang akan dibangun :

- a. Domain : Laptop
- b. Tanggal : 1 Oktober 2022
- c. Konseptualisasi oleh : Putu Danny Satria Ananta Yuda
- d. Implementasi oleh : Putu Danny Satria Ananta Yuda
- e. Tujuan : Membangun sebuah ontologi yang digunakan dalam sistem rekomendasi pemilihan Laptop
- f. Tingkatan formalitas : Semi-formal
- g. Sumber Pengetahuan : Internet

B. Akuisisi Pengetahuan

Pengetahuan merupakan sebuah informasi untuk mendapatkan suatu nilai yang diolah dan dapat diakuisisi dengan cara akumulasi, transfer dan transformasi kedalam sistem. Akuisisi pengetahuan adalah mengumpulkan data yang digunakan terkait domain dengan melibatkan beberapa sumber pakar/ahli, internet, buku, database dan lain-lain. Pada tahapan ini, peneliti melakukan beberapa teknik untuk melakukan akuisisi pengetahuan terkait pembangunan ontologi dengan domain Laptop.

- a. Melakukan studi literatur terkait dengan penelitian serupa yang akan dibangun melalui literatur berupa jurnal dan prosiding.
- b. Berkomunikasi dengan pakar terkait dengan perancangan struktur dan implementasi ontologi.
- c. Mengumpulkan informasi dan pengetahuan terkait domain laptop yang berasal dari internet (cworld.id) yang merupakan salah satu tempat pembelian laptop terbesar di Bali.

C. Konseptualisasi

Ontologi mencakup beberapa konsep, atribut, individu, entitas, dll. Saat menyusun komponen-komponen tersebut dan sebelum melanjutkan ke tahap implementasi, diperlukan konseptualisasi, yaitu proses penulisan desain sebagai konsep alur kerja dari sebuah ontologi. Langkah ini dilakukan setelah menyelesaikan langkah akuisisi pengetahuan atau setelah memiliki data untuk memfasilitasi pengembangan konsep yang sesuai dari data yang mereka miliki. Setelah model konseptual dibangun, metodologi akan berubah untuk mengubah model konseptual menjadi model formal yang akan

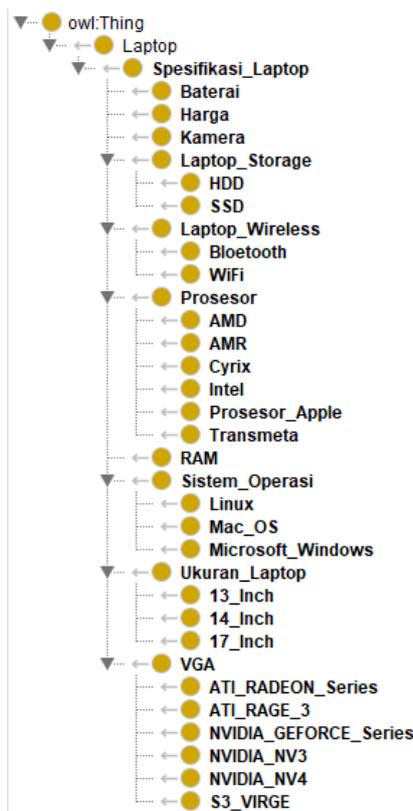
diimplementasikan dalam bahasa ontologis. Pada tahap ini, peneliti mengolah data yang diperoleh dan mengklasifikasikannya ke dalam kelas dan subkelas yang menggambarkan konsep atau desain struktural dari ontologi yang mampu menggambarkan semua operasi yang akan dilakukan. tampak pada ontologi yang dibangun diilustrasikan pada gambar.

D. Integrasi

Secara umum, integrasi merupakan langkah yang menggunakan kembali konsep yang sudah ada dan akan digunakan untuk membangun sebuah ontologi. Dalam penelitian ini, kami membangun sebuah konsep baru dan konsep baru tersebut digunakan dalam konstruksi ontologi.

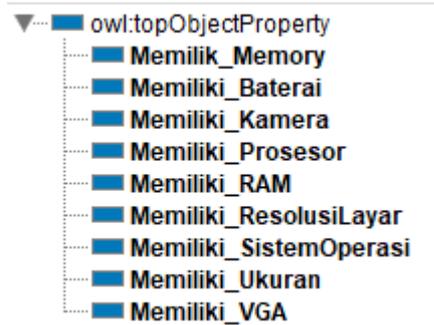
E. Implementasi

Tahapan implementasi merupakan tahapan pembuatan sebuah sistem setelah melalui tahapan sebelumnya seperti spesifikasi, akuisisi pengetahuan, konseptualisasi dan integrasi. Pada penelitian ini, peneliti ingin membangun sebuah ontologi dengan domain Laptop yang nanti dapat digunakan pada sebuah sistem rekomendasi pemilihan Laptop. Dalam melakukan proses implementasi sebuah ontologi, tentunya dibutuhkan sebuah perangkat keras berupa Laptop dan perangkat lunak yaitu Protégé 4.3. Protégé merupakan aplikasi penunjang untuk membangun sebuah ontologi yang dimana terdapat komunitas yang besar dengan pengguna aktif. Protégé telah dilengkapi dengan dukungan OWL dan telah menjadi salah satu OWLtools yang terkenal. Pada tahapan implementasi ini, peneliti telah membangun sebuah ontologi yang terdiri dari *class*, *subclass* yang menjadi sebuah wadah atau konsep dari ontologi, *class* juga disebut menjadi sebuah *subject* yang ditunjukkan pada **Gambar 1**. Terdapat *object-property* yang berfungsi sebagai penghubung (*predicate*) antara *class* dengan *individual* yang ditunjukkan pada **Gambar 2**. Terdapat *data-property* sebagai nilai berupa *datatype* dari masing-masing *individual* yang ditunjukkan pada **Gambar 3**. Selanjutnya terdapat *individual* dari masing-masing *class* yang menjadi bagian-bagian atau anak dari *class*, *individual* juga disebut sebagai *object* yang ditunjukkan pada **Gambar 4**. Terdapat *individual* yang telah diberikan *object-property* dan *data-property* yang ditunjukkan pada **Gambar 5**. Terakhir terdapat ontograf dari *class* pada ontologi yang dibangun ditunjukkan pada **Gambar 6**.



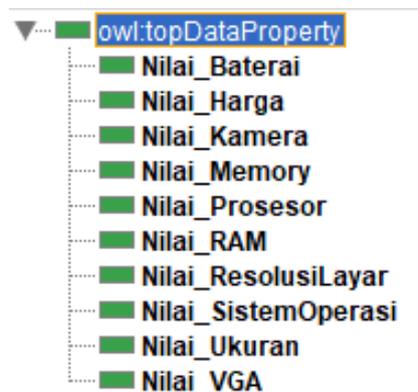
Gambar 1. Class dari ontology Laptop

Pada gambar diatas terdapat kumpulan dari beberapa class yang menggambarkan sebuah konseptualisasi atau gambaran secara umum dari sebuah konsep.



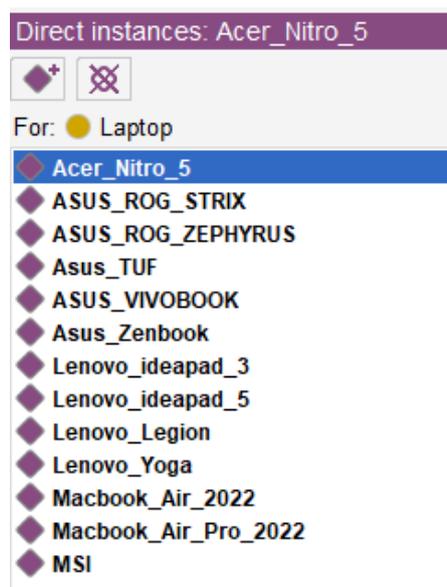
Gambar 2. Object-property dari ontologi Laptop

Object-property berfungsi sebagai penghubung (*predicate*) antara *individual* (*subject*) dengan *individual* (*object*)



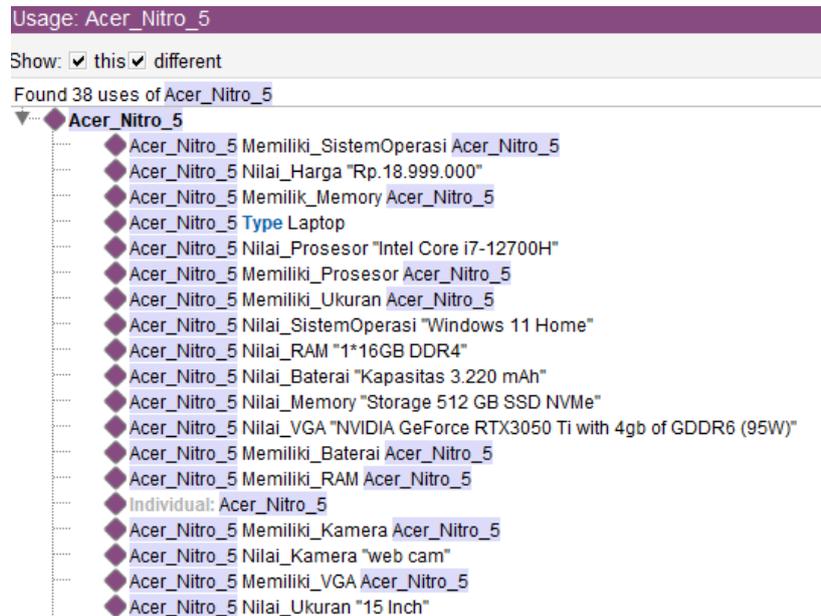
Gambar 3. Data-property dari ontologi Laptop

Data-property berfungsi sebagai penghubung (*predicate*) antara *individual* (*subject*) dengan *individual* (*subject*) namun memberikan nilai terhadap masing-masing *individual*. Terdapat 14 *data-property* yang telah dibangun pada ontologi tersebut.



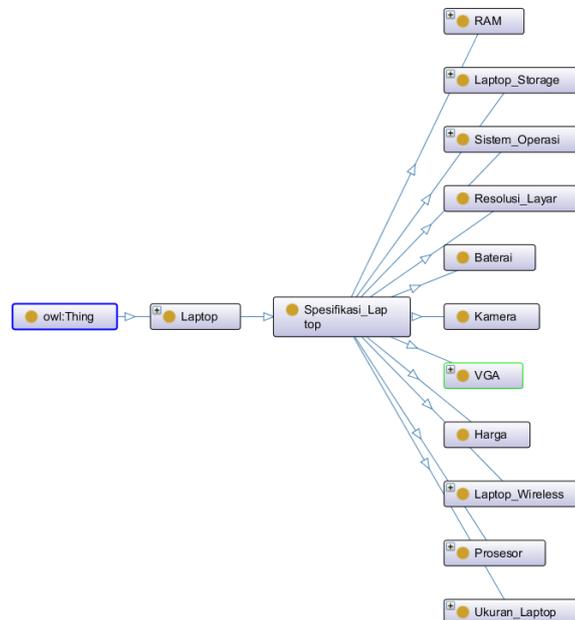
Gambar 4. Contoh *individual* dari class Laptop

Individual merupakan anak atau bagian dari *class*, *individual* bisa menjadi *subject* maupun *object* yang kemudian dihubungkan dengan *data-property* maupun *object-property*. Terdapat 210 *individual* yang telah dibangun pada ontologi tersebut.



Gambar 5. *Individual* yang diberikan *object-property* dan *data-property*

Peran sebuah ontologi yaitu membuat sebuah *triple-pattern* yang terdiri dari *subject*, *predicate*, *object*. Berikut merupakan beberapa *triple-pattern* yang dimiliki oleh *individual* *Acer_Nitro_5*



Gambar 6. Ontograf dari *class*

Pada gambar diatas merupakan gambaran ontograf dari keseluruhan *class* yang tersedia pada ontologi yang telah dibangun.

F. Evaluasi

Ontologi yang telah dibangun akan dilakukan sebuah pengujian untuk menentukan sejauh mana tujuan instruksional dicapai oleh ontologi yang dibangun. Pengujian terhadap ontologi dilakukan dengan mempersiapkan pertanyaan yang kemudian akan dijawab oleh ontologi tersebut. Ontologi dianggap baik jika seluruh pertanyaan yang diberikan terkait dengan domain tersebut. Pada tahapan evaluasi akan diberikan pertanyaan dan kemudian akan dijawab oleh ontologi melalui proses SPARQL.

Tabel 1. Tabel keterkaitan kebutuhan pengguna dengan spesifikasi Laptop

Kebutuhan Pengguna	Spesifikasi Laptop
Ukuran kenyamanan	Ukuran Layar
Aplikasi yang digunakan	RAM, Memori, Prosesor, Sistem Operasi
Lama aktivitas sehari	Baterai
Video meeting dan Foto	Kamera
Uang	Harga

Tabel diatas menyajikan kriteria rekomendasi yang akan digunakan oleh pengguna untuk mendapatkan Laptop sesuai dengan kebutuhannya. Peran spesifikasi Laptop berupa perangkat keras sebagai kriteria yang berjalan dibelakang sistem dan bobot (nilai) dari masing-masing perangkat yang akan digunakan sebagai perhitungan.

Tabel 2. Tabel pertanyaan evaluasi

Pertanyaan	Jawaban
Tampilkan Laptop dengan minimal ram 8 gb, menggunakan sistem operasi windows dan memiliki harga dibawah Rp 15.000.000	Proses SPARQL

Setelah pertanyaan terkumpul maka, dilakukan proses *query* meggunakan SPARQL dengan perintah tampilkan Laptop dengan ram minimal 8 gb, menjalankan sistem operasi windows dan memiliki harga dibawah Rp.15.000.000

Tabel 3. Nilai dari masing – masing *individual* hasil SPARQL

Laptop	RAM	Memori	Sistem Operasi	kamera	Ukuran Layar	VGA	Prosesor	Harga
Asus TUF	8	512	Windows	720	15.6	GTX 1660 Ti	I7-10750	11.499.000
Asus Vivobook	16	512	Windows	720	14.0	Radeon Graphics	Ryzen 7 5800H	10.499.000
Lenovo Ideapad 3	8	512	Windows	720	14.0	Intel UHD Graphics	I5-10210U	8.999.000
Lenovo Ideapad 5	8	512	Windows	720	14.0	Radeon Graphics	Ryzen 7 4800U	10.599.000

G. Dokumentasi

Segala aktivitas yang telah dilakukan dari tahapan awal hingga menghasilkan sebuah ontologi pada penelitian ini dengan domain laptop akan dirangkum kedalam sebuah tulisan atau laporan penelitian yang akan dipublikasikan dalam bentuk jurnal.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dalam segala kegiatan yang sudah dilaksanakan memakai metode methontology berupa tahapan spesifikasi, akuisisi pengetahuan, konseptualisasi, integrasi, implementasi, evaluasi dan dokumentasi bisa membentuk sebuah ontology Laptop yang mempunyai class, object-property, data-property dan individual. Berdasarkan tahapan penilaian yang telah

dilakukan dengan mencoba sebuah pertanyaan terhadap sistem untuk mengukur fungsional menurut ontology tersebut. Pertanyaan yang diberikan mengacu pada spesifikasi laptop yang diinginkan tetapi juga mengerucut pada kebutuhan pengguna. Hasil dari evaluasi memberikan nilai yang sesuai antara jawaban dan pertanyaan. Output dari ontologi memberikan gambaran berupa Laptop dengan masing – masing spesifikasi yang memiliki bobot (nilai) yang digunakan untuk menghitung nilai terbaik, sehingga ontologi ini dapat digunakan untuk membangun sebuah sistem yang dapat merekomendasikan terhadap pemilihan Laptop

References

- [1] Himawan, Harjanti, T. W., Supriati, R., & Setiyani, H. (2020). Evolusi Penggunaan Teknologi Web 3.0 : Semantic Web. *Journal of Information System, Graphics, Hospitality and Technology*, 2(2), 54–60.
- [2] Satria, A., Herdiani, A., & Effendy, V. (2016). Analisis Keterhubungan Ontology Pada Web Semantik Menggunakan Semantic-Based Ontology Matching. *E-Proceeding of Engineering*, 3(3), 5345–5352.
- [3] K. D. P. Novianti, "Implementasi Methontology Untuk Pembangunan Model Ontologi Program Studi Pada Perguruan Tinggi Di Bali," *J. TEKNOIF*, vol. 4, no. 1, pp. 40–47, 2016, [Online]. Available: <https://ejournal.itp.ac.id/index.php/tinformatika/article/view/588/424>.
- [4] C. R. A. Pramatha, "Assembly the Semantic Cultural Heritage Knowledge," *J. Ilmu Komput.*, vol. 11, no. 2, p. 83, 2018, doi: 10.24843/jik.2018.v11.i02.p03.
- [5] J. A. Putra, P. Widodo, and S. Afiadi, "Klasifikasi Kategori Dokumen Berita Berbahasa Indonesia Dengan Metode Kategorisasi Multi-Label Berbasis Domain-Specific Ontology," *J. Teknosains*, vol. 6, no. 2, p. 101, 2017, doi: 10.22146/teknosains.8611.
- [6] N. F. Ariyani, I. Fadhila, and A. Munif, "Rekomendasi Rute Kunjungan Tempat Wisata Menggunakan Ontologi dan Algoritma A*," *Briliant J. Ris. dan Konseptual*, vol. 5, no. 2, p. 417, 2020, doi: 10.28926/briliant.v5i2.459.
- [7] C. Pramatha, J. Davis, K. Kuan, and J. G. Davis, "Association for Information Systems AIS Electronic Library (AISel) Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology-Based Approach Digital Preservation of Cultural Heritage Digital Preservation of Cultural Heritage : An Ontology-Based Approach," no. December, 2017.
- [8] [7] L. Mutawalli, I. F. Suhriani, and S. Supardianto, "Implementasi Sparql Dengan Framework Jena Fuseki Untuk Melakukan Pencarian Pengetahuan Pada Model Ontologi Jalur Klinis Tata Laksana Perawatan Penyakit Katarak," *J. Inform. dan Rekayasa Elektron.*, vol. 1, no. 2, p. 68, 2018, doi: 10.36595/jire.v1i2.66.

This page is intentionally left blank

Implementasi Vector Space Model Pada Sistem Pencarian MP3 Player

I Ketut Teguh Wibawa Lessmana Putra. T¹, I Gusti Agung Gede Arya
Kadyanan, S.Kom., M.Kom.²

Program Studi Informatika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Udayana

¹teguhlessmana01@gmail.com, ²gungde@unud.ac.id

Abstract

Perkembangan industri musik menghasilkan karya musik yang beragam, sehingga banyak sekali judul, genre dan penyanyi yang berbeda-beda. Untuk memudahkan pencarian musik yang menarik, perlu adanya sistem layanan informasi dan penyanyi. Untuk dapat mempermudah pencarian musik yang diminati dibutuhkan pembangunan sistem *information retrieval* (IR) atau sistem temu kembali informasi. Salah satu sistem *information retrieval* (IR) atau sistem temu kembali informasi yang sangat populer yaitu *vector space model*. *Vector space model* (VSM) adalah salah satu metode atau algoritma yang sering digunakan untuk sebuah sistem temu kembali informasi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penerapan *vector space model* dalam sistem pencarian MP3 *player*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi *vector space model* pada sistem pencarian MP3 *player* dapat mempermudah pencarian musik atau lagu sesuai dengan keinginan dari pengguna. Melalui sistem ini pengguna dapat melihat nilai, dan juga rekomendasi terbaik dari berbagai *file* yang tersedia tergantung dari kata kunci yang dimasukkan pengguna berikan ke dalam sistem..

Keywords: Informasi, MP3, Musik, *Retrieval*, Sistem

1. Pendahuluan

Menurut Prey (2018), musik adalah bentuk yang terkait erat dengan ingatan, aspirasi, kehidupan sehari-hari, dan kelompok sosial tertentu, dan karenanya merupakan bentuk suara yang dipandang sebagai alat yang berguna yang memungkinkan individu untuk 'melihat'. Musik sebagai sarana hiburan yang dinikmati di seluruh dunia mencakup banyak genre. Musik ada di mana-mana, baik itu di film, iklan, video game, bahkan nada dering, menawarkan musik sebagai pengganti lonceng tradisional (Dewatara dan Agustin, 2019). Industri musik dunia berkembang pada tahun 70-an dan 80-an dan memuncak pada tahun 90-an berkat munculnya talenta-talenta muda. Antusiasme penonton untuk menyaksikan musisi idola mereka di setiap panggung cukup tinggi. Saat itu, industri musik berbasis pita magnetik menjadi pilihan utama konsumen, dimana toko kaset mudah ditemukan, penjualan kaset sangat tinggi di pasaran (Noviani et al., 2020).

Pada masa perkembangan industri musik sudah memasuki era digital. Industri musik digital dapat dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: Tahap pertama adalah transisi dari teknologi kaset dan vinil ke CD. Fase ini memungkinkan produk digital (disk, kaset audio digital, kaset kompak digital, DVD) dijual dengan kualitas suara yang sama persis dengan rekaman digital aslinya. Fase kedua terjadi pada awal abad ke-21 dengan munculnya berbagi unduhan digital melalui teknologi kompresi MP3 yang dikembangkan oleh Motion Picture Experts Group (MPEG). Komersialisasi dan popularitas Internet publik dan munculnya jaringan peer-to-peer seperti Napster menyebabkan pembajakan musik. Unduhan digital tampak legal pada tahap ini, dan iTunes adalah yang pertama melakukannya; Fase ketiga adalah transisi saat ini, yaitu transisi ke streaming musik alih-alih menjual produk eksklusif secara

digital (baik gratis maupun berbasis langganan). Pertumbuhan model streaming ini telah mengurangi dampak ekonomi dari pembajakan musik digital (Devantara dan Agustin, 2019).

Salah satu pembawa audio musik yang cukup terkenal adalah MPEG (Moving Picture Expert Group)-1 Audio Layer 3 atau lebih dikenal dengan MP3. Pemutar MPEG (Moving Picture Expert Group)-1 Audio Layer 3 itu sendiri adalah pemutar MP3. Pemutar MP3 memungkinkan setiap orang untuk mendengarkan lagu secara digital tanpa kaset atau CD seperti sebelumnya, dan jutaan orang di seluruh dunia dapat berbagi rekaman musik dengan komputer yang terhubung ke Internet. Format MP3, sering dimainkan oleh pemutar MP3, adalah salah satu format audio paling populer untuk menyimpan data audio. Awalnya, MPEG Audio Layer-3 banyak digunakan oleh pengguna komputer. File MPEG Audio Layer-3 disimpan dengan ekstensi file MP3. Kemudian MPEG Audio Layer-3, biasanya disebut MP3 mulai sekarang. File MPEG terdiri dari bingkai kecil. Secara umum, setiap frame dapat berdiri sendiri. Setiap frame memiliki header yang berisi informasi tentang frame tersebut. File MPEG tidak memiliki file header, sehingga file MPEG dapat dipotong di mana saja selama masih dalam bingkai. Tidak seperti MP3, beberapa frame mungkin berisi bagian terkait. Header frame pertama dapat dibaca untuk membaca informasi yang terdapat dalam file MPEG. File MPEG yang menggunakan bit rate yang berbeda memiliki informasi frame yang berbeda (Sari et al., 2018).

Perkembangan industri musik Indonesia telah menghasilkan karya dalam genre musik yang sangat berbeda dan bahkan lebih beragam. Mengingat sifat masyarakat yang lebih menyukai apa yang tersedia, maka diperlukan sebuah aplikasi yang memudahkan pemilihan musik sesuai dengan kriteria pendengar. Oleh karena itu, diperlukan sistem layanan informasi dan temu kembali informasi dan information retrieval (IR). *Information Retrieval* (IR) atau sistem pencarian informasi merupakan salah satu cara untuk dengan mudah mencari informasi dari dokumen-dokumen yang terdapat dalam sistem. Search engine atau mesin pencari adalah suatu perangkat yang dapat memudahkan pengguna dalam mengakses informasi dengan menampilkan hasil pencarian berdasarkan informasi yang dicari pengguna. Search engine atau mesin pencari biasanya berupa website yang dibuat agar pengguna dapat menggunakannya untuk mencari dan menemukan informasi. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk membangun sistem IR, yaitu model berbasis gravitasi, model ruang vektor, dan model ruang vektor tergeneralisasi (Salmon et al., 2020).

Sistem layanan informasi atau information service adalah suatu sistem yang proses utamanya secara otomatis mencari informasi yang berkaitan dengan kebutuhan pengguna dari sejumlah besar sumber informasi. Pengaplikasian dari sistem temu kembali informasi adalah search-engine atau mesin pencari. Sistem pencarian menggunakan dokumen sebagai objek data, sumber informasi. Dokumen diindeks oleh sistem tertentu seperti TF-IDF. Sistem temu kembali informasi yang baik dapat menampilkan dokumen relevan yang cocok dengan query yang dimasukkan, mengurutkan dokumen, dan membuang dokumen yang tidak relevan. Ada beberapa metode yang dapat Anda gunakan untuk mengindeks atau mencari dokumen terkait. Sistem temu kembali juga menggunakan presisi dan skor recall sebagai ukuran efektivitas sistem temu kembali informasi. Suatu sistem temu kembali informasi dikatakan baik jika nilai presisi dan recall sama (1:1) (Putra et al., 2019).

Sebuah sistem temu kembali informasi memiliki dua tugas, yaitu mengolah basis data terlebih dahulu dan kemudian menggunakan metode tertentu untuk menghitung tingkat kepentingan atau kemiripan dokumen dalam basis data dengan dokumen yang telah diproses sebelumnya dengan pertanyaan pengguna. Kueri yang dimasukkan pengguna diubah menurut aturan tertentu untuk mengekstrak istilah signifikan yang cocok dengan istilah yang diekstrak sebelumnya dari dokumen, dan berdasarkan istilah tersebut, relevansi antara kueri dan dokumen dihitung. Hasilnya, sistem mengembalikan daftar dokumen yang diurutkan berdasarkan nilai kemiripannya seperti yang diminta oleh pengguna (Anna dan Hendini, 2018). Dengan latar belakang ini, ada kebutuhan besar untuk pengembangan sistem berbasis temu kembali informasi untuk memfasilitasi pencarian dokumen tertentu yang berisi media pemutar MP3. Oleh karena itu, peneliti akhirnya melakukan penelitian yang disebut "Implementasi model ruang vektor dalam sistem pencarian pemutar MP3 Player".

2. Metode Penelitian

Vector Spatial Model (VSM) adalah teknik atau algoritma yang banyak digunakan dalam sistem data mining. Algoritma ini merupakan model yang menggunakan pembobotan term untuk mengukur kemiripan atau derajat kemiripan (similar terms) antara sebuah dokumen dengan sebuah query

pencarian. Sistem temu kembali informasi menentukan kesamaan dokumen berdasarkan bagan representasi kata dan mengubahnya menjadi model ruang vektor.

Pencocokan dokumen dengan kueri didasarkan pada kesamaan antara vektor dokumen dan vektor kueri. Ide dasar dari model ruang vektor adalah menghitung jarak antar dokumen dan kemudian mengurutkannya sesuai dengan tingkat kedekatannya. Pekerjaan model ruang vektor dimulai dengan pelipatan huruf, pembersihan data, pengindeksan, penyaringan, derivasi dan tokenisasi, yaitu. mengiris string input berdasarkan setiap subword dan membagi dokumen menjadi tabel kepadatan kata.

Semua kata dalam dokumen digabungkan menjadi satu kata yang disebut istilah. Setiap dokumen direpresentasikan sebagai vektor yang dibandingkan dengan istilah yang dihasilkan. Analisis kesamaan, yang mengukur kesamaan dokumen, dilakukan dengan menghitung kosinus jarak antar dokumen. Kita dapat menggunakan persamaan berikut untuk menggambarkan kinerja sistem model ruang vektor:

2.1 Proses perhitungan *Vector Space Model* melalui tahapan *perhitungan term frequency* (tf) menggunakan persamaan (1):

$$Tf = tf_{ij} \quad (1)$$

Dimana tf merupakan istilah frekuensi sedangkan tf_{ij} merupakan jumlah banyaknya suatu kemunculan di dalam dokumen tersebut yang diistilahkan dengan t_i dalam dokumen d_j , frekuensi istilah (tf) dihitung dengan menghitung jumlah kemunculan istilah t_i dalam dokumen d_j . Kemudian.

Dengan tf adalah *term frequency*, dan tf_{ij} adalah banyaknya kemunculan term t_i dalam dokumen d_j , *Term frequency* (tf) dihitung dengan menghitung banyaknya kemunculan term t_i dalam dokumen d_j .

2.2 Perhitungan *Inverse Document Frequency* (*idf*), menggunakan persamaan (2)

$$idf_i = \frac{\log N}{df_i} \quad (2)$$

Dengan idf_i adalah *inverse document frequency*, N adalah jumlah dokumen yang terambil oleh sistem, dan df_i adalah banyaknya dokumen dalam koleksi dimana term t_i muncul di dalamnya, maka Perhitungan idf_i digunakan untuk mengetahui banyaknya term yang dicari (df_i) yang muncul dalam dokumen lain yang ada pada database.

2.3 Perhitungan *Term Frequency Inverse Document Frequency* (*tfidf*), menggunakan persamaan (3)

$$W_{ij} = tf_{ij} \cdot \log N / df_i \quad (3)$$

Dimana W_{ij} adalah bobot dokumen, N adalah jumlah dokumen yang diambil oleh sistem, tf_{ij} adalah jumlah kemunculan term t_i dalam dokumen d_j , dan df_i adalah jumlah dokumen dalam kumpulan dimana term t_i muncul di dalamnya. Bobot dokumen (W_{ij}) dihitung untuk

mendapatkan produk berbobot atau kombinasi dari frekuensi ekspresi (tf_{ij}) dan frekuensi dokumen terbalik (idf).

2.4 Perhitungan Jarak *query*, menggunakan persamaan (4)

$$|q| = \sqrt{\sum_{i=1}^t (W_{iq})^2} \quad (4)$$

Dengan $|q|$ adalah jarak kueri dan W_{iq} merupakan bobot kueri dari dokumen ke- i , kemudian jarak kueri ($|q|$) dihitung untuk mendapatkan jarak kueri bobot kueri (W_{iq}) dari dokumen yang dicari oleh sistem. Jarak survei dapat dihitung menggunakan akar kuadrat dari persamaan survei.

2.5 Perhitungan Jarak Dokumen, menggunakan persamaan (5)

$$|d_j| = \sqrt{\sum_{i=1}^t (W_{ij})^2} \quad (5)$$

Dengan $|d_j|$ jarak dokumen dan W_{ij} adalah berat dokumen, kemudian jarak dokumen ($|d_j|$) dihitung oleh sistem untuk mendapatkan jarak dokumen dari berat dokumen (W_{ij}). Jarak dokumen dapat dihitung menggunakan persamaan akar kuadrat dari dokumen.

2.6 Menghitung *index terms* dari dokumen dan *query* (q, d_j). menggunakan persamaan (6)

$$q, d_j = \sum_{i=1}^t W_{iq} - W_{ij} \quad (6)$$

Dengan W_{ij} adalah bobot *term* dalam dokumen, W_{iq} adalah bobot *query*.

2.7 Pengukuran *Cosine Similarity* menghitung nilai kosinus sudut antara dua *vector* menggunakan persamaan (7)

$$\text{sim}(q, d_j) = \frac{q \cdot d_j}{|q| \cdot |d_j|} \quad (7)$$

Kesamaan antara kueri dan dokumen atau $\text{Sim}(q, d_j)$ berbanding lurus dengan jumlah bobot kueri (q) di atas bobot dokumen (d_j), akar kuadrat dari q ($|q|$) dikalikan dengan kuadrat Berbanding terbalik dengan nilainya. Akar dokumen ($|d_j|$). Perhitungan kemiripan/kesamaan ini menghasilkan bobot dokumen yang mendekati nilai 1 atau lebih tinggi dari nilai yang diperoleh dari perhitungan inner product.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil

Dalam penelitian ini peneliti menggunakan beberapa sampel judul lagu dengan yang sedang populer dikalangan masyarakat untuk dapat digunakan sebagai bahan analisis data. Adapun judul lagu yang digunakan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

D1= Dalam Hitungan

D2= Hati Terlatih

D3= Hitungan Cinta

D4= Rindu Dalam Hati

D5= Rindu Yang Terlarang

D6= Yang Terdalam

D7= Yang Terpilih

Jadi jumlah judul lagu ada 7 jika pengguna menggunakan kata kunci rindu (Q), maka:

- Dokumen MP3 yang memiliki bobot tertinggi =.....?
- Dokumen MP3 yang memiliki bobot terendah =.....?
- Urutan dokumen dengan kata kunci rindu (Q) =.....?
-

Tabel 3.1 Ilustrasi Perhitungan *Vector Space Model*

Terms	Q	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Cinta	0	0	0	1	0	0	0	0
Dalam	0	1	0	0	1	0	0	0
Hati	0	0	1	0	1	0	0	0
Hitungan	0	1	0	1	0	0	0	0
Rindu	1	0	0	0	1	1	0	0
Terdalam	0	0	0	0	0	0	1	0
Terlarang	0	0	0	0	0	1	0	0
Terlatih	0	0	1	0	0	0	0	0
Terpilih	0	0	0	0	0	0	0	1
Yang	0	0	0	0	0	1	1	1

Sumber: Perhitungan

Tabel 3.2 Ilustrasi Perhitungan Vector Space Model (Lanjutan)

Terms	N/df _i	idf _i = logN/df _i
Cinta	7/1= 7	0,845
Dalam	7/2= 3,5	0,544
Hati	7/2= 3,5	0,544
Hitungan	7/2= 3,5	0,544
Rindu	7/3= 2,3	0,362
Terdalam	7/1= 7	0,845
Terlarang	7/1= 7	0,845
Terlatih	7/1= 7	0,845
Terpilih	7/1= 7	0,845
Yang	7/3= 2,3	0,362

Sumber: Perhitungan

Tabel 3.3 Ilustrasi Perhitungan Vector Space Model (Lanjutan)

Terms	Bobot W _{ij} = tf _{ij} .logN/df _i							
	Q	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7
Cinta	0	0	0	0,845	0	0	0	0
Dalam	0	0,544	0	0	0,544	0	0	0
Hati	0	0	0,544	0	0,544	0	0	0
Hitungan	0	0,544	0	0,544	0	0	0	0
Rindu	0,362	0	0	0	0,362	0,362	0	0
Terdalam	0	0	0	0	0	0	0,845	0
Terlarang	0	0	0	0	0	0,845	0	0
Terlatih	0	0	0,845	0	0	0	0	0
Terpilih	0	0	0	0	0	0	0	0,845
Yang	0	0	0	0	0	0,362	0,362	0,362
Jumlah	0,362	1,088	1,389	1,389	1,45	1,569	1,207	1,207

Sumber: Perhitungan

Berdasarkan tabel 3.1 maka dapat diketahui bahwa bobot dokumen tertinggi adalah senilai 1,569 yaitu *file* D5 dengan judul lagu Rindu Yang Terlarang, kemudian bobot dokumen terendah adalah 1,088 yaitu *file* D1 dengan judul lagu Dalam Hitungan. Maka secara berurutan *file* yang akan muncul secara berurutan ketika pengguna menggunakan kata kunci rindu adalah sebagai berikut;

1. D5 (Rindu Yang Terlarang)
2. D4 (Rindu Dalam Hati)
3. D3 (Hitungan Cinta) dan D2 (Hati Terlatih)
4. D6 (Yang Terdalam) dan D7 (Yang Terpilih)
5. D1 (Dalam Hitungan)

3.2 Pembahasan

Menurut Anna dan Hendini (2018), skema desain untuk pengambilan data lagu saat menggunakan sistem ruang vektor menggambarkan bagaimana alur pemrosesan dari sistem pengambilan data lagu dibangun. Prosesnya dimulai dengan pengunjung memasukkan judul lagu atau query ke dalam sistem. Query kemudian dijalankan melalui beberapa proses seperti case folding, data cleaning, tokenization, filtering, stemming, indexing, dll, sehingga dapat dihasilkan bobot atau ranking. Judul lagu terkait.

Pengguna menerima informasi berupa kumpulan lagu terkait dan dapat melihat bobot setiap lagu yang direkomendasikan oleh sistem model ruang vektor. Dari hasil penyelidikan kami, kami dapat melihat bahwa itu cukup untuk sampai pada tahap bobot dokumen. Melalui pembobotan dokumen tersebut diketahui bahwa urutan *file* judul lagu yang akan muncul dari 7 sampel yang digunakan oleh peneliti dengan menggunakan kata kunci rindu secara berurutan adalah: D5 (Rindu Yang Terlarang);

D4 (Rindu Dalam Hati); D3 (Hitungan Cinta) dan D2 (Hati Terlatih); D6 (Yang Terdalam) dan D7 (Yang Terpilih); D1 (Dalam Hitungan).

Berdasarkan hasil penelitian ini, kita dapat menyimpulkan bahwa penerapan model ruang vektor dalam sistem pencarian pemutar MP3 memfasilitasi pencarian musik dan lagu yang diinginkan pengguna. Melalui sistem ini, pengguna dapat melihat nilai dan rekomendasi terbaik dari berbagai file yang tersedia, tergantung dari kata kunci yang telah pengguna berikan ke sistem. Hasil penelitian ini serupa dengan penelitian Anna dan Hendini (2018). Studi mereka menjelaskan bahwa menerapkan model ruang vektor ke sistem pencarian lagu berbasis judul dapat mempercepat proses menemukan lagu terkait. Kemudian lagu yang akan kita cari akan sesuai dengan permintaan si pengunjung tersebut. Dengan sistem ini, dimungkinkan untuk melihat nilai bobot dari setiap lagu yang sesuai, yang dipilih dalam urutan tertinggi atau sedang populer. Salman dan lainnya. (2020) juga menemukan bahwa mesin pencari perpustakaan menggunakan metode model ruang vektor dengan kemampuan pencarian dokumen memberikan informasi yang lengkap tentang suatu dokumen atau buku di perpustakaan. Selain itu, aplikasi diuji dengan Recall and Precision yang memberikan nilai 1 yang menunjukkan bahwa sistem dapat menemukan dokumen yang relevan sesuai dengan dokumen yang relevan dalam koleksi.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penerapan *vector space model* terhadap sistem pencarian MP3 *player* dapat mempermudah pencarian musisi atau lagu sesuai dengan keinginan dari pengguna. Melalui sistem ini pengguna dapat melihat nilai, dan juga rekomendasi terbaik dari berbagai *file* yang tersedia sesuai dengan kata kunci yang dimasukkan pengguna ke dalam sistem. Sistem *vector space model* sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam *search engine* (mesin pencari) suatu dokumen, karena kemampuannya telah terbukti untuk menemukan dokumen yang relevan berdasarkan dokumen yang telah dikoleksi.

Referensi

- [1] Anna, A. Hendini, "Implementasi Vector Space Model Pada Sistem Pencarian Mesin Karaoke", *Jurnal Evolusi*, Volume 6, No. 1, ISSN: 2338 – 8161, (2018), 1-6.
- [2] D. Noviani, R. Pratiwi, S. Silvianadewi, M.B. Alexandri, M.A. Hakim, "Pengaruh Streaming Musik Terhadap Industri Musik Di Indonesia", *Jurnal Bisnis Strategi*, Vol. 29, No. 1, P-ISSN : 1410-1246, E-ISSN : 2580-1171, (2020), 14 – 25
- [3] G.W. Dewatara, S.A. Agustin, "Pemasaran Musik Pada Era Digital Digitalisasi Industri Musik Dalam Industri 4.0 Di Indonesia", *Wacana*, Volume 18, No. 1, pISSN:1412-7873, eISSN: 2598-7402, (2019), 1- 10.
- [4] M. S. Putra, N.P.A. Widiari, I. W. Gunaya, "Implementasi Generalized Vector Space Model (GVSM) dalam Pencarian Buku di Perpustakaan", *Merpati*, Vol. 7, No. 1, ISSN: 2252-3006, (2019), 86- 94.
- [5] R. Prey, "Nothing personal :algorithmic individuation on music streaming platforms", *Media, CultureandSociety*, 40(7), (2018), 1086–1100.
- [6] S. Salmon, D. Paseru, V. Kumenap, "Implementasi Metode Vector Space Model Pada Search Engine Perpustakaan," *Prosiding Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi (SISFOTEK) ke 4*, (2020), 84- 92.
- [7] T.P. Sari, S.D. Nasution, R.K. Hondro, "Penerapan Algoritma Levenstein Pada Aplikasi Kompresi File MP3", *KOMIK (Konferensi Nasional Teknologi Informasi Dan Komputer)*, Volume 2, Nomor 1, eISSN 2597-4645, pISSN 2597-4610, (2018), 334- 342.

This page is intentionally left blank

Evaluation User Interface on BNI Mobile Banking Using The Heuristic Evaluation Methods

I Putu Gede Maysa Putra, Made Agung Raharja

Program Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia
maysaputra0205@gmail.com,
made.agung@unud.ac.id

Abstract

With the advancement of Information Technology today, fields such as banking compete to get more users by improving services to be more practical. One of the banks that has launched an application that is useful to facilitate customers in conducting transactions is Bank Negara Indonesia (BNI). BNI launched the BNI Mobile Banking application with several features in it. This study will try to evaluate the design of this application interface with User Usability using the Heuristic Evaluation method which is based on 10 aspects. User Usability is used to determine an application can be categorized, to determine an application deserves to be called user-friendly and to simplify the application development process. In addition, data was collected through questionnaires whose values were obtained from 33 respondents. In the process of testing the validity we use the Pearson correlation and in the process of reliability we use the Cronbach's Alpha method. The final result of the study shows that the BNI Mobile Banking application as a whole has met the Usability Test component with an average value of 3, which means that this application already has a Usability aspect value which can be said to be normal.

Keywords: User Interface Evaluation, Heuristic Evaluation, Usability Testing, BNI, BNI Mobile Banking

1. Introduction

Dengan perkembangan pada teknologi dan informasi, banyak bidang seperti perbankan contohnya pada Bank Negara Indonesia(BNI) yang meluncurkan BNI Mobile Banking yang diluncurkan pada tahun 2011 untuk mempermudah pengguna dalam melakukan transaksi melalui smartphone tanpa perlu datang ke ATM. Sebuah langkah tepat bagi BNI dalam meluncurkan aplikasi berbasis mobile karena di Indonesia sendiri terdapat banyak pengguna yang menggunakan smartphone. Tetapi pada aplikasi BNI Mobile Banking terdapat beberapa fitur dan desain yang patut selalu di kembangkan dan dihilangkan sesuai dengan zaman agar menambah kenyamanan pengguna dan dalam penggunaan aplikasi.

Dalam proses pembuatan dan pengembangan aplikasi kita harus memperhatikan beberapa hal seperti, harus mudah dimengerti, cepat dalam pelayanan dan lainnya; agar pengguna merasa aplikasi lebih efektif daripada harus datang ke ATM atau tempat transaksi. Oleh karena itu terdapat beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam pengembangannya, salah satunya adalah menguji usability pada desain antarmuka.

Usability testing merupakan salah satu cara untuk mengetahui seberapa mudah pengguna dalam menggunakan suatu aplikasi, seberapa efisien dan efektif suatu aplikasi atau website dapat membantu pengguna mencapai tujuannya, dan apakah pengguna puas dengan aplikasi yang digunakan[1]. Jika pengguna merasa sulit dan bingung menggunakan aplikasi maka pengguna tidak akan menggunakan aplikasi yang telah kita buat. Jadi, uji usability suatu aplikasi merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan oleh pengembang perangkat lunak untuk membuat desain antarmuka yang menarik dan user-friendly sehingga dapat memudahkan semua pengguna[2]. Usability mengacu pada atribut suatu sistem dan upaya untuk menghindari masalah pada usability[3].

Dalam melakukan uji kegunaan, terdapat beberapa metode yang dapat kita manfaatkan sebagai instrumen pengumpulan data, dimana metode yang paling sering digunakan adalah metode Heuristic Evaluation. Heuristic Evaluation adalah metode evaluasi kegunaan yang bertujuan untuk meningkatkan desain secara efektif dengan menggunakan 10 aspek usability heuristic. Metode ini memungkinkan evaluator secara mandiri dapat mengevaluasi dan menilai system dari setiap aspek usability heuristic yang mengindikasikan masalah pada usability suatu system. Kelebihan dari metode ini yakni: dapat membantu evaluator memusatkan perhatian hanya pada beberapa masalah atau aspek tertentu, dapat membantu mengidentifikasi masalah kegunaan dengan elemen individu dan bagaimana mereka memengaruhi pengalaman pengguna secara menyeluruh, dan metode ini tidak membawa masalah etis dan praktis yang terkait dengan metode pemeriksaan yang melibatkan pengguna nyata.

Dengan uraian tersebut, dalam studi kasus penelitian ini penulis bertujuan untuk mengkaji aspek usability dari aplikasi BNI Mobile Banking menggunakan metode Usability Testing dengan media kuesioner, sehingga diharapkan penelitian ini dapat memberikan wawasan lebih lanjut tentang usability testing pada aplikasi BNI Mobile Banking.

2. Research Methods

Metode yang digunakan pada penelitian kali ini yakni metode *Heuristic Evaluation* yang mana digunakan sebagai acuan dalam melaksanakan penilaian desain *user experience*. Sebelum penelitian dilakukan, akan dilakukan persiapan penelitian yang dilakukan untuk mengoptimalkan setiap tahap pada kegiatan yang disusun dalam suatu rencana. Berikut Langkah-langkah untuk melakukan *heuristic evaluation*:

2.1. Preparation

Sebelum penelitian dilakukan, akan dilakukan persiapan penelitian yang dilakukan untuk mengoptimalkan setiap tahap pada kegiatan yang disusun dalam suatu rencana. Berikut Langkah-langkah sebelum melakukan *heuristic evaluation*

2.1.1. Know What to test and How

Ketahui apa yang harus di uji dan bagaimana melakukannya. Apakah seluruh produk yang di uji atau satu prosedur dan menentukan apa yang akan diuji serta tujuannya. Seperti mencari tahu tentang skala kode keparahan.

2.1.2. Know your users and have clear definitions of the target audience's goals, contexts, etc

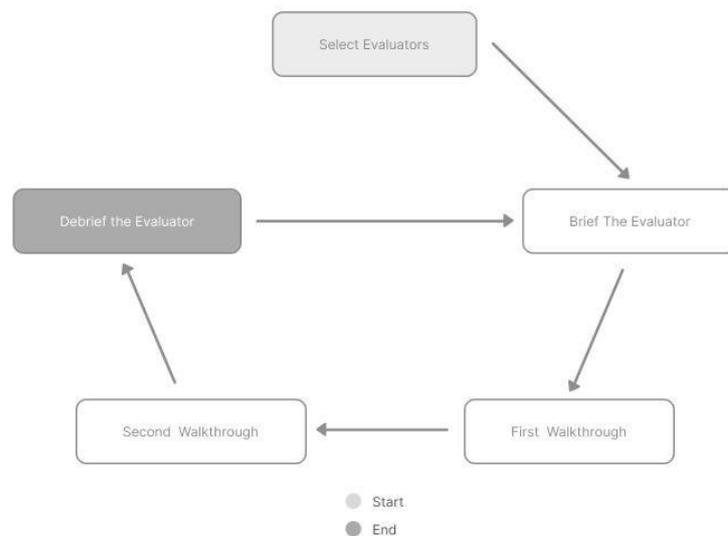
User Persona atau mengenali pengguna dengan berbagai macam karakter juga dapat membantu evaluator dalam mengevaluasi dari sudut pandang yang berbeda.

2.1.3. Define the Heuristics

Dalam Evaluasi kali ini kita akan menggunakan aspek heuristik yang digunakan oleh *web usability pioneers* yakni Jakob Nielsen dan Rolf Molich yang menyatakan 10 aspek heuristic yaitu: Visibility of system status, match between system and the real world, User control and freedom, Consistency and standards, Error prevention, Recognition rather than recall, Flexibility and efficiency of use, Aesthetic and minimalist design, Help users recognize, diagnose, and recover from errors, dan Help and documentation.

2.2. Start Evaluation

Saat memulai evaluasi, kita harus mengulangi selangakah demi selangakah poin dibawah hingga mendapat nilai yang dikategorikan normal atau tidak menyentuh nilai yang buruk bagi pengguna. Berikut adalah poin-poin yang dapat kita realisasikan:



2.2.1. Select the Evaluators

Dalam memilih evaluator pastikan kita akan memilih 3-5 orang yang memiliki keahlian dalam mengevaluasi suatu aplikasi; atau memilih lebih dari 20 orang yang memiliki sudut pandang dan karakter yang berbeda agar mendapat hasil yang maksimal.

2.2.2. Brief Evaluator on what to cover in a selection of tasks

Beri pengarahan singkat tentang apa saja yang dicakup, seperti memberi tahu skala kode keparahan yang kita gunakan untuk menilai.

2.2.3. First Walkthrough

Minta evaluator menggunakan produk secara bebas sehingga mereka dapat mengidentifikasi element-element untuk dapat dianalisis.

2.2.4. Second Walkthrough

Evaluator memeriksa setiap elemen sesuai dengan heuristik. Mereka juga memeriksa bagaimana ini sesuai dengan desain keseluruhan, dengan jelas merekam semua masalah yang dihadapi.

2.2.5. Debrief Evaluators

Merupakan tahap akhir dari Evaluasi. Lakukan diskusi kembali dengan evaluator sehingga mereka dapat menyusun hasil untuk analisis dan menyarankan beberapa perbaikan.

3. Result and Discussion

3.1. Research Preparation

Pada tahap ini kita menyiapkan *Data Collection* terlebih dahulu. *Data Collection* atau Pengumpulan data dilakukan dengan metode kuesioner melalui media survei online. Dalam menentukan jumlah responden, pada prinsipnya dibutuhkan setidaknya berjumlah 5 orang atau lebih. Semakin banyak responden maka semakin banyak juga masalah yang kita dapatkan tetapi terlalu banyak responden juga akan memakan waktu yang panjang dan biaya yang besar[4].

Untuk memperoleh data, Skala Likert digunakan sebagai acuan dalam memberikan bobot penilaian, dimana skala likert merupakan salah satu jenis skala yang biasa digunakan dalam proses penelitian dengan menggunakan kuesioner, Skala Likert dirancang untuk mengukur sikap manusia atau sifat-sifat individu, seperti pengetahuan atau sikap secara ilmiah diterima dan divalidasi, Skala Likert adalah seperangkat pernyataan (item) yang ditawarkan untuk situasi

nyata atau hipotesis yang diteliti, di mana peserta diminta untuk menunjukkan tingkat persetujuan mereka (dari sangat tidak setuju hingga sangat setuju) dengan pernyataan (item) yang diberikan pada skala metrik[4]. Dalam studi ini, kita akan menggunakan skala 1 sampai 5 yang akan digunakan sebagai rentang dimensi variabel yang dianalisis untuk memperoleh data ordinal dimana item yang digunakan akan disesuaikan dengan kuesioner yang digunakan, berikut rincian dan skor dari skala tersebut

Table 1. Likert Scale Score

Severity Rating	Description
1	Strongly Disagree
2	Disagree
3	Normal
4	Agree
5	Strongly Agree

Selain menentukan skor skala likert, kita juga harus menentukan *instrument testing*. Pada Uji instrumen yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu dengan melakukan uji validitas dan reliabilitas yang bertujuan untuk mengetahui tingkat ketepatan suatu instrumen yang valid dan reliabel. Responden atau evaluator nantinya akan mengirim jawaban atau respon lalu dihitung menggunakan *Pearson Correlation dengan Degree of Freedom* pada proses uji validitas dan *Cronbach's Alpha* pada proses uji reliabilitas. Jika terdapat poin yang tidak lolos uji maka akan diperbaiki kembali. Pada uji instrumen ini aspek dinyatakan valid apabila nilai rHitung lebih besar dari nilai rTabel, dan dinyatakan reliabel jika nilai *Cronbach alpha* lebih besar dari skala acuan

3.2. Validity Testing

Pada uji validitas, penulis menggunakan metode *Pearson Correlation dengan Degree of Freedom* ($df = n - 2$) dan nilai signifikan sama dengan 5% atau 0,05 maka jumlah data (n) adalah 31, didapatkan rTabel sebesar 0,344, setelah dilakukan pengujian diperoleh bentuk dari variabel Visibility of System Status = 0,649, Match between system and the real world = 0,658, User control and freedom = 0,548, Consistency and standards = 0,364, Error prevention = 0,761, Recognition rather than recall = 0,639, Flexibility and efficiency of use = 0,617, Aesthetic and minimalist design = 0,367, Help users recognize, diagnose, and recover from errors = 0,806, Help and documentation = 0,656, dimana setelah dilakukan pengujian 2 sisi dengan rHitung > rTabel dapat dikatakan bahwa semua komponen variable telah dinyatakan valid.

3.3. Reliability Testing

Pada uji reliabilitas, penulis menggunakan metode *Cronbach's Alpha*. Setelah dilakukan pengujian nilai Cronbach's Alpha yang diperoleh dari kuesioner adalah 0,802 dan nilai tersebut diuji dengan menggunakan pendekatan 2 sisi dengan nilai *Cronbach's Alpha* = 0,802 > nilai acuan = 0,7. Catatan, suatu instrumen penelitian dikatakan dapat diandalkan (*reliable*) apabila nilai *Cronbach's Alpha* > 0,6 [5]. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh variabel penelitian telah dapat dinyatakan reliabel.

3.4. Usability Analysis

Tahap pertama, kita dapat memberikan pengguna waktu untuk mengingat dan mencoba kembali sistem atau aplikasi BNI Mobile Banking. Selanjutnya kuesioner diberikan kepada responden yang telah mencoba layanan yang terdapat pada aplikasi. Kuesioner yang diberikan sebanyak 10 buah pertanyaan, dibuat sesuai dengan semua aspek-aspek atau komponen *heuristic*

evaluation dan jawaban dari pertanyaan dibawah memiliki range satu sampai lima. Dari 33 responden yang ada terdapat total 330 data dan masing-masing komponen mendapat 33 data.

Tabel 2. Usability Questionnaire Form

No	Question	Component of Usability	Answer
1	Does the app keep users informed of what's going on, through feedback and in a reasonable time?	Visibility of system status	
2	Is the text information in the application easy to understand?	Match between system and the real world	
3	Can you edit, cancel or be asked about data entry before the transaction is made?	User control and freedom	
4	Does the design make you feel comfortable to study?	Consistency and standards	
5	Can the design of the application prevent errors from occurring?	Error prevention	
6	Is the icon or label on the application easy to recognize and less trouble for you?	Recognition rather than recall	
7	Does the application design have services that can speed up the transactions?	Flexibility and efficiency of use	
8	Does the application design have an aesthetic and minimalist design?	Aesthetic and minimalist design	
9	Does the application design show the error that occurred and can provide a solution?	Help users recognize, diagnose, and recover from errors	
10	Does the application design provide assistance or provide documentation to assist the users?	Help and documentation	

Setelah memberi form kepada responden, kita dapat melakukan rekapitulasi pada hasil kuesioner serta menghitung rata-rata hasil perhitungan dari hasil pengujian.

Tabel 3. Component Usability Average Value

No	Component of Usability	Average Value
1	Visibility of system status	4,0
2	Match between system and the real world	4,0
3	User control and freedom	3,7

4	Consistency and standards	3,6
5	Error prevention	3,8
6	Recognition rather than recall	3,9
7	Flexibility and efficiency of use	4,2
8	Aesthetic and minimalist design	3,3
9	Help users recognize, diagnose, and recover from errors	3,7
10	Help and documentation	3,9

Berdasarkan hasil rekap di atas, dari 33 responden dan 10 pertanyaan yang masing-masing memiliki jangkauan satu hingga lima, didapatkan bahwa secara keseluruhan sistem atau aplikasi BNI Mobile Banking memperoleh rata-rata menghampiri nilai 4(empat), yang mana sesuai dengan *Likert Scale Score* aplikasi ini mendapat kategori normal karena memiliki nilai rata-rata sebesar 3,8 dan belum mencapai atau mendapat nilai 4.

4. Conclusion

4.1. Conclusion

Berdasarkan hasil rekap nilai usability aplikasi BNI Mobile Banking yang didapat dari 33 responden diperoleh nilai usability pengguna dengan rata-rata 3,8, yang dapat dikatakan bahwa aplikasi BNI Mobile Banking ini memiliki nilai usability yang normal dan hampir menyentuh baik dan secara keseluruhan aplikasi ini telah memenuhi reusability test yang dilakukan walaupun jumlah responden bisa dikatakan sedikit, dan hasil yang diperoleh gambaran yang baik mengenai aspek usability dari aplikasi BNI Mobile Banking.

4.2. Suggestions

Dari hasil yang kita dapat di atas, terdapat beberapa masukan dan saran yang ingin penulis sampaikan :

1. Penelitian selanjutnya dapat mengembangkan hasil uji ini dengan menyewa responden yang lebih ahli, menambahkan antarmuka sesuai dengan hasil dari uji usability yang telah dikembangkan.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menambahkan metode atau mencoba metode lain lalu dapat dibandingkan antara metodenya agar mendapat hasil uji yang lebih baik dan menentukan metode yang lebih baik.

References

- [1] H. Merve Demirci, "Online Shopping Web Sites' Perceived Usability: A Case Study with Turkish Shopping Related Web Sites," in *Lecture Notes in Networks and Systems*, 2021, vol. 275. doi: 10.1007/978-3-030-80091-8_90.
- [2] A. J. Hartstein, M. Verkuyl, K. Zimney, J. Yockey, and P. Berg-Poppe, "Virtual Reality Instructional Design in Orthopedic Physical Therapy Education: A Mixed-Methods Usability Test," *Simul Gaming*, vol. 53, no. 2, 2022, doi: 10.1177/10468781211073646.
- [3] L. Beatty *et al.*, "Development and usability testing of a web-based psychosocial intervention for women living with metastatic breast cancer: Finding My Way-Advanced," *Journal of Cancer Survivorship*, vol. 15, no. 3, 2021, doi: 10.1007/s11764-021-01019-5.
- [4] A. Joshi, S. Kale, S. Chandel, and D. Pal, "Likert Scale: Explored and Explained," *Br J Appl Sci Technol*, vol. 7, no. 4, 2015, doi: 10.9734/bjast/2015/14975.
- [5] I. Ghozali, *aplikasi analisis multivariate dengan program IBM SPSS 23*. 2016.

Identifikasi Nada Dasar Kendang Menggunakan MFCC dan KNN

Ni Kadek Yulia Dewi^{a1}, I Ketut Gede Suhartana^{a2}

^{a1}Informatics Department, Udayana University
Bali, Indonesia
¹yuldedew1104@gmail.com
²ikg.suhartana@unud.ac.id

Abstract

Balinese kendang is a Balinese musical instrument that is closely related to the art of karawitan. Usually drums are played in a musical instrument show in Bali. Balinese drums are played in pairs, which consist of lanang drums and wadon drums. The sound features used in this system are extracted from the MFCC algorithm which are then classified using the KNN algorithm. The results of the system show the best classification results with an accuracy of 90% with parameter $K = 1$ and can correctly recognize 54 tones out of 60 tones.

Keywords: Basic Tone, Kendang, Music, Classification, Audio Extraction

1. Pendahuluan

Kendang Bali adalah instrumen musik bali yang sangat berhubungan dengan kesenian karawitan. Biasanya alat musik kendang dimainkan dalam sebuah pertunjukan alat musik di bali. Kendang bali dimainkan secara berpasangan, yakni terdiri dari kendang lanang dan kendang wadon. Dalam mempelajari alat musik kendang dibutuhkan pelatih yang berpengalaman untuk mengecek apakah suara yang dihasilkan sudah benar atau tidak. Namun kurangnya tenaga pelatih kendang membuat sebagian orang enggan untuk mempelajari alat musik ini. Dengan permasalahan tersebut, peran aplikasi pembelajaran sangatlah penting untuk menunjang pembelajaran serta tetap melestarikan kesenian ini sehingga seseorang tetap bisa mempelajari alat musik tersebut tanpa didampingi seorang pelatih.

Beberapa penelitian serupa dengan masalah ini adalah "Voice Recognition untuk Sistem Keamanan PC Menggunakan Metode MFCC dan DTW". Pada penelitian yang dilakukan oleh P.T handoko et al, yang membahas tentang penggunaan metode MFCC dalam keamanan sistem PC untuk mengamankan kinerja, data, fungsi atau proses komputer dengan teknologi biometrik atau teknologi berbasis ukuran pada manusia seperti sidik jari, wajah, kornea mata, dan lain-lain dapat mengenali suara yang memiliki otoritas dengan kriteria dalam keadaan noise 82% dan hening 86% [1]. Selain itu penelitian "Deteksi Nada Tunggal Alat Musik Kecapi Bugis Makassar Menggunakan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficient (MFCC) Dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour". Penelitian ini dibuat untuk alat musik kecapi sering digunakan dalam festival musik Sulawesi di berbagai daerah, namun sering terdapat permasalahan pada saat penyetalan alat musik kecapi karena membutuhkan waktu cukup lama sehingga dibuat sistem yang dapat mengidentifikasi nada yang terdapat pada alat musik kecapi melalui pengolahan suara. Hasil dari penelitian ini adalah akurasi sistem yang paling terbaik didapatkan ketika nilai windowing 120 dengan akurasi 81.42%. Hal ini disebabkan karena windowing bertujuan untuk mengurangi efek diskontinuitas pada ujung-ujung frame yang dihasilkan oleh proses framing. Sistem yang terbaik didapatkan ketika menggunakan overlap hal ini disebabkan karena pada saat non-overlap terjadi aliasing sehingga nada luaran lebih cepat dari pada nada aslinya. Dan pada akurasi tertinggi jenis KNN yang digunakan yaitu distance dengan variabel $k=1$ [2].

Menguji menggunakan data training berupa nada dasar Kendang yang memiliki nada dasar yang benar yang akan melalui proses ekstraksi fitur menggunakan metode Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC). Hasil dari ekstraksi fitur ini akan disimpan ke dalam database. Sedangkan untuk data uji akan melalui proses ekstraksi fitur yang sama dengan metode MFCC, kemudian fitur hasil ekstraksi akan melalui proses klasifikasi menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) untuk mengetahui apakah nada dasar kendang sudah benar atau belum.

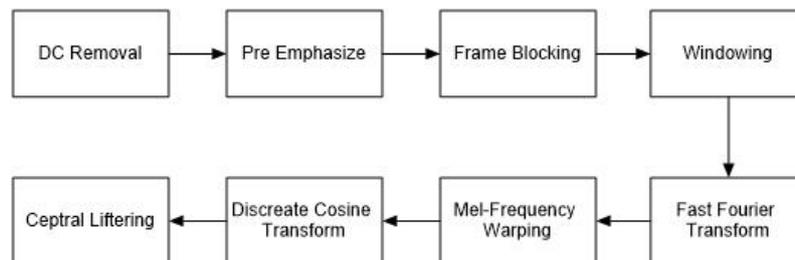
Adapun hasil yang diharapkan adalah tingginya tingkat akurasi pada hasil pengelompokan sehingga pendekatan metode ekstraksi fitur yang digunakan pada penelitian ini dapat digunakan sebagai metode alternatif untuk ekstraksi fitur dan klasifikasi nada dasar alat musik Kendang.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Mel Frequency Cepstral Coefficients* (MFCC) untuk ekstraksi ciri dan *K-Nearest Neighbor* untuk klasifikasi nada.

2.1. Mel Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)

Mel Frequency Cepstrum Coefficients adalah metode yang digunakan untuk melakukan ekstraksi fitur untuk mendapatkan suatu parameter dan informasi mengenai ciri dari suatu sinyal. MFCC merupakan cara yang paling sering digunakan untuk ekstraksi fitur audio signal, karena menggunakan komputasi logaritmik sesuai dengan lingkup pendengaran manusia. Dimana sinyal suara akan di filter secara linear untuk frekuensi rendah (dibawah 1000 Hz) dan secara logaritmik untuk frekuensi tinggi (diatas 1000 Hz). Sehingga dapat merepresentasikan parameter suara dengan baik [4]. Beberapa keunggulan menggunakan MFCC sebagai ekstraksi fitur suara adalah mampu untuk menangkap karakteristik suara dan informasi-informasi penting dalam sinyal suara, menghasilkan data seminimal mungkin tanpa menghilangkan informasi-informasi penting yang ada, dan mengadaptasi organ pendengaran manusia dalam melakukan persepsi terhadap sinyal suara [3]. Diagram MFCC dapat dilihat pada gambar 1.



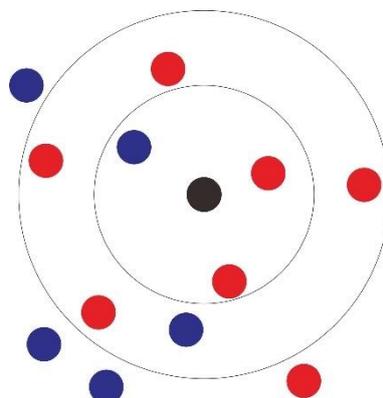
Gambar 1. Diagram MFCC

Tahap pertama dalam ekstraksi fitur menggunakan MFCC adalah *DC Removal* yang bertujuan untuk membuang data-data yang tidak dibutuhkan di dalam proses ekstraksi. Selanjutnya adalah proses *Pre-emphaize* bertujuan untuk mempertahankan frekuensi frekuensi tinggi pada sebuah spektrum yang umumnya tereliminasi pada saat proses produksi suara, selain itu *pre-emphasize* dapat mengurangi noise pada suara masukan sehingga tingkat akurasi dari proses ekstraksi ciri dapat ditingkatkan. Langkah selanjutnya adalah proses *Frame Blocking* membagi sinyal suara ke dalam *frame-frame* dengan waktu tertentu yang lebih singkat. Setelah itu *frame-frame* tersebut akan dibawa ke proses *Windowing* dimana proses ini berfungsi untuk meminimalisir diskontinuitas pada permulaan dan akhir *frame*. Proses selanjutnya adalah *Fast Fourier Transform* untuk mengonversi setiap *frame* N sampel dari domain waktu ke domain frekuensi. Kemudian masuk ke tahap *Mel-Frequency Warping* untuk melakukan filter pada sinyal untuk setiap *frame* menggunakan *Mel Filterbank* yang terdiri dari *triangular window* sebanyak N. Selanjutnya adalah tahap *Discrete Cosine Transform* untuk mengonversi nilai mel kembali kedalam domain waktu. Dan proses terakhir adalah *Cepstral Lifting* yang berfungsi untuk menghaluskan spektrum hasil dari *main processor* sehingga dapat digunakan lebih baik untuk *pattern matching*.

2.2. K Nearest Neighbor (KNN)

K-Nearest Neighbor merupakan salah satu algoritma pengklasifikasian yang cukup mudah dipahami, karena KNN mencari jumlah kesamaan terbanyak antara data yang diuji dengan data latih. Data uji tersebut akan masuk ke dalam kelas dengan jumlah kesamaan terbanyak. Konsep dasar dari *K-Nearest Neighbor* adalah seperti pada algoritma *Nearest Neighbor*, yaitu mencari jarak terdekat dari nilai yang akan dievaluasi (titik queri) dengan tetangga terdekatnya dalam suatu data [2]. Kelebihan KNN menggunakan prinsip yang sederhana, bekerja berdasarkan jarak terpendek dari sampel uji ke

sampel latih dan tidak memperhitungkan kemungkinan distribusi dari masing-masing kelas [5]. Ilustrasi KNN dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi KNN

Langkah pertama algoritma KNN adalah menentukan nilai K sebagai jumlah mayoritas untuk proses klasifikasi. Penentuan nilai K sangat penting karena akan sangat mempengaruhi tingkat akurasi dari proses klasifikasi. Setelah menentukan nilai K adalah menghitung jarak data uji ke data latih. Ada beberapa rumus atau persamaan untuk menghitung jarak seperti *Manhattan Distance*, *Minkowsky Distance*, *Chebyshev Distance*, dan *Euclidean Distance*.

Persamaan untuk menghitung jarak pada penelitian ini menggunakan *Euclidean Distance*. Namun terdapat kelemahan dari fungsi jarak *Euclidean* ini yaitu jika salah satu input atribut memiliki rentang yang relatif besar dapat mengalahkan atribut lainnya. Akibatnya, jarak sering dinormalisasi dengan membagi jarak untuk setiap atribut dengan rentang (yaitu nilai maksimum-nilai minimum) dari atribut sehingga nilai untuk setiap atribut memiliki rentang baru yang dinormalisasi dari 0 hingga 1 [6]. Penerapan dari rumus *Euclidean Distance* adalah dengan mengakarkan nilai dari variabel data latih dikurangi dengan nilai variabel data uji yang sudah di pangkatkan dengan dua. Jika terdapat lebih dari satu variabel, maka akumulasikan pemangkatan dua yang sebelumnya sudah dilakukan pengurangan data latih dikurangi dengan data uji. Setelah itu akan menghasilkan jarak dari data latih dan data uji yang selanjutnya akan ditentukan apakah data testing sudah benar atau tidak dengan menggunakan algoritma KNN. Rumus *Euclidean Distance* dapat dilihat pada persamaan 1.

$$D(x,y) = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \quad (1)$$

Keterangan :

$D(x,y)$ = jarak antara data uji dengan data latih

x = data uji

y = data latih

k = variabel data

n = jumlah data latih

3. Hasil dan Diskusi

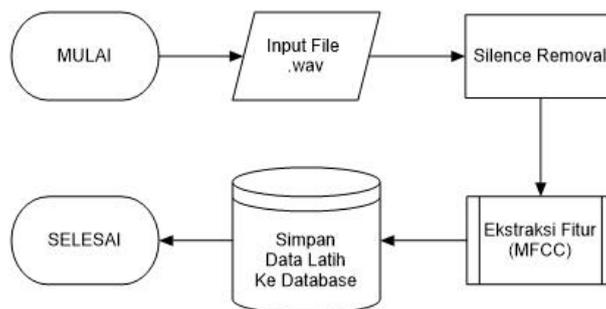
Sistem identifikasi nada ini dimulai dari proses ekstraksi fitur suara menggunakan metode MFCC yang kemudian hasil dari ekstraksi fitur tersebut akan disimpan ke dalam database dan digunakan sebagai data latih, sedangkan untuk data uji sendiri akan dilakukan ekstraksi fitur dengan metode MFCC juga yang kemudian akan dilakukan pengklasifikasian menggunakan metode KNN. Dataset yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 210 data dengan 150 data sebagai data latih, dan 60 data sebagai data uji dengan pembagian nada seperti pada tabel 1.

Jenis Nada	Data Latih	Data Uji
Dum	50	20
Tak / Ka	50	20
Slap	50	20
Jumlah	150	60

Tabel 1. Dataset penelitian

3.1. Tahap Pelatihan

Tahap pelatihan adalah tahapan untuk mengolah data latih kemudian menyimpannya ke dalam database untuk dijadikan sebagai referensi untuk tahap *pengujian*. Pada tahap pelatihan, jenis nada akan dikenali sesuai dengan format nama file yang sudah dibuat. Proses ekstraksi fitur menggunakan metode MFCC menggunakan *library python* yaitu *librosa* dengan penentuan parameter panjang *frame* 10 ms dan lebar *window* sebesar 20 ms sehingga overlapping yang terjadi sebesar 50%. Sebelum melalui proses ekstraksi, file suara akan melalui proses *silence removal* dengan pemotongan keheningan pada awal dan akhir sinyal suara dengan nilai desibel dibawah 30 desibel menggunakan fungsi *librosa.effects.trim()*. Penentuan nilai 30 desibel karena suara dengan desibel 30 adalah suara dengan kebisingan rendah seperti suara bisikan dan tergolong sangat sunyi [7], sehingga *silence removal* akan membuang suara dibawah 30 desibel di awal dan akhir rekaman sehingga ekstraksi dilakukan hanya pada suara pukulan alat musik kendang saja. *Flowchart* tahap pelatihan dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Flowchart tahap pelatihan

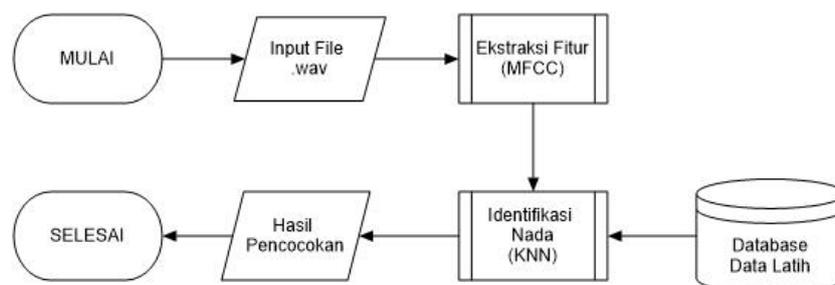
Hasil dari proses ekstraksi didapatkan suatu vektor ciri akan yang berupa *array* dua dimensi yang kemudian akan dicari rata-rata dari tiap koefisien setelah itu akan didapatkan *array* 1 dimensi dengan panjang sesuai jumlah koefisien yang ditentukan. Kemudian *array* tersebut dikonversi ke string karena database yang akan digunakan adalah MySQL yang tidak dapat menyimpan data *array*. Struktur *database* yang digunakan untuk menyimpan data hasil ekstraksi ciri memiliki tiga kolom yaitu kolom "id" sebagai *primary key*, kolom "jenis_nada" untuk menyimpan jenis nada hasil ekstraksi ciri, dan kolom "data" untuk menyimpan hasil ekstraksi ciri data uji. Hasil ekstraksi ciri pada database dapat dilihat pada gambar 4.

id	jenis_nada	data
1	dum	[-324.82358 148.69264 36.52158 40.62...
2	dum	[-269.31342 165.75792 6.789374 29.17806...
3	dum	[-265.55814 176.32838 2.5927823 12.80517...
4	dum	[-309.3005 150.56662 21.90566 19.37736...
5	dum	[-311.9887 158.94077 30.43635 34.20...

Gambar 4. Hasil ekstraksi di database

3.2. Tahap Pengujian

Tahap pengujian adalah proses untuk menguji apakah data uji sudah benar atau tidak. Proses pengujian akan melalui proses *silence removal* sama seperti proses pelatihan dan ekstraksi fitur menggunakan algoritma MFCC, kemudian hasil ekstraksi akan melalui proses klasifikasi menggunakan algoritma KNN dengan cara mencocokkan antara hasil ekstraksi data uji dengan hasil ekstraksi data latih yang tersimpan di dalam database. Flowchart tahap pengujian dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Flowchart tahap pengujian

Hasil klasifikasi yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan 60 data uji dengan 20 data untuk nada dum, 20 data untuk nada tak, dan 20 data untuk nada slap dengan lima parameter K yaitu K=1, K=3, K=5, K=7, K=9 dengan akurasi terbaik pada nilai K=1 dan akurasi terburuk pada nilai K=3. Hasil klasifikasi dapat dilihat pada table 2.

K	Nada Dum		Nada Tak		Nada Slap		Akurasi
	Benar	Salah	Benar	Salah	Benar	Salah	
1	19	1	15	5	20	20	90%
3	11	9	14	6	20	20	75%
5	12	8	14	6	20	20	76,6%
7	13	7	14	6	20	20	78,33%
9	14	6	14	6	20	20	80%

Tabel 2. Hasil klasifikasi

Hasil klasifikasi terbaik dengan parameter K=1 dengan akurasi sebesar 90% dan berhasil mengklasifikasikan nada dengan benar sebanyak 54 dari 60 nada sedangkan dan akurasi terburuk adalah K = 3 dengan akurasi sebesar 75% yang berhasil mengklasifikasikan nada dengan benar sebanyak 46 dari 60 nada.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian sistem yang dilakukan terhadap 20 nada dum, 20 nada tak, dan 20 nada slap pada alat musik kendang dapat disimpulkan bahwa penggunaan algoritma MFCC dan KNN dapat mengklasifikasikan nada alat musik Kendang sampai dengan akurasi 90% dengan K=1. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa penggunaan algoritma *Mel-Frequency Ceptral Coefficients* dan *K-Nearest Neighbor* terbukti cukup baik untuk mengklasifikasikan nada dasar alat musik Kendang dan dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian kedepannya. Kegagalan penelitian sebesar 10% disebabkan karena kondisi lingkungan yang terdapat noise. Beberapa saran untuk mendapatkan akurasi yang lebih baik adalah dengan mengkondisikan tempat yang sedikit terdapat noise dan menggunakan alat perekaman yang baik sehingga kualitas suara yang didapatkan lebih baik.

Referensi

- [1] D. T. Handoko and P. Kasih, "Voice Recognition untuk Sistem Keamanan PC Menggunakan Metode MFCC dan DTW," *Gener. J.*, vol. 2, 2018.
- [2] A. F. Ryamizard, B. Hidayat, and S. Saidah, "Deteksi Nada Tunggal Alat Musik Kecapi Bugis Makassar Menggunakan Metode Mel Frequency Cepstral Coefficient (Mfcc) Dan Klasifikasi K-Nearest Neighbour (Knn)," *e-Proceeding Eng.*, vol. 5, no. 3, pp. 4715–4721, 2018.
- [3] M. Frequency and S. Coefficients, "Metoda Mel Frequency Cepstrum Coefficients (MFCC) untuk Mengenali Ucapan pada Bahasa Indonesia Torkis Nasution," *J. Sains dan Teknol. Inf.*, vol. 1, 2012.
- [4] F. N. Suciani, E. C. Djamal, and R. Ilyas, "Identifikasi Nama Surat Juz Amma dengan Perintah Suara Menggunakan MFCC dan Backpropagation," *Semin. Nas. Apl. Teknol. Inf. 2018*, pp. 18–23, 2018.
- [5] A. Budianto, D. Maryono, and R. Ariyuana, "Perbandingan K-Nearest Neighbor (KNN) dan Support Vector Machine (SVM) dalam Pengenalan Karakter Plat Kendaraan Bermotor," *J. Ilm. Pendidik. Tek. Kejuru.*, vol. 11, no. 1, 2018.
- [6] A. R. Lubis and M. Lubis, "Optimization of distance formula in K-Nearest Neighbor method," vol. 9, no. 1, pp. 326–338, 2020, doi: 10.11591/eei.v9i1.1464.
- [7] Z. C., "How Loud is a Decibel?," 2018. <https://www.sylvane.com/blog/how-loud-is-a-decibel/> (accessed Sep. 30, 2021).

Perancangan Ontologi Semantik : Representasi Digital Kain Gringsing Bali

I Putu Duta Awidya Sartana Putra^{a1}, Dra. Luh Gede Astuti, M.Kom.^{a2}

^aProgram studi Informatika, Universitas Udayana
Badung, Indonesia
¹dutaawidya19@gmail.com
²lg.astuti@unud.ac.id

Abstract

Bali has many cultural heritages that can add to the attractiveness of domestic and international tourists. One of these cultural heritages is the Balinese Gringsing cloth. Gringsing cloth is one of the typical fabrics of Bali and the only cloth made using the double tie technique. It is used in religious ceremonies and wedding ceremonies. Gringsing cloth can be a cultural heritage of the island. Ontology can be transformed into a digital form to preserve this heritage.

Keywords: Gringsing, Ontologi, Semantik web, Methontology, SPARQL query.

1. Pendahuluan

Bali merupakan salah satu pulau yang memiliki berbagai warisan budaya yang diwariskan oleh leluhur. Warisan budaya yang ada di Bali sungguh sangat banyak dan beragam, dan salah satunya adalah kain Gringsing. Kain Gringsing merupakan salah satu kain khas dari Bali serta satu-satunya kain yang dibuat menggunakan teknik dobel ikat. Pada umumnya kain gringsing digunakan untuk berbagai upacara, seperti upacara keagamaan, upacara kikir gigi, dan upacara pernikahan. Kain Gringsing Bali dapat dikatakan warisan seni budaya Bali. Dalam melestarikan warisan budaya ini tentu diperlukan sesuatu yang dapat mentransformasikan ke dalam bentuk digital dan eksplisit. Ontologi juga membuka kemungkinan suatu sistem manajemen pengetahuan serta membuka kemungkinan untuk berpindah dari pandangan berorientasi dokumen ke arah pengetahuan yang saling terkait, dapat dikombinasikan serta dapat dimanfaatkan kembali secara lebih fleksibel dan dinamis.

Ontologi juga membuka kemungkinan suatu sistem manajemen pengetahuan serta membuka kemungkinan untuk berpindah dari pandangan berorientasi dokumen ke arah pengetahuan yang saling terkait, dapat dikombinasikan serta dapat dimanfaatkan kembali secara lebih fleksibel dan dinamis. Ontologi juga memiliki keterkaitan dengan web semantik. Web semantik merupakan teknologi pada web yang dapat membantu sebuah komputer untuk memahami makna suatu kata atau kalimat yang diberikan oleh pengguna. Maka dengan web semantik komputer dapat lebih mudah memproses informasi serta mengerti informasi yang diinginkan oleh pengguna. Dengan dilakukan penelitian ini penulis ingin mendapatkan sebuah informasi terkait tentang kain Gringsing Bali untuk melestarikan budaya kita dan juga memberikan pemahaman kepada seluruh generasi tentang warisan budaya ini. Data yang didapatkan dengan melakukan wawancara kepada narasumber ahli dari pengrajin kain Gringsing yang ada di Desa Tenganan, Bali.

A. Kain Gringsing

Menenun merupakan salah satu teknik pembuatan kain yang telah ada sejak berabad-abad lalu. Budaya menenun tumbuh dan berkembang di berbagai tempat bersamaan dengan peradaban manusia dan kebudayaan di daerah setempat, begitu pula dengan warna dan ragam hias atau corak dari hasil tenunan mempunyai kekhasan tersendiri di setiap daerah. Sebagaimana daerah lain di Indonesia, Bali juga memiliki kain tradisional berupa kain tenun

yang menjadi kebanggaan masyarakat Bali, yaitu kain tenun gringsing yang dihasilkan oleh masyarakat Bali Aga Tenganan Pagringsingan, Karangasem.

Tenun gringsing atau wastra gringsing adalah salah satu kain tradisional khas Bali yang terbuat dari benang kapas dengan ragam hias motif yang dibentuk dari dobel ikat atau tenun ganda, yaitu mengikat benang lungsi dan benang pakan sekaligus. Pembuatannya memerlukan waktu yang cukup lama, mulai satu hingga lima tahun dan dilakukan dengan teknik khusus yang sangat sukar. Hasil jadi tenunan ini akan membuat pola geometris rapi yang serasi dan sangat indah.

Kain/wastra gringsing dibuat oleh masyarakat desa Tenganan Pagringsingan di Karangasem. Akan tetapi, proses pencelupan warna dilakukan di daerah Nusa Penida. Proses penenunan dilakukan setelah benang-benang selesai diwarnai dan siap ditenun. Benang-benang tersebut ditenun dengan alat yang disebut cagcag, yaitu alat tenun tradisional menggunakan por, semacam busur yang disangkutkan pada pinggang penenun sebagai penahan rentangan benang lungsi. Alat ini akan menghasilkan kain berbentuk tabung. Setelah dipotong mengikuti alur pakan, kain tersebut akan menjadi persegi panjang berukuran lebar 30-100 cm, panjang 125-200 cm. Bagian pinggir dapat dibiarkan terurai, tetapi kadang ada juga yang dipotong rapi, sementara bagian tengah kain membentuk berbagai motif seperti motif wayang, motif cemplong, cempaka, sananempeg dan lain sebagainya.

B. Ontologi

Ontologi merupakan sebuah teori mengenai makna suatu objek, properti satu objek, hingga relasi objek tersebut yang mungkin terjadi pada suatu domain pengetahuan. Peranan ontologi sangat penting dalam suatu struktur disiplin ilmu dan juga ontologi direpresentasikan dalam berbagai komponen seperti :

- a. *Individual (Instances)*
Individual (Instances) merupakan komponen dasar dari sebuah ontologi. *Instances* dari sebuah ontologi bisa berupa objek nyata atau juga bisa berupa objek abstrak.
- b. *Classes*
Suatu *class* menjelaskan konsep-konsep yang ada dalam suatu domain. Biasanya sebuah *class* merupakan kumpulan dari objek-objek. Sebuah *class* juga bisa memiliki subclass yang mana subclass ini akan mempresentasikan konsep yang lebih spesifik daripada superclassnya.
- c. *Attributes*
Objek-objek yang berada dalam ontologi bisa dideskripsikan dengan memberikan tambahan atribut kedalam objek tersebut. Setiap atribut memiliki paling tidak sebuah nama dan nilai, dan digunakan untuk menyimpan informasi yang lebih spesifik tentang objek yang diberi atribut tersebut
- d. Relasi
Suatu relasi menjadi penting dalam sebuah ontologi, karena dalam suatu ontologi relasi antara objek-objek yang ada harus dideskripsikan. Keunggulan dari ontologi berasal dari kemampuannya mendeskripsikan relasi lain. Kumpulan dari relasi akan mendeskripsikan semantik atau arti dari sebuah entitas [1].

C. Semantik Web

Semantik web merupakan sebuah teknologi masa depan pada web yang dapat memberikan informasi dengan arti eksplisit, sehingga lebih mudah diproses komputer secara otomatis dan lebih mudah juga dalam menyatukan informasi yang pada web[2]. Semantik web merupakan kolaborasi dengan W3C dengan didasarkan oleh *Resource Description Framework(RDF)*[3]. Sehingga semantik web itu adalah sebuah aplikasi web yang memiliki kemampuan *knowledge base*/dasar pengetahuan yang bisa dikatakan dapat membuat web ini lebih pintar dari pada web pada umumnya. Selain itu, Web Semantik secara eksplisit mendeklarasikan pengetahuan yang tertanam dalam banyak aplikasi berbasis Web, mengintegrasikan informasi dengan cara yang cerdas, menyediakan akses berbasis semantik ke Internet, dan mengekstrak informasi dari teks. Semantik web mampu memahami makna dari sebuah kata atau konsep serta mampu memahami hubungan logis diantara keduanya. Sehingga semantik web hanya menampilkan informasi yang dibutuhkan oleh penggunaanya[7].

D. Methontology

Methontology adalah sebuah metodologi yang memungkinkan pembangunan ontologi pada level pengetahuan. *Methontology framework* mengizinkan konstruksi dari ontologi pada level pengetahuan yang meliputi identifikasi proses pengembangan ontologi, siklus hidup berdasarkan prototipe pengembangan, satu metode untuk menspesifikasikan ontologi pada level pengetahuan dan *translator multilingual* yang secara otomatis mentransformasi spesifikasi menjadi beberapa kode target. *Methontology* memiliki kemampuan untuk melakukan *life cycle* ontologi berdasarkan pengembangan prototipe karena mengizinkan penambahan, perubahan, dan penghapusan *terms* pada tiap versi terbarunya[8].

E. Protégé

Protégé adalah sebuah tools yang digunakan untuk membuat domain ontologi. *Protégé* juga dapat melakukan *query* dengan menggunakan SPARQL. *Protégé* dibuat dengan menggunakan bahasa Java dan format penyimpanan seperti OWL, RDF, XML, Turtle Manchester OWL, JSON-LD, LaTeX dan OBO. Fungsi dalam *Protégé* dapat digunakan melalui *Graphical User Interface (GUI)* dengan menampilkan *tab* untuk masing-masing bagian dan fungsi standar[4]

F. SPARQL Query

SPARQL (*SPARQL Protocol and RDF Query Language*) merupakan *query* yang dikeluarkan oleh W3C sebagai standar untuk mengambil sumber daya web (*web resource*) yang terdapat pada RDF dan OWL baik terstruktur maupun semi-terstruktur. SPARQL menyediakan fasilitas untuk mengekstraksi informasi dalam bentuk URI, *blank node* dan *literal* mengekstrak *subgraf* RDF dan membangun *graf* RDF baru berdasarkan pada informasi dari *graf* yang ada di *query* [5].

2. Development and Evaluation

A. Tahap Spesifikasi

Tahap spesifikasi merupakan tujuan yang menghasilkan dokumen spesifikasi pada tingkat ontologi formal, yaitu informal, semi formal, yang dituliskan dalam bahasa alami. Tahapan ini bertujuan untuk menggunakan seperangkat representasi perantara atau menggunakan beberapa pertanyaan kompetensi. Dengan deskripsi sebagai berikut :

- a. Domain : Kain Gringsing Bali
- b. Tanggal : 01 Oktober 2022
- c. Dirancang Oleh : I Putu Duta Awidya Sartana Putra
- d. Diimplementasikan Oleh: I Putu Duta Awidya Sartana Putra
- e. Level Formalitas : Formal
- f. Ruang Lingkup : Tenganan Pagringsingan, Karangasem.
- g. Sumber Pengetahuan : Wawancara dan internet

B. Tahap Akuisisi Pengetahuan

Akuisisi pengetahuan merupakan tahapan dalam mendapatkan pengetahuan dalam pembangunan ontology yang dirancang. Pada penelitian ini tahap akuisisi pengetahuan adalah sebagai berikut :

- a. Melakukan wawancara dengan para ahli dan pengrajin kain Gringsing untuk mendapatkan informasi dan dapat merancang ontologi.
- b. Melakukan identifikasi pengetahuan dan struktur yang digunakan melalui studi literatur.

Data yang didapatkan dari penelitian ini, merupakan data-data yang dikumpulkan dari berbagai pihak yang memiliki informasi mengenai Gringsing Bali.

C. Tahap Konseptualisasi

Tahap konseptual merupakan tahapan untuk merancang konsep ontologi yang digunakan dengan cara mendeskripsikan masalah serta solusi yang akan digunakan. Ontologi dibangun dengan domain kain Gringsing Bali akan dimasukkan kedalam bentuk *class* dan *sub-class*.

D. Tahap Integrasi

Integrasi merupakan pertimbangan penggunaan ontologi yang telah pernah dirancang agar dapat sesuai dengan domain Endek Bali. Pemilihan ontologi yang sesuai dengan yang kita rancang dapat membantu mendapatkan hasil yang diharapkan.

E. Tahap Implementasi

F. Tahap Evaluasi

G. Tahap Dokumentasi

3. Conclusion

Pada penelitian di atas menunjukkan bahwa penerapan ontologi dalam hal representasi kain Gringsing Bali yang berfokus pada Desa Tenganan, Bali, yang dapat memberikan informasi dengan baik dan sesuai dengan permintaan pengguna serta dapat merepresentasikan pengetahuan sekumpulan konsep dalam domain informasi dan hubungan antar konsep-konsep tersebut, sehingga penyajian informasi dapat dilakukan secara semantik dimana pemetaan kumpulan sumber informasi menjadi sistematis dan terstruktur. Kedepannya, penelitian ini akan bekerja pada kualitas ontologi, khususnya dalam representasi kain Gringsing Bali karena data yang terus berkembang menjadikan penelitian ini menarik untuk dikembangkan. Mengingat ontologi juga dapat dikembangkan dari ontologi yang ada dan diintegrasikan dengan beberapa ontologi lain yang relevan ke dalam ontologi untuk dikembangkan yang dapat diimplementasikan ke dalam sistem berbasis semantik web

References

Segmentasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Binary Thresholding

Putu Bagus Dio Pranata^{a1}, I Gede Arta Wibawa^{a2}

Informatika, Universitas Udayana
Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia
¹bagusdio01@gmail.com@email.com
²gede.arta@unud.ac.id

Abstract

Segmentasi pada Kerusakan Jalan, dilakukan untuk mempermudah dalam menentukan hasil dari data citra jalan, apakah memiliki akurasi yang tinggi atau rendah dalam mempertegas fitur yang diinginkan, yaitu Kerusakan pada Jalan, dengan metode Binary Threesholding. Akan dilakukan Digitalisasi Kerusakan Jalan agar menghasilkan data citra yang diperoleh melalui pemindai atau kamera dengan kualitas yang baik. Kemudian jika citra Jalan terdapat kerusakan, serta memiliki kemiripan pixel antara fitur atau foreground dengan background, dimana object yang di inginkan adalah kondisi jalan yang rusak, dan sulit untuk dilihat. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada peningkatan kualitas citra untuk mempertegas object yang terdapat pada citra dengan proses thresholding. Hasil pengujian dalam penelitian ini adalah untuk menghasilkan rentang nilai Binary dari 120 sampai dengan 155. Sehingga dengan rentang nilai tersebut akan menghasilkan sebuah gambar yang memiliki object yang lebih akurat, sehingga mampu mendeteksi secara perbedaan. Nilai akurasi dari metode yang digunakan untuk segmentasi citra ini adalah 75% akurat.

Keywords: Kerusakan Jalan, Segmentasi Image, Binary Thresholding

1. Pendahuluan

Saat ini, perkembangan dari sistem transportasi darat saat ini di Indonesia mengingkat pesat. Dimana menurut data Badan Pusat Statistika (BPS), dimana jumlah pengguna kendaraan bermotor terus bertambah setiap tahunnya, dengan jenis kendaraan bermotor yaitu Mobil Penumpang dengan kenaikan jumlah pada tahun 2020, dengan total 15.797.746, dengan total keseluruhan kendaraan bermotor mencapai 136.137.451 unit [1].

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian Jalan, termasuk bangunan penghubung, bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, yang berada pada permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan/atau air, serta di atas permukaan air, kecuali jalan rel, jalan lori, dan jalan kabel [2].

Segmentasi merupakan sebuah Teknik yang digunakan untuk memisahkan antara fitur yang diinginkan *foreground*, dengan fitur lain yaitu *background*, dengan tujuan untuk mendapatkan fitur yang diinginkan pada suatu citra tertentu sesuai kebutuhan, maka dari itu segmentasi pada citra diperlukan dalam proses pengambilan fitur[7].

Penggunaan segmentasi dalam pengambilan fitur yang diinginkan, dengan disusulnya perkembangan Sistem Transportasi Darat, menurut data dengan jenis kendaraan yaitu Mobil Penumpang sangat pesat. Kemudian sebuah kondisi, dimana jalan mengalami tekstur dan berlubang, adalah kondisi jalan yang tidak mampu untuk memberikan pelayanan optimal, dengan kondisi permukaan membentuk lingkaran, dengan kedalaman setengah dari tebal jalan tersebut, dan dimensi lingkaran sebesar 150 mm [3].

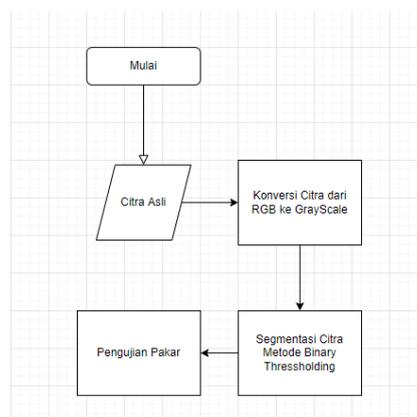
Pada umumnya, umur jalan yang sudah diperkirakan untuk masa pelayanan yang optimal, ternyata tidaklah sesuai dengan keadaan yang terjadi di lapangan, dimana kondisi rusaknya jalan tersebut terjadi disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya seperti kondisi tanah yang kurang baik

dan bertekstur, material yang digunakan, lalu beban maksimal dari jalan tersebut, pertumbuhan lalu lintas yang meningkat setiap tahunnya, hingga kondisi dan faktor lingkungan[4].

Untuk kenyamanan berkendara, realisasi dan klasifikasi jalan menjadi topik penting dalam sebuah aplikasi, kemudian aplikasi sistem bantuan mengemudi atau Advance Driver Assistance System (ADAS), sedang dikembangkan saat ini [5][6]. Dan dengan hasil penelitian ini, dapat melakukan segmentasi kerusakan jalan, serta akurasi nya terhadap hasil fitur atau *foreground* yang diinginkan.

2. Metode Penelitian

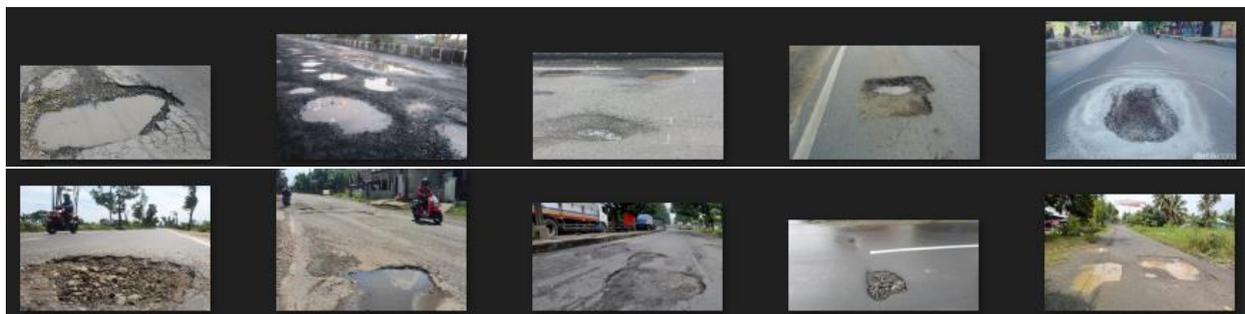
Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang merupakan rangkaian kegiatan percobaan dengan tujuan untuk menyelidiki suatu masalah sehingga diperoleh hasil Gambar 2.1 berikut :



Gambar 2.1 Model Desain Penelitian

2.1. Pengumpulan Data

Penggunaan citra pada penelitian ini adalah Citra digital dari kondisi jalan yang rusak, sertaberlubang, di Kota Denpasar, Gianyar, serta sumber dari internet, dan berjumlah 10 data citra, dapat dilihat pada gambar 2.2. berikut :



Gambar 2.2 Dataset jalan berlubang Kota Denpasar

2.2. Pengambilan Citra Berlubang pada Jalan Raya

Tahap pengambilan citra ini dilakukan dengan cara menggunakan kamera dari handphone (*mobile*)

dengan sudut kemiringan 30 – 40 derajat, seperti gambar 2.3 berikut:



Gambar 2.3

2.3. Digitalisasi Citra

Kemudian setelah citra didapatkan, dilakuakn pengolahan citra terlebih dahulu, seperti perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, restorasi citra), pemilihan citra , melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek *foreground* yang terkandung pada citra. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan output-nya adalah citra hasil pengolahan[4].

2.4. Konversi Citra Dari RGB ke Grayscale (*Preprocessing*)

Pada tahap ini, citra yang digunakan memiliki pixel dengan warna *RGB (Red Green Blue)* secara *default* saat melakukan pengambilan data, kemudian dilakukan perubahan pixel warna pada cirta menjadi *Grayscale*, dimana *Grayscale* memiliki rentang warna gradasi hitam serta putih, dan cocok digunakan untuk pengolahan gambar.[7] Didefinisikan sesuai persamaan berikut:

$$greyscale = 0.299R + 0.587G + 0.114B \dots \dots \dots (1)$$

atau

$$greyscale = 0.333R + 0.333G + 0.333B \dots \dots \dots (2)$$

2.5. Segmentasi Citra dengan Metode *Binary Thresholding*

Dalam penelitian ini, dilakukan Teknik segmentasi citra pada jalan berlubang untuk mengetahui *foreground* fitur yang diinginkan, dan memisahkan nya dengan *background* fitur lainnya. Kemudian segmentasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Binary Thresholding*. Dalam *Threshholding*, setiap nilai piksel citra dibandingkan dengan nilai ambang (*threshold*) tertentu.[7] Dengan kata lain, mencari angka binary dari 0 – 225 yang pas untuk digunakan untuk memisahkan antara objek atau fitur *foreground* berupa jalan yang rusak, dengan *background* bagian jalan lainnya, atay bagian jalan tidak rusak. Untuk proses binarisasi nilai pada citra, dapat menggunakan rumus berikut :

$$g(x,y) = \begin{cases} 1, & \text{jika } f(x,y) \geq T \\ 0, & \text{jika } f(x,y) \leq T \end{cases}$$

2.6. Pengujian Pakar

Pada tahapan ini, akan dilakukan pengujian terhadap data yang akan di uji. Data yang akandiuji adalah Gambar Citra Digital, dari bagian jalan yang rusak dengan hasil dari tingkat Segmentasi Citra menggunakan metode *Binary Threesholding*.

3. Hasil dan Pembahasan

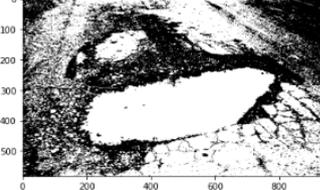
3.1. Hasil Pre-Processing Citra RGB menjadi Grayscale

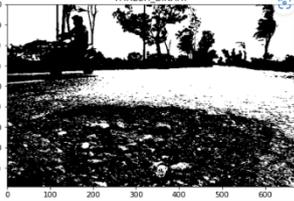
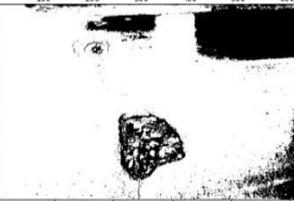
Nama Citra	Citra Asli	Citra Greyscale
Citra 1		
Citra 2		
Citra 3		
Citra 4		
Citra 5		
Citra 6		
Citra 7		

Citra 8		
Citra 9		
Citra 10		

Tabel 3.1 *Pre-processing Grayscale*

3.2 Hasil Segmentasi Citra dengan metode Binary Thresholding

Nama Citra	Citra Grayscale	Citra Binary Thresholding	Nilai Binary Thresholding	Pakar
Citra 1			(135, 255)	Cukup
Citra 2			(145, 255)	Berhasil
Citra 3			(140, 255)	Berhasil

Citra 4			(140, 255)	Cukup
Citra 5			(130, 255)	Berhasil
Citra 6			(155, 255)	Cukup
Citra 7			(140, 255)	Berhasil
Citra 8			(120, 255)	Cukup
Citra 9			(120, 255)	Berhasil
Citra 10			(145, 255)	Cukup

Tabel 3.2 Segmentasi menggunakan *Binary Thresholding*

2.7. Perhitungan Akurasi

Kemudian hasil akurasi yang didapatkan dari 10 Citra Kerusakan Jalan yang di segmentasi menggunakan algoritma Binary Thresholding, dapat dilihat pada tabel 3.1 untuk hasil *pre-processing*, dan tabel 3.2 untuk hasil segmentasi dari metode *Binary Thresholding*, adalah sebagai berikut :

- a. Dari 10 Citra, 5 Citra yang “Berhasil” di segmentasi dengan baik.
- b. Dari 10 Citra, 5 Citra yang “Cukup” di segmentasi kurang baik.
- c. Perhitungan Akurasi :

- i. Berhasil -> 1 Poin
- ii. Cukup -> 0.5 Poin
- iii. Gagal -> 0 Poin

- d. Perhitungan Akurasi :

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{\text{Citra berhasil} + \text{Citra Cukup} + \text{Citra Gagal}}{\text{Jumlah Citra}} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{5 \times 1 + 5 \times 0.5 + 0}{10} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{5 + 5 \times 2.5}{10} \right) \times 100\% \\ &= \left(\frac{7.5}{10} \right) \times 100\% \\ &= (7.5) \times 100 \\ &= (0.75) \times 100\% = 75\% \end{aligned}$$

- e. Rentang Nilai Binary :

$$(120 \quad - \quad 155)$$

4. Kesimpulan

Pada penelitian ini, memaparkan tentang penerapan dari metode Binary Thresholding untuk segmentasi Kerusakan Jalan. Berdasarkan pengujian pada penelitian dari 10 citra yang digunakan, dimana untuk uji coba mendapatkan hasil 5 Citra yang berhasil di Segmentasi dengan baik dari 10 Citra. Dapat disimpulkan bahwa nilai rentang yang pas dalam penelitian ini, mendeteksi objek fitur *foreground* berupa sebuah Kerusakan Jalan, dan Jalan Raya ataupun Jalan Umum sebagai fitur lainnya atau *background*, dengan rentang nilai adalah 120 – 155. Pada penelitian ini, rentang tersebut mendapatkan tingkat akurasi 75%.

Referensi

- [1] "Undang – Undang Nomor 2 Tahun 2022." 2022.
- [2] Badan.Statistik, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis (Unit), 2018 - 2020", 19 Juli 2018. [Online]. Available: URL. [25 September]
- [3] V.Annisah Putri, "Identifikasi Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur", *Rev.Bras.Ergon.*, vol.9, no.2, p.10, 2016, doi:10.5151/cidi2017-060
- [4] Nurfiyah, Y. Rianto, D. Riana, "Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Raya Menggunakan *Thresholding* dan *K-Means*", *CSRID Journal*, vol. 13, no.1, p. 35-37, 2021
- [5] Y.Zhang, J.Zhang, T.Li, and K. Sun, "Road extraction and intersection detection based on tensor voting," *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, vol. 2016-November, pp. 1587-1590, 2016, doi: 10.1109/IGARSS.2016.7729405.
- [6] K. Rebai, N. Anhour, and O. Azouaoui, "Road intersection detection and classification using hierarchical SVM classifier," *Adv. Robot.*, vol. 28, no. 14, pp. 929-941, 2014, doi: 10.1080/01691864.2014.902327.
- [7] Anita Desiani, D. A. Zayanti, R.Primartha, F. Efriliyanti, N.A.C. Andriani, "Variasi thresholding untuk segmentasi pembuluh darah citra", *JEPIN Jurnal*, vol. 7, no.2, pp.255 - 257, 2021

Transliterasi Aksara Bali menjadi Huruf Latin pada Citra Tulisan Tangan

I Made Arya Dwisada^{a1}, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan^{a2}, I Dewa Made Bayu Atmaja Darmawan^{a3}, Cokorda Rai Adi Pramatha^{a4}, I Komang Ari Mogi^{a5}, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Universitas Udayana
Jl. Kampus Bukit Jimbaran, Gedung BF Jimbaran, Badung, Bali 80361, Indonesia
¹aryadwisada46@gmail.com
²gungde@unud.ac.id
³dewabayu@unud.ac.id
⁴cokorda@unud.ac.id
⁵arimogi@unud.ac.id
⁶anom.cp@unud.ac.id

Abstract

The application of image recognition has been widely used in various fields in daily life, one of which is the introduction of useful and useful text or characters in increasing work productivity. Character recognition can be used in the process of transliterating characters, such as translating Balinese script into Latin letters. To perform the previous character transfer, image processing was needed such as preprocessing line segmentation data and character segmentation, using the Image Centroid Zone + Zone Centroid Zone and Moment Invariant feature extraction method and using the Support Vector Machine method. The introduction of Balinese script in handwriting using the Moment Invariant and Zoning feature extraction methods (Image Centroid Zone and Zone Centroid Zone) and the Support Vector Machine classification method resulted in the recognition accuracy in model formation of 90.3%, and the average accuracy generated after testing the system using test data is 82.936%. The making of the rule base for Balinese script is formed using a series of conditions using if-else that adjusts to the rules of reading Balinese script. The conversion of Balinese script in handwriting into Latin letters in this study resulted in an average accuracy of 82.182% of the 6 image data used in system testing.

Keywords: *Transliteration, Segmentation, Recognition, Moment Invariant, Zoning, Support Vector Machine*

1. Pendahuluan

Aksara Bali merupakan salah satu aksara tradisional yang ada di Indonesia. Aksara Bali adalah aksara yang berkembang di Pulau Bali yang biasanya digunakan untuk menuliskan bahasa Bali, Sansekerta dan Kawi, bahkan pada beberapa dokumen yang ada aksara Bali digunakan untuk menulis bahasa Sasak dan Melayu. Aksara Bali adalah aksara hasil perkembangan aksara dan budaya yang disebarkan oleh orang-orang India yang juga melakukan penyebaran agama dan kebudayaan. Arah penulisan aksara Bali ditulis dari kiri ke kanan dan ditulis tanpa spasi antarkata. Aksara Bali juga memiliki beberapa atribut dan tanda baca yang digunakan untuk menyusun suatu kata atau kalimat.

Aksara Bali secara umum dibagi menjadi dua jenis yaitu aksara biasa, dan aksara suci. Aksara yang biasa digunakan yaitu aksara swalalita yang terdiri dari aksara suara, Aksara wresastra dan aksara wayah. Aksara Bali biasanya digunakan untuk menulis dokumen nyanyian, cerita, resep, perjanjian, cacatan, naskah, dan penanda tempat atau bangunan dan lainnya. Penggunaan aksara Bali salah satunya yaitu digunakan untuk menuliskan kakawin yang mengandung bahasa Kawi maupun bahasa Sansekerta. Penulisan aksara Bali pada kakawin menggunakan aksara swalalita. Alih aksara Bali penting dilakukan untuk mempermudah mempelajari dokumen yang mengandung aksara Bali tersebut.

Alih aksara juga dapat berguna untuk edukasi. Saat ini sudah ada beberapa sistem dan aplikasi pembelajaran aksara Bali, dan ada juga sistem atau aplikasi alih aksara latin menjadi aksara Bali, namun belum banyak sistem yang mengalihaksarakan aksara Bali menjadi huruf latin sehingga perlu dilakukan pengembangannya.

Perkembangan teknologi pada saat ini menghasilkan teknologi pengenalan pola yang dapat diterapkan untuk melakukan alih aksara Bali. Proses pengenalan pola terhadap aksara maka dapat dihasilkan karakter yang dikenali. Hasil dari karakter tersebut kemudian dilakukan pelabelan dan menghasilkan kumpulan karakter yang telah dikenali. Kemudian dari susunan aksara yang telah melalui

proses pelabelan maka dapat dilakukan alih aksara dengan aturan atau rule penulisan dan bacaan aksara itu. Beberapa proses tersebut dapat diterapkan untuk melakukan alih aksara Bali menjadi huruf latin.

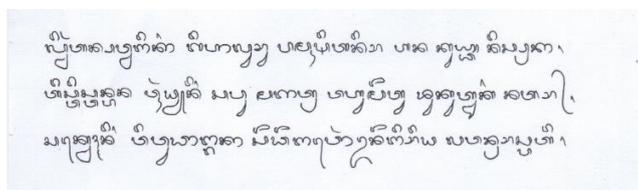
Citra karakter diperoleh dengan melakukan segmentasi baris terlebih dahulu. Tujuan dari segmentasi baris adalah membagi citra menjadi beberapa potongan baris, dan ketika sudah mendapatkan hasil segmentasi baris maka data citra tersebut dapat digunakan untuk menentukan potongan citra karakter aksara. Dilakukan segmentasi baris ini akan membuat proses segmentasi karakter aksara lebih optimal. Terdapat penelitian mengenai segmentasi baris yang menggunakan metode *A* Path Planning* [1]. Penelitian ini menghasilkan hasil yang akurat dalam melakukan proses segmentasi baris pada dataset manuskrip dan bekerja sangat efektif jika komponen dua garis tidak tumpang tindih. Penelitian sebelumnya juga melakukan segmentasi karakter aksara Bali dengan menerapkan metode proyeksi horizontal untuk menghasilkan baris yang tersegmentasi dan proyeksi vertikal yang menghasilkan batas karakter, sehingga menghasilkan segmentasi karakter aksara Bali[2]. Penelitian yang melakukan pengenalan pola tulisan tangan suku aksara Sasak menggunakan metode ekstraksi fitur *moment invariant* dan metode *Support Vector Machine* untuk proses klasifikasi dan menghasilkan akurasi yang baik yang dipengaruhi oleh jumlah fitur, semakin banyak fitur yang digunakan maka akan semakin baik akurasi klasifikasi [3].

Berdasarkan pemaparan diatas, maka pada penelitian kali ini akan dilakukan penelitian alih aksara Bali pada citra tulisan tangan menjadi huruf latin yang datanya mengandung aksara swalalita dengan melakukan segmentasi karakter, melakukan pengenalan dan *labeling* kemudian melakukan penyusunan huruf latin sesuai dengan aturan penulisan aksara Bali dengan mengambil urutan data karakter yang dikenali yang dimasukkan ke dalam proses yang dibentuk dengan berbasis aturan atau rule base.

2. Metode Penelitian

2.1. Data Penelitian

Data penelitian kali ini berupa tulisan tangan aksara Bali yang merupakan tulisan ulang dari buku kakawin Arjuna Wiwaha oleh Dinas Pendidikan Dasar Provinsi Daerah Tingkat Satu Bali 1988, pupuh ke tiga Raga Kusuma, bait ke enam bari pertama sampai baris ketiga. Jenis aksara yang dituliskan adalah aksara swalalita. Data yang diambil sebanyak 66 data, pengambilan data dilakukan dengan memberikan kertas HVS berukuran A4 dan alat tulis berupa pena kepada 22 orang responden yang memiliki kemampuan menuliskan aksara Bali yang baik, kertas yang diberikan kepada responden adalah kertas telah di berikan garis bantu yang dibuat dengan goresan pensil untuk mensejajarkan baris tulisan pada wilayah yang telah ditentukan, penggunaan pensil untuk pembuatan garis adalah agar garis bantu dapat dihilangkan ketika data akan di *scan*. Data citra yang digunakan merupakan gambar dengan format .png. Setelah di *scan* dilakukan proses pemotongan secara manual sebelum digunakan.

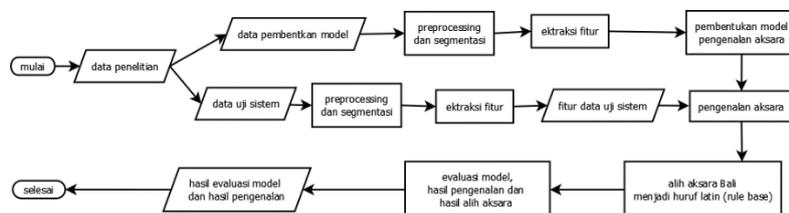


Gambar 1. Contoh data citra tulisan tangan

Gambar 1 merupakan salah satu data penelitian yang digunakan dalam penelitian kali ini

2.2. Desain Penelitian

Rancangan proses yang akan diimplementasikan dalam penelitian mengenai alih aksara Bali pada citra tulisan tangan menjadi huruf latin dengan segmentasi karakter aksara secara umum akan dijabarkan seperti diagram alir (*flowchart*) pada Gambar 2.



Gambar 2. Alur penelitian

Data penelitian yang totalnya berjumlah 66 citra akan dibagi menjadi dua yaitu data yang digunakan dalam pembentukan model klasifikasi sebanyak 60 citra dan data untuk pengujian sistem sebanyak 6 citra. Data yang digunakan pembentukan model terlebih dahulu masuk dalam proses *preprocessing* dan segmentasi untuk menghasilkan citra karakter, lalu citra karakter tersebut akan masuk ke dalam proses ekstraksi fitur yang bertujuan untuk menghasilkan fitur yang akan digunakan untuk pembentukan model pengenalan. Sedangkan untuk data uji akan masuk juga kedalam proses *preprocessing* dan segmentasi untuk mendapatkan citra karakter, kemudian citra karakter tersebut akan masuk ke dalam proses ekstraksi fitur dan fitur yang dihasilkan akan masuk ke dalam proses pengenalan serta hasil pengenalan akan diproses untuk menghasilkan huruf latin yang merupakan hasil alih aksara.

2.3. Metode A* Path Planning

Algoritma *A* Path Planning* menggunakan fungsi heuristik untuk menemukan dan solusi yang tepat untuk mencapai keadaan tujuan dengan menggabungkan biaya jalur aktual dan fungsi heuristik untuk memperkirakan biaya dari *state* awal (s_1) ke *state* tujuan (s_n) [1]. Jika $s_1^a, s_2^a, \dots, s_n^a$, adalah urutan *state* yang dilintasi jalur p^a maka total biaya perjalanan terendah dihitung dengan persamaan berikut

$$. p^* = \arg \min_{p^a} \sum_{i=1}^{n-1} C(s_i^a, s_{i+1}^a) \quad (1)$$

Keterangan: $C(s_i, s_j)$: biaya perjalanan dari *state* s_i sampai ke *state* s_j

Untuk melakukan perhitungan biaya perjalanan dari *state* satu ke *state* yang lainnya algoritma *A* Path Planning* menggunakan kombinasi fungsi-fungsi biaya sebagai berikut:

- Fungsi *Ink Distance Cost* untuk mengontrol jalur agar tetap berada diantara piksel *foreground* yang dipisahkan yaitu fungsi $D(n)$ dan $D(n)^2$.

Fungsi biaya jarak *foreground* $D(n)$ yang melewati jalur *state* n adalah sebagai berikut:

$$D(n) = \frac{1}{1 + \min[d(n, n_{yu}), d(n, n_{yd})]} \quad (2)$$

Fungsi $D(n)^2$ digunakan untuk menghasilkan biaya yang jauh lebih tinggi untuk mendekati nilai piksel dibandingkan dengan menjauh dari piksel hitam. Fungsi ini adalah sebagai berikut:

$$D(n)^2 = \frac{1}{1 + \min[d(n, n_{yu}), d(n, n_{yd})]^2} \quad (3)$$

Keterangan:

$d(n, n_{yu})$ dan $d(n, n_{yd})$: jarak terdekat antara *state* n dengan *foreground* di atasnya dan *foreground* dibawahnya.

- b. Fungsi Map-Obstacle Cost $M(n)$ adalah fungsi yang digunakan agar *path* tidak melewati piksel *foreground*. Jika *state* berada pada piksel hitam maka fungsi akan me-*return* 1 dan jika tidak maka akan me-*return* 0.
- c. Fungsi *Vertical Cost* $V(n)$ digunakan untuk mencegah jalur menyimpang dari posisi y dari *state* awal dan *state* selanjutnya, berikut adalah fungsi *Vertical Cost* $V(n)$.
$$V(n) = \text{abs}(n_y - n_y^{\text{start}}) \quad (4)$$

Keterangan:

n_y : posisi y dari *state* saat ini

n_y^{start} : posisi y dari *state* awal

- d. Fungsi *Neighbor Cost Function* $N(s_i, s_j)$ adalah fungsi yang digunakan untuk menghitung jalur terpendek antara *state* awal dengan *state* tujuan. Nilai dari $N(s_i, s_j)$ akan menjadi 14 ketika berpindah ke *state* baru untuk arah diagonal, dan akan bernilai 10 untuk vertikal dan horizontal.

Gabungan dari fungsi biaya menghasilkan rumus algoritma *A* Path Planning* adalah sebagai berikut:
$$C(s_i, s_j) = c_d D(s_i) + c_{d2} D(s_i)^2 + c_m M(s_i) + c_v V(s_i) + c_n N(s_i, s_j) \quad (5)$$

2.4. Metode *Connected Component Labeling*

Algoritma *Connected Component Labeling* secara umum digunakan dalam proses yang berhubungan dengan deteksi objek [4]. Pemberian label berbeda setiap karakter maka karakter yang satu dengan yang lain dapat dipisahkan berdasarkan label yang dimilikinya. Hasil pelabelan ditentukan pula oleh jumlah konektivitas yang digunakan pada citra 2 dimensi yaitu 4-Konektivitas dan 8-Konektivitas. Metode ini banyak digunakan untuk melakukan proses segmentasi citra seperti pada penelitian [5][6].

2.5. Metode *Zoning*

Zoning merupakan salah satu metode ekstraksi ciri yaitu dengan cara membagi citra menjadi beberapa zona yang sama untuk dikenali ciri dari setiap karakter aksara. Keunggulan dari *zoning* yaitu merupakan metode pencirian yang sederhana, kompleksitas yang rendah dan memiliki perhitungan yang cepat dalam mengekstraksi ciri suatu karakter[7], serta algoritma ini mampu meningkatkan akurasi dalam pengenalan karena dapat meningkatkan jumlah fitur dari jumlah fitur citra aslinya dan semakin banyak fitur yang dihasilkan akan meningkatkan akurasi klasifikasi [3]. Algoritma *zoning* yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *Image Centroid Zone (ICZ)* dan *Zone Centroid Zone (ZCZ)*.

2.6. Metode *Moment Invariant*

Moment invariant merupakan fungsi non-linear yang invariant terhadap rotasi, translasi dan skala dalam moment geometri citra [3]. Dalam pemrosesan citra, pengenalan pola dan klasifikasi, metode ini digunakan sebagai fitur.

2.7. Metode *Support Vector Machine (SVM)*

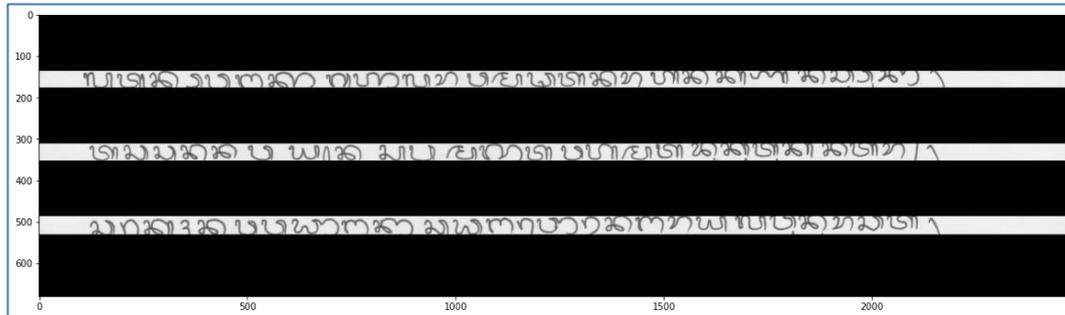
Support Vector Machine (SVM) adalah salah satu metode klasifikasi dengan cara mencari *hyperplane* atau garis pemisah *class* yang terbaik pada *input space*. Implementasi SVM diperlukan adanya tahap *training* dan kemudian dilakukan tahap *testing*, oleh karena itu SVM termasuk ke dalam kelas *supervised learning*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tahapan *Preprocessing* dan Segmentasi

Proses *preprocessing* dalam penelitian terdapat beberapa tahapan didalamnya yaitu image acquisition dengan mengubah citra input menjadi citra *grayscale* kemudian dilanjutkan dengan melakukan *binarization* untuk mendapatkan citra biner dan dilanjutkan dengan *thinning* atau perangkaan. Penambahan proses *thinning* pada ekstraksi fitur dengan *moment invariant* yang mampu meningkatkan

akurasi klasifikasi[3]. Hasil dari proses *preprocessing* akan lanjut diproses ke dalam proses segmentasi baris. Segmentasi baris dilakukan dengan melakukan pencarian garis segmen menggunakan metode *A* Path Planning*. Algoritma *A* Path Planning* menggunakan fungsi heuristik untuk menemukan dan solusi yang tepat untuk mencapai keadaan tujuan dengan menggabungkan biaya jalur aktual dan fungsi heuristik untuk memperkirakan biaya dari *state* awal ke *state* tujuan [1]. Untuk mendapatkan posisi aksara utama dalam masing-masing baris maka perlu dilakukan proyeksi horizontal. Pencarian wilayah aksara utama berguna untuk menentukan area segmentasi masing-masing baris.



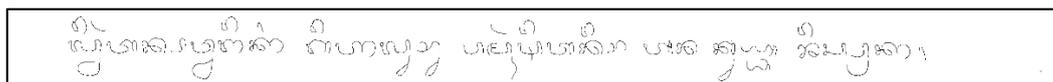
Gambar 3. Pencarian wilayah segmen

Gambar 3 menunjukkan area segmentasi baris yang didapat. Kemudian setelah area segmentasi diketahui maka akan dilanjutkan dengan pencarian garis segmentasi menggunakan metode *A* Path Planning*.



Gambar 4. Contoh hasil garis segmentasi

Gambar 4 merupakan hasil penentuan garis segmentasi menggunakan metode *A* Path Planning*. Ketika garis segmentasi telah didapatkan maka dilakukan proses segmentasi dengan mengubah semua piksel di luar wilayah segmen yang diinginkan menjadi piksel putih, hal ini bertujuan untuk meminimalkan munculnya piksel yang tidak diinginkan masuk ke dalam segmentasi. Setelah itu dilanjutkan dengan memotong masing-masing baris lalu menyimpan ke dalam format .png.

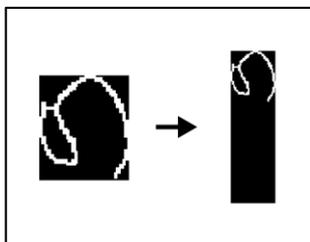


Gambar 5. Contoh hasil segmentasi baris

Gambar 5 merupakan citra baris tersegmentasi yang dihasilkan dari proses segmentasi baris menggunakan metode *A* Path Planning*.

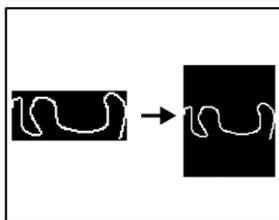
Setelah proses segmentasi baris yang menghasilkan citra baris, maka proses selanjutnya yaitu melakukan segmentasi untuk mendapatkan citra karakter aksara Bali. Segmentasi karakter dilakukan dengan menerapkan algoritma *Component Connected Labeling*. Setelah hasil dari segmentasi menggunakan metode CCL dilakukan seleksi citra label, ketika citra label memiliki ukuran tinggi kurang dari 10 piksel atau memiliki lebar kurang dari 10 piksel maka status label tidak diperlukan (dianggap

noise). Setelah melakukan seleksi citra label maka dilanjutkan dengan mengurutkannya agar berurutan dari atas ke bawah dan kiri ke kanan. Hal ini dilakukan untuk menyesuaikan urutan hasil citra karakter sebelum dikenali dan masuk ke dalam proses pengenalan melalui proses klasifikasi. Hasil dari CCL menghasilkan karakter yang tersambung sama lain, seperti antara pengangge aksara, aksara utama dan gantungan, maka diperlukan pembagian terlebih dahulu untuk memisahkannya. Pembagian dilakukan berpatokan pada wilayah aksara utama, rata-rata tinggi aksara dan wilayah atas dan bawah citra. Setelah itu maka selanjutnya adalah melakukan pembentukan citra berdasar hasil koordinat hasil segmentasi dan melakukan modifikasi dengan menambahkan wilayah citra gelap menyesuaikan dengan posisi citra.



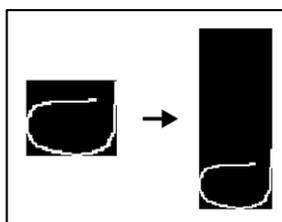
Gambar 6. Penambahan Citra Gelap Posisi Karakter di Atas Wilayah Aksara Utama

Gambar 6 merupakan contoh hasil segmentasi aksara *ulu* yang memiliki posisi aksara di atas wilayah aksara utama.



Gambar 7. Penambahan Citra Gelap Posisi Karakter di Wilayah Aksara Utama

Gambar 7 merupakan contoh hasil segmentasi aksara *la* yang memiliki posisi aksara berada pada wilayah aksara utama.



Gambar 8. Penambahan Citra Gelap Posisi Karakter di Bawah Wilayah Aksara Utama

Gambar 8 merupakan contoh hasil segmentasi aksara *gantungan wa* yang memiliki posisi aksara berada di bawah wilayah aksara utama.

Jika posisi citra merupakan aksara utama maka akan ditambahkan citra gelap di bagian atas dan bawah citra aksara seperti pada Gambar 6, jika posisi citra aksara berada di wilayah atas dari aksara utama maka akan ditambahkan dua citra gelap di bawah citra aksara seperti pada Gambar 7, namun jika posisi citra karakter berapa di bawah wilayah aksara utama maka akan ditambahkan dua citra gelap di atas citra aksara seperti pada Gambar 8.



Gambar 9. Karakter *Ulu*



Gambar 10. Karakter *Gantungan Ga*

Modifikasi hasil segmentasi diatas berguna untuk membedakan beberapa jenis karakter yang bentuknya identik namun dapat dibedakan dari posisi letak karakter tersebut, salah satu contohnya yaitu bentuk karakter *ulu* yang identik dengan *gantungan ga* namun yang membedakan yaitu *ulu* terletak di atas wilayah aksara utama sedangkan *gantungan ga* terletak di bawah aksara utama hal ini dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10.

3.2. Ekstraksi Fitur

Ekstraksi fitur menerima masukan yaitu berupa citra hasil dari segmentasi karakter. Untuk mencari ciri dari citra karakter pada penelitian ini menggunakan dua buah yaitu metode *Moment Invariant* dan *Zoning (Image Centroid Zone dan Zone Centroid Zone)*. Jumlah fitur yang dihasilkan dengan metode *Moment Invariant* adalah 7 fitur dan metode *Image Centroid Zone dan Zone Centroid Zone* menerapkan pembagian zona 9×9 yaitu membagi citra menjadi 81 zona dengan ukuran yang sama. menghasilkan 162 fitur, total jumlah fitur yang dihasilkan pada proses ekstraksi fitur adalah 169 fitur.

3.3. Pembentukan Model Pengenalan Aksara

Pembentukan model pengenalan aksara menggunakan 60 data, pada proses ini ditentukan klasifikasi dengan metode *SVM* menggunakan kernel *rbf* dengan nilai $C = 1000$ dan $\gamma = 0,0001$, model tersebut menghasilkan *training score* sebesar 1,000 dan *test score* sebesar 0,903, model yang dihasilkan akan digunakan dalam proses pengenalan aksara untuk mengetahui jenis aksara.

3.4. Pengenalan Karakter Aksara Bali

Proses pengenalan karakter aksara bali dilakukan dengan metode *moment invariant* untuk mengekstraksi ciri dari citra karakter tersegmentasi hasil dari proses segmentasi karakter kemudian akan dilakukan klasifikasi menerapkan metode *SVM* dengan melakukan pelatihan dengan data latih dan pengujian akan dilakukan menggunakan data uji dari dataset yang ada dengan mencocokkan ciri dari data uji terhadap ciri yang tersimpan yang merupakan hasil dari pelatihan. Kemudian data yang telah diklasifikasi akan diberikan label menurut kelasnya.

3.5. Alih Aksara Bali Berbasis Aturan (*Rule Base*)

Implementasi alih aksara pada penelitian ini dibuat menggunakan rule base yang didalamnya terdapat banyak kondisi menggunakan rangkaian *if-else* yang mengacu pada aturan pembacaan aksara bali. Mengacu kepada aturan pengurutan citra aksara pada implementasi segmentasi aksara. Hasil pengenalan aksara akan ditampung ke dalam sebuah *array*, dan akan dibuat *array* untuk menampung hasil pembacaan *value* dari *array* aksara.

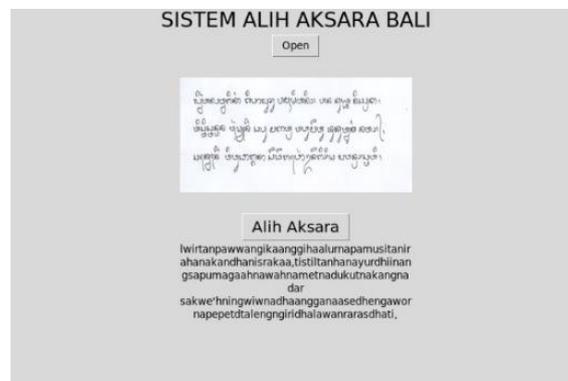
3.6. Tampilan Antar Muka Sistem

Tampilan antarmuka sistem dibuat berbasis desktop. Pembuatan tampilan antarmuka sistem pada penelitian ini menggunakan library tkinter dengan bahasa pemrograman *python*. Tampilan antarmuka sistem terlihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Awal sistem

Gambar 11 merupakan tampilan awal sistem sebelum dilakukan proses pemilihan gambar tulisan tangan dan sebelum proses alih aksara dilakukan. Pengguna dapat memilih data citra aksara bali tulisan tangan dengan menekan "Open" untuk dialihaksarakan.



Gambar 12. Tampilan Sistem

Gambar 12 merupakan tampilan sistem setelah dilakukan proses pemilihan gambar tulisan tangan dan ketika proses alih aksara telah dilakukan. Ketika telah memilih citra maka citra yang dipilih akan ditampilkan oleh sistem, akan muncul tombol "Alih Aksara" yang memiliki fungsi untuk mengalihaksarakan citra yang dipilih, setelah tombol "Alih Aksara" di tekan maka tunggu beberapa waktu hingga tampil huruf latin hasil dari alih aksara oleh sistem.

3.7. Pengujian

Skenario selanjutnya yaitu menguji rule base yang dibentuk dengan mencocokkan hasil alih aksara dengan bacaan asli yang pada data yang digunakan saat pengujian. Pengujian selanjutnya yaitu menghitung akurasi alih aksara dari pengujian sistem yang telah dilakukan menggunakan 6 data uji. Penghitungan akurasi dilakukan dengan cara menghitung jumlah huruf hasil alih aksara yang benar susunannya yang merupakan hasil keluaran dari sistem kemudian dibagi dengan jumlah huruf alih aksara yang diharapkan dari masing-masing data. Hasil pengujian alih aksara ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perhitungan Akurasi Alih Aksara Data *Testing* Sistem

No	Data	Jumlah Huruf Alih Aksara yang Diharapkan	Jumlah Huruf Hasil Alih Aksara oleh Sistem	Akurasi Alih Aksara	Persentase (%)
1	img012_02	184	163	0,885869565	88,587
2	img012_05	183	144	0,786885246	78,689
3	img012_07	181	152	0,839779006	83,978
4	img032_02	185	147	0,794594595	79,459
5	img032_05	184	155	0,842391304	84,239
6	img032_07	183	143	0,781420765	78,142
Rata-rata Akurasi Alih Aksara					82,182

Dari Tabel 1 ditunjukkan bahwa dari data img012_02 jumlah susunan huruf benar yang dihasilkan oleh sistem yaitu 163 dari 184 huruf yang diharapkan dan menghasilkan akurasi 88,587%, untuk data img012_05 jumlah susunan huruf benar yang dihasilkan oleh sistem yaitu 144 dari 183 huruf yang diharapkan dan menghasilkan akurasi alih aksara sebesar 78,689%. Selanjutnya untuk data img012_07 menghasilkan akurasi 83,978% dengan jumlah susunan huruf yang benar yang dihasilkan dari sistem yaitu 152 sedangkan jumlah huruf alih aksara yang diharapkan adalah 182 buah. Kemudian pengujian yang dilakukan dengan data img 032_02 menghasilkan jumlah susunan huruf yang benar adalah 147 sedangkan jumlah huruf alih aksara yang diharapkan adalah 185 buah huruf sehingga menghasilkan akurasi sebesar 79,459%, data selanjutnya yaitu img032_05 sistem menghasilkan jumlah susunan aksara yang benar adalah 155 dengan jumlah huruf yang diharapkan adalah 184 buah, dan dari hasil tersebut menghasilkan akurasi sebesar 84,239%. Data terakhir yaitu img032_07 menghasilkan jumlah huruf dengan susunan yang benar sebanyak 143 dengan jumlah huruf alih aksara yang diharapkan yaitu berjumlah 183 huruf, sehingga menghasilkan akurasi alih aksara 78,142%.

Hasil alih aksara sangat dipengaruhi oleh proses pengurutan aksara dan hasil dari proses pengenalan. Dari pengujian dengan 6 buah data, sistem menghasilkan akurasi alih aksara Bali yaitu dengan rata-rata nilai akurasi sebesar 82,182%, dengan akurasi paling kecil yang dihasilkan pada pengujian dengan data img032_07 yaitu 78,142 sedangkan hasil akurasi yang paling besar dari pengujian yang telah dilakukan yaitu sebesar 88,587% yaitu hasil pengujian data img012_02.

4. Kesimpulan

Rule base alih aksara Bali dibentuk menggunakan rangkaian kondisi menggunakan *if-else* yang menyesuaikan dengan aturan pembacaan aksara Bali. *Rule base* dirancang mengalihaksarakan susunan aksara yang telah diurutkan saat proses segmentasi karakter dan telah dikenali melewati proses pengenalan aksara. Alih aksara Bali pada tulisan tangan menjadi huruf latin pada penelitian kali ini dihitung dengan membandingkan jumlah huruf latin hasil alih aksara oleh sistem yang benar susunannya dengan jumlah huruf alih aksara yang diharapkan dari masing-masing data, akurasi yang dihasilkan dari perhitungan tersebut menghasilkan rata-rata akurasi sebesar 82,182 % dari 6 data citra yang digunakan dalam pengujian sistem, hasil akurasi yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh urutan aksara segmentasi dan hasil pengenalan aksara.

Daftar Pustaka

- [1] O. Surinta, M. Holtkamp, F. Karabaa, J. Van Oosten, L. Schomaker, and M. Wiering, "A * Path Planning for Line Segmentation of Handwritten Documents," no. May, 2014, doi: 10.1109/ICFHR.2014.37.
- [2] I. M. G. Sunarya, M. W. Antara Kesiman, and I. A. P. Purnami, "Segmentasi Citra Tulisan Tangan Aksara Bali Berbasis Proyeksi Vertikal Dan Horisontal," *J. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 982–992, 2015, doi: 10.26555/jifo.v9i1.a2039.
- [3] R. Yulianti, I. G. P. S. Wijaya, and F. Bimantoro, "Pengenalan Pola Tulisan Tangan Suku Kata Aksara Sasak Menggunakan Metode Moment Invariant dan Support Vector Machine," vol. 3, no. 2, pp. 91–98, 2019.
- [4] K. Schwenk and F. Huber, "Connected Component Labeling algorithm for very complex and high-resolution images on an FPGA platform," *High-Performance Comput. Remote Sens. V*, vol. 9646, p. 964603, 2015, doi: 10.1117/12.2194101.
- [5] M. Farid, J. Santoso, and E. Setyati, "Handwritten Image Segmentation Carakan Madura Based Projection And Connected Component Labeling," vol. 4, 2020.
- [6] C. P. Yanti, I. G. A. A. M. Aristamy, and I. B. N. Pacima, "Pelabelan Huruf Pada Prasasti Tembaga Menggunakan Thinning Stentiford Dan Connected Component Labelling," *J. Pendidik. Teknol. dan Kegur.*, vol. 17, no. 2, pp. 220–230, 2020.
- [7] R. Aristantya, I. Santoso, and A. A. Zahra, "Identifikasi Tanda Tangan Menggunakan Metode Zoning dan Svm (Support Vector Machine)," no. March 2018, pp. 1–6, 2018, doi: 10.14710/transient.7.1.174-178.

Implementasi *Augmented Reality* sebagai Media Pengenalan Alat Musik Tradisional Bali dengan Metode *FAST Corner Detection* Berbasis Android

Gede Agung Aji Andar Sakti^{a1}, I Wayan Santiyasa^{a2}, I Ketut Gede Suhartana^{a3}, I Made Widiartha^{a4},
Ida Bagus Gede Dwidasmara^{a5}, Luh Arida Ayu Rahning Putri^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Bali, Indonesia

¹agungaji756@gmail.com

²santiyasa@unud.ac.id

³ikg.suhartana@unud.ac.id

⁴madewidiartha@unud.ac.id

⁵dwidasmara@unud.ac.id

⁶rahningputri@unud.ac.id

Abstract

There are so many traditional Balinese musical instruments that some people don't know about. With technological advances, the introduction of traditional musical instruments can use the Augmented Reality (AR) method. The researcher used ceng-ceng, genggong, gong, gangsa, and rindik 3D objects as 3D models. The algorithm used is FAST Corner Detection to determine the key points on the marker so that it becomes a reference for detecting 3D objects of Balinese musical instruments. Application testing is carried out by blackbox testing and application performance testing which includes testing of scanning markers that are positioned perpendicular to the camera, rotated 90°, 180°, and 270°. In addition, the application response time to markers was tested using three smartphones of different types and specifications. The three devices include Mi 10T, Realme 3 Pro, and Realme C11. The blackbox test results obtained good results. The results of the marker scanning test, namely the angle of rotation of the marker does not affect object detection. As for the response time test, it was found that the Mi 10T has the fastest average response time of 1.35 seconds, then the Realme 3 Pro with an average response time of 1.49 seconds, and the Realme C11 with an average response time of 1.82 seconds.

Keywords: *Augmented Reality (AR), Android, FAST Corner Detection, Bali Traditional Music Instrument, Marker*

1. Pendahuluan

Alat musik tradisional adalah seluruh instrumen-instrumen musik yang ada di daerah-daerah Indonesia yang merupakan warisan dari leluhur dan patut untuk dilestarikan [1]. Provinsi Bali memiliki banyak sekali alat-alat musik tradisional diantaranya yaitu rindik, genggong, gangsa, ceng-ceng, gong, dan masih banyak lagi jenisnya.

Di zaman yang serba modern ini, alat musik tradisional sudah jarang terdengar. Tidak hanya itu, sebagian orang juga banyak yang belum mengetahui jenis-jenis alat musik tradisional. Kemajuan teknologi yang pesat dapat dijadikan cara untuk mengenalkan alat-alat musik tradisional kepada masyarakat. Pembuatan Augmented Reality ini memiliki tujuan untuk memperkenalkan mengenai alat musik tradisional Bali kepada pengguna atau *user* [4].

Terdapat 5 objek 3D alat musik tradisional Bali yang akan digunakan oleh peneliti yaitu rindik, genggong, gangsa, ceng-ceng, dan gong yang digunakan untuk mewakili alat musik tradisional Bali. Selain menampilkan object 3D, juga dapat memunculkan suara dari masing-masing alat musik.

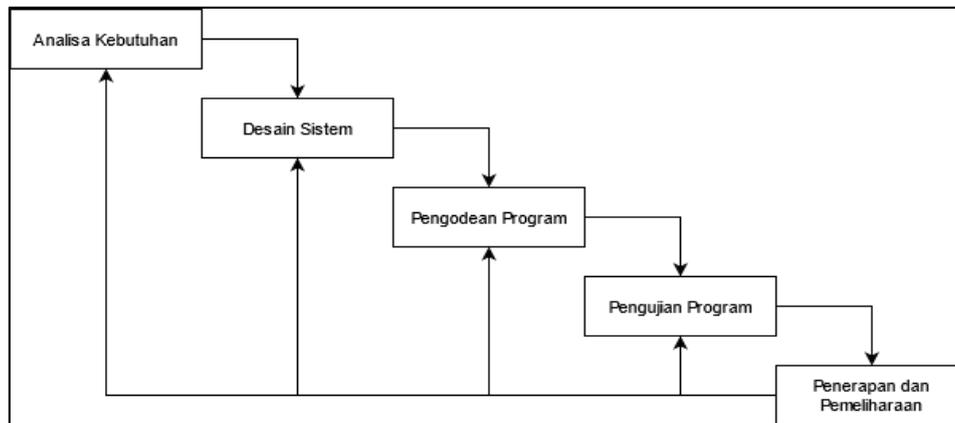
Algoritma FAST (*Features from Accelerated Segment Test*) *Corner Detection* (FCD) merupakan penentuan titik sudut mendeteksi sudut-sudut dari suatu objek [4]. Metode ini sudah sangat dipakai dalam pendeteksian objek AR. Penelitian oleh [4] menunjukkan bahwa pendeteksian objek oleh metode FCD dapat mendeteksi objek meskipun *marker* diputar diberbagai sudut kemiringan.

Implementasi Augmented Reality sebagai Media Pengenalan Alat Musik Tradisional Bali dengan Metode FAST Corner Detection Berbasis Android

Penelitian ini bertujuan untuk menerapkan FCD pada pembuatan aplikasi AR Alat Musik Bali dan melakukan pengujian seperti *blackbox*, pengujian pemutaran *marker*, dan pengujian waktu respon. Perbedaan penelitian yang dilakukan dengan penelitian oleh [4] terletak pada pengujian, dimana pengujian yang dilakukan lebih beragam dari penelitian sebelumnya.

2. Metode Penelitian

Metode pengembangan aplikasi yang digunakan adalah metode SDLC (*System Development Life Cycle*) model Waterfall [2], sebuah metode pengembangan software yang bersifat sekuensial. Model waterfall merupakan model klasik yang digunakan dalam hidup pengembangan sistem untuk membuat sistem dengan pendekatan linier dan sekuensial. Model ini dibagi menjadi beberapa fase dan hasil dari satu fase digunakan sebagai input fase berikutnya. Setiap fase harus diselesaikan sebelum fase berikutnya dimulai seperti pada Gambar 1.

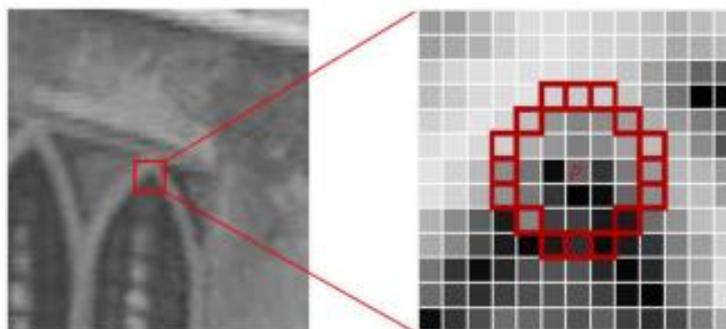


Gambar 1 Skema Metode Waterfall

a. Analisa Kebutuhan

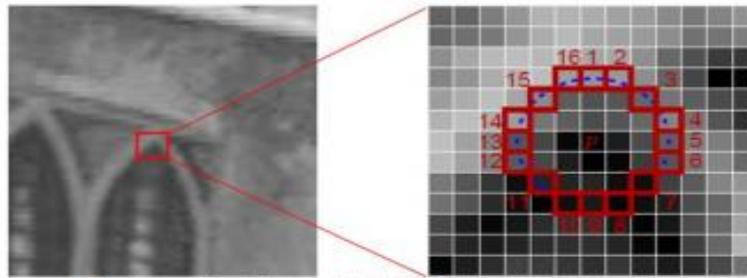
Analisis masalah yaitu bagaimana untuk mengimplementasikan *Augmented Reality* untuk menghasilkan suatu aplikasi yang menarik dan edukatif dengan metode *FAST Corner Detection*. Pada algoritma FCD proses penentuan *corner point* adalah dengan cara merubah gambar menjadi warna hitam dan putih. Algoritma ini menentukan *corner point* dengan sebuah titik yakni p dari input gambar yang memeriksa keliling 16 pixel dari titik p . Penerapan FCD mengambil 4 titik dari 16 pixel kemudian membandingkan intensitas keempat pixel dengan pixel titik p (titik pusat). Jika nilai intensitas di titik p bernilai lebih besar atau lebih kecil daripada intensitas sedikitnya tiga titik disekitarnya ditambah dengan intensitas batas ambang (*threshold*), maka didapatkan titik p merupakan titik sudut (*corner*). Setelah itu titik p akan digeser ke posisi X_{p+1} , Y_p dan melakukan perbandingan intensitas sampai semua titik pada citra. Tahapan proses dari algoritma FCD sebagai berikut :

1. Menentukan sebuah titik p pada citra dengan posisi awal (x,y) dan nilai threshold (pada Gambar 2).



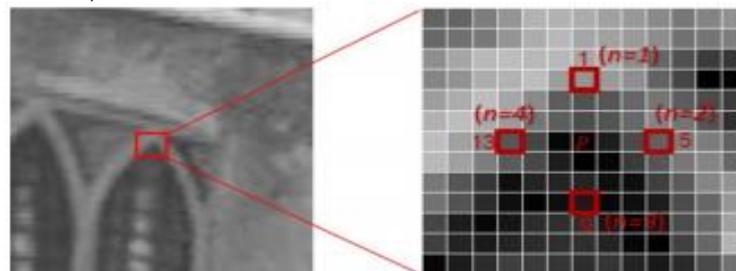
Gambar 2 Menentukan Titik Awal (p)

2. Tentukan 16 titik pixel dengan radius 3 pixel dari titik p (pada Gambar 3).



Gambar 3 Menentukan 16 Titik Pixel dengan Radius 3 Pixel dari Titik p

3. Tentukan lokasi 4 titik dari 16 pixel. Titik pertama (n=1) koordinat (x_p, y_{p+3}) , titik kedua (n=2) koordinat (x_{p+3}, y_p) , titik ketiga (n=3) koordinat (x_p, y_{p-3}) , titik keempat (n=4) koordinat (x_{p-3}, y_p) (pada Gambar 4).



Gambar 4 Titik p pada Koordinat n=1, n=2, n=3, n=4

4. Bandingkan intensitas titik pusat p dengan keempat titik di sekitar. Titik pusat p merupakan titik sudut atau corner seperti pada Gambar 5. Apabila terdapat paling sedikit 3 titik yang memenuhi 3 kategori yang ditetapkan dalam algoritma FCD yaitu :

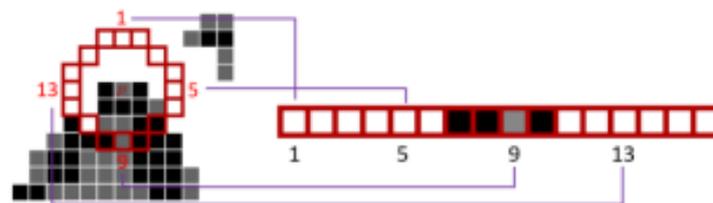
$$S_{p \rightarrow x} = \begin{cases} d, & I_{p \rightarrow x} \leq I_p - t \quad (\text{Gelap}) \\ s, & I_p - t < I_{p \rightarrow x} < I_p + t \quad (\text{Normal}) \\ b, & I_p + t \leq I_{p \rightarrow x} \quad (\text{Cerah}) \end{cases} \quad (1)$$

Keterangan :

$S_{p \rightarrow}$: Intensitas titik pusat (titik p)

$I_{p \rightarrow}$: Intensitas pixel x (titik intensitas tetangga ke-n)

t : *threshold*



Gambar 5 Perbandingan Intensitas pada 16 Pixel dari Titik p

5. Ulangi proses sampai seluruh titik pada citra sudah dibandingkan intensitasnya.

b. Desain Sistem

Pada tahap ini sistem yang dibuat akan direpresentasikan dengan desain. Desain dimulai dengan pembuatan desain 3D dari objek alat musik meliputi desain 3D dari alat musik rindik, genggong, gangsa, ceng-ceng, dan gong. Objek-objek 3D dibuat menggunakan *software* Blender lalu *di-render* menjadi file dengan format fbx. Pada tahap ini juga dibuat desain *interface* dari aplikasi dengan menggunakan *Unity engine*. Pada tahap ini juga memasukkan marker dari setiap objek ke dalam *database* Vuforia. Selain itu, pada tahap ini juga dibuat *flowchart*, *use case diagram*, *activity diagram*.

c. Pengodean Program

Tahap ini merupakan tahap implementasi dari desain sistem yang telah dibuat ke dalam kode pemrograman komputer. Dalam pengkodean program digunakan bahasa pemrograman python dan C# sebagai *script* pada *Unity engine*. Digunakan pula *Vuforia SDK* untuk menunjang pembuatan aplikasi.

d. Pengujian Program

Pada tahap ini dilakukan uji *blackbox* dan pengujian performa aplikasi. Pengujian *blackbox* meliputi pengujian fungsionalitas yaitu apakah aplikasi yang dibuat memiliki fungsi yang semestinya serta meminimalkan kesalahan (*error*) pada sistem sehingga diperoleh hasil yang baik.

Pengujian performa aplikasi meliputi pengujian pemindaian *marker* dengan melakukan pergeseran *marker* pada posisi tegak lurus kamera, diputar dengan sudut 90 derajat, 180 derajat, dan 270 derajat. Selain pengujian pemindaian *marker*, pengujian performa aplikasi juga dilakukan dengan pengujian waktu respon aplikasi terhadap *marker* dengan melibatkan beberapa *smartphone*. Pengujian ini dihitung menggunakan *timer* dan memiliki satuan detik.

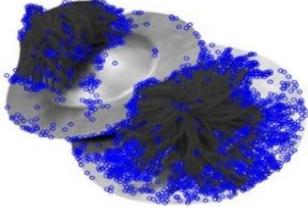
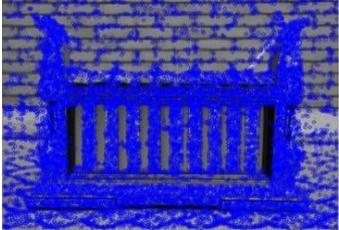
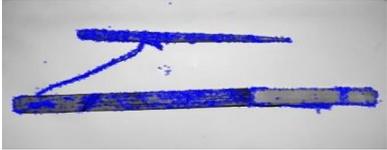
e. Penerapan dan Pemeliharaan

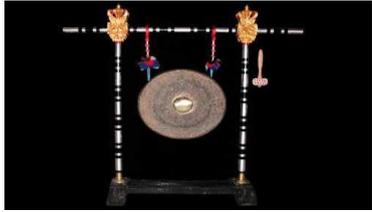
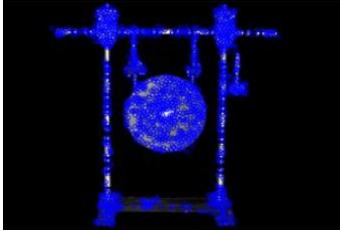
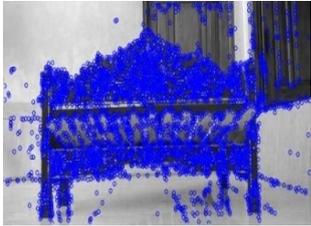
Dalam membangun sebuah sistem, sering terjadi kesalahan yang susah untuk ditemukan pada tahap sebelumnya serta penambahan fitur pada sistem setelah sistem itu dibuat sebagai kebutuhan baru. Tahapan ini dilakukan bertujuan untuk mengembangkan perubahan-perubahan dan memperbaiki kesalahan-kesalahan yang mungkin terjadi saat sistem digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan**3.1 Algoritma FAST Corner Detection**

Berikut merupakan hasil dari penerapan algoritma FCD untuk menentukan *key points* yang dijadikan tolak ukur untuk mengenali *marker* dari setiap objek alat musik, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 *Key Points* yang Terdeteksi pada Setiap *Marker*

Nama Alat Musik	Marker	Key points yang terdeteksi dengan algoritma FAST Corner Detection
Ceng-ceng		
Gangsa		
Genggong		

Gong		
Rindik		

Pada Tabel 1, *Key points* ditandai seperti titik-titik berwarna biru. Fungsi *key points* ini adalah untuk mengenali marker atau sebagai penanda pada setiap *marker* agar saat marker terdeteksi, maka objek alat musik seperti ceng-ceng, gangsa, genggong, gong, dan rindik dapat tampil pada layar.

3.2 User Interface Aplikasi

Pada UI *main menu* terdapat tombol *start* dan *exit*. Tombol *start* untuk mengakses kamera *tracking* AR, sedangkan tombol *exit* untuk keluar dari aplikasi. Nama aplikasi ARInBa berasal dari AR Instrumen Bali.



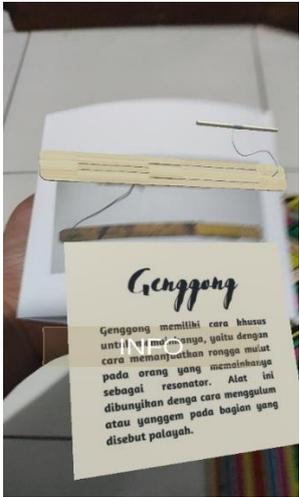
Gambar 6 UI Main Menu

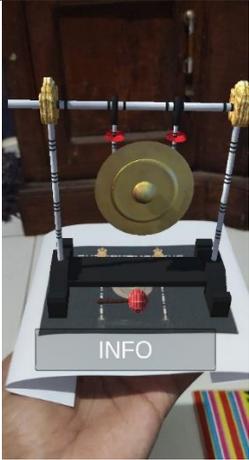
Tampilan dari *main menu* dibuat sederhana namun mengandung makna seperti yang terlihat pada Gambar 6. Untuk logo dari aplikasi bernuansa seperti ukir-ukiran yang menyimbolkan budaya Bali. Di tengah terdapat simbol persegi yaitu menyimbolkan kamera *augmented reality*. Warna emas dipilih sebagai warna pinggiran agar terkesan elegan.

Implementasi Augmented Reality sebagai Media Pengenalan Alat Musik Tradisional Bali dengan Metode FAST Corner Detection Berbasis Android

Berikut adalah UI dari setiap objek AR alat musik Bali (ceng-ceng, gangsa, genggong, gong, dan rindik) saat *marker* terdeteksi dan tampilan saat tombol 'Info' ditekan.

Tabel 2 Hasil UI Objek Saat Berhasil Terdeteksi

Nama Alat Musik	Tampilan Saat Objek Terdeteksi	Tampilan Saat Tombol Info Ditekan
Ceng-ceng		
Gangsa		
Genggong		

Gong		
Rindik		

Pada Tabel 2, kelima alat musik yaitu rindik, ceng-ceng, gangsa, gong, dan genggong memiliki markernya masing-masing dimana ketika terscan maka akan menampilkan objek 3D dan ketika tombol info ditekan oleh pengguna, maka informasi berupa *text box* akan terlihat di bawah objek 3D.

3.3 Pengujian

a. Pengujian *Blackbox*

Hasil pengujian *blackbox* yaitu pengujian fungsional aplikasi dengan mengimplementasikan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Tabel Pengujian *Blackbox*

No.	Komponen pengujian	Unjuk Kerja	Keterangan
1	Buka Aplikasi	Menginstall aplikasi dan membuka aplikasi	Berhasil
2	Main Menu	Menampilkan menu <i>start</i> dan <i>exit</i>	Berhasil
3	Menu <i>Start</i>	Membuka AR <i>Camera</i> setelah menekan tombol <i>start</i>	Berhasil
4	Menu <i>Exit</i>	Menutup aplikasi	Berhasil
5	Objek 3D Alat Musik Bali (Ceng-Ceng,	Menampilkan objek 3D alat musik Bali saat <i>camera</i> diarahkan pada <i>marker</i>	Berhasil

	Genggong, Gong, Gangsa, dan Rindik)		
6	Sound Objek	Mengaktifkan suara alat music yang terdeteksi oleh <i>marker</i>	Berhasil
7	Fitur Zoom dan Rotasi	Zoom in & Zoom out objek 3D dan objek dapat dirotasi	Berhasil
8	Show/Hide	Menampilkan info dan menyembunyikan info saat tombol 'Info' ditekan	Berhasil

Semua fungsi pada aplikasi AR alat musik Bali berjalan dengan semestinya tanpa ada *error*. Ini menandakan bahwa hasil uji *blackbox* sudah baik.

b. Pengujian Performa Aplikasi

Pengujian performa aplikasi merupakan pengujian yang dilakukan untuk mengetahui posisi *marker* yang tepat beserta waktu respon yang dibutuhkan aplikasi untuk menampilkan 3D objeknya [5]. Berikut merupakan hasil dari pengujian pemindaian *marker* dan pengujian waktu respon dilakukan oleh 5 responden pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Pengujian Pemindaian *Marker*

Responden ke-	Posisi Marker (Hasil)			
	Tegak Lurus dengan kamera	Diputar 90°	Diputar 180 °	Diputar 270 °
1	Objek 3D berhasil dipindai dan tampil			
2	Objek 3D berhasil dipindai dan tampil			
3	Objek 3D berhasil dipindai dan tampil			
4	Objek 3D berhasil dipindai dan tampil			
5	Objek 3D berhasil dipindai dan tampil			

Berdasarkan Tabel 4, posisi *marker* yang diputar dengan berbagai sudut putar tidak mempengaruhi pemindaian objek 3D. Objek tetap terpindai dan tampil walaupun *marker* diputar diberbagai sudut putar.

Untuk pengujian waktu respon, akan melibatkan 3 merk *smartphone* berbeda dengan spesifikasi yang berbeda (masing-masing *smartphone* dimiliki oleh seorang responden). Waktu respon dihitung dalam satuan detik. Ketiga *smartphone* yang akan diuji memiliki spesifikasi seperti pada Tabel 5.

Tabel 5 Spesifikasi Smartphone yang Digunakan untuk Menguji Waktu Respon

Nama <i>Smartphone</i>	Spesifikasi
Mi 10T	Qualcomm SM8250 Snapdragon 865 5G (7 nm+) Qual Octa-core (1x2.84 GHz Cortex-A77 & 3x2.42 GHz Cortex-A77 & 4x1.80 GHz Cortex-A55) RAM 8GB Kamera 64 MP
Realme 3 Pro	Qualcomm SDM710 Snapdragon 710 (10 nm) Octa-core (2x2.2 GHz Kryo 360 Gold & 6x1.7 GHz Kryo 360 Silver) RAM 6GB Kamera 16 MP
Realme C11	Unisoc SC9863A (28nm) Octa-core (4x1.6 GHz Cortex-A55 & 4x1.2 GHz Cortex-A55) RAM 2GB Kamera 8MP

Tabel 6 Hasil Pengujian Waktu Respon

Nama Marker Alat Musik Bali	Kecepatan <i>Smartphone</i> Android Memindai Marker (detik)		
	Mi 10T	Realme 3 Pro	Realme C11
Ceng-ceng	1,25	1,32	1,55
Gangsa	1,06	1,27	1,35
Genggong	1,57	2,05	2,15
Gong	1,55	1,42	2,05
Rindik	1,32	1,41	2,03
Rata-Rata	1,35	1,49	1,82

Pada Tabel 6 dapat dilihat bahwa hasil pemindaian 5 *marker* alat musik Bali dengan tiga merk *smartphone* dan tipe yang berbeda yaitu Mi 10T, Realme 3 Pro, dan Realme C11 memiliki waktu respon yang berbeda-beda. Mi 10T memiliki waktu respon tercepat yaitu dengan rata-rata 1,35 detik dan Realme C11 memiliki waktu respon yang paling lambat dari ketiga *smartphone* yang diuji yaitu 1,82 detik. Sedangkan Realme 3 Pro berada di tengah-tengah dengan rata-rata 1,49 detik. Hal ini membuktikan bahwa spesifikasi *smartphone* mempengaruhi waktu respon AR.

4. Kesimpulan

Aplikasi yang dibuat sudah dapat digunakan. Kelima objek 3D yaitu ceng-ceng, gangsa, genggong, gong, dan rindik sudah dapat terdeteksi saat kamera AR memindai marker dari setiap alat musik. Algoritma FAST Corner Detection membantu mendeteksi key points pada marker sebagai acuan untuk menampilkan objek 3D.

Hasil pengujian blackbox sudah baik. Hasil pengujian performas aplikasi dengan memindai marker yaitu objek tetap dapat tampil meskipun marker diputar 90°, 180°, dan 270°. Pengujian waktu respon menggunakan tiga *smartphone* berbeda yaitu Mi 10T, Realme 3 Pro, dan Realme C11. Dengan hasil uji Mi 10T memiliki rata-rata waktu respon tercepat yaitu 1,35 detik, diikuti oleh Realme 3 Pro yaitu 1,49 detik, dan Realme C11 dengan waktu 1,82 detik.

Daftar Pustaka

- [1] K. Aribawa and I.G.M. Darmawiguna, "Pengembangan Aplikasi Game Musik Tradisional Bali Megamelan Berbasis Multiplatform", *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, vol. 5, no. 1, pp. 7-16, 2017.
- [2] A. Febriyandani, Fauziah and I.D. Sholihati, "Algoritma Fast Corner Detection dan Natural Feature Tracking Media Tumbuhan Berbasis Augmented Reality", vol. 8, no. 3, pp. 1062-1076, 2021.
- [3] D.A. Pangestu, Fauziah and N. Hayati, "Augmented Reality sebagai Media Edukasi Mengenai Lapisan Atmosfer Menggunakan Algoritma FAST Corner", *JIPi*, vol. 5, no. 2, pp. 67-78, 2020.
- [4] N. Wahyudi, R.A. Harianto and E. Setyati, "Augmented Reality Marker Based Tracking Visualisasi Drawing 2D ke dalam Bentuk 3D dengan Metode FAST Corner Detection", *Journal of Intelligent Systems and Computation*, vol. 1, no. 1, pp. 9-18, 2019.
- [5] G.S. Lorena and F. Sofyan, "Aplikasi Pengenalan Alat Musik Tradisional Indonesia Menggunakan Metode Based Marker Augmented Reality Berbasis Android", *Majalah Ilmiah UNIKOM*, vol. 15, no. 2, pp. 139-154, 2017.

Identifikasi Forensik Biometrik Pada Individu Melalui Citra Sidik Bibir Menggunakan *Descriptor Features*

Putu Bayu Baskara^{a1}, I Made Widiartha^{a2}, I Gede Artha Wibawa^{a3},
I Wayan Supriana^{a4}, Ida Bagus Gede Dwidasmara^{a5}, Gede Santi Astawa^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Badung, Bali, Indonesia

¹bayu.baskara@student.unud.ac.id

²madewidiartha@unud.ac.id

³gede.arta@unud.ac.id

⁴wayan.supriana@unud.ac.id

⁵dwidasmara@unud.ac.id

⁶santi.astawa@unud.ac.id

Abstract

Identifikasi biometrik menjadi begitu penting dan berkembang cukup pesat. Telah banyak bidang yang menggunakan identifikasi biometrik, salah satunya adalah dalam penyelidikan dan pemecahan kasus forensik seperti tindakan kriminal. Sidik bibir dapat menjadi salah satu metode identifikasi, karena polanya yang unik, stabil dan berbeda untuk setiap individu bahkan pada saudara kembar sekalipun. Identifikasi ini dapat dilakukan dengan bantuan pengolahan citra digital. Terdapat banyak metode yang dapat digunakan untuk melakukan identifikasi, salah satunya Speed Up Robust Features (SURF) dan Fast Approximate Nearest Neighbor (FANN) yang diakan digunakan pada penelitian ini. Data yang akan digunakan berupa data citra sidik bibir sebanyak 105 citra, yang kemudian akan diambil 15 citra sebagai data test dan 90 citra sebagai data refferal. Metode SURF akan mengekstraksi fitur citra sidik bibir berupa descriptor yang kemudian akan dicocokkan menggunakan metode FANN. Skenario pengujian yang akan dilakukan dengan mengambil 5 kemungkinan calon yang cocok. Hasil pengujian menunjukkan telah berhasil mengidentifikasi sebanyak 12 individu dari total 15 individu dengan akurasi sebesar 80%.

Keywords: Identification, Biometric, Lip Print, Descriptor Features, Image Processing

1. Pendahuluan

Biometrik merupakan serangkaian data unik dan spesifik, yang dapat dikenali dan diverifikasi dalam proses identifikasi biometrik seseorang. Telah banyak bidang yang menggunakan identifikasi biometrik ini, salah satunya adalah dalam penyelidikan dan pemecahan kasus forensik seperti tindakan kriminal. Identifikasi ini diperlukan untuk mengetahui korban maupun pelaku kriminal, baik yang masih hidup maupun sudah meninggal. Data biometrik berupa foto wajah, gigi, sidik jari, golongan darah, dan perbandingan DNA (*Deoxyribose Nucleic Acid*) adalah metode yang paling umum digunakan untuk proses identifikasi, namun jika data tersebut belum cukup mendukung atau tidak tersedia dengan baik, perlu dilakukan metode identifikasi yang berbeda.

Sidik bibir dapat menjadi salah satu metode identifikasi, karena polanya yang unik, stabil dan berbeda untuk setiap individu bahkan pada saudara kembar sekalipun [1]. Dalam kasus kriminal, sidik bibir dapat tertinggal pada gelas kaca, sedotan, dan beberapa objek barang bukti lain yang terdapat pada TKP. Sidik bibir yang terdapat pada barang bukti tersebut dapat dibandingkan dengan sidik bibir korban maupun tersangka, kemudian hasil analisis dari sidik bibir tersebut dapat digunakan sebagai alat bukti untuk kepentingan identifikasi [2]. Identifikasi menggunakan sidik bibir pertama kali dilakukan oleh R. Fisher pada tahun 1902 [3]. Namun, seiring perkembangan teknologi digital, proses identifikasi pada sidik bibir dapat dipermudah dengan menggunakan Pengolahan Citra Digital (*Digital Image Processing*). Sehingga hasil identifikasi menjadi lebih akurat dan maksimal.

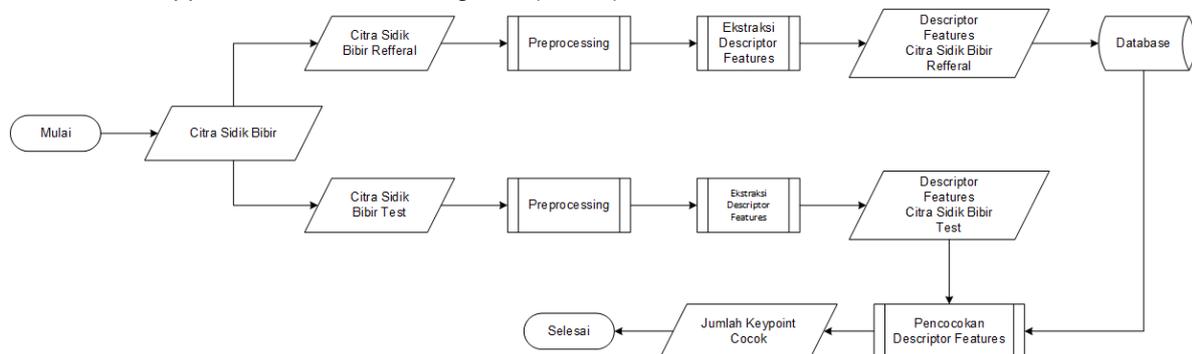
Salah satu metode yang dapat digunakan untuk proses identifikasi adalah Speed Up Robust Feature (SURF). Metode SURF ini akan menghasilkan keypoint yang masing-masing memiliki *descriptor*

feature yang dapat digunakan untuk proses identifikasi. Penelitian Afifah dan Mahmudy, mengenai Implementasi Ekstraksi Fitur Jumlah Keypoint Descriptor Pada Pengenalan Tanda Tangan, akurasi yang diperoleh dari penambahan ekstraksi fitur jumlah *keypoint descriptor* adalah sebesar 92% pada data latih dan 89% pada data uji sedangkan tanpa menggunakan fitur jumlah *keypoint descriptor* diperoleh akurasi sebesar 88% pada data latih dan 88% pada data uji [4]. Metode *Speed Up Robust Feature* (SURF) adalah pengembangan dari metode *Scale Invariant Feature Transform* (SIFT). Hasil dari penelitian Bakshi, dkk mengenai ekstraksi fitur lokal citra sidik bibir, menunjukkan bahwa metode SURF memiliki tingkat akurasi lebih besar dari metode SIFT, yaitu SIFT sebesar 93,9880% sedangkan SURF sebesar 94,0972% [5].

Pada penelitian ini, ekstraksi *descriptor feature* dilakukan dengan menggunakan metode *Speeded Up Robust Feature* (SURF) yang akan digunakan sebagai fitur untuk identifikasi individu.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa tahapan, diantaranya studi literatur, pengumpulan data, *preprocessing*, ekstraksi fitur, pencocokan fitur, dan pengujian. Pada tahap studi literatur adalah tahapan pencarian, pengumpulan serta pemahaman mengenai informasi dan literatur yang mendukung dalam penelitian ini. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari Data berasal dari University of Silesia at Katowice. Tahapan selanjutnya adalah *preprocessing*, dimana pada tahapan ini terdapat proses *resize image*, *smoothing image*, *binarization*, dan *skelentonize*. Kemudian dilanjutkan ekstraksi fitur *descriptor* menggunakan metode *Speeded Up robust feature* (SURF), dan terakhir adalah proses pencocokan *descriptor features* menggunakan metode *Fast Approximate Nearest Neighbor* (FANN).



Gambar 1. Flowchart Desain Penelitian

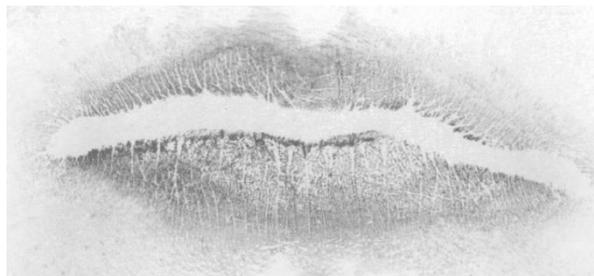
Gambar 1 merupakan desain penelitian identifikasi individu melalui citra sidik bibir. Data citra sidik bibir sebagai input akan dibagi menjadi dua yaitu data refferal dan data test. Masing-masing akan melalui proses yang sama yaitu *preprocessing*, ekstraksi fitur *descriptor* menggunakan *Speeded Up Robust Feature* (SURF) dan terakhir adalah pencocokan fitur menggunakan *Fast Approximate Nearest Neighbor* (FANN) yang kemudian akan menghasilkan jumlah *keypoint* yang cocok.

2.1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan tahapan pencarian, pengumpulan serta pemahaman mengenai informasi, literatur dan teori-teori yang mendukung terkait dengan penelitian mencakup tahapan dalam pengolahan citra digital dan algoritma yang digunakan untuk ekstraksi dan pencocokan fitur sidik bibir yaitu *Speeded Up Robust Feature* (SURF) dan *Fast Approximate Nearest Neighbor* (FANN).

2.2. Pengumpulan Data

Jenis data yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa sidik bibir. Data berasal dari University of Silesia at Katowice, Faculty of Computer Science and Material Science, Institute of Computer Science, Computer Systems Department (<http://biometrics.us.edu.pl>). Data terdiri dari 105 file citra sidik bibir berformat BMP (Bitmap Image Format) yang diambil dari 15 orang individu. Data ini kemudian akan dibagi menjadi dua bagian yaitu 15 file sebagai data test yang akan digunakan untuk pengujian dan 90 file sebagai data refferal yang akan menjadi data refferal dalam proses pencocokan fitur.

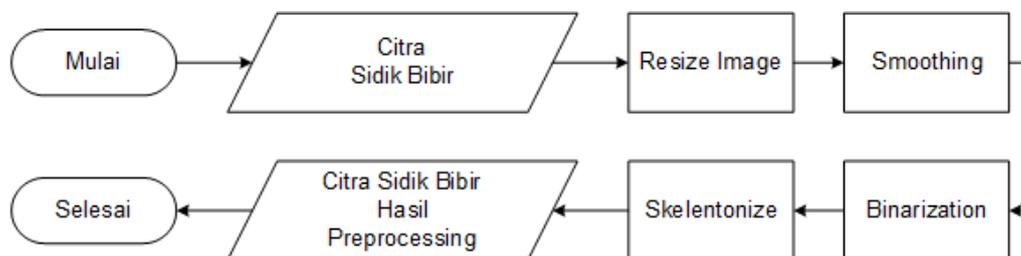


Gambar 2. Contoh Data Citra Sidik Bibir

Gambar diatas adalah contoh data citra sidik bibir yang akan digunakan dalam penelitian. Citra sidik bibir yang digunakan berupa citra grayscale (keabuan). Warna data awal citra dapat saja berwarna merah seperti warna asli bibir yang biasanya menggunakan metode lipstick untuk mengambillannya,

2.3. Preprocessing

Preprocessing merupakan tahapan untuk membuang informasi-informasi yang tidak diperlukan agar citra berada dalam kondisi yang sama dengan citra yang lain sehingga citra-citra tersebut bisa diekstraksi dengan baik. Preprocessing ini juga berpengaruh terhadap jumlah keypoint point yang terdeteksi, dimana hasil menunjukkan citra dengan preprocessing lebih banyak menghasilkan keypoint point yang nantinya akan berpengaruh terhadap jumlah fitur descriptor yang dihasilkan.



Gambar 3. Flowchart Tahapan Preprocessing

Gambar 3 menunjukkan tahapan preprocessing yang akan dilakukan yaitu dimulai dari resize image, smoothing, binarization, dan skelentonize.

2.3 1. Resize Image

Proses resizing merupakan proses mengubah skala citra awal menjadi skala citra yang diinginkan. Tujuan dari resizing ini adalah agar dimensi dari data yang akan di proses memiliki ukuran yang sama.

2.3 2. Smoothing Image

Smoothing image merupakan proses mengaburkan (blurring) citra yang bertujuan untuk menghilangkan detail kecil dan menekan gangguan (noise) yang terjadi pada citra sehingga bagian yang ingin diproses pada citra dapat timbul lebih jelas. Smoothing image ini juga sering dikaitkan dengan proses enhancement (pening-katkan kualitas citra). Proses ini menggunakan masking pada citra yang akan dijadikan acuan untuk menentukan nilai intensitas tiap pixels citra.

2.3 4. Binarization

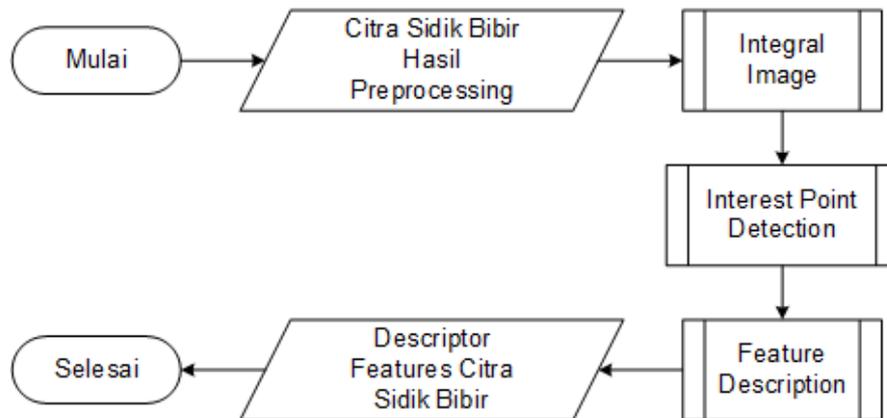
Binarization pada citra sidik bibir ini menggunakan metode sauvola yang merupakan pengembangan dari metode niblack. Binarization menggunakan metode sauvola yang menerapkan local thresholding $T(x,y)$ untuk melakukan binarization. Perhitungan nilai threshold ini menggunakan rata-rata $m(x,y)$ dan jarak dinamis standard deviasi $s(x,y)$ pada citra. Pada penelitian ini nilai koefisien (k) yang digunakan adalah -0,07 dan range (R) yang digunakan adalah 128. Kemudian nilai threshold ini akan ditentukan untuk menentukan nilai intensitas akhir setiap pixels pada citra. Jika lebih besar dibanding nilai threshold maka akan bernilai 255 jika lebih kecil dibanding nilai threshold maka akan bernilai 0.

2.3 5. Skelentonize

Proses ini akan mengurangi objek citra menjadi kerangka tipis yang tetap menahan bentuk asli dari citra. Tahap skelentonize ini akan menggunakan nilai ketetanggaan (neighbor) untuk menentukan intensitas pixels serta bagian pixels yang akan dihilangkan. Neighbor yang digunakan adalah sebanyak delapan nilai yaitu [1 0 0 -1 -1 0 0 1], yang mana nilai ini memberikan hasil yang maksimal dalam melakukan skelentonize citra sidik bibir.

2.4. Ekstraksi Fitur

Tahap proses ekstraksi fitur descriptor diawali dengan menginputkan citra hasil preprocessing, kemudian citra tersebut akan difiltering menggunakan integral image. Kemudian akan dideteksi keypoint dari citra. Selanjutnya, keypoint ini akan memiliki nilai descriptor dengan dimensi 64 untuk setiap keypoint yang akan digunakan dalam proses pencocokan. Output dari tahapan ini adalah fitur descriptor akan disimpan kedalam format matriks (.mat) dengan dimensi nx64, d-mana n merupakan jumlah keypoint yang berhasil terdeteksi dengan metode Speeded Up Robust Features (SURF).



Gambar 4. Flowchart Tahapan Ekstraksi Fitur Descriptor Menggunakan SURF

Gambar 4 menunjukkan proses ekstraksi fitur descriptor pada citra sidik bibir yang telah dipreprocessing dengan menggunakan metode metode Speed Up Robust Features (SURF). Secara garis besar metode ini terbagi menjadi 3 tahapan, yaitu:

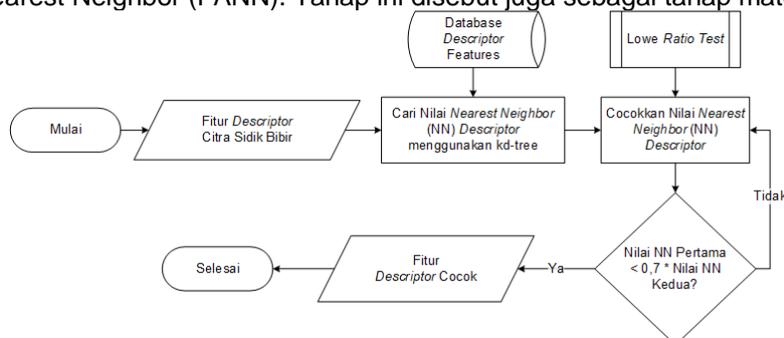
- Integral Image, yaitu proses filtering integral image digunakan untuk melakukan filtering terhadap suatu citra sehingga dapat menekan waktu komputasi. Konsep dari integral image adalah dengan menghitung intensitas piksel tiap area dari suatu citra dengan 4 akses dan 3 penjumlahan, sehingga proses ini dapat menekan waktu komputasi [6]. Secara umum integral image dari suatu citra dapat dicari menggunakan persamaan (1) berikut [7].

$$I_{\Sigma}(x, y) = \sum_{i=0}^{i \leq x} \sum_{j=0}^{j \leq y} I(x, y)$$

- Keypoint Detection digunakan untuk memilih titik (keypoint) yang mengandung banyak informasi serta stabil terhadap gangguan lokal atau global dalam citra digital. Tahapan dimulai dengan mencari ekstrema dari determinan matriks hessian, kemudian membangun scale space untuk menemukan ekstrema disetiap kemungkinan skala. Scale space ini biasanya diimplementasikan dengan bentuk piramida di mana citra secara berulang akan diperhalus (smoothing) dengan fungsi gaussian dan secara berurutan dengan cara sub-sampling untuk mencapai tingkat tertinggi pada piramida [8]. Selanjutnya tahapan terakhir adalah lokalisasi calon fitur menggunakan non-maximum suppression.
- Feature Description, yaitu proses ekstraksi yang akan menghasilkan nilai desriptor dari setiap keypoint yang dideteksi. Langkah untuk melakukan deskripsi fitur adalah melihat orientasi yang dominan pada titik perhatian yang terdapat dalam citra, kemudian membangun suatu area yang akan diambil nilainya dan mencari fitur korespondensi pada citra pem-banding. Dalam penentuan orientasi suatu citra menggunakan filter wavelet Haar, disini dapat ditentukan tingkat kemiringan suatu fitur yang diamati. Selanjutnya untuk deskripsi fitur dalam algoritma SURF, digunakan hanya perhitungan gradi-ent histogram dalam empat kelompok (bins) saja untuk mempercepat perhitungan [9].

2.5. Pencocokan Fitur

fitur descriptor yang dihasilkan pada proses ekstraksi akan dicocokkan menggunakan metode Fast Approximated Nearest Neighbor (FANN). Tahap ini disebut juga sebagai tahap matching keypoints.



Gambar 5. Flowchart Tahapan Pencocokan Fitur Descriptor Menggunakan FANN

Gambar 5 menunjukkan proses pencocokan fitur descriptor pada citra sidik bibir yang telah dipreprocessing dengan menggunakan metode Fast Approximate Nearest Neighbor (FANN). Tahapan metode dimulai dengan inputan berupa fitur descriptor pada citra sidik bibir yang akan dicari nilai nearest neighbornya menggunakan algoritma kd-tree. Hal yang sama juga dilakukan untuk setiap fitur descriptor data referral yang tersimpan didalam database. Setelah didapat nilai nearest neighbornya, fitur tersebut akan dicocokkan. Hasil pencocokan fitur descriptor selanjutnya akan difilter menggunakan Lowe Ratio Test dengan threshold sebesar 0,7. Kemudian jika nilai nearest neighbor kurang dari nilai threshold maka fitur descriptor dianggap cocok.

2.6. Pengujian

Pada pengujian ini, data fitur descriptor citra sidik bibir akan dibagi menjadi dua bagian, yaitu data test dan data referral. Data test merupakan data yang akan menjadi sampel untuk diujikan pada sistem, sedangkan data referral merupakan kumpulan dari seluruh data fitur citra sidik bibir yang akan menjadi rujukan dalam proses pencocokan. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat identifikasi dengan melakukan evaluasi akurasi

Table 1. Hasil Pengujian Descriptor Feature Citra Sidik Bibir

		Data Refferal						Calon Kelas Cocok				
Kelas		Ind 1		....	Ind 15		Calon 1	Calon 2	Calon 3	Calon 4	Calon 5
		1	...	6	85						...	90
Data Test	Ind 1	1	k	...	48		33	...	38			
			Rata-rata				Rata-rata					
											
	Ind 3	3	38	...	41		34	...	35			
		Rata-rata				Rata-rata						

Pada Tabel 1, data test yang terdiri dari 15 citra sidik bibir akan dicocokkan dengan masing-masing 90 data referral. Kedua data ini memiliki 15 kelas, dimana pada data referral masing-masing kelas memiliki 6 data sedangkan pada data test hanya memiliki 1 data. Kemudian pencocokan ini menggunakan fitur descriptor yang kemudian akan direturn jumlah nilai keypoint yang cocok. Selanjutnya akan dicari nilai rata-rata dari keypoint cocok tersebut pada setiap kelasnya. Kemudian akan diambil tiga buah nilai maksimum dari rata-rata keypoint. Tiga buah nilai maksimum ini akan menjadi calon dalam proses identifikasi dengan melihat kelas yang tertera. Apabila salah satu kelas didalam tiga buah nilai tersebut memiliki kesamaan dengan kelas asli dari data test, maka data citra tersebut berhasil teridentifikasi.

Dari tabel hasil pengujian tersebut, selanjutnya adalah menghitung persentase akurasi dari kelas yang diidentifikasi dengan benar. Persentase akurasi dari hasil identifikasi dapat dilihat dengan menggunakan persamaan (9):

$$Akurasi(\%) = \frac{\sum \text{Kelas Cocok}}{\sum \text{Kelas Total}} \times 100$$

Perhitungan akurasi diatas dihitung dengan cara membagi jumlah kelas cocok dengan jumlah kelas total. Akurasi ini kemudian akan menjadi akurasi final dari identifikasi citra sidik bibir.

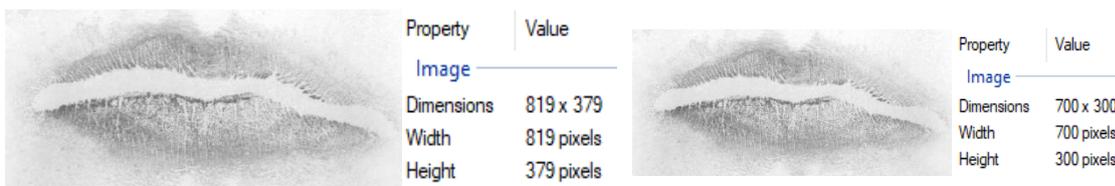
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Akuisisi Data

akuisisi citra ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu akuisisi data test dan akuisisi data refferal. Yang mana data terdiri dari 15 kelas yaitu kelas Individu 1 sampai dengan Individu 15. Pada data test setiap kelas berisi 1 citra sidik bibir grayscale berformat BMP, sedangkan data refferal setiap kelas berisi 6 citra sidik bibir grayscale berformat BMP. Satu persatu data test dan data refferal ini nantinya akan melalui proses preprocessing, ekstraksi fitur, dan pencocokan fitur. Dimana pencocokan fitur akan memakai data refferal sebagai data pembandingnya.

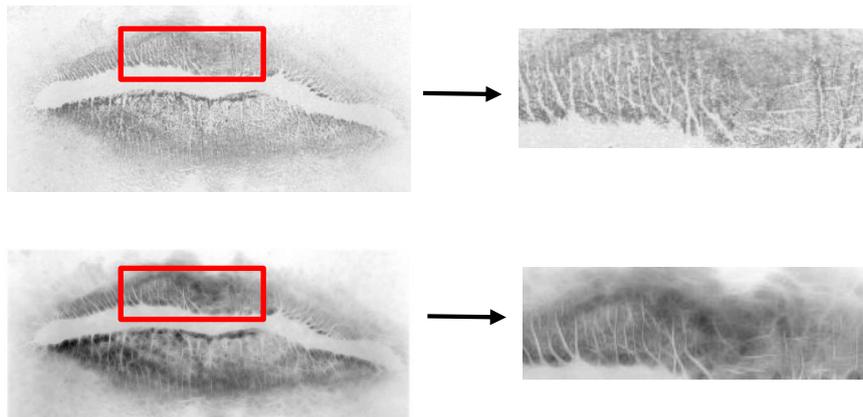
3.2. Preprocessing

Tahapan pertama dari preprocessing adalah melakukan resize image pada data citra sidik bibir. Data cita sidik bibir akan diresize ke dalam dimensi lebar 700 pixels dan tinggi 300 pixels. Perbedaan dimensi citra sebelum dan sesudah melalui proses resizing dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Perbandingan Dimensi Citra Sidik Bibir Sebelum dan Sesudan di Resize

Selanjutnya, citra sidik bibir yang telah diresize akan masuk ke dalam proses smoothing image. Proses smoothing image pada citra sidik bibir menjadikan garis-garis kerutan pada bibir terlihat lebih jelas jika dibandingkan citra sidik bibir grayscale awal dan noise yang terjadi saat proses pengambilan data dapat lebih tersamarkan setelah melalui proses ini. Gambar 7 adalah hasil dari proses smoothing image pada citra sidik bibir.



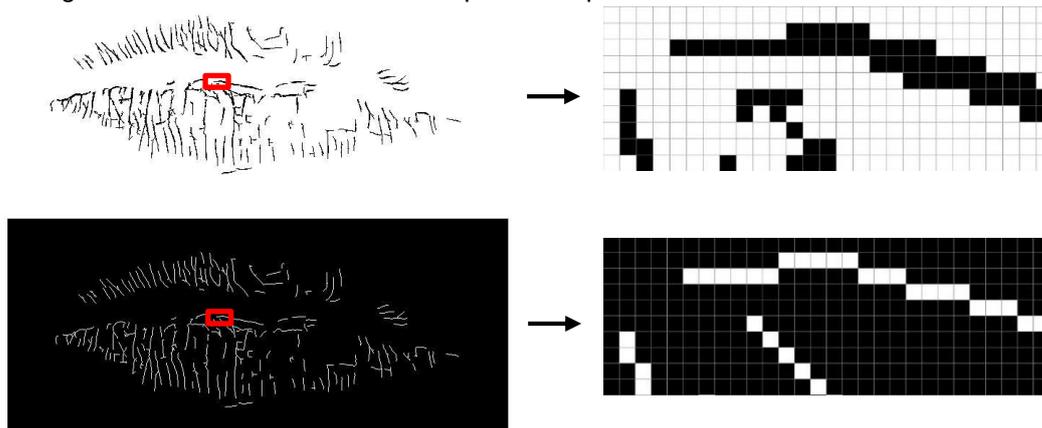
Gambar 7. Hasil Smoothing Image Pada Citra Sidik Bibir

Setelah itu, citra sidik bibir smoothing akan masuk kedalam tahapan binarization yang akan mengubah citra grayscale menjadi citra biner. Binarization ini akan menggunakan metode sauvola. Hasil citra sidik bibir setelah dibinarization dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Binarization Image Pada Citra Sidik Bibir

Tahapan terakhir dari preprocessing adalah proses skelentonize. Proses ini akan menipiskan objek citra tanpa menghilangkan bentuk aslinya. Hasil proses skelentonize dan perbandingan ketebalan pixels dengan citra sidik bibir binarization dapat dilihat pada Gambar.

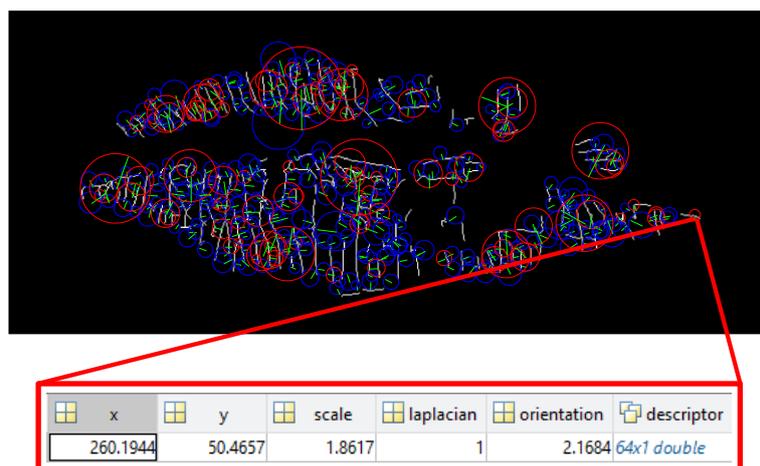


Gambar 9. Perbandingan Ketebalan Pixel Citra Sidik Bibir Binarization dan Skelentonize

Hasil implementasi menunjukkan adanya perbedaan ketebalan pixels pada citra binarization dan skelentonize. Citra binarization memiliki pixels yang seakan-akan bertumpuk sehingga terlihat lebih tebal sedangkan pada citra skelentonize pixels terlihat lebih rapi tanpa adanya tumpukan dan inilah yang membuat citra terlihat lebih tipis namun tidak menghilangkan bentuk asal citra tersebut.

3.3. Ekstraksi Fitur

Tahapan ekstraksi fitur menggunakan SURF dimulai dengan membuat Integral Image dari citra inputan, kemudian melakukan interest point detection, dan yang terakhir adalah feature description. Hasil deteksi interest point yang terdeteksi pa-da citra dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Ekstraksi Fitur SURF

Dapat dilihat bahwa setiap keypoint menghasilkan beberapa atribut yaitu, koordinat XY, scale, laplacian, orientation, dan descriptor. Kemudian atribut descriptor inilah yang akan diekstrak untuk dijadikan fitur dari setiap keypoint. Contoh dari descriptor feature dapat dilihat pada Gambar 11.

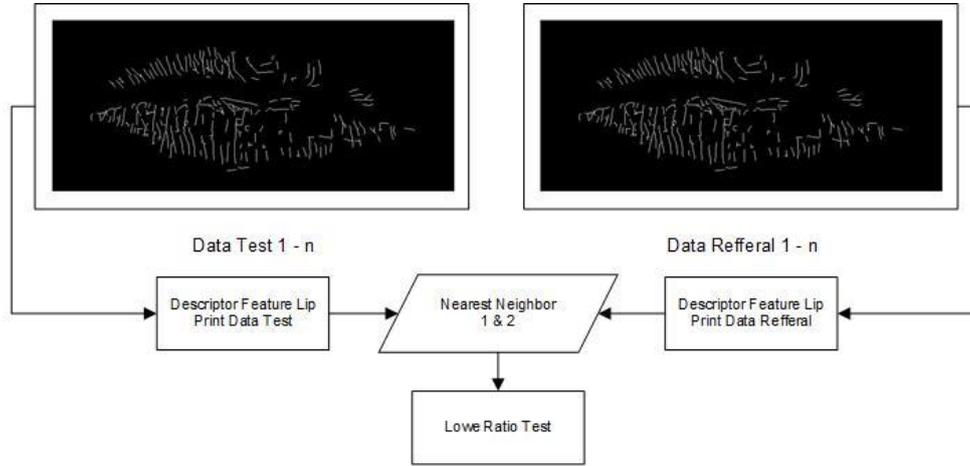
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	-0.0059	0.0160	0.0469	0.0418	-0.0033	0.0139	0.0133	0.0139	0	0	0	0
2	0.0043	-0.0113	0.0936	0.1854	-0.0245	0.0118	0.0486	0.0819	-0.0017	0.0054	0.0017	0.0054
3	-0.0160	0.0312	0.0378	0.0874	-0.0034	0.0034	0.0034	0.0068	-7.0442e-04	-0.0016	7.0442e-04	0.0016
4	0.0095	-9.6910e-04	0.0840	0.0973	0.0160	0.0012	0.0846	0.1156	-0.0237	-0.0057	0.1406	0.1424
5	0.0086	-0.0022	0.0632	0.1524	0.0015	-0.0030	0.1153	0.2113	-0.0227	-0.0072	0.0596	0.0525

Gambar 11. Hasil Descriptor Feature

Fitur descriptor yang terekstrak akan berupa matriks yang berdimensi (n-jumlah keypoint X 64). Seperti pada gambar diatas jumlah keypoint terdeteksi adalah 371, sehinggann setiap keypoint ini akan memiliki 64 nilai descriptor yang akan digunakan untuk pencocokan (*matching*).

3.4. Pencocokan Fitur

Tahapan pencocokan fitur akan membandingkan satu data test dengan seluruh data refferal, sampai dengan data test ke-n. Ilustrasi pencocokan fitur dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Pencocokan FANN

Kedua data citra sidik bibir akan dicari dua *nearest neighbor*nya menggunakan algoritma kd-tree berdasarkan fitur *descriptor* yang telah didapat sebelumnya. Hasil tersebut selanjutnya akan dilakukan lowe ratio test, yang mana jika *nearest neighbor* pertama kurang dari $0,7 * \text{nearest neighbor}$ kedua maka akan dianggap cocok begitupun sebaliknya.

3.5. Pengujian

Pengujian akan dilakukan untuk mengetahui akurasi identifikasi individu melalui citra sidik bibir dengan menghitung rata-rata jumlah keypoint cocok berdasarkan pencocokan descriptor feature untuk setiap kelas individu. Kemudian dipilih 5 nilai rata-rata tertinggi untuk menjadi calon kelas cocok. Jika dari kelima calon ini memiliki label kelas yang sama dengan kelas asli dari data test maka identifikasi telah berhasil dilakukan. Selanjutnya akan dihitung akurasi identifikasi berdasarkan jumlah individu yang berhasil diidentifikasi.

Table 2. Hasil Pengujian Descriptor Feature Citra Sidik Bibir

	Data Refferal						Calon Kelas Cocok								
	Kelas	Ind 1		...	Ind 15		Calon 1	Calon 2	Calon 3	Calon 4	Calon 5				
		1	...		6	85						...	90		
Data Test	Ind 1	1	27	...	48	44	33	...	38	36	Ind 8	Ind 1	Ind 3	Ind 12	Ind 7
	Ind 2	2	51	...	51	46	38	...	42	41	Ind 2	Ind 8	Ind 10	Ind 6	Ind 9
	Ind 3	3	38	...	41	40	34	...	37	36	Ind 3	Ind 7	Ind 2	Ind 1	Ind 5
	Ind 4	4	49	...	75	65	55	...	76	71	Ind 15	Ind 9	Ind 10	Ind 3	Ind 8
	Ind 5	5	21	...	23	22	21	...	21	19	Ind 7	Ind 4	Ind 9	Ind 2	Ind 10
	Ind 6	6	52	...	57	55	47	...	48	48	Ind 7	Ind 11	Ind 10	Ind 6	Ind 3
	Ind 7	7	27	...	27	27	42	...	42	38	Ind 15	Ind 4	Ind 6	Ind 7	Ind 11
	Ind 8	8	48	...	58	55	44	...	50	49	Ind 1	Ind 9	Ind 2	Ind 3	Ind 8

Ind 9	9	41 ... 42 42	46 ... 46 43	Ind 3	Ind 9	Ind 1	Ind 14	Ind 11
Ind 10	10	39 ... 47 44	53 ... 53 51	Ind 9	Ind 6	Ind 10	Ind 3	Ind 8
Ind 11	11	50 ... 62 56	41 ... 45 44	Ind 11	Ind 1	Ind 9	Ind 10	Ind 7
Ind 12	12	49 ... 61 56	61 ... 61 60	Ind 10	Ind 1	Ind 12	Ind 9	Ind 3
Ind 13	13	54 ... 59 57	52 ... 52 52	Ind 14	Ind 13	Ind 1	Ind 7	Ind 15
Ind 14	14	71 ... 71 69	60 ... 67 62	Ind 1	Ind 7	Ind 10	Ind 15	Ind 2
Ind 15	15	48 ... 56 53	50 ... 55 53	Ind 10	Ind 8	Ind 7	Ind 15	Ind 3

Tabel 2 diatas menunjukkan pengujian pada pencocokan menggunakan descriptor feature. Dapat dilihat bahwa masing-masing data (test dan refferal) memiliki jumlah kelas yang sama yaitu 15 kelas individu. Data test masing-masing memiliki 1 data fitur dan data refferal masing-masing memiliki 6 data fitur. Misalnya data test **Ind 1** akan dicocokkan dengan data refferal **Ind 1**, fitur data test Ind 1 akan dicocokkan secara bergantian dengan 6 buah data fitur milik data refferal Inv 1. Kemudian akan diketahui masing-masing jumlah keypoint yang cocok. Kemudian akan dicari nilai rata-rata dari keypoint tersebut. Proses ini akan berlanjut hingga ke data refferal **Ind 15**. Selanjutnya akan di cari 5 buah nilai rata-rata tertinggi dari keseluruhan. Pada data test **Ind 1**, 5 calon yang memiliki rata-rata tertinggi adalah **Ind 8**, **Ind 1**, **Ind 1**, **Ind 12**, **Ind 7**. Nah, dari kelima calon tersebut, akan dilihat apakah ada kelas yang bersesuaian dengan kelas aslinya yaitu **Ind 1** dan didapatkan bahwa calon kedua bersesuaian yaitu sama-sama **Ind 1**. Begitu seterusnya hingga data test **Indv 15**. Selanjutnya berdasarkan Tabel 2, kemudian akan dihitung akurasi hasil identifikasi data citra sidik bibir. Berikut adalah akurasi dari hasil identifikasi:

$$Akurasi (\%) = \frac{12}{15} = 80 \%$$

Dari perhitungan akurasi, maka didapatkan hasil akurasi identifikasi data citra sidik bibir menggunakan rata-rata fitur descriptor adalah sebesar 80% dengan jumlah individu teridentifikasi sebanyak 12 dari total 15 individu.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian fitur descriptor Speed Up Robust Features (SURF) menggunakan metode Fast Approximate Nearest Neighbor (FANN) telah berhasil mengidentifikasi sebanyak 12 individu dari total 15 individu dengan akurasi sebesar 80%. Untuk penelitian selanjutnya jika ingin menggunakan data citra primer maka perlu diperhatikan proses dan konsistensi teknik pengambilan sidik bibir agar nantinya data yang dihasilkan bisa sesuai dengan yang diinginkan, data yang digunakan juga dapat menggunakan data citra bibir yang kemudian dipreprocessing untuk mendapatkan sidik bibirnya serta dapat juga menggunakan fitur lain seperti grooves (alur sidik bibir) seperti pada sidik jari.

Referensi

- [1] S. A. Nadienda, H. F. Oscandar, F. T. Elektro, U. Telkom, D. W. Transform, and S. V. Machine, "Identifikasi Pola Sidik Bibir Pada Pria Dan Wanita Menggunakan Metode Discrete Wavelet Transform Dan Klasifikasi Support Vector Machine Sebagai Aplikasi Bidang Forensik Identification of Lip Print Pattern on Men and Women Using Discrete Wavelet Transform," vol. 4, no. 2, pp. 1923–1931, 2017.
- [2] M. Yuni, "Metode pengambilan sidik bibir untuk kepentingan identifikasi individu," *J. PDGI*, vol. 64, no. 3, pp. 64–70, 2013.
- [3] M. M. K. Janah Eka Widiarni, Rita Purnamasari, S.T., M.T., drg. Yuti Malinda, "IDENTIFIKASI POLA SIDIK BIBIR PADA IDENTITAS MANUSIA MENGGUNAKAN METODE HISTOGRAM OF ORIENTED GRADIENTS (HOG) DENGAN KLASIFIKASI DECISION TREE UNTUK APLIKASI BIDANG FORENSIK BIOMETRIK," *ペインクリニク学会治療指針 2*, vol. 126, no. 1, pp. 1–7, 2019.

- [4] I. N. Afifah and W. F. Mahmudy, "Implementasi Ekstraksi Fitur Jumlah Keypoint Descriptor Pada Pengenalan Tanda Tangan Dengan Algoritme Learning Vector Quantization," vol. 2, no. 11, pp. 4590–4599, 2018.
- [5] S. Bakshi, R. Raman, and P. K. Sa, "Lip pattern recognition based on local feature extraction," *Proc. - 2011 Annu. IEEE India Conf. Eng. Sustain. Solut. INDICON-2011*, 2011, doi: 10.1109/INDCON.2011.6139357.
- [6] A. P. Nugraha, S. A. Wibowo, and N. Andini, "Pengaruh Orientasi dari SURF dan U-SURF Terhadap Waktu Komputasi pada Pelacakan Objek," pp. 134–140, 2019.
- [7] C. Evans, "Notes on the OpenSURF Library SURF : Speeded Up Robust Features," *Univ. Bristol Tech Rep CSTR09001 January*, no. 1, p. 25, 2009, [Online]. Available: <http://www.mendeley.com/research/notes-opensurf-library-surf-speeded-up-robust-features/>.
- [8] H. P. Harahap, "Pendeteksi Objek pada Citra Menggunakan Pencocokan Titik-Titik Fitur berbasis Algoritma SURF dan MSER," *Komputasi*, vol. 13, no. 2, pp. 71–79, 2016.
- [9] David, "Real Time Object Tracking Dengan Algoritma Speeded Up Robust Features Melalui WebCam," *Semin. Nas. Sist. Inf. dan Teknol. 2018*, 2018.

Deteksi Suara Paru-Paru Menggunakan MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficient) dan M-KNN (Modified K-Nearest Neighbor)

I Putu Bayu Cakra Buana^{a1}, I Gede Arta Wibawa^{a2}, Agus Muliantara^{a3}, Made Agung Raharja^{a4},
I Putu Gede Hendra Suputra^{a5}, Luh Gede Astuti^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Universitas Udayana
Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹putubayu08@gmail.com

²gede.arta@unud.ac.id

³muliantara@unud.ac.id

⁴made.agung@unud.ac.id

⁵hendra.suputra@unud.ac.id

⁶lg.astuti@unud.ac.id

Abstract

The lungs are one of the most important organs in humans because they can meet the body's need for oxygen. It is estimated that hundreds of thousands to millions of the world's population are affected by lung disease every year. According to WHO, lung disease is one of the top 10 causes of public health problems in the world. One way that doctors use to diagnose lung disorders is by listening to the sound of breathing in the lungs using a stethoscope with acculturation techniques. Accurate recognition of lung conditions is needed so that it becomes a basic screening of people who can have abnormalities or not in lung conditions. This study focuses on researching and trying the Modified K-NN method in determining the lung condition of a person. The steps taken in this research are preprocessing, feature extraction and matching with the Modified K-NN algorithm. Then testing with 5 fold validation and confusion matrix, so that the largest results are obtained in fold 4, namely 0.98 or 98% with precision 1, recall 0.14, f1-score 0.25 for normal and 0.97 precision, recall 1, f1-score 0.98 for abnormal 97.83 %

Keywords: Lung Sound, Detection, MFCC, M K-NN

1. Pendahuluan

Paru-paru adalah salah satu organ terpenting dalam tubuh manusia. Mereka memainkan peran penting dalam bernapas dan mendistribusikan oksigen ke tubuh. Organ ini membantu tubuh mendapatkan oksigen yang dibutuhkan untuk berfungsi dengan baik. Ratusan ribu hingga jutaan orang di seluruh dunia terkena penyakit paru-paru setiap tahun, dan menyebabkan 19% dari semua kematian dan 15% dari semua kecacatan [1]. Dokter menggunakan stetoskop untuk mendengarkan suara pernapasan di paru-paru untuk mendiagnosis gangguan paru-paru. Suara nafas dapat digunakan untuk mengidentifikasi kelainan pada paru-paru [2]. Ada beberapa jenis suara paru-paru, masing-masing dengan nada, intensitas, lokasi, dan rasio pernapasannya sendiri [3]. Yaitu, suara normal yang berasal dari paru-paru (*vesicular*), suara abnormal yang berasal dari paru-paru (pernapasan *bronchial*), dan suara tambahan yang berasal dari paru-paru (*wheezing*).

Suara paru-paru khas atau *vesicular* adalah Suara paru paru yang terdengar pada dada bagian samping dan dekat perut, dimana pitch rendah menjadi indicator suara lembutnya. Surara vesicular tersebut terdapat fase inspirasi dan ekspirasi, dimana fase inspirasi (menarik nafas), lebih terdengar dominan dari pada fase ekspirasi (membuang nafas) [4]. Suara paru-paru bronchial merupakan suara paru-paru yang memiliki fase ekspirasi lebih keras dari fase inspirasi, dimana terdapat *gap* yang memisahkan fase tersebut. Suara bronchial ini memiliki ciri yaitu memiliki pitch tinggi dan nyaring, sehingga dapat terdengar menggunakan stetoskop, lalu durasi fase ekspirasi lebih lama disbanding dengan fase inspirasi. Dan suara ini dapat terdengar di daerah *trachea* [5].

Pengenalan kondisi paru secara akurat diperlukan sehingga mampu mendapatkan penanganan yang tepat dan menjadi sebuah screening dasar orang bisa megalami kelainan atau tidak dalam kondisi paru paru. Penelitian ini berfokus untuk meneliti dan mencoba metode *Modified K-NN* dalam menentukan kondisi paru-paru dari seseorang.

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa proses yaitu proses *preprocessing*, ekstraksi *feature* dan klasifikasi data paru paru. Untuk langkah langkah yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendeteksi kondisi paru paru adalah pertama audio file.wav akan melalui tahap *preprocessing* yang terdiri dari normalisasi data, *noise reduction* dan *silence removal*. setelah itu data akan melalui proses *extraction*

feature yang terdiri dari DC-Removal, *Premphasize*, *frame blocking*, *windowing*, *fast fourier transform*, *mel frequency wrapping* dan DCT (*Discrete Cosine Transform*) dimana dalam proses ini akan mendapatkan nilai koefisien yang akan diolah dalam proses klasifikasi *Modified K-NN*.

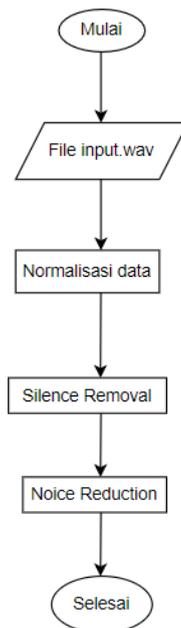
2. Metode Penelitian

2.1 Akuisis Data

Penelitian ini menggunakan data sekunder. Data suara nafas paru diperoleh dari internet pada website International Conference on Biomedical and Health Informatics (ICBHI) 2017. Dataset ini berisi rekaman dari 920 data pernafasan yang diambil dari 126 orang. Kumpulan data dibagi menjadi 35 suara pernafasan bronkial polifonik (normal) dan 885 (abnormal), di mana untuk membandingkan data pelatihan dan data uji 736 dan 184, kumpulan data akustik paru ini direkam dan dikumpulkan di Rumah Sakit Infante D. Pedro, Aveiro, Portugal. Rekaman suara pernafasan juga diperoleh di the Papanikolaou General Hospital, Thessaloniki dan di the General Hospital of Imathia (Health Unit of Naousa), Greece oleh tim peneliti kedua dari the Aristotle University of Thessaloniki (AUTH) dan the University of Coimbra (UC).

2.2 Preprocessing Data latih dan Data uji

Suara paru-paru akan melalui preprocessing terlebih dahulu setelah direkam secara digital dan disimpan sebagai file .wav, untuk membuat sinyal suara rekaman berkualitas tinggi, proses prapemrosesan berupaya meningkatkan perekaman suara input., pada penelitian ini proses preprocessing terbagi menjadi 3 tahap yaitu normalisasi data, *silence removal* dan *noise reduction*. Pada tahap normalisasi merupakan proses untuk melakukan penyetaraan amplitude setiap sinyal yang terekam. Agar dapat dikonstruksi pada skala yang sama, data dibagi menjadi 1 pada sampel suara dengan nilai amplitudo tertinggi. tahap ini menciptakan kesan bahwa proses pendeteksian tidak terpengaruh oleh seberapa keras atau lembut suara yang terdengar. Setiap sampel rekaman suara harus memiliki area senyap setelah normalisasi. Oleh karena itu tahap kedua pada proses *preprocessing* yaitu *silence removal* dimana proses ini akan menghilangkan *silent* (diam) pada sinyal suara agar dapat memudahkan dalam pengenalan suara, setelah itu *noise reduction* merupakan proses untuk mengurangi distorsi gangguan suara dari luar. Input hasil dari proses *preprocessing* ini adalah sinyal suara yang tidak memiliki *noise* dan *silence*. Flowchart *preprocessing* dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. *Preprocessing* Data latih dan Data uji

2.3 Ekstraksi Fitur dengan MFCC (data latih)

Ektraksi fitur dalam MFCC adalah sebuah metode yang bertujuan untuk mendapatkan parameter dan informasi mengenai ciri dari suatu signal [6], metode ini sering digunakan pada audio untuk mengetraksi ciri atau fitur karena menggunakan komputasi logaritmik yang sesuai dengan pendengaran manusia. Dalam penelitian ini ekstraksi fitur MFCC terjadi dari beberapa proses sebagai berikut:

Dimana dalam ekstraksi fitur ini terdapat beberapa tahap yaitu :

1. *DC removal* adalah tahap yang berguna untuk menormalisasikan data suara latih yang akan diinputkan sehingga dapat membuang data-data yang tidak dibutuhkan atau noise di dalam proses suara latih [7].

$$DC\ removal = y[n] = x[n] - x, 0 \leq n \leq N - 1 \quad (1)$$

2. *Pre-emphasize* adalah semacam filter yang menjaga frekuensi tinggi dalam spektrum agar tidak hilang, dimana akan tereliminasi selama proses produksi suara [8].

$$Pre-emphasize = Y[n] = s[n] - a.s[n-1], 0.9 \leq a \leq 1.0 \quad (2)$$

3. *Frame Blocking* membagi sinyal suara menjadi bingkai yang tumpang tindih untuk memastikan informasi dipertahankan. Berbagai fitur suara dalam domain waktu dapat diekstraksi dari representasi sinyal dalam bentuk bingkai ini [9].

$$Frame\ blocking\ J(f) = ((l - N)/M) + 1 \quad (3)$$

4. *Windowing* adalah proses proses yang digunakan agar tidak terjadi kebocoran *spectral* atau *aliasing* pada sinyal [10].

$$Windowing\ W(n) = 0.54 - 0.46 \cos 2\pi n / (M-1) \quad (4)$$

5. *Fast Fourier Transform* adalah sebuah teknik yang secara efektif mengubah setiap N bingkai sampel dari domain waktu ke domain frekuensi [11].

$$f(n) = \sum_{k=0}^{N-1} y_k e^{-2}, n = 0, 1, 2, \dots, N - 1 \quad (5)$$

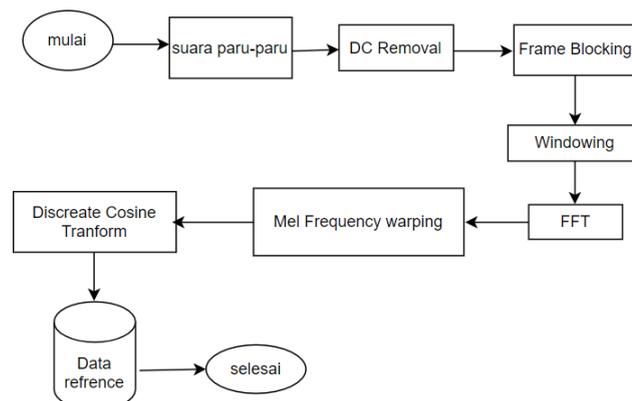
6. *Mel frequency Warping* adalah mel filter blank yang digunakan untuk mengetahui ukuran *energy* dari frekuensi band tertentu dalam frekuensi termasuk juga dalam metode MFCC [12].

$$Mel\ frequency\ Warping = Mel\ f = \frac{2595 * \log_{10}(1 + \frac{f}{700})}{\frac{Si}{2}} \quad (6)$$

7. *DCT* adalah proses untuk mendapatkan representasi yang baik dari properti *spectral local* dengan mendekorrelasikan spektrum mel [13].

$$DCT = C_n = \sum_{k=1}^K (\log S_k) \cos [n (k - \frac{1}{2}) \frac{\pi}{K}]; n = 1, 2, \dots, K \dots \quad (7)$$

Proses ekstraksi fitur data latih dapat dilihat pada gambar 2:



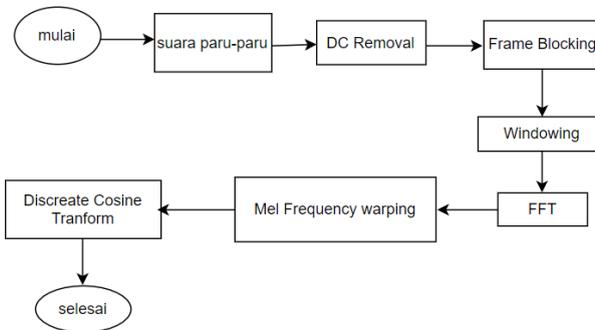
Gambar 2. Ekstraksi data latih

2.4 Ekstraksi Fitur MFCC (Data uji)

Pada proses ini sama seperti dengan tahap ekstraksi data latih seperti *DC removal*, *pre – emphasize*, *framing*, *windowing*, *FFT*, *Mel Frequency Warping* dan *DCT*, tetapi yang membedakan yaitu

Deteksi Suara Paru- Paru Menggunakan MFCC dan M-KNN

dalam ekstraksi fitur MFCC data latih, hasil fitur koefisien - koefisien dari spectrum sebagai besar kecilnya frequency yang dihasilkan dari pengenalan suara paru-paru akan di simpan bentuk array berupa data referensi tetapi untuk ekstraksi fitur MFCC (data uji) data tersebut akan dicocokkan dengan data latih dengan metode metode *Modified-KNN*, dimana untuk flowchart dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. ekstraksi mfcc data uji

2.5 Algoritma Modified K-NN

Pada proses klasifikasi *modified K-Nearest Neighbour*, data fitur yang sudah dihasilkan pada proses ekstraksi fitur akan menjadi nilai masukan dalam proses klasifikasi ini dimana dalam klasifikasi *modified k-nearest neighbour* terdapat 2 tambahan proses yaitu proses validasi antar data dan *weight voting* [14].

Terdapat cara kerja algoritma M-KNN yaitu:

1. Menentukan nilai K, Misalkan $k=5$
2. Menormalisasi data yaitu data *train* dan data *test*
3. Melakukan perhitungan jarak *euclidian* antar data *train*
4. Menghitung nilai validasi.

Nilai validitas diperoleh dari perhitungan selisih antara penyiapan informasi dengan memilih 3 tetangga terdekat dan setelah itu jika informasi tersebut memiliki pelajaran yang sama dengan tetangga yang terjangkau dan tidak layak 0.

5. Menghitung jarak encludian antara data *train* dan *test*

Proses ini akan menghasilkan nilai yang akan mejadi inputan perhitungan *weighted voting*.

- 6 Menghitung *weighted voting*

Proses ini dilakukan dengan menghitung nilai euclidian antara data *train*, data *test* dan nilai validasi dari data *training*.

7. Menentukan kelas data *test*

Hasil perhitungan nilai berbobot diurutkan menurut nilai terbesar, dan hasilnya kemudian dijumlahkan dengan kelas yang sama untuk menentukan kelas data *test*. Kelas data *test* ditentukan oleh hasil terbesar.

2.6 Metode K –fold validation

Metode validasi silang yang dikenal sebagai "K-fold validasi" membagi data menjadi k pengelompokan berukuran identik. Bias data dihilangkan menggunakan validasi K-fold. Ada k pengulangan pelatihan dan pengujian. Subset S1 dalam percobaan pertama dianggap sebagai data uji sedangkan subset lainnya ditangani sebagai data pelatihan; sama, dalam percobaan kedua, subset S1, S3,...,Sk diperlakukan sebagai data pelatihan sedangkan subset S2 diperlakukan sebagai data uji [15].

Pada pengujian ini nilai k yang digunakan bervariasi, yaitu nilai $k=2$, $k=5$, $k=7$, $k=9$. pengujian nilai k dilakukan pada masing masing fold yaitu dengan 5 fold dimana setiap fold digunakan 736 data sebagai data uji dan 184 data sebagai data latih. setelah didapatkan hasil dari proses tersebut dari setiap fold maka dapat dibentuk menjadi table confusion matrix dimana table tersebut dapat diketahui jumlah data yang teridentifikasi benar untuk selanjutnya di hitung akurasi yang dihasilkan. Nilai pengujian nilai k dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian Pengaruh Nilai K

Nilai K	Data Latih	Data Uji	5-Fold	Akurasi
	736	184		
2				
5				
7				
8				
9				

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan dengan menggunakan K-Fold validation, dimana hasil setiap fold akan dibentuk table confusion matrix dan parameter nilai k yaitu K = 2,4,5,7,8,9.

3.1 Pengujian Confusion Matrix

Confusion matrix adalah pengujian yang bertujuan untuk mengetahui berapa besar data yang benar dan data yang diprediksi, dimana terdapat nilai prediksi dan nilai actual. Confusion matrix terdapat beberapa parameter yaitu True Positif, False Positif, False Negatif dan True Negatif, pertama True Positif yaitu kelas positif yang diidentifikasi benar, False Positif yaitu kelas positif yang diidentifikasi salah, False Negatif yaitu kelas negatif yang diidentifikasi salah dan True Negatif yaitu kelas negatif yang diidentifikasi salah, dalam penelitian ini hasil *confusion matrix* dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Confusion Matrix Fold 1

Predicted Label	True Label		
		1	0
	1	3	6
0	0	175	
Akurasi			0,96

Pada tabel 2 merupakan hasil *confusion matrix*, kelas untuk positif yaitu paru paru tidak normal dan negative yaitu paru paru normal. Dimana untuk 3 data teridentifikasi normal dengan kelas actual normal, selanjutnya terdapat 175 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual tidak normal, selanjutnya terdapat 0 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual normal dan terdapat 6 data teridentifikasi normal dengan kelas actual tidak normal.

Tabel 3. Confusion Matrix Fold 2

Predicted Label	True Label		
		1	0
	1	1	4
0	1	178	
Akurasi			0,97

Pada tabel 3 merupakan hasil *confusion matrix*, kelas untuk positif yaitu paru paru tidak normal dan negative yaitu paru paru normal. Dimana untuk 1 data teridentifikasi normal dengan kelas actual normal, selanjutnya terdapat 178 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual tidak normal, selanjutnya terdapat 1 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual normal dan terdapat 4 data teridentifikasi normal dengan kelas actual tidak normal.

Tabel 4. *Confusion Matrix Fold 3*

Predicted Label	True Label		
		1	0
	1	1	8
0	2	173	
Akurasi		0,94	

Pada tabel 4 merupakan hasil *confusion matrix*, kelas untuk positif yaitu paru paru tidak normal dan negative yaitu paru paru normal. Dimana untuk 1 data teridentifikasi normal dengan kelas actual normal, selanjutnya terdapat 173 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual tidak normal, selanjutnya terdapat 2 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual normal dan terdapat 8 data teridentifikasi normal dengan kelas actual tidak normal.

Tabel 5. *Confusion Matrix Fold 4*

Predicted Label	True Label		
		1	0
	1	3	4
0	0	177	
Akurasi		0,98	

Pada tabel 5 merupakan hasil *confusion matrix*, kelas untuk positif yaitu paru paru tidak normal dan negative yaitu paru paru normal. Dimana untuk 3 data teridentifikasi normal dengan kelas actual normal, selanjutnya terdapat 177 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual tidak normal, selanjutnya terdapat 0 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual normal dan terdapat 4 data teridentifikasi normal dengan kelas actual tidak normal.

Tabel 6. *Confusion Matrix Fold 5*

Predicted Label	True Label		
		1	0
	1	0	5
0	3	176	
Akurasi		0,95	

Pada tabel 6 merupakan hasil *confusion matrix*, kelas untuk positif yaitu paru paru tidak normal dan negative yaitu paru paru normal. Dimana untuk 0 data teridentifikasi normal dengan kelas actual normal, selanjutnya terdapat 176 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual tidak normal, selanjutnya terdapat 3 data teridentifikasi tidak normal dengan kelas actual normal dan terdapat 5 data teridentifikasi normal dengan kelas actual tidak normal.

3.2 Pengujian Akurasi

Dalam penelitian ini, hasil akurasi setiap fold terdapat nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* yang dihasilkan untuk hasil nilai *precision*, *recall* dan *f1-score* untuk setiap *fold* dapat dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil akurasi *Fold 1*

	Precision	recall	f1-score	support
normal	1	0.3	0.5	9
tidak normal	0.97	1	0.98	175
accuracy			0.97	184
macro avg	0.98	0.67	0.74	184
weighted avg	0.97	0.97	0.96	184

Pada tabel 7 merupakan hasil akurasi dalam mendiagnosa kondisi paru –paru menggunakan MFCC dan M-KNN pada *Fold1*, maka didapatkan *Precision*, *Recall*, *f1-Score* untuk *support* pada kelas normal dan tidak normal dan dapat disimpulkan untuk nilai terbesar *Precision* untuk kelas normal sebesar 100%, nilai terbesar *Recall* untuk kelas tidak normal sebesar 100% dan nilai terbesar *f1-score* untuk kelas

tidak normal sebesar 98%.

Tabel 8. Hasil akurasi *Fold 2*

	Precision	recall	f1-score	Support
Normal	0.5	0.2	0.29	5
tidak normal	0.98	0.99	0.99	179
Accuracy			0.97	184
macro avg	0.74	0.6	0.64	184
weighted avg	0.97	0.97	0.97	184

Pada tabel 8 merupakan hasil akurasi dalam mendiagnosa kondisi paru –paru menggunakan MFCC dan M-KNN pada *Fold2* ,maka didapatkan *Precision,Recall,f1-Score* untuk *support* pada kelas normal dan tidak normal dan dapat disimpulkan untuk nilai terbesar *Precision* untuk kelas tidak normal sebesar 98% , nilai terbesar *Recall* untuk kelas tidak normal sebesar 99% dan nilai terbesar *f1-score* untuk kelas tidak normal sebesar 99%.

Tabel 9. Hasil akurasi *Fold 3*

	Precision	recall	f1-score	Support
Normal	1	0.11	0.2	9
tidak normal	0.96	1	0.98	175
Accuracy			0.96	184
macro avg	0.98	0.56	0.59	184
weighted avg	0.96	0.94	0.94	184

Pada tabel 9 merupakan hasil akurasi dalam mendiagnosa kondisi paru –paru menggunakan MFCC dan M-KNN pada *Fold3*, maka didapatkan *Precision, Recall, f1-Score* untuk *support* pada kelas normal dan tidak normal dan dapat disimpulkan untuk nilai terbesar *Precision* untuk kelas normal sebesar 100%, nilai terbesar *Recall* untuk kelas tidak normal sebesar 100% dan nilai terbesar *f1-score* untuk kelas tidak normal sebesar 98%.

Tabel 10. Hasil akurasi *Fold 4*

	Precision	recall	f1-score	Support
Normal	1	0.14	0.25	7
tidak normal	0.97	1	0.98	177
Accuracy			0.97	184
macro avg	0.98	0.57	0.62	184
weighted avg	0.97	0.97	0.96	184

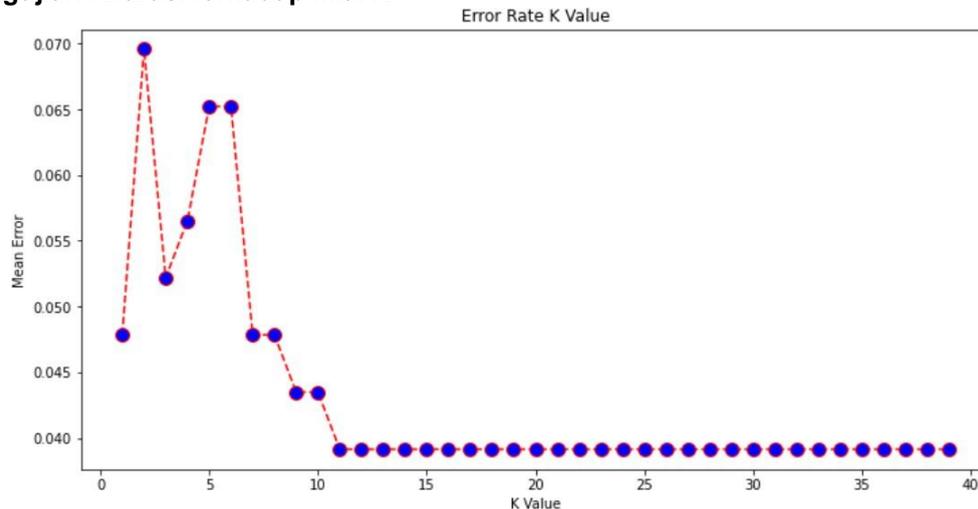
Pada tabel 10 merupakan hasil akurasi dalam mendiagnosa kondisi paru –paru menggunakan MFCC dan M-KNN pada *Fold4*, maka didapatkan *Precision, Recall, f1-Score* untuk *support* pada kelas normal dan tidak normal dan dapat disimpulkan untuk nilai terbesar *Precision* untuk kelas normal sebesar 100%, nilai terbesar *Recall* untuk kelas tidak normal sebesar 100% dan nilai terbesar *f1-score* untuk kelas tidak normal sebesar 98%.

Tabel 11. Hasil akurasi *Fold 5*

	Precision	recall	f1-score	support
Normal	0	0	0	5
tidak normal	0.97	0.99	0.98	179
Accuracy			0.96	184
macro avg	0.49	0.49	0.49	184
weighted avg	0.95	0.96	0.95	184

Pada tabel 11 merupakan hasil akurasi dalam mendiagnosa kondisi paru –paru menggunakan MFCC dan M-KNN pada *Fold5*, maka didapatkan *Precision*, *Recall*, *f1-Score* untuk *support* pada kelas normal dan tidak normal dan dapat disimpulkan untuk nilai terbesar *Precision* untuk kelas tidak normal sebesar 97%, nilai terbesar *Recall* untuk kelas tidak normal sebesar 99% dan nilai terbesar *f1-score* untuk kelas tidak normal sebesar 98%.

3.3 Pengujian Akurasi terhadap nilai K



Gambar 4. Error Rate K-Value

Pada gambar 4 dapat terlihat bahwa nilai $k=2,4,5,7,8,9$ sangat berpengaruh terhadap *error* yang dihasilkan dimana semakin curam menuju titik nol menandakan bahwa semakin besar nilai k maka semakin besar juga *error*nya. Tampilan akurasi menjelaskan mengenai bagaimana sistem dapat melakukan uji penentuan jenis kondisi paru paru. Dalam penelitian peneliti menggunakan Uji *k-fold* dalam mengetahui bagaimana tingkat akurasi yang di dapat pada sistem yang telah di buat dan menentukan apakah sistem dapat berkeja dengan baik atau masih perlu dilakukan evaluasi. Dimana k terbaik didapat $k=10$.

4. Kesimpulan

Sistem prediksi suara paru paru menggunakan MFCC dan *modified K- Nearest Neighbour* dalam melakukan proses prediksi keadaan paru paru menggunakan audio sebagai media melakukan prediksi dapat dilakukan dengan baik melalui beberapa proses iterasi dan proses normalisasi.

Akurasi sistem prediksi paru paru menggunakan MFCC dan *Modified K-Nearest Neighbor* dapat dikatakan baik yang dimana diperoleh hasil akurasi tertinggi pada *Fold 4* yaitu 0.98 atau 98% dengan *precision* 1, *recall* 0.14, *f1-score* 0.25 untuk normal dan *precision* 0.97, *recall* 1, *f1-score* 0.98 untuk tidak normal sebesar 97,83 % dengan menggunakan metode uji dan data latih yang telah disediakan.

Referensi

- [1] Forum of International Respiratory Societies (FIRS) .The Year of Lung. Available from : <http://www.2010yearofthelung>, 2010.
- [2] D. Emmanouilidou, K. Patil, J. West J, dan M. Elhilali, “A Multiresolution Analysis for Detection Abnormal Lung Sounds”, Conference Proceedings IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 3139-3142, 2012.
- [3] M. Z. Ramadhan, “Perancangan Sistem Instrumentasi untuk Identifikasi dan Analisis Suara Paru-Paru Menggunakan DSP TMS320C6416T”. Skripsi UNIVERSITAS INDONESIA, 2012.
- [4] F. Syafria, A. Buono, dan B. P. Silalahi, “Pengenalan Suara Paru-Paru dengan MFCC sebagai Ekstraksi Ciri dan Backpropagation sebagai Classifier, vol. 3, no.1, pp. 28-37, 2014.
- [5] M. G. Ahkam, “Aplikasi Pemeriksaan Paru-Paru Dengan Metode Auskultasi Berbasis Android”. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika UNIVERSITAS UIN ALAUDDIN MAKASAR. Diterbitkan, 2018.
- [6] I. S. Permana, Y. I. Nurhasanah, dan A. Zulkarnain, “Implementasi Metode MFCC dan DTW Untuk Pengenalan Jenis Suara Pria dan Wanita”, MIND Journal, vol. 3, no. 1, pp. 49-63, 2018.
- [7] Y. Indrawaty, I. A. Dewi, dan R. Lukman, “Ekstraksi Ciri Pelafalan Huruf Hijaiyyah Denagn Metode Mel-Frequency Cepstral Coefficients, “MIND Journal, vol. 4, no. 1, 2019.

- [8] T. Nasution, "Metoda Mel Frequency Cepstrum Coefficient (MFCC) untuk Mengenali Ucapan pada Bahasa Indonesia", *Jurnal Sains dan Teknologi Informasi*, vol.1,no.1, 2012.
- [9] Y. I. Nurhasanah, M. M. Barmawi, "APLIKASI PENDETEKSI EMOSI MANUSIA MENGGUNAKAN METODE MFCC DAN DTW", *Seminar Nasional. Teknologi. Informatika*, 2016.
- [10] E. S. Aritonang, "IDENTIFIKASI SUARA MORSE MENGGUNAKAN ALGORITMA MEL FREQUENCY CEPSTRUM COEFFICIENT -HIDDEN MARKOV MODEL (MFCC-HMM)". Skripsi. Jurusan Teknologi Informasi Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UNIVERSITAS SUMATRA UTARA. MEDAN. Diterbitkan, 2019.
- [11] R. S. Chavan dan G. S. Sable, "An Overview of Speech Recognition Using HMM," *International Journal of Computer and Mobile Computing*, vol. 2, no. 6, pp. 233–238, 2013.
- [12] Y. AFRILLIA, "MODIFIKASI MEL-FREQUENSY CEPTRAL COEFFICIENT (MFCC) PADA SISTEM PENGHAFALAN AL-QUR'AN DALAM PENGENALAN POLA NAGHAM". TESIS. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi UNIVERSITAS SUMATRA UTARA. Medan. Diterbitkan, 2018.
- [13] D. Putra dan A. Resmawan, "Vertifikasi Biometrika Suara Menggunakan Metode MFCC Dan DTW", *LONTAR KOMPUTER*, vol. 2, no.1, 2011.
- [14] F. Wafiyah, "Implementasi Algoritma Modified K-Nearest Neighbor (MKNN) Untuk Klasifikasi Penyakit Demam". Skripsi. Jurusan Teknik Informatika UNIVERSITAS BRAWIJAYA. MALANG. Diterbitkan, 2017.
- [15] M. Brammer, "Principles of Data Mining". Springer-Verlag. London, 2007.

This page is intentionally left blank.

Prediksi Kualitas Udara Suspended Particulate Matter dengan Algoritma Backpropagation

I Gede Alanda Indra Kusuma^{a1}, Made Agung Raharja^{a2}, Cokorda Rai Adi Pramatha^{a3},
Ida Bagus Made Mahendra^{a4}, I Ketut Gede Suhartana^{a5}, I Dewa Made Bayu Atmaja
Darmawan^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
UdayanaBadung, Bali, Indonesia

¹alanda.indrakusuma99@gmail.com

²made.agung@unud.ac.id

³cokorda@unud.ac.id

⁴ibm.mahendra@unud.ac.id

⁵ikg.suhartana@unud.ac.id

⁶dewabayu@unud.ac.id

Abstrak

Suspended Particulate Matter (SPM) is particulate dust emitted from several activities such as transportation and industrial factory areas, one of which is PM10. Currently particulates as one of the causes of air pollution are quite a concern in various countries which have an impact on human health. suspended particulate matter stays in the air and does not easily settle and float in the air, on average around 50% - 60% of the suspended particles are 10µm or PM10 in diameter dust so it is very easy to inhale and enter the lungs. So that this research was appointed to predict the concentration of suspended particulate matter using the Backpropagation Algorithm. In this study, three artificial neural network models were built, each of which has a different level of accuracy, the Backpropagation network architecture that produces the highest accuracy value is by using a network scheme of 3 input layers, 20 hidden layers and 1 output layer with a learning rate. 0.8, the target error is 0.001 and the number of epochs is 10,000, the predicted results of the suspended particulate matter concentration obtained using this model can be said to be good because it produces an MSE value of 0.037 with an accuracy rate of 95.526 %.

Kata Kunci: *Suspended Particulate Matter, Air Quality, Artificial Neural Network, Backpropagation*

1. Pendahuluan

Meningkatnya aktivitas individu terutama pada sektor perkotaan merupakan faktor utama penyebab menurunnya kualitas udara. Berpedoman pada Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) unsur pencemaran udara berupa unsur *particulate* (PM10), unsur karbondioksida (CO₂), unsur sulfur dioksida (SO₂), unsur nitrogen dioksida (NO₂) dan yang terakhir unsur (O₃), namun dari beberapa unsur yang di sebutkan sebelumnya unsur karbonmonoksida (CO) merupakan polutan yang paling berbahaya, namun toksisitasnya paling rendah (Ratnani, 2008). Kini dalam menanggulangi dan pengendalian pencemaran udara instansi terkait seperti BMKG telah melakukan pemantauan atau mengukur tingkat kualitas udara di masing – masing daerah, salah satu sumber polutan yang paling utama adalah *Suspended Particulate Matter* (SPM) [1].

Suspended Particulate Matter adalah salah satu unsur partikel pencemar udara yang memiliki diameter mulai rentang <1 mikrometer hingga 100 mikrometer [2]. Unsur ini terbentuk dari berbagai sumber, baik secara alami maupun diakibatkan oleh aktivitas manusia, contohnya transportasi, pembakaran, sektor industri, ekstraksi mineral dan konstruksi. SPM memiliki nilai baku yang telah diatur dalam PP No.41 Tahun 1999 dengan nilai ambang batas sebesar 230 µg/m³. Dimana kadar SPM memiliki dampak yang cukup serius terhadap kesehatan manusia salah satunya ialah penyakit asma.

Solusi antisipasi untuk menanggulangi kualitas udara yang buruk yang dapat berdampak langsung terhadap kesehatan manusia yaitu dengan memprediksi kualitas udara yang akan datang. Algoritma backpropagation (perambatan balik) adalah salah satu jenis algoritma dari jaringan syaraf tiruan dan algoritma ini memiliki kelebihan pada prediksi non-linear, kemudian mempunyai performance yang sangat baik di parallel processing dan kemampuan untuk mentoleransi kesalahan. Hal ini dimungkinkan karena metode Backpropagation merupakan salah satu jenis metode pelatihan jaringan syaraf tiruan dengan supervise. Pada sebuah arsitektur jaringan yang dibangun terdapat pola yang terdiri atas pola masukan dan pola keluaran yang diinginkan. Ketika suatu pola yang diberikan

kepada jaringan, bobot – bobot yang dibangun secara acak sebelumnya diubah untuk memperkecil perbedaan pola keluaran dan pola yang diinginkan. Pada tahap pelatihan ini dapat dilakukan berulang kali sehingga semua pola yang dikeluarkan oleh arsitektur jaringan dapat memenuhi pola yang diinginkan.

Kota Jember merupakan kota yang memiliki kawasan yang memiliki lalu lintas yang cukup padat terutama angkutan berat dan angkutan domestik, karena kota Jember merupakan jalur penghubung utama dari segala aktivitas antar kota maupun antar pulau. Kota Jember juga merupakan kawasan industri yang diarahkan berupa kawasan khusus berbasis sumber daya perikanan dan kegiatan industri lainnya. Tentunya seluruh kegiatan ini menghasilkan polutan yang berbahaya bagi kesehatan, sehingga hal ini tentu harus mendapat perhatian agar dapat meminimalisir kualitas udara yang buruk. Berdasarkan latar permasalahan tersebut, pada penelitian ini menerapkan Algoritma Backpropagation dalam memprediksi kualitas *Suspended Particulate Matter* (SPM) yang terkandung dalam udara yang diharapkan mampu memberikan informasi sejak dini sehingga dapat mengantisipasi dari pada pencemaran udara yang disebabkan oleh partikel debu.

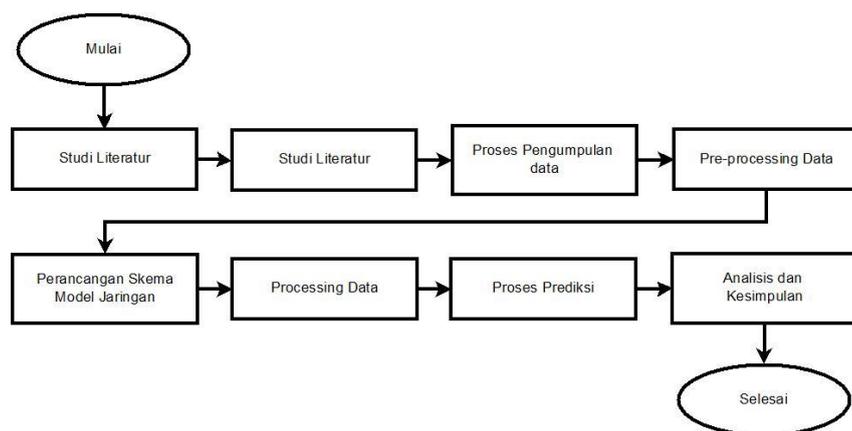
Pada penelitian ini menggunakan dua data parameter yaitu data konsentrasi suspended particulate matter, data curah hujan dan data intensitas matahari. Parameter curah hujan dan intensitas matahari ini merupakan faktor meteorologis yang akan membawa pengaruh besar dalam penyebaran dan difusi pencemaran udara yang diemiskan.

Dalam penelitian ini langkah pertama yaitu data yang bersumber dari BMKG Klimatologi Jember berupa data suspended particulate matter akan di normalisasi dengan aktivasi sigmoid biner dengan nilai yang yang dihasilkan adalah 0 - 1 setelah itu data tersebut akan masuk ke tahap pelatihan dan pengujian dengan metode backpropagation dimana output yang dihasilkan berupa informasi prediksi konsentrasi *suspended particulate matter* pada satu bulan berikutnya dengan parameter yang telah ditentukan pada algoritma backpropagation yaitu nilai *epoch*, *learning rate* dan *error goals* yang kemudian dipilih akurasi yang terbaik dengan melihat error pada rata-rata keluaran pada tiap pelatihan yang kemudian dipilih untuk melakukan peramalan pada satu bulan berikutnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Desain Alur Penelitian

Skenario atau langkah penelitian yang dilakukan pada penelitian ini terdapat beberapa langkah yaitu diawali dengan rumusan masalah, studi literatur, pengumpulan data, *pre-processing* data, perancangan skema model Arsitektur Jaringan Syaraf Tiruan, *processing* data, melakukan prediksi terhadap konsentrasi *Suspended Particulate Matter*, dan terakhir melakukan analisis kesimpulan akurasi yang di hasilkan dalam memprediksi Suspended Particulate Matter dengan Algoritma Backpropagation. adapun gambaran skenario penelitian dapat pada lihat gambar 1:



Gambar 1. Diagram Desain Alur Penelitian

2.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini bersifat kuantitatif karena data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data hasil pengamatan yang dilakukan oleh Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Stasiun

Klimatologi Jembrana. Adapun variabel yang digunakan ialah variabel parameter arah angin, curah hujan, intensitas matahari sebagai variabel independent dan konsentrasi *suspended particulate matter* sebagai variabel dependent. Antara kedua variabel ini memiliki keterkaitan yaitu pengaruh dalam penyebaran dan difusi pencemaran udara, dimana variable parameter dapat dilihat pada table 1.

Tabel 1. Variabel Parameter

<i>arah_angin</i> (input)	<i>curah_hujan</i> (input)	<i>intensitas_matahari</i> (input)	<i>konsentrasi_spm</i> (target_output)
x_1	x_2	x_3	y

Data yang di gunakan berupa data rata – rata bulanan dari unsur parameter arah angin, curah hujan, intensitas matahari dan konsentrasi Suspended Particulate Matter dari tahun 2017 hingga tahun 2021, yang berjumlah 60 data dari masing - masing paramter dan dalam bentuk format file .xls*. untuk data parameter arah angin dapat dilihat pada table 2.

Tabel 2. Data Parmeter Arah Angin

Data Arah Angin Tahun 2017											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
C	C	C	C	C	C	SE	SE	SE	SE	C	C

Sedangkan untuk data parameter intensitas penyinaran matahari dapat dilihat pada table 3.

Tabel 3. Data Parmeter Intensitas Penyinaran Matahari

Data Intensitas Penyinaran Matahari Tahun 2017 *(%)											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
49	58	58	69	69	70	60	76	74	69	46	44

Sedangkan untuk data parameter curah hujan dapat dilihat pada table 4.

Tabel 4. Data Parmeter Curah Hujan

Data Curah Hujan Tahun 2017 *(mm)											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
369	209	200	69	230	223	97	61	49	287	557	486

Sedangkan untuk data parameter Konsentrasi SPM dapat dilihat pada table 5.

Tabel 5. Data Parmeter Konsentrasi SPM

Data Konsentrasi SPM Tahun 2017 *($\mu\text{g}/\text{m}^3$)											
Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des
65	59	54	63	83	111	132	152	127	64	113	62

2.3. Data Cleaning

Pada penelitian ini ditahap pre-processing, dilakukan *data cleaning* atau pembersihan data yaitu melakukan perubahan tipe data pada variabel yang bertujuan untuk menghasilkan data yang berkualitas dan dapat mempermudah proses pada tahap korelasi data dan *processing* data. Pada tahap pre-processing data cleaning ini dilakukan perubahan tipe data pada variabel yakni unsur parameter arah angin yang sebelumnya bertipe data string akan dirubah ke data bertipe integer, ini di karena pada tahap *processing* algoritma backpropagation diharuskan data masukan berupa data bernilai numerik.

2.4. Feature Selection

Feature selection adalah sebuah proses yang dengan bertujuan untuk memilih data yang relevan atau data yang memiliki pengaruh besar terhadap nilai prediksi, dengan cara menghapus fitur yang tidak relevan sehingga dapat menugkatkan tingkat efisiensi data dan tingkat akurasi yang dihasilkan. Dalam

penelitian ini *feature selection* yang digunakan adalah metode *filter feature selection* yaitu *pearson correlation* dalam menentukan variabel apa saja yang paling relevan dengan variabel target di penelitian ini. *Pearson correlation* adalah korelasi yang sederhana yang menyertakan variabel independent dan variabel dependent [3]. Berikut dapat diketahui besaran nilai dari *pearson correlation* melalui fungsi persamaan dibawah :

$$r_{xy} = \frac{n \sum xy - (\sum x) (\sum y)}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}} \quad (1)$$

Keterangan :

- r_{xy} = Koefisien *r pearson correlation*
- n = Jumlah sampel
- x = Variabel independent
- y = Variabel dependent

Koefisien korelasi merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel – variabel. Nilai koefisien korelasi memiliki rentang nilai antara negatif 1 sampai positif 1, dimana rentang kriteria person corelation dapat dilihat pada table 6.

Tabel 6. Rentang Kriteria *Pearson Correlation*

No.	Nilai r	Interpretasi
1	0.00 – 0.199	Sangat Rendah
2	0.20 – 0.399	Rendah
3	0.40 – 0.599	Sedang
4	0.60 – 0.799	Kuat
5	0.80 – 1.00	Sangat Kuat

2.5. Akuisisi Data

Pada tahap ini, proses melakukan prediksi menggunakan algoritma backpropagation pada penelitian ini dilakukan pembagian data menjadi dua bagian yaitu data training dan data testing. Data yang digunakan sebanyak 60 data parameter rata – rata bulanan yang nantinya akan dibagi dua. Persentase pembagian data yaitu sebanyak 80% data training berbanding 20% data testing.

2.6. Normalisasi Data

Pemilihan Setelah proses pembagian data di lakukan pada proses pelatihan dan proses pengujian data tidak dapat langsung digunakan akan tetapi data tersebut belum bisa di gunakan langsung, dimana data – data tersebut harus di normalisasi terlebih dahulu agar tidak mengalami kegagalan dalam penelitian ini dalam normalisasi digunakan fungsi aktivasi sigmoid biner dimana nilai yang dihasilkan pada rentang 0-1.

2.7. Jaringan Syaraf Tiruan

Metode Jaringan Syaraf Tiruan adalah sebuah algoritma komputasi yang memiliki kesamaan dengan jaringan syaraf biologi [4]. Umumnya jaringan syaraf tiruan ini memiliki tiga buah *layer* yaitu *Layer Input*, *Layer Output* dan *Layer Hidden*. Backpropagation merupakan salah satu model dalam metode jaringan syaraf tiruan. Algoritma ini terdapat eror yang dihasilkan dari perambatan maju menggunakan fungsi turunan aktivasi pada nilai bobotnya, dimana akan mengaktifkan neuron neuron tersebut dan terdapat fase mundur untuk mendapatkan nilai bobot dari eror output. Lalu eror output ini digunakan untuk mendapatkan nilai bobot kearah mundur, ini berfungsi untuk mengecilkan kemungkinan terjadinya *error* [5].

Berikut ini merupakan langkah - langkah dari pelatihan Algoritma Backpropagation:

Langkah 0 : tetapkan nilai awal pada bobot dengan nilai acak yang cukup kecil.
 Tetapkan : nilai *max Epoch*, *error target*, dan *Learning Rate*.
 : Epoch = 0, MSE = 1

Tahap 1 : lakukan tahap - tahap berikut jika berada pada kondisi
 Epoch < Maksimum Epoch dan MSE > Target Error:

Epoch = Epoch = Epoch+ 1
Tahap 2 : melakukan pembelajaran pada setiap pasangan elemen, aksi yang dilakuakn sebagai berikut:

Fase 1 : Feed Forward

Tahap 3 : Pada setiap unit inputan xi, dengan (l = 1,2,3) akan meneruskan sinyal ini pada setiap unit tersembunyi.

Tahap 4 : Setiap nilai hasil lapisan tersembunyi akan ditambahkan nilai input bobot:

$$Z_fnk = b1_j + \sum_{i=1}^p Xi Vjk \quad (2)$$

Untuk mengukur nilai sinyal output digunakan fungsi aktivasi:

$$Zj = f(Z_in_j) \quad (3)$$

Lalu akan mengirimkan sinyal tersebut ke setiap lapisan output.

Tahap 5 : Lalu akan menjumlahkan lapisan input pada setiap node output Yk dengan (k=1,2..m) :

$$Y_ink = b2_k + \sum_{i=1}^p Zi Wjk \quad (4)$$

Untuk mengukur nilai sinyal output digunakan fungsi aktivasi:

$$Y_k = f(Y_ink) \quad (5)$$

Dan akan mengirimkan sinyal tersebut ke setiap unit lapisan output.

Fase 2 : Backpropagation

Tahap 6 : Akan mengukur eror yang berasal dari pola fase pelatihan yang telah diterima dari unit output yk dengan k = (1,2,3):

$$\delta = (t_k - Y_k) f'(Y_ink) \quad (6)$$

$$\varphi 2_{jk} = \delta_k Z_j$$

$$\beta 2_k = \delta_k$$

Lalu mengukur perubahan bobot dalam memperbaiki nilai:

$$\Delta W_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk} \quad (7)$$

Dan mengukur kembali perubahan bias dalam memperbaiki nilai:

$$\Delta W_{jk} = \alpha \varphi 2_{jk} \quad (8)$$

Tahap 7 : Pada bagian lapisan tersembunyi zj dengan j = (1,2,3) akan dijumlahkan dengan selisih input atau (delta) dengan lapisan atas:

$$\delta in_j = \sum_{k=1}^m v2k Wjk \quad (9)$$

Mengalikan keluaran nilai ini dengan fungsi aktivasi yaitu turunannya untuk mengukur informasi error:

$$\delta 1_j = \delta_in_j f'(Z_in_j) \quad (10)$$

$$\varphi 1_{ij} = \delta 1_j X_j$$

$$\beta 1_j = \delta 1_j$$

lalu menghitung perubahan nilai bobot yang untuk memperbaiki nilai:

$$\Delta W_{jk} = \alpha \varphi 1_{ij} \quad (11)$$

Dan menghitung kembali perubahan nilai bias untuk memperbaiki nilai:

$$\Delta b 1_j = \alpha \beta 1_j \quad (12)$$

Tahap 8 : Akan memperbaiki nilai bobot (j=0,1,2...p) pada setiap node output Yk (k=1,2,...,m):

$$W_{jk}(\text{baru}) = W_{jk}(\text{lama}) + \Delta W_{jk} \quad (13)$$

$$b2_k(\text{baru}) = b2_k(\text{lama}) + \Delta b2_k$$

melakukan memperbarui nilai bias dan bobot (i=0,1,2,...,n) untuk setiap node tersembunyi Zj (j=1,2,...,p) :

$$V_{ij}(\text{baru}) = V_{ij}(\text{lama}) + \Delta V_{ij} \quad (14)$$

$$b1_j(\text{baru}) = b1_j(\text{lama}) + \Delta b1_j$$

Tahap 9 : Terakhir, hitung nilai Mean Squared Error (MSE)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengujian dan Evaluasi

Pada tahap *training* dan *testing* dilakukan berdasarkan langkah – langkah Algoritma Backpropagation yang telah dijelaskan sebelumnya dari membangun skema model arsitektur jaringan hingga menetapkan nilai parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu nilai learning rate sebesar 0.05, target error sebesar 0.01 dan jumlah epoch sebesar 10.000 iterasi. Pertama dilakukan pengujian

terhadap skema model arsitektur jaringan yang ke-1 yaitu pada input layer menggunakan 2 neuron karena terdapat 2 variabel x yaitu unsur variabel arah angin dan intensitas matahari, kemudian pada hidden layer menggunakan 10 neuron dan pada output layer terdapat 1 neuron yang mana merupakan unsur konsentrasi suspended particulate matter yang sebagai variabel y , selanjutnya dilakukan pengujian pada skema model arsitektur jaringan ke-2 menggunakan 2 neuron input layer dengan 15 neuron hidden layer dan 1 neuron output layer, kemudian yang terakhir dilakukan pengujian terhadap pada skema model arsitektur jaringan ke-3 menggunakan 2 neuron input layer dengan 20 neuron hidden layer dan 1 neuron output layer. Output hasil pengujian berupa perbandingan data prediksi terhadap data aktual yang menghasilkan nilai persentase error (Mean Square Error) dan persentase akurasi.

3.1.1 Model JST dengan 10 Neuron Hidden Layer

Pada skema model ke-1 ini dilakukan proses *training* dan *testing* dengan menggunakan beberapa kombinasi nilai parameter yang telah ditetapkan sebelumnya. Pada proses *training* dengan skema model ini memperoleh nilai bobot v dan w baru dengan MSE training sebesar 0.218. dimana bobot (v) terlatih model ke-1 pada proses *testing* dapat dilihat pada table 7.

Tabel 7. Bobot v terlatih model ke-1

i/j	1	2	3	4	5
1	1.1	0.71	1.62	0.07	3.21
2	0.38	0.6	0.04	0.93	0.5
3	0.3	0.56	0.48	0.24	0.48
4	1.1	0.71	1.62	0.07	3.21
i/j	6	7	8	9	10
1	-6.8	2.29	0.58	0.18	2.6
2	0.61	0.13	0.07	0.96	0.84
3	0.89	0.07	0.6	0.34	0.39
4	-6.8	2.29	0.58	0.18	2.6

Sedangkan untuk bobot (w) terlatih model ke-1 dapat dilihat pada table 8.

Tabel 8. Bobot w terlatih model ke-1

j/k	1
1	-3.25
2	0.36
3	0.61
4	-1.63
5	4.58
6	-0.31
7	0.82
8	-1.47
9	-1.32
10	2.81
11	1.45

Dalam menyajikan data hasil prediksi terhadap data aktual yang mana pada proses *testing* dengan skema model ke-1 ini memperoleh nilai MSE sebesar 0.050 dan rata – rata akurasi sebesar 93.908% untuk hasil pengujian model ke-1 dapat dilihat pada table 9.

Tabel 9. Hasil Pengujian Model ke-1

No.	Data Hasil Prediksi	Output Sebenarnya	Error	Akurasi
1	93.0	96	3.0	96.88
2	94.0	90	4.0	95.74
3	93.0	94	1.0	98.94
4	95.0	90	5.0	94.74
5	73.0	80	7.0	91.25
6	71.0	67	4.0	94.37
7	71.0	70	1.0	98.59
8	68.0	76	8.0	89.47
9	68.0	62	6.0	91.18
10	68.0	80	12.0	85.0
11	93.0	89	4.0	95.7
12	94.0	100	6.0	94.0
13	94.0	102	8.0	92.16
14	92.0	108	16.0	85.19
15	71.0	80	9.0	88.75
16	71.0	76	5.0	93.42
17	71.0	71	0.0	100.0
18	70.0	69	1.0	98.57
19	70.0	70	0.0	100.0
20	69.0	65	4.0	94.2
Rata – Rata Akurasi				93.908 %

3.1.2 Model JST dengan 15 Neuron Hidden Layer

Selanjutnya skema model ke-2 ini dilakukan proses *training* dan *testing* dengan menggunakan beberapa kombinasi nilai parameter yang telah ditetapkan sebelumnya seperti pada model ke-1. Pada proses *training* dengan skema model ini memperoleh nilai bobot v dan w baru dengan MSE training sebesar 0.222. untuk bobot (v) terlatih model ke 2 dapat dilihat pada table 10.

Tabel 10. Bobot v terlatih model ke-2

i/j	1	2	3	4	5
1	2.33	0.24	1.86	2.79	0.74
2	0.99	0.59	0.66	0.39	0.45
3	0.08	0.42	0.4	0.85	0.18
4	2.33	0.24	1.86	2.79	0.74
i/j	6	7	8	9	10
1	2.37	2.27	1.18	3.1	-1.35
2	0.71	0.51	0.8	0.61	0.29
3	0.11	0.81	0.63	0.14	0.98
4	2.37	2.27	1.18	3.1	-1.35
i/j	11	12	13	14	15
1	1.52	-5.11	2.04	-1.08	1
2	0.4	0.44	0.54	0.26	0.52
3	0.62	0.59	0.91	0.61	0.12
4	1.52	-5.11	2.04	-1.08	1

Sedangkan untuk bobot (w) terlatih model ke-2 dapat dilihat pada table 11.

Tabel 11. Bobot w terlatih model ke-2

j/k	1
1	-7.37
2	-0.2
3	1.42
4	3.51
5	-2.09
6	1.95
7	1.77
8	-0.73
9	3.78
10	-1.97
11	0.62
12	-0.35
13	1.96
14	-0.9
15	0.39
16	2.63

Dalam menyajikan data hasil prediksi terhadap data aktual yang mana pada proses *testing* dengan skema model ke-2 memperoleh nilai MSE sebesar 0.054 dan rata – rata akurasi sebesar 93.146%. Untuk hasil pengujian model ke-2 dapat dilihat pada table 12.

Tabel 12. Hasil Pengujian Model Ke-2

No.	Data Hasil Prediksi	Output Sebenarnya	Error	Akurasi
1	88.0	96	8.0	91.67
2	91.0	90	1.0	98.9
3	87.0	94	7.0	92.55
4	91.0	90	1.0	98.9
5	76.0	80	3.0	94.03
6	65.0	67	6.0	91.78
7	73.0	70	3.0	95.89
8	66.0	76	10.0	86.84
9	66.0	62	4.0	93.94
10	66.0	80	14.0	82.5
11	88.0	89	1.0	98.88
12	89.0	100	11.0	89.0
13	90.0	102	12.0	88.24
14	85.0	108	23.0	78.7
15	73.0	80	7.0	91.25
16	73.0	76	3.0	96.05
17	73.0	71	2.0	97.26
18	70.0	69	1.0	98.57
19	70.0	70	0.0	100.0
20	67.0	65	2.0	97.01
Rata – Rata Akurasi				93.146%

3.1.3 Model JST dengan 20 Neuron Hidden Layer

Selanjutnya skema model ke-3 dilakukan proses *training* dan *testing* dengan menggunakan kombinasi

nilai parameter yang sama seperti model sebelumnya. Pada proses *training* dengan skema model ini memperoleh nilai bobot v dan w baru dengan MSE training sebesar 0.221. Berikut Tabel 11 menyajikan kumpulan bobot v terlatih dan Tabel 12 menyajikan kumpulan bobot w terlatih. Selanjutnya bobot – bobot terlatih ini akan digunakan pada proses *testing*. untuk bobot (v) terlatih model ke-3 dapat dilihat pada table 13.

Tabel 13. Bobot v terlatih model ke-3

i/j	1	2	3	4	5
1	1.11	-6.39	-0.86	-0.66	-17.52
2	0.94	0.99	0.42	0.48	0.15
3	0.46	0.34	0.39	0.67	0.05
4	0.43	0.85	0.71	0.99	0.27
i/j	6	7	8	9	10
1	-0.69	-0.72	-13.9	-0.83	2.06
2	0.5	0.06	0.64	0.8	0.21
3	0.79	0.8	0.81	0.37	0.43
4	0.67	0.69	0.07	0.79	0.22
i/j	11	12	13	14	15
1	-22.04	-7.09	-5.19	-20.47	0.7
2	0.88	0.65	0.12	0.3	0.58
3	0.92	0.82	0.19	0.79	0.97
4	0.2	0.69	0.73	0.05	0.94
i/j	16	17	18	19	20
1	-7.54	-6.37	-21.25	-0.95	0.33
2	0.22	0.2	0.67	0.97	0.14
3	0.66	0.07	0.73	0.04	0.88
4	0.78	0.43	0.23	0.51	0.49

Sedangkan untuk bobot (w) terlatih model ke-3 dapat dilihat pada table 14.

Tabel 14. Bobot w terlatih model ke-3

j/k	1
1	-7.53
2	16.32
3	1.92
4	-5.29
5	-4.06
6	0.31
7	6.1
8	-2.97
9	7
10	-7.69
11	-4.52
12	2.49
13	1.37
14	-3.17
15	3.82

16	0.31
17	-2.11
18	0.61
19	2.13
20	9.91
21	-1.93

Dalam menyajikan data hasil prediksi terhadap data aktual yang mana pada proses testing dengan skema model ke-3 ini memperoleh nilai MSE sebesar 0.052 dan rata – rata akurasi sebesar 93.418%. untuk hasil pengujian model ke-3 dapat dilihat pada table 15.

Tabel 15. Hasil Pengujian Model Ke-3

No	Data Hasil Prediksi	Data Sebenarnya	Error	Akurasi
1	104.0	96	4.0	96.15
2	106.0	90	1.0	99.06
3	111.0	94	0.0	100.0
4	102.0	90	19.0	81.37
5	63.0	80	0.0	100.0
6	64.0	67	1.0	98.44
7	64.0	70	5.0	92.19
8	66.0	76	1.0	98.48
9	66.0	62	4.0	93.94
10	65.0	80	1.0	98.46
11	99.0	89	2.0	97.98
12	107.0	100	5.0	95.33
13	105.0	102	1.0	99.05
14	112.0	108	9.0	91.96
15	64.0	80	1.0	98.46
16	64.0	76	1.0	98.44
17	66.0	71	3.0	95.45
18	66.0	69	8.0	87.88
19	66.0	70	7.0	89.39
20	66.0	65	1.0	98.48
Rata – Rata Akurasi				93.418%

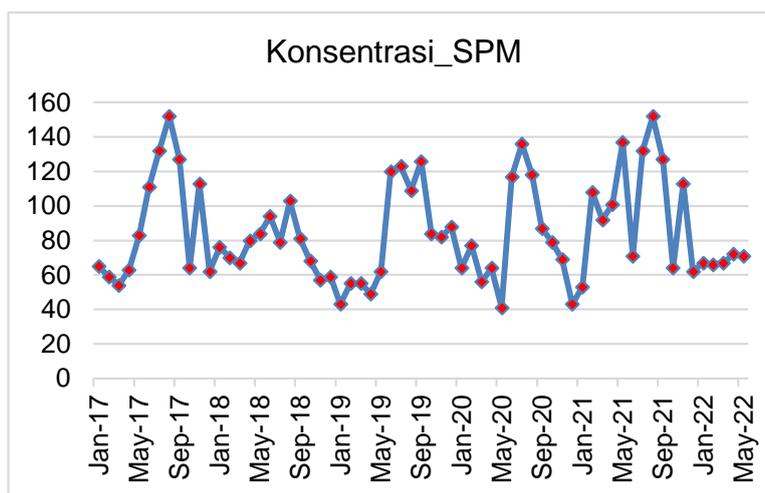
Dalam menyajikan hasil pengujian dari setiap model jaringan yang dibuat maka dapat disimpulkan bahwa hasil dari skema model jaringan ke-1 lebih optimal dari hasil skema model jaringan lainnya dapat dilanjutkan untuk melakukan tahap prediksi dengan menggunakan skema model arsitektur jaringan ke-1. untuk hasil pengujian semua model dapat dilihat pada table 16.

Tabel 16. Hasil Pengujian Semua Model

	Model JST 1	Model JST 2	Model JST 3
Input Layer	2	2	2
Hidden Layer	10	15	20
Output Layer	1	1	1
Learning Rate	0.05	0.05	0.05
Target Error	0.01	0.01	0.01
Epoch	10.000	10.000	10.000
MSE Pelatihan	0.218	0.222	0.221
MSE Pengujian	0.050	0.054	0.052
Rata – Rata Akurasi	93.908%	93.146%	93.418%

3.2. Hasil Prediksi Konsentrasi *Suspended Particulate Matter*

Pada tahap prediksi ini skema model jaringan yang akan digunakan untuk melakukan prediksi adalah model jaringan yang hasil pengujiannya paling baik, dimana pada penelitian ini skema model jaringan pertama mendapatkan hasil pengujian yang paling baik dengan MSE pengujian 0.050 dengan tingkat rata – rata akurasi sebesar 93.908%. Pada penelitian ini terakhir yaitu data ke – 60 yaitu data rata - rata pada bulan Desember pada tahun 2021, dan proses prediksi ini akan memprediksi data ke – 61 sampai seterusnya dan pada kasus ini di dapat data untuk 5 bulan kedepannya yaitu data ke -61, data ke -62, data ke -63, data ke -63, dan data ke -65. untuk grafik konsentrasi *suspended particulate matter* dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Konsentrasi *Suspended Particulate Matter*

Pada gambar 2 memperlihatkan visualisasi dari data tahun 2017 hingga tahun 2022 yang mana pada bulan januari hingga bulan mei 2022 merupakan data hasil dari prediksi dengan menggunakan skema model arsitektur ke-1.

4. Kesimpulan

Akurasi yang di hasilkan dalam memprediksi kualitas udara *suspended particulate matter* menggunakan Algoritma Backpropagation dengan menggunakan 3 skema model jaringan yaitu cukup baik. Akurasi yang di dapat pada skema model pertama yaitu sebesar 93.908 %, selanjutnya pada skema model kedua yaitu sebesar 93.146 % dan yang terakhir pada skema model ketiga yaitu sebesar 93.418 %.

Implementasi arsitektur jaringan syaraf tiruan backpropagation dalam memprediksi konsentrasi *suspended particulate matter* dengan beberapa skema model jaringan yang bervariasi dan menambahkan hidden layer cukup berpengaruh terhadap hasil prediksi. Dimana pada penelitian ini prediksi konsentrasi *suspended particulate matter* dengan skema model jaringan pertama yaitu 2 input layer, 10 hidden layer, 1 output layer mendapatkan MSE pelatihan sebesar 0.218 dan MSE pengujian sebesar 0.050 dengan akurasi 93.908 %, selanjutnya skema model jaringan kedua yaitu 2 input layer, 15 hidden layer, 1 output layer mendapatkan MSE pelatihan sebesar 0.222 dan MSE pengujian sebesar 0.054 dengan akurasi 93.146 % dan yang terakhir skema model jaringan ketiga yaitu 2 input layer, 20 hidden layer, 1 output layer mendapatkan MSE pelatihan sebesar 0.221 dan MSE pengujian sebesar 0.052 dengan akurasi 93.418 %, dengan demikian jumlah hidden layer pada skema model pertama yaitu 10 hidden layer yang digunakan dalam penelitian ini menjadi solusi skema model jaringan yang paling optimum.

References

- [1] Nuryanto, H. M. Gultom, and S. Melinda, "Pengaruh Angin Permukaan dan Kelembapan Udara Terhadap Suspended Particulate Matter (SPM) di Sorong Periode Januari - Juli 2019," *Buletin. GAW Bariri (BGW)*, vol. 2, no. 2, pp. 71–78, 2021.

- [2] E. Nurmala, Budiyono, dan Suhartono, "HUBUNGAN KONSENTRASI SUSPENDED PARTICULATE MATTER (SPM) UDARA AMBIEN DAN KONDISI CUACA DENGAN ANGKA KEJADIAN ASMA DI KECAMATAN SEMARANG BARAT TAHUN 2015-2017", *Jurnal. Kesehatan Masyarakat*, vol. 6, no. 6, 2018.
- [3] E. P. Cynthia dan E. Ismanto, "Jaringan Syaraf Tiruan Algoritma Backpropagation dalam Memprediksi ketersediaan Komoditi Pangan Provinsi Palu," Seminar Nasional *Teknologi Informasi Komunikasi dan Industri (SNTIKI) 9*, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sultan Syarif Kasim Riau, 2017.
- [4] F. Ayu, "Implementasi Jaringan Saraf Tiruan Untuk Menentukan Kelayakan Proposal Tugas Akhir", *IT Journal Research and Development*, vol. 3, no. 2, 2019.
- [5] Kiki dan S. Kusumadewi, "Jaringan Saraf Tiruan Dengan Metode Backpropagation Untuk Mendeteksi Gangguan Psikologi", *Media Informatika*, vol. 2, no. 2, 2004.

Sistem Monitoring Temperatur Suhu Menggunakan Metode Message Queue Telemetry Transport (MQTT)

Gede Suwasnata Jaya ^{a1}, I Putu Gede Hendra Suputra ^{a2}, I Komang Ari Mogi ^{a3}, I Gusti Ngurah Anom Cahyadi Putra ^{a4}, Luh Gde Astuti ^{a5}, Ngurah Agus Sanjaya ^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Universitas Udayana
Kuta Selatan, Badung, Bali, Indonesia

¹gedejaya77@gmail.com

²hendra.suputra@unud.ac.id

³arimogi@unud.ac.id

⁴anom.cp@unud.ac.id

⁵lg.astuti@unud.ac.id

⁶agus_sanjaya@unud.ac.id

Abstract

This research implements the NodeMCU ESP8266 module to display the number of temperatures. NodeMCU ESP8266 will function as a data sender that will send temperature optimization which will later be displayed on the hardware when running the prepared program. From the test results on the implementation of the WiFi NodeMCU ESP8266 module for these temperatures, it has been running well where the NodeMCU ESP8266 can send data in the form of numbers from the temperature. There are several protocols that have developed for the implementation of the Internet of things, including Message Queue Telemetry Transport (MQTT). Based on the test results, the system can connect to local MQTT servers and global MQTT servers, capable of sending data (publish) and receiving data (subscribe).

Keywords: Internet of Things, MQTT, NodeMCU ESP8266

1. Pendahuluan

Monitoring adalah suatu aktivitas yang dilakukan untuk mengetahui proses jalannya suatu program yang telah dirancang, apakah berjalan dengan baik sesuai dengan yang direncanakan, mengetahui hambatan yang terjadi dan bagaimana cara mengatasi hambatan tersebut. *Monitoring* bertujuan untuk memastikan apakah suatu proses yang dilakukan sesuai dengan prosedur yang berlaku. Sistem *monitoring* akan mempermudah suatu pekerjaan jika dirancang dan dilakukan secara efektif. Dalam sistem ini yang *dimonitoring* adalah temperatur ruangan dan kenaikan temperatur [1]. *Internet of Things (IoT)* adalah suatu rancangan yang bertujuan agar perangkat elektronik dapat saling berkomunikasi secara mandiri, dan dapat menerima serta mengirimkan data menggunakan koneksi jaringan. Prinsip utama *IoT* yaitu sebagai sarana untuk memudahkan dalam mengawasi dan mengendalikan sesuatu dengan begitu konsep *IoT* sangat memungkinkan untuk dapat diterapkan pada kegiatan sehari-hari [2]. *Wireless sensor network* terdiri dari 3 komponen utama yaitu *node*, *gateway*, dan *software*. *Node* didistribusikan melalui antarmuka seperti sensor untuk memantau aset maupun lingkungan sekitar [3]. Tujuan awal pengembangan *WSN* adalah untuk keperluan militer seperti mengawasi medan perang. Namun saat ini sudah banyak digunakan untuk keperluan warga sipil, *monitoring* lingkungan dan habitat, aplikasi perawatan kesehatan, otomatisasi rumah, dan kontrol lalu lintas [4]. Protokol *Message Queue Telemetry Transport (MQTT)* adalah protokol pesan yang sangat sederhana dan ringan. Protokol *MQTT* menggunakan arsitektur *publish/subscribe* yang dirancang secara terbuka dan mudah untuk diimplementasikan, yang mampu menangani ribuan *client* jarak jauh dengan hanya satu server. *MQTT* meminimalkan *bandwidth* jaringan dan kebutuhan sumber daya perangkat ketika mencoba untuk menjamin kehandalan dan pengiriman. Pendekatan ini membuat protokol *MQTT* sangat cocok untuk menghubungkan mesin ke mesin (M2M), merupakan aspek penting dari konsep *Internet of things* [5]. Penelitian ini mengimplementasikan modul *NodeMCU ESP8266* untuk menampilkan angka dari temperatur untuk melakukan *monitoring* terhadap temperatur optimal dari suatu ruangan. *NodeMCU ESP8266* akan berfungsi sebagai pengirim data yang akan

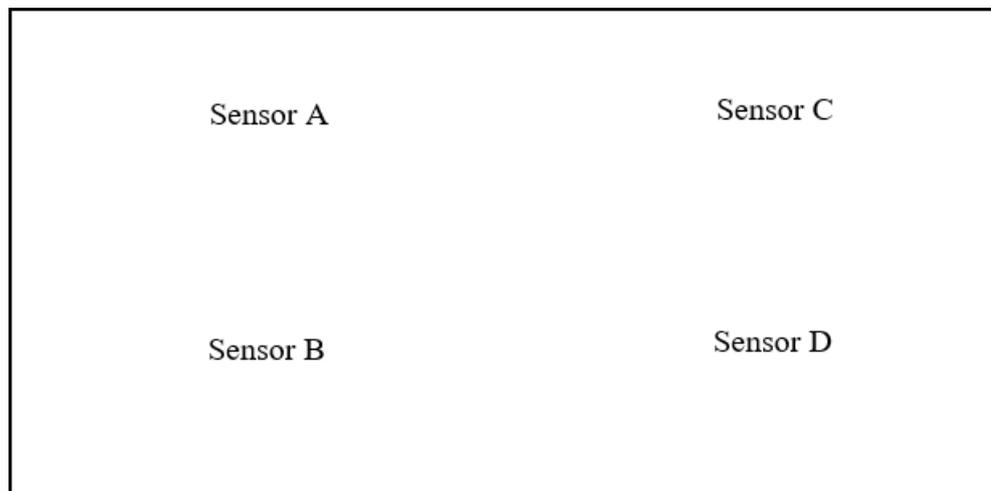
mengirimkan angka temperatur ke dalam *MQTT server* yang nanti nya ditampilkan menggunakan *website* pada saat menjalankan program yang sudah disiapkan.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini peneliti menggunakan rancangan sistem yang memiliki definisi model perancangan sistem dengan metode *publish* data yang direpresentasikan dalam konsep *monitoring*. Dalam pengimplementasian rancangan sistem akan di jelaskan pada sub bahasan berikut.

2.1. Pengambilan Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah data *dummy* yang merupakan kumpulan temperatur dari delapan ruangan. Data temperatur didapat dengan menggunakan *NodeMCU ESP8266* dan dikirimkan dengan melakukan *wiring* menggunakan kabel *USB* dan *hardware device* berupa laptop. Dalam melakukan pengambilan data temperatur, pada sebuah ruangan 20x20 m2 akan terdapat 4 sensor virtual yang dihasilkan menggunakan *NodeMCU ESP8266*, dengan setiap sensor virtual akan memiliki radius sejauh 5 m2. 4 sensor virtual yang dihasilkan menggunakan *NodeMCU ESP8266* masing-masing akan dikirimkan ke dalam *MQTT server* menggunakan bantuan aplikasi *Arduino IDE* dan jaringan koneksi *WiFi*. Proses pengambilan dan pengiriman data akan dilakukan secara *looping* dengan tujuan melakukan *monitoring* terhadap tingkat optimal temperatur dari suatu ruangan.



Gambar 1 Gambaran sensor virtual pada ruangan

2.2. Membangun *Prototyping*

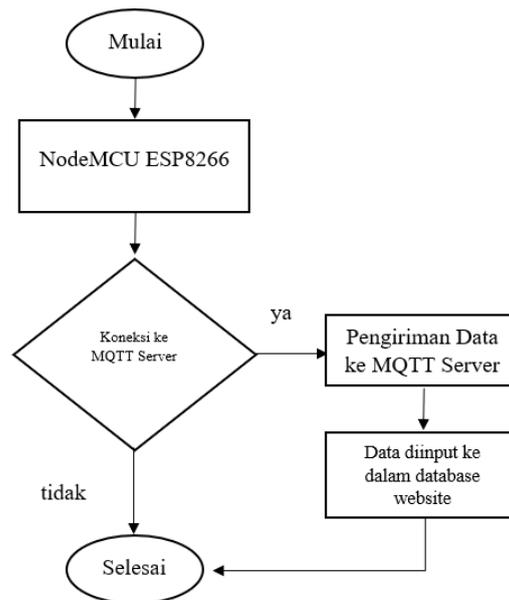
Pada tahapan ini merupakan tahapan perancangan sistem sementara yang pada penyajiannya berfokus pada *monitoring*. Proses ini meliputi pada perancangan *flowchart* dan perancangan fitur, berikut adalah bagian dari tahapan *prototyping* :

1. Perancangan *Flowchart* Sistem

Perancangan *flowchart* sistem digunakan untuk menggambarkan alur kerja dari sistem *monitoring* temperatur data menggunakan metode *message queue telemetry transport (MQTT)*, pada tahapan ini sistem komunikasi data antara *NodeMCU ESP8266* hingga pada *database website* menggunakan implementasi *restfull api* dengan metode *post* dan *patch*. Berikut gambaran alur kerja sistem yang ditunjukkan pada Gambar 2.

2. Perancangan Fitur Sistem

Pada perancangan sistem *monitoring* temperatur suhu menggunakan metode *message queue telemetry transport (MQTT)*, pengguna dapat melihat nilai temperatur keempat sensor setiap satu ruangan dari total delapan ruangan yang digunakan dengan tingkat keoptimalan temperatur ruangan telah ditentukan oleh penulis.



Gambar 2 Flowchart Sistem

2.3. Evaluasi Prototyping

Dalam tahapan evaluasi sistem penulis sebagai pengembang sistem akan dilakukan pembacaan kembali perancangan sistem pada tahapan evaluasi sistem meliputi proses pengumpulan data dan pembangunan rancangan sistem, hasil dari evaluasi sistem menunjukkan *NodeMCU ESP8266* dapat menjalankan tugasnya dengan baik, dengan penjelasan sebagai berikut.

- a. *NodeMCU ESP8266* sebagai mikrokontroler mampu mengirimkan data sensor ke dalam *MQTT server*.
- b. *Database website* mampu mengambil data yang di kirimkan oleh mikrokontroler ke dalam *MQTT server* dan melakukan proses klasifikasi status dengan menyesuaikan data yang diambil dengan tingkat keoptimalan temperatur yang sudah ditentukan.
- c. *Website* mampu memberikan informasi mengenai nilai besaran sensor temperatur ke dalam sistem pengguna dengan baik menggunakan bentuk komunikasi data dengan metode *post* dan *patch*.

2.4. Mengkodekan Sistem

Pada tahapan ini penulis akan melakukan pengkodean sistem, dalam tahapan ini pengkodean dilakukan dengan dua buah tahapan utama yaitu :

- a. Pengkodean terhadap mikrokontroler
Pada tahapan ini peneliti akan melakukan pengkodean terhadap *NodeMCU ESP8266* dengan melakukan kalibrasi terhadap data *dummy* mengenai suhu yang digunakan dalam penelitian ini, tahapan ini mikrokontroler akan melakukan *publish* data ke dalam *MQTT server* untuk kemudian dikirim ke dalam *database website* untuk diproses dan ditampilkan kepada pengguna melalui *website*.
- b. Pengkodean terhadap sistem
Pada tahapan ini peneliti akan melakukan pengkodean terhadap sistem sejumlah tiga buah yaitu sistem *MQTT server*, dan *database website*. Pada *MQTT server* berfungsi untuk menerima data dari *NodeMCU ESP8266* dan berisi mengenai informasi data *dummy* empat sensor setiap ruangan dari delapan ruangan, kemudian agar dapat dikirimkan ke dalam *database website*, sehingga data tersebut dapat ditampilkan pada pengguna melalui halaman *website* dan data *dummy* dari keempat sensor setiap ruangan yang ditampilkan akan dikategorikan sebagai data temperatur yang baik atau buruk menyesuaikan dengan tingkat keoptimalan temperatur.

2.5. Menguji Sistem

Pada tahapan pengujian sistem akan dilakukan dengan *blackbox testing* yaitu pengujian terhadap data yang dimasukkan akan disesuaikan dengan data yang ditampilkan pada halaman *website*.

2.6. Evaluasi Sistem

Pada tahapan ini dilakukan evaluasi mengenai tahapan pengkodean sistem dan pengujian sistem *monitoring* temperatur suhu menggunakan metode *message queue telemetry transport (MQTT)* dengan memberikan suatu visualisasi data dalam bentuk tabel dan grafik untuk mengetahui temperatur yang optimal dalam setiap ruangan dari delapan ruangan yang ada.

2.7. Menggunakan Sistem

Pada tahapan ini perancangan sistem sudah memasuki dalam kategori tahap selesai, sehingga perancangan sistem sudah bisa digunakan dengan baik sesuai dengan kondisi menentukan temperatur yang optimal dalam penerapan sistem *monitoring* temperatur suhu menggunakan *metode message queue telemetry transport (MQTT)*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tampilan *Website*

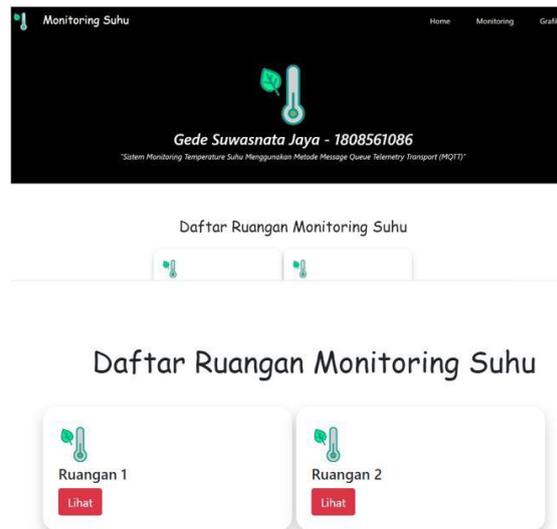
Pada halaman *website* memiliki 3 fitur halaman utama yaitu halaman *home*, *monitoring*, dan grafik.



Gambar 3 Halaman *Home*

- Halaman *Home*
Pada halaman *home* merupakan halaman awal *website* yang berisi mengenai informasi mengenai identitas penulis dan fitur *Get Started* untuk membawa pengguna menuju halaman selanjutnya.
- Halaman *Monitoring*
Pada halaman *monitoring* merupakan halaman utama dalam penerapan sistem *monitoring* temperatur suhu menggunakan metode *message queue telemetry transport (MQTT)*, dalam halaman ini berisi mengenai pilihan data dari delapan ruangan yang tersedia pada *database*, dengan tampilan halaman ditunjukkan pada Gambar 4.
- Halaman data *monitoring*
Pada halaman data *monitoring* berisi mengenai kumpulan data informasi temperatur per ruangan dengan bentuk tabel, dalam halaman ini pengguna dapat melihat data temperatur dari empat sensor setiap ruangan beserta waktu data didapatkan dan keterangan dari data sensor yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 5.
- Halaman grafik
Pengguna juga dapat melihat data nilai sensor yang terdapat pada *website* dalam bentuk grafik yang dapat dilihat dengan memilih menu grafik yang terdapat pada bagian kanan atas *website* tetapi terdapat perbedaan data yang ditampilkan dalam bentuk grafik, dengan

data yang ditampilkan hanya sepuluh data terbaru yang diterima dalam *database* seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 4. Halaman *Monitoring*

Halaman *Monitoring* sebagai halaman utama *website* akan ditampilkan setelah pengguna menekan fitur *Get Started* pada halaman *Home*.

Notifikasi Kondisi Sensor

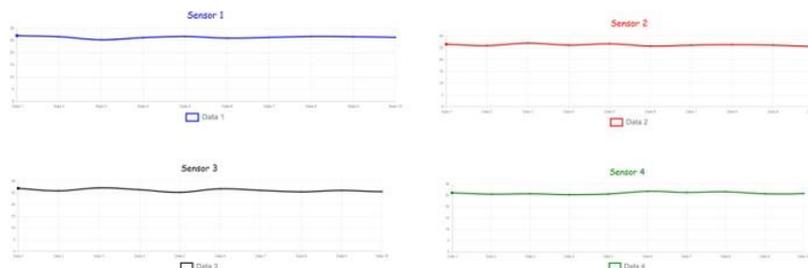
Ruang 1

[Kembali](#)

No	Sensor 1	Sensor 2	sensor 3	sensor 4	waktu	Keterangan
1	27	26.6	27	26.2	2022-08-16T17:10:45.000Z	Baik
2	26.6	26	25.9	25.6	2022-08-16T17:10:33.000Z	Baik
3	25.3	27.1	27.2	25.8	2022-08-16T17:10:21.000Z	Sensor 2 dan 3 buruk
4	26.2	26.2	26.4	25.4	2022-08-16T17:10:08.000Z	Baik
5	26.7	26.8	25.3	25.7	2022-08-16T17:09:55.000Z	Baik
6	26	25.8	26.8	26.9	2022-08-16T17:09:42.000Z	Baik
7	26.3	26.2	26.1	26.4	2022-08-16T17:09:30.000Z	Baik

Gambar 5. Halaman *Data Monitoring*

Halaman data *monitoring* sebagai tampilan dari halaman *monitoring* akan ditampilkan setelah pengguna memilih dan menekan salah satu fitur *Lihat* dari delapan ruangan yang disediakan.



Gambar 6. Halaman *Grafik*

Sistem *Monitoring* Temperatur Suhu Menggunakan *Metode Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*

Halaman grafik akan ditampilkan jika pengguna menekan fitur Grafik dan akan menampilkan sepuluh data terbaru dari keempat data sensor per ruangan dalam bentuk grafik.

3.2. Pengujian Pengiriman Data

Pada pengujian sistem dalam pengiriman data dilakukan pengambilan data sebanyak empat kali dalam satu waktu, dalam pengujian ini menggunakan *NodeMCU ESP8266* dengan bantuan dari koneksi jaringan *WiFi*. Data yang didapat akan dikirimkan ke dalam *MQTT server* sebanyak empat buah data temperatur selama sepuluh detik per satu ruangan. Dari *MQTT server*, data akan dipanggil dan diinput kepada *database website* untuk ditampilkan dalam halaman *website*. Pada sistem *client web* menggunakan method *Get* dalam konsep *restfull API* yang ditunjukkan pada Gambar 7.

```
Data Ruangan 1 sensor1=26.20&sensor2=26.20&sensor3=26.10&sensor4=26.00
Data Ruangan 2 sensor1=26.50&sensor2=26.90&sensor3=26.80&sensor4=25.30
Data Ruangan 3 sensor1=25.80&sensor2=26.40&sensor3=25.70&sensor4=26.40
Data Ruangan 4 sensor1=25.40&sensor2=26.30&sensor3=27.20&sensor4=26.50
Data Ruangan 5 sensor1=27.00&sensor2=27.10&sensor3=26.10&sensor4=26.00
Data Ruangan 6 sensor1=26.00&sensor2=25.70&sensor3=26.10&sensor4=25.70
Data Ruangan 7 sensor1=26.30&sensor2=25.30&sensor3=27.10&sensor4=26.10
Data Ruangan 8 sensor1=26.80&sensor2=25.60&sensor3=25.60&sensor4=25.80
```

Gambar 7. Pengujian Pengiriman Data

3.3. Pengujian Penerimaan Data

Pada pengujian sistem dalam penerimaan data, keempat data temperatur dari setiap ruangan yang sudah diterima oleh *MQTT server* akan disesuaikan dan dikirim ke dalam *database website* agar dapat ditampilkan pada halaman *website*. Data yang berhasil diterima ditunjukkan pada Gambar 8.

	id	sensor1	sensor2	sensor3	sensor4	waktu	createdAt	updatedAt	testing
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	313	25.5	25.8	26.5	25.6	2022-08-16 16:53:54	2022-08-16 16:53:54	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	314	27.1	25.9	25.7	25.7	2022-08-16 16:54:06	2022-08-16 16:54:06	2022-08-16 10:05:33	Sensor 1 buruk
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	315	25.5	25.5	26.6	27.2	2022-08-16 16:54:19	2022-08-16 16:54:19	2022-08-16 10:05:33	Sensor 4 buruk
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	316	26.6	26.4	26.1	25.8	2022-08-16 16:54:32	2022-08-16 16:54:32	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	317	25.4	26.7	27.1	26.5	2022-08-16 16:54:44	2022-08-16 16:54:44	2022-08-16 10:05:33	Sensor 3 buruk
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	318	25.5	25.9	26.3	25.8	2022-08-16 16:54:57	2022-08-16 16:54:57	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	319	26.5	26	26.4	26.7	2022-08-16 16:55:09	2022-08-16 16:55:09	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	320	26.5	25.9	25.4	25.7	2022-08-16 16:55:22	2022-08-16 16:55:22	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	321	26.3	26.1	25.6	26.9	2022-08-16 16:55:35	2022-08-16 16:55:35	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	322	26.6	26.1	25.5	27.1	2022-08-16 16:55:48	2022-08-16 16:55:48	2022-08-16 10:05:33	Sensor 4 buruk
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	323	25.6	26.7	26.7	27.1	2022-08-16 16:56:00	2022-08-16 16:56:00	2022-08-16 10:05:33	Sensor 4 buruk
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	324	25.3	26.9	26.2	25.4	2022-08-16 16:56:12	2022-08-16 16:56:12	2022-08-16 10:05:33	Baik
<input type="checkbox"/> Edit Copy Delete	325	26.2	26.5	25.9	26.5	2022-08-16 16:56:24	2022-08-16 16:56:24	2022-08-16 10:05:33	Baik

Gambar 8. Pengujian Penerimaan Data

3.4. Pengujian Tampilan Data

Pada pengujian sistem dalam menampilkan data, *database* akan menerima data yang dikirimkan oleh *NodeMCU ESP8266* ke dalam *MQTT server* dan di input dalam *database*. *Website* akan menampilkan data yang di input dari *MQTT server* kepada *database* dan ditampilkan pada halaman *website* dengan menyesuaikan data nilai sensor suatu ruangan. Jika

data berhasil dibaca oleh *website*, maka data yang akan ditampilkan pada *website* akan menyesuaikan dengan data yang terdapat dalam *database website* dengan data terbaru akan ditampilkan pada urutan teratas seperti yang ditunjukkan pada Gambar 9.

Notifikasi Kondisi Sensor

Ruangan 1

Kembali

No	Sensor 1	Sensor 2	sensor 3	sensor 4	waktu	Keterangan
1	27	26.6	27	26.2	2022-08-16T17:10:45.000Z	Baik
2	26.6	26	25.9	25.6	2022-08-16T17:10:33.000Z	Baik
3	25.3	27.1	27.2	25.8	2022-08-16T17:10:21.000Z	Sensor 2 dan 3 buruk
4	26.2	26.2	26.4	25.4	2022-08-16T17:10:08.000Z	Baik
5	26.7	26.8	25.3	25.7	2022-08-16T17:09:55.000Z	Baik
6	26	25.8	26.8	26.9	2022-08-16T17:09:42.000Z	Baik
7	26.3	26.2	26.1	26.4	2022-08-16T17:09:30.000Z	Baik

Gambar 9 Pengujian Tampilan Data

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan implementasi yang sudah didapatkan pada Sistem *Monitoring* Temperatur Suhu Menggunakan *Metode Message Queue Telemetry Transport (MQTT)*, didapatkan hasil bahwa rancang bangun sistem *monitoring* temperatur suhu dengan metode *MQTT* untuk melakukan *monitoring* terhadap temperatur optimal setiap ruangan menggunakan empat sensor virtual dengan total delapan ruangan menggunakan *NodeMCU ESP8266* dengan menghasilkan data *dummy* yang dikirimkan kepada *MQTT server* dengan bantuan koneksi jaringan *WiFi*, dengan data yang diterima oleh *MQTT server* akan dibaca dan ditampilkan dalam halaman *website*, dimana *website* tersebut akan membaca dan menampilkan ulang data yang diterima *MQTT server* apabila pengguna melakukan *refresh* pada halaman *website*. Pengujian sistem menggunakan *blackbox testing* dilakukan untuk menyesuaikan proses *input* dan *output* yang diperoleh dalam sistem *monitoring*, dimulai dari pengambilan data dan pengiriman data berupa empat data temperatur dari *NodeMCU ESP8266* ke dalam *MQTT server*, dilanjutkan dengan penyesuaian dalam data yang diterima oleh *MQTT* di dalam *MQTT server* dan penyesuaian terhadap data yang dibaca dan ditampilkan pada halaman *website*

References

- [1] H. Chrisyantar, "Implementasi Konsep Internet Of Things Pada Sistem Monitoring Banjir Menggunakan Protokol Mqtt". Thesis. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya. Malang. Diterbitkan, 2018.
- [2] Fauziah Y.Q Ontowirjo, Vecky C. Poekoel, Pinrolinvic D.K Manembu, dan Reynold F. "Implementasi Internet of Things Pada Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban Pada Ruangan Pengering Berbasis Web". Jurnal Teknik Elektro dan Komputer, vol.7, no.3. Universitas Sam Ratulangi. Manado, 2018.
- [3] Ratna Susana, Arsyad Ramadhan D., dan Sayidino Aqli, "Implementasi Wireless Sensor Network Prototype Sebagai Fire Detector Menggunakan Arduino Uno". Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan, vol.2, no.1. Jurusan Teknik Elektro Peminatan Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional. Bandung, 2015.
- [4] Urwah Al Barqi, Gede Saindra Santyadiputra, dan I Gede Mahendra Darmawiguna, "Sistem Monitoring Online Pada Budidaya Udang Menggunakan Wireless Sensor Network dan Internet Of Things". Kumpulan Artikel Mahasiswa Pendidikan Teknik Informatika, vol.8, no.2. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Teknik dan Kejuruan Universitas Pendidikan Ganesha. Bali, 2019
- [5] Mulasari, S. A. (2019). Penerapan Teknologi Tepat Guna (Penanam Hidroponik Menggunakan Media Tanam) Bagi Masyarakat Sosrowijayan Yogyakarta. *Jurnal Pemberdayaan: Publikasi Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(3), 425. <https://doi.org/10.12928/jp.v2i3.418>

This page is intentionally left blank.

Rancang Bangun Sistem Prediksi Kebutuhan Bahan Makanan Berbasis Web

Gede Lucky Aldi Arsa^{a1}, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan^{a2}, I Gede Santi Astawa^{a3}, I Wayan Santiyasa^{a4},
Ida Bagus Mahendra^{a5}, Ida Bagus Gede Dwidasmara^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Bukit Jimbaran, Badung, Bali, Indonesia

¹luckyaldi.la@gmail.com

²gungde@unud.ac.id

³santi.astawa@unud.ac.id

⁴santiyasa@unud.ac.id

⁵ibm.mahendrai@unud.ac.id

⁶dwidasmara@unud.ac.id

Abstract

Prediction of food supplies is an activity of estimating the stock of foodstuffs that will be sold at a certain time, the supply of foodstuffs is determined by the estimation of future needs so that the seller can make the appropriate provision. When sales are predicted accurately, the fulfillment of consumer needs can be managed on time, the seller's cooperation with the relationship is maintained properly, customer satisfaction is met, the seller can overcome the loss of shortages or out of stock, prevent food ingredients from becoming damaged or stale. On the other hand, the seller can determine policy decisions on production plans, inventory, asset investment and cash flow. In other words, no salesperson can avoid estimating or forecasting sales for the purposes of planning the activities that must be carried out.

Based on research conducted through application development in the form of a website displaying the results of sales of raw food ingredients based on time series data, the accuracy results obtained with an accuracy rate of 80% and through a black box evaluation it was found that the application has been running very well with a high level of respondents. shows a true value of 90% in the application that has been made.

Keyword : forecasting, time series, web application, sales, raw food ingredients.

1. Pendahuluan

Prediksi persediaan bahan makanan merupakan sebuah kegiatan mengestimasi stock dari bahan makanan yang akan dijual pada suatu masa tertentu, persediaan bahan makanan ditentukan pada estimasi keperluan pada masa mendatang sehingga penjual dapat melakukan penyediaan yang sesuai. Prakiraan penjualan yang akurat memastikan bahwa kebutuhan konsumen terpenuhi tepat waktu, hubungan dan kerjasama penjual terjaga dengan baik, kepuasan pelanggan terpenuhi, dan penjual dapat mengatasi kehilangan potongan dan mencegah bahan makanan menjadi rapuh, rusak atau ketinggalan jaman. Penjual, di sisi lain, dapat membuat keputusan kebijakan mengenai rencana produksi, persediaan, investasi aset, dan arus kas. Dengan kata lain, tenaga penjualan tidak dapat menghindari memperkirakan atau meramalkan penjualan untuk tujuan perencanaan kegiatan yang perlu dilakukan.

Bahan makanan merupakan sebuah komoditas yang memiliki masa habis atau expired time yang singkat menurut Food and Drug Administration (FDA) bahan makanan seperti ikan, udang, dan hasil laut memiliki waktu 3 hari, melihat bagaimana waktu bahan makanan sebelum menjadi tidak layak [1], dalam jurnal tersebut penulis membuat sebuah proyek yang menasar pembeli beras tiap tahunnya sehingga pada akhir penelitian penulis memperoleh data konsumsi beras yang pada tahun berikutnya dapat memprediksi kebutuhan beras sehingga tidak terjadinya kelangkaan beras. Berdasarkan jurnal tersebut penulis berusaha memaksimalkan ide yang ada dengan mengganti sasaran menjadi lebih luas

dan beragam yaitu bahan mentah yang lebih banyak sehingga diharapkan selain pembeli dapat memenuhi kebutuhan yang ada barang mentah yang penjual juga dapat terjual sebelum masa habisnya.[2]

Pembuatan aplikasi prediksi kebutuhan bahan mentah dalam sektor penjualan bahan makanan mentah diangkat sebagai sebuah solusi dalam mengatasi permasalahan yang ada dalam proposal penelitian berjudul Sistem Prediksi Ketersediaan Kebutuhan Bahan Makanan Mentah Di Sektor Penjualan Bahan Makanan yang ditunjukkan kepada penjual dan atau penyedia bahan makanan dengan penerapan algoritma Single Moving Average penyedia bahan makanan dapat mengetahui prediksi permintaan atas komoditas yang ada [3], dan dengan algoritma Exponential smoothing penjual dapat memperoleh pendekatan komoditas yang diinginkan untuk menjadi bahan pengganti komoditas yang memiliki permintaan melebihi penawaran yang ada.

2. Metode Penelitian

Metode *Software Development Life Cycle* (SDLC) adalah metodologi tradisional yang digunakan untuk mengembangkan, memelihara dan menggunakan informasi. Adapun tahapan dari metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu analisis kebutuhan, desain (perancangan), Implementasi, dan pengujian. [5]

2.1. Analisis Kebutuhan

Adapun analisis kebutuhan pada penelitian ini yaitu terkait kebutuhan pengguna yang dikerjakan pada aplikasi. Kebutuhan tersebut berisikan tentang menu-menu yang ada pada aplikasi dimana menu-menu tersebut mampu memenuhi kebutuhan yang pengguna inginkan. Dalam analisis kebutuhan penelitian dilakukan pencarian responden untuk aplikasi dengan hasil responden yang didapat adalah penjual bahan makanan mentah dalam kebutuhan menyediakan ketersediaan stock barang. Berikut adalah analisis kebutuhan berupa menu-menu yang ada pada aplikasi. Tabel 1 berisikan Informasi kebutuhan dari pengguna dan sistem.

Tabel 1. Tabel Kebutuhan Pengguna

No	Analisis Kebutuhan	
	Penjual	Aplikasi
1	Penjual berperan sebagai pengguna yang membutuhkan akses kepada aplikasi dalam memprediksi kebutuhan bahan makanan mentah.	Memberikan fasilitas untuk memprediksi bahan makanan.
2	Penjualan memperoleh akses guna dapat menyediakan stock komoditi.	Memberikan cara dalam menyiapkan stock komoditi.
3	Penjual dapat lebih mudah dalam menentukan jenis komoditi yang perlu di sediakan	Memberikan pengalaman bagi penjual dalam menentukan jenis komoditi yang perlu di sediakan.

2.2. Desain (Perancangan)

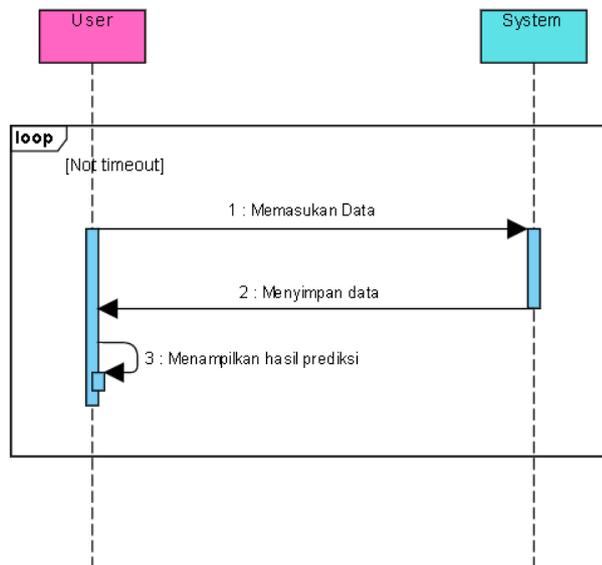
Dalam tahap perancangan dilakukan perancangan model UML (*Unified Modeling Language*) , pembuatan desain *use case diagram* dan perancangan antarmuka (*interface*) aplikasi.

2.2.1. Model UML (*Unified Modeling Language*)

Bahasa Pemodelan Terpadu adalah bahasa grafis untuk melihat, mendefinisikan, membangun dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak intensif. Adapun bagian UML dari pembuatan sistem yaitu *activity diagram* dan *use case diagram*.

2.2.2. Activity Diagram

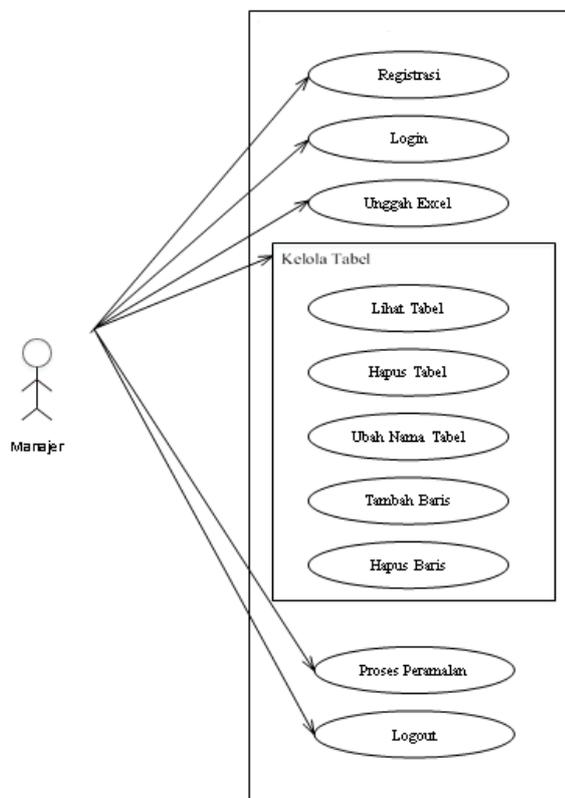
Diagram aktivitas adalah diagram yang menggambarkan berbagai aliran dalam suatu sistem yang dirancang dan bagaimana aliran dimulai, keputusan yang dapat terjadi dan aktivitas berakhir. Gambar 1 berisikan informasi diagram aktivitas aplikasi.



Gambar 1. Activity Diagram Aplikasi

2.2.3. Use Case Diagram

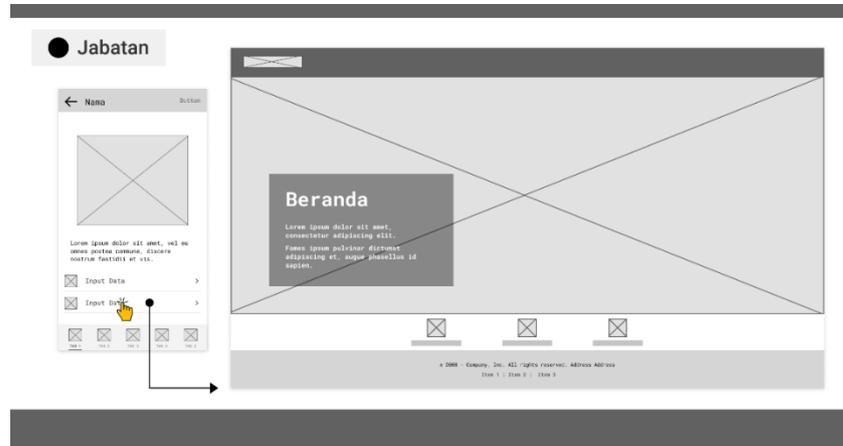
Use case diagram digunakan untuk menggambarkan interaksi apa saja yang dilakukan oleh pengguna dengan aplikasi yang dibuat [6]. Berikut use case diagram dari interaksi pengguna dan aplikasi. Gambar 2 berisikan informasi kasus penggunaan dari aplikasi.



Gambar 2. Use Case Diagram Aplikasi

2.2.4. Antarmuka (Interface) Aplikasi

Rancangan *Interface* yang dibuat akan ditunjukkan sebagai gambaran tentang bagaimana hasil akhir tampilan dari aplikasi. Gambar 3 merupakan salah satu desain antarmuka dari aplikasi.



Gambar 3. Interface sistem prediksi

2.3. Implementasi

Implementasi *user interface* dilakukan dengan melakukan proses coding sesuai dengan rancangan yang dibangun dengan memanfaatkan HTML, CSS, Javascript, dan Python

2.4. Pengujian

Pengujian yang dilakukan pada aplikasi dilakukan dengan dua skenario pengujian, yaitu uji *black box*, dan uji penggunaan perangkat lunak. Uji *black box* untuk menguji fungsionalitas perangkat lunak [4], sedangkan uji penggunaan dilakukan untuk menguji efektifitas perangkat lunak dalam memprediksi kebutuhan bahan makanan.

2.4.1. Uji Black Box

Uji *Black Box* bertujuan untuk menguji kesesuaian fungsi yang disediakan oleh system dengan spesifikasi kebutuhan pengguna. Uji *Black box* juga bertujuan untuk membuktikan apakah perangkat lunak yang dikerjakan telah mampu memenuhi kebutuhan pengguna [2]. Dari spesifikasi kebutuhan pengguna jika diterapkan ke dalam item menu diperoleh seperti tabel 2 yang berisikan informasi kebutuhan *user* dalam menu tawaran pada sistem.

Tabel 2. Spesifikasi Kebutuhan Pengguna

No	Kebutuhan Pengguna
1	Terdapat menu Login
2	Terdapat menu Utama
3	Terdapat menu Lihat Prediksi
4	Terdapat menu Hapus
5	Terdapat menu Data
6	Terdapat menu back
7	Terdapat menu Laporan
8	Terdapat menu Prediksi

2.4.2. Uji Penggunaan Perangkat Lunak

Uji Penggunaan perangkat lunak menggunakan metode *Pre Test-Post test*. *Pre test* dilakukan setelah perangkat lunak selesai dikerjakan. Pengguna langsung diarahkan dalam menu ujian untuk memperoleh nilai *pre-test* [3]. Selanjutnya pengguna diberikan waktu untuk berlatih menggunakan perangkat lunak selama 3 hari. Hari ke-4 dilakukan menu ujian *post-test* terhadap pengguna. Hasil uji *pre-test post test* akan dibandingkan

untuk melihat perkembangan masing-masing pengguna [4]. Tabel 3 berisikan informasi skenario *uji pre-test* dan *post test*.

Tabel 3. Uji Kegunaan Perangkat Lunak

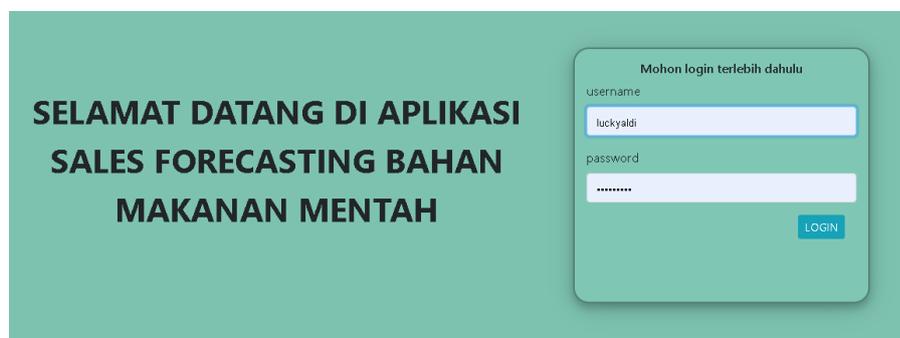
No	Pengguna	Skor	
		Pre-test	Post-test
1	1		
2	2		
:	:		
:	:		
:	:		
n	n		

Pada tahapan *pre-test* dan *post-test*, 10 soal akan dikeluarkan oleh perangkat lunak secara random. Skor diperoleh dengan menghitung nilai prediksi pada data komoditi yang dinilai benar oleh perangkat lunak nilai skor *pre-test* akan dibandingkan dengan nilai *post-test* masing-masing pengguna.

3. Hasil dan Pembahasan

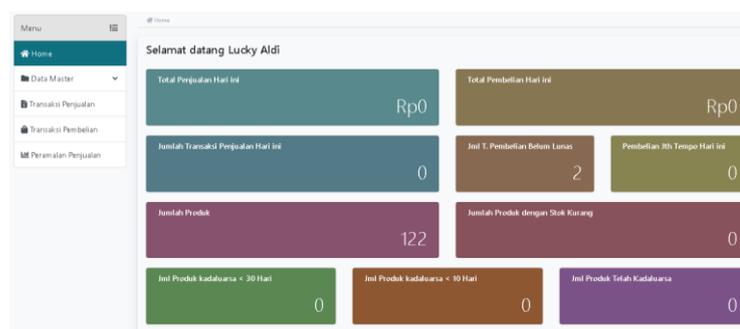
Pada bagian ini akan ditampilkan hasil tampilan implementasi aplikasi, hasil uji *black box*, dan hasil uji penggunaan perangkat lunak.

3.1. Hasil Tampilan Implementasi Perangkat Lunak



Gambar 4. Halaman Login

Pada gambar 4 terdapat judul serta latar aplikasi yang dibuat berwarna agar memberikan kesan menarik pengguna, dalam halaman utama ini *user* dapat melakukan login terlebih dahulu agar dapat mengakses sistem secara keseluruhan.



Gambar 5. Halaman Menu Utama

Pada gambar 5 terdapat halaman utama yang bersisikan berbagai modul yang dapat digunakan oleh *user* dalam melakukan prediksi, modul modul tersebut merupakan modul yang dapat digunakan sebagai modul dalam pembuatan prediksi. Modul seperti input data transaksi salah satunya bertujuan dalam mengumpulkan berbagai data transaksi yang nantinya akan dapat memperoleh prediksi berdasarkan data tersebut.

The screenshot shows a web application interface for sales transactions. On the left is a sidebar menu with 'Transaksi Penjualan' selected. The main content area is titled 'Form Transaksi Penjualan' and includes a search bar for 'Kode Obat'. Below the search bar is a table with columns: Kode, Nama, Expired, Harga, Jumlah, Satuan, and Total. The table currently shows 'Belum ada data'. There are input fields for 'Nama Obat', 'Harga' (with a 'Rp' prefix), 'Jumlah', and 'Total Harga' (with a 'Rp' prefix). At the bottom of the form are 'reset' and 'Simpan' buttons.

Gambar 6. Halaman data penjualan

Pada gambar 6 terdapat 4 tombol yaitu pilih data komoditi, hapus, periksa, dan back. Menu ini merupakan menu input data yang berisikan berbagai data penjualan berdasarkan berbagai varietas komoditi yang ada. Pada tampilan ini juga *user* dapat melakukan penentuan dan penginputan data harga dan *stock* yang ada sehingga mempermudah *user* dalam melakukan pengolahan data pada aplikasi tersebut.

The screenshot displays a report page with a table of sales transactions. The table has the following columns: No, No Penjualan, Tanggal Penjualan, Pegawai, and Total Penjualan. The data is as follows:

No	No Penjualan	Tanggal Penjualan	Pegawai	Total Penjualan
1	PH/20200129/04	2020-01-28	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	58800
2	PH/20200129/03	2020-01-28	Septiana Ambyar	15200
3	PH/20200129/02	2020-01-28	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	26120
4	PH/20200129/01	2020-01-28	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	22200
5	PH/20200127/03	2020-01-27	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	65272
6	PH/20200127/02	2020-01-27	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	84500
7	PH/20200127/01	2020-01-27	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	71640
8	PH/20200124/01	2020-01-24	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	21856
9	PH/20200121/07	2020-01-21	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	6000
10	PH/20200121/06	2020-01-21	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	19700
11	PH/20200121/05	2020-01-21	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	57400
12	PH/20200121/04	2020-01-21	Chartika Septasari, S Farm., Apt.	27000

Gambar 7. Halaman Laporan

pada gambar 7 merupakan tampilan dari menu laporan yang berisikan berbagai data laporan yang telah di inputkan oleh *user* yang dapat *user* lihat dan hapus sesuai dengan kebutuhan *user*. pada gambar memperlihatkan keseluruhan laporan data yang telah di masukan oleh *user* pada aplikasi tersebut sehingga pada tahapan ini dapat membantu *user* dalam melakukan pengecekan dan pengubahan data secara lebih mudah dan efisien.

9	April 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	Mei 2022	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	Juni 2022	5	0	5	100	25	0	5	100	
12	Juli 2022	0	2.5	0	0	0	1	0	0	
Rata-rata Error		-	-	5/9	100/9	25/9	-	5/6	100/6	
		Ramalan M=2					Ramalan M=5			
Mean Absolute Error		0.555555555555556					0.833333333333333			
Mean Absolute Percentage Error		11.1111111111111					16.6666666666667			
Mean Square Deviation Error		2.77777777777778					4.16666666666667			
Hasil Ramalan		2.5					1			
*Catatan : Single Moving Average 2 periode mendapatkan skor perbandingan error yang lebih baik										
Tabel Perbandingan Error Metode Single Moving Average and Single Exponential Smoothing										

Gambar 8. Halaman Prediksi

Pada halaman tentang pengguna akan diberikan tampilan seperti pada gambar 8 dimana pada tampilan tersebut berisikan hasil prediksi yang dilakukan oleh sistem yang telah di jelaskan pada sistem itu sendiri.

3.2. Hasil Uji Black Box

Tabel 4. Hasil Pengujian Black Box

No	Pengguna	Terdapat menu Login	Terdapat menu Utama	Terdapat menu Data	Terdapat Menu Hapus	Terdapat menu Periksa	Terdapat menu back	Terdapat Laporan	Terdapat menu Prediksi	
1	Pengguna 1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2	Pengguna 2	1	1	1	1	1	1	1	1	
3	Pengguna 3	1	1	1	1	1	1	1	1	
4	Pengguna 4	1	1	1	1	1	1	1	1	
5	Pengguna 5	1	1	1	1	1	1	1	1	
6	Pengguna 6	1	1	1	1	1	1	1	1	
7	Pengguna 7	1	1	1	1	1	1	1	1	
8	Pengguna 8	1	1	1	1	1	1	1	1	
9	Pengguna 9	1	1	1	1	1	1	1	1	
10	Pengguna 10	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Total	10	10	10	10	10	10	10	10	
	Akurasi item spesifikasi	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
	Akurasi Total								100%*8/8=	100%

Dari tabel 4 terlihat bahwa semua menu/fungsi tersedia atau tanpa nilai 0 sehingga akurasi menjadi 100%. Hal ini menandakan bahwa perangkat lunak telah memenuhi semua kebutuhan pengguna.

3.3. Hasil Prediksi Sistem

Pada bagian ini akan diberikan perbandingan skor pengguna yang mengalami perubahan menjadi lebih baik setelah menggunakan aplikasi secara maksimal. Penggunaan di uji coba oleh Pengguna-Pengguna sekolah dasar yang sudah menjadi responden.

Tabel 5. Hasil Prediksi Sistem

Bulan ke-	Tahun	Data	Peramalan	$X_t - F_t$	$(X_t - F_t)^2$	$|X_t - F_t|$
		Penjualan (X)	$Alpha\ 0.5$ (F)			
1	2021	65	-	-	-	-
2	2021	62	65.00	3	9	3
3	2021	49	73.00	15	225	15
4	2021	86	65.50	-29.50	870.25	29.50
5	2021	48	80.25	23.25	540.56	23.25
6	2021	83	68.63	-23.38	546.39	23.38
7	2021	69	80.31	1.31	1.72	1.31
8	2021	39	79.66	31.66	1002.12	31.66
9	2021	39	63.83	14.83	219.87	14.83
10	2021	57	56.41	-9.59	91.89	9.59
11	2021	56	61.21	-3.79	14.39	3.79
12	2021	46	63.10	18.10	327.74	18.10
1	2022	16	54.05	29.05	844.00	29.05
2	2022	36	39.53			
Total					4687.94	201.46
MSE (<i>Mean Square Error</i>)					390.66	
RMSE (<i>Root Mean Square Error</i>)					19.76	
MAE (<i>Mean Absolute Error</i>)						16.79

Dari tabel 5 terlihat bahwa hasil peramalan yang ada memiliki nilai MSE sebesar 390.66 yang apabila di bandingkan dengan data sesungguhnya sistem memiliki kecenderungan prediksi yang baik dengan nilai akurasi sebesar 80%.

4. Kesimpulan

Aplikasi permalan bahan makanan mentah telah berhasil dikembangkan dengan menggunakan bentuk website yang dapat melakukan peramalan sekaligus stocking pada aplikasi yang ada. Aplikasi yang ada menunjukkan hasil akurasi yang baik ditunjukkan melalui pengujian akurasi yang menghasilkan akurasi sebesar 80% dan melalui pengujian black box menghasilkan akurasi sistem pada tahapan yang memiliki akurasi sebesar 100%.

Daftar Pustaka

- [1] Audi dan Suryani. 2020. Penerapan Data Mining Terhadap Data Penjualan Lapis Bogor Sangkuriang Dengan Metode Algoritma Exponential smoothing . Jurnal Teknik Komputer AMIK BSI, Volume VI No.1 Januari 2020.
- [2] Berutu, S.S. 2021. Peramalan Penjualan Dengan Metode Single Moving Average Ruyey Chyn Tsaur. Jurnal Ilmiah Undip. Universitas Diponegoro. Semarang.
- [3] Bustami. 2022. Penerapan Algoritma Naive Bayes Untuk Mengklasifikasi Data Nasabah Asuransi. Jurnal Informatika. Volume 8 No. 1 Januari 2022
- [4] Luthfi, K. 2009. Algoritma Data Mining. Edisi ke-1. Yogyakarta: Andi.
- [5] Puspitasari dan Afianto. 2017. Implementasi Single Moving Average Markov Chain Model (FTMCM) Dalam Prediksi Jumlah Produksi Ayam Potong. Jurnal Teknologi Informasi Universitas Lambung Mangkurat (JTIULM). Volume 2 No 2 Desember 2017. Halaman 14-20.
- [6] Rizky, M.F. 2020. Penerapan Data Mining Pada Analisis Pola Penjualan Souvenir Lokal Bali Dengan Algoritma Exponential smoothing Studi Kasus: Pasar Seni Ubud Gianyar, Bali. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Udayana. Jimbaran. Bali.
- [7] Rohman dan Devi. 2017. Proyeksi Kebutuhan Konsumsi Pangan Beras di Daerah Istimewah Yogyakarta. Journal of Sustainable Agriculture, Volume 32 No. 1, Halaman 29-34.

This page is intentionally left blank.

Desain Aplikasi Pengatur Anggaran Transaksi dan Neraca Keuangan Berbasis Mobile Menggunakan Metode *User-Centered Design*

Edo Krishnanda Aditya^{a1}, I Ketut Gede Suhartana^{a2}, I Wayan Santiyasa^{a3}, I Gede Santi Astawa^{a4}, Luh Arida Ayu Rahning Putri^{a5}, I Made Widiartha^{a6}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana Badung, Bali, Indonesia

¹edokaditya@gmail.com

²ikg.suhartana@unud.ac.id

³santiyasa@unud.ac.id

⁴santi.astawa@unud.ac.id

⁵rahningputri@unud.ac.id

⁶madewidiartha@unud.ac.id

Abstract

Indonesians have very low financial literacy, which is the lowest level in ASEAN. According to ojk, only 38% have financial literacy. The purpose of this study is to solve this problem by utilizing the use of mobile phones in daily life. To solve this problem, the author uses user centered design as a prototyping and modeling technique to create a design solution. Prototypes allow users to learn more about financial planning by creating budget plans and balance sheet plans. Users can also record daily transactions so that they can see their financial status using the application's audit menu. We hope that this application will improve Indonesian financial literacy and help many people to lead a better financial life.

Keywords: *Financial, Application, Mobile, Literacy*

1. Pendahuluan

Menurut survei Badan Jasa Keuangan 2019, literasi keuangan penduduk Indonesia sangat rendah, tingkat literasi keuangan Indonesia masih 38% jauh di bawah negara-negara ASEAN lainnya seperti Singapura, Malaysia, dan Thailand. [1].

Literasi keuangan adalah keterampilan dan pengetahuan yang memungkinkan seseorang membuat keputusan dan membuat rencana dengan menggunakan semua sumber daya keuangan secara efektif untuk merencanakan keuangan masa depan [2].

Dengan meningkatnya pengguna smartphone di Indonesia, maka literasi keuangan masyarakat dapat ditingkatkan dengan adanya aplikasi yang dapat membantu dan mengedukasi penganutnya untuk melakukan perencanaan keuangan dengan baik. Supaya pengguna dapat menggunakan aplikasi perencanaan keuangan yang akan dibangun dengan mudah, maka aplikasi pengatur anggaran transaksi dan neraca keuangan ini akan dibuat menggunakan metode User Centered Design berbasis android. Dengan menerapkan pendekatan UCD pada aplikasi ini membuat aplikasi perencanaan keuangan terlihat lebih user-friendly dan memiliki tingkat usability yang tinggi [3].

UCD merupakan salah satu metode pendekatan dengan konsep pengguna yang dioptimalkan untuk end-user serta ditekankan pada bagaimana kebutuhan atau keinginan pada setiap end-user, dan dirancang sesuai behavior end-user agar pengguna tidak memaksa untuk mengubah perilakunya saat menggunakan produk yang akan dibangun. Dari tujuan pembangunan hingga penentuan desain aplikasi tergantung dari experience pengguna [4].

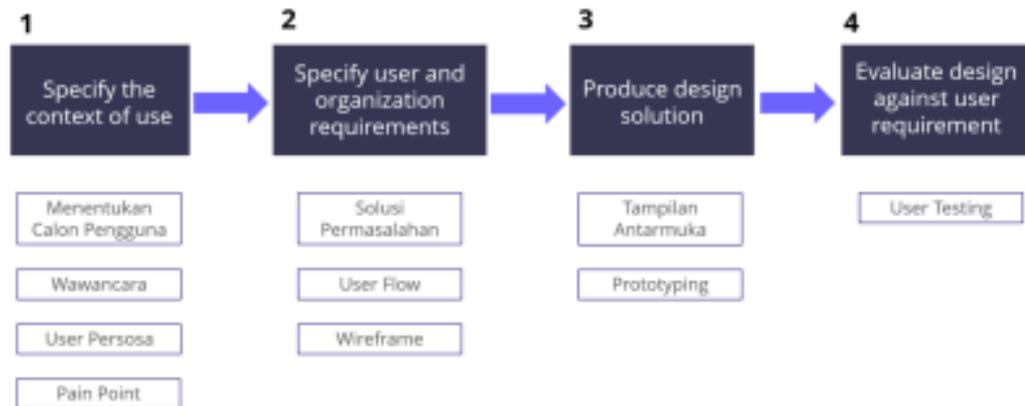
Kemudahan pengguna dalam menggunakan aplikasi merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam sebuah aplikasi. Metode *cognitive walkthrough* merupakan metode yang digunakan pada sebuah sistem yang sedang diteliti untuk mengetahui permasalahan *usability* [5].

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah aplikasi yang membantu masyarakat mengelola anggaran dan neraca transaksi berbasis mobile. Aplikasi ini juga membantu pengguna belajar tentang perencanaan keuangan yang baik dan benar.

2. Metodologi Penelitian

2.1. Metode *User-Centered Design*

Penelitian ini menggunakan metode user-centered design (UCD) untuk merancang antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna untuk mendapatkan tampilan dan nuansa dari sebuah aplikasi mobile. Desain UI/UX sendiri adalah proses mendesain antarmuka pengguna dan pengalaman pengguna yang dicapai saat menggunakan produk. Dalam desain UI dan UX, kali ini pengguna



Gambar 1 Tahapan UCD dan poin pengerjaan

menyerap informasi melalui wawancara, membuat titik warna, menemukan solusi, mendesain alur pengguna, mendesain gambar rangka, mendesain antarmuka, dan menguji prototipe. Pada gambar 1 dijelaskan tentang tahapan UCD.

2.2. Menentukan Calon pengguna

Analisis yang dilakukan adalah dengan melihat lingkungan sekitar banyak yang masih belum dapat mengatur keuangan dengan baik. Calon pengguna disini adalah masyarakat awam dan seorang certified financial planner. Dimana masyarakat awam akan menggunakan aplikasi untuk dapat menjaga keuangan dengan lebih baik dan certified financial planner akan menggunakan aplikasi untuk menganalisa keuangan dari orang yang membutuhkan jasa konsultasi keuangan. Kriteria calon pengguna nantinya bisa dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Kriteria Calon Pengguna

<i>Demographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Usia: 17-30 tahun • Laki-laki atau Perempuan
<i>Geographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Tinggal di daerah perkotaan
<i>Psychographics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pengguna <i>smartphone</i>
<i>Behavior</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pernah menggunakan aplikasi pencatat keuangan • Mengerti tentang perencanaan keuangan

2.3. Wawancara

Teknik wawancara yang digunakan adalah wawancara semi terstruktur. Wawancara semi terstruktur adalah wawancara yang menggunakan panduan pertanyaan dan pertanyaan dapat berkembang sesuai topik yang dibahas. Hasil wawancara dapat dilihat pada tabel 2

List pertanyaan wawancara:

1. Apakah anda menggunakan aplikasi pencatat keuangan ?
2. Menurut anda apa hal yang paling sulit dalam mengatur keuangan ?
3. Bagaimana cara anda untuk mencatat keuangan selama ini ?
4. Apa yang anda keluhkan dari aplikasi pencatat keuangan yang ada diluar ?
5. Dari beberapa fitur ini mana yang menurut anda paling berguna ? (Pengatur anggaran perbulan, Tujuan keuangan, Pencatat transaksi berdasarkan category).

Tabel 2 Kriteria Calon Pengguna

Pertanyaan	Partisipan 1	Partisipan 2	Partisipan 3	Partisipan 4	Partisipan 5
Apakah anda menggunakan alat pencatat keuangan ?	Menggunakan	menggunakan	Menggunakan	Menggunakan	Menggunakan
Menurut anda apa hal yang paling sulit dalam mengatur keuangan ?	1.Membuat Anggaran realistis 2.Melacak keluar/masuk uang	1.Membuat Anggaran 2.Konsisten dalam mencatat 3.Mencatat transaksi dari e-money	1.Mengikuti Anggaran yang dibuat 2.Menabung untuk membeli barang	1.Membuat Anggaran perperiode 2.Melihat anggaran dengan transaksi sebenarnya	1.Mebuat anggaran perkategori
Bagaimana cara anda untuk mencatat keuangan selama ini ?	Menggunakan aplikasi notes	Menggunakan Aplikasi m-banking	Menggunakan aplikasi	Menggunakan excel	Menggunakan excel
Apa yang anda keluhkan dari aplikasi pencatat keuangan yang ada diluar ?	1. Aplikasi tidak menyusuakin untuk orang Indonesia 2.Sulit dalam pengkelompokan anggaran	1.Design terlalu berantakan	1.Fungsionalitas kurang	1. Aplikasi susah digunakan	1. Aplikasi susah digunakan

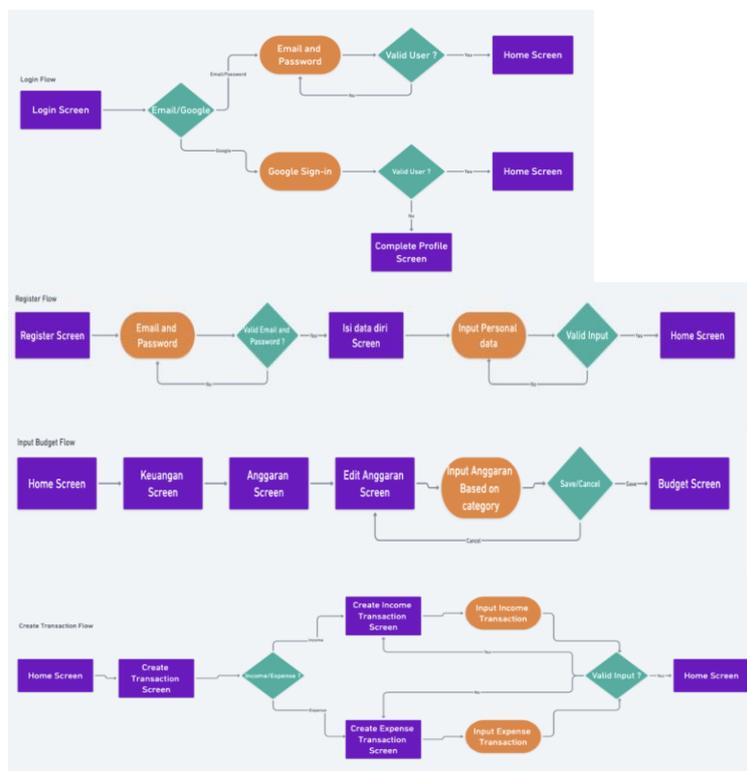
<p>Dari beberapa fitur ini mana yang menurut Anda paling berguna? (Pengatur anggaran perbulan, Tujuan keuangan, Pencatat transaksi berdasarkan category)</p>	<p>1.Pengatur anggaran perbulan 2.Tujuan keuangan</p>	<p>1.Pengatur anggaran perbulan</p>	<p>1.Pengatur anggaran perbulan 2.Tujuan keuangan</p>	<p>1.Pengatur anggaran perbulan</p>	<p>1.Pengatur anggaran perbulan</p>
--	---	-------------------------------------	---	-------------------------------------	-------------------------------------

2.4. User Persona

Persona pengguna nantinya akan menjadi gambaran calon pengguna aplikasi. Persona berisi desain tampilan atau profil pengguna potensial yang mendasari prototipe untuk membuat tampilan ramah pengguna dan mudah digunakan.

2.5. User Flow

User flow adalah langkah langkah user dalam menggunakan sebuah produk untuk menyelesaikan suatu masalah. *User flow* memegang peranan penting untuk meminimalisir permasalahan yang dialami pengguna dan untuk meningkatkan usability pengguna. User Flow dalam penelitian ini dapat digambarkan melalui gambar 2



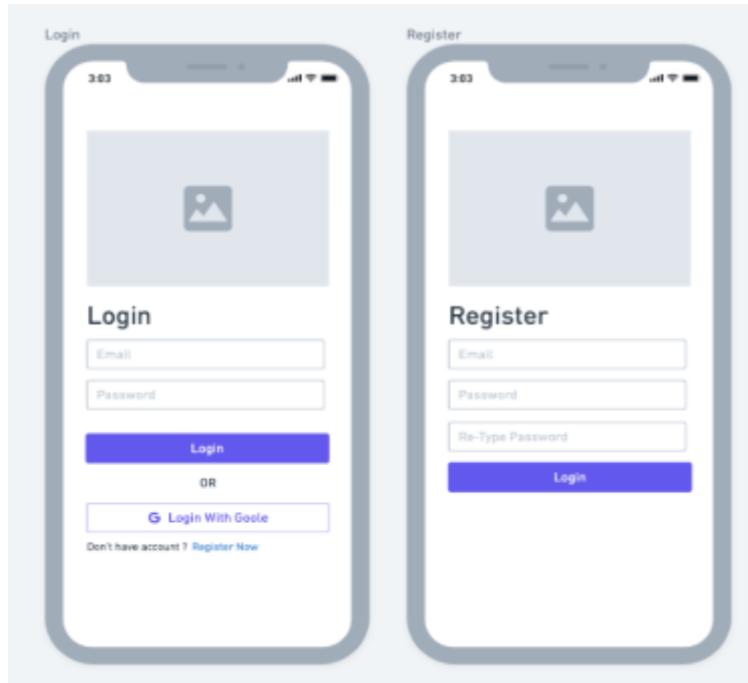
Gambar 2 User Flow

2.6. Wireframe

Wireframe adalah coretan atau kerangka yang bertujuan untuk penataan item-item pada sebuah tampilan sebelum proses desain sesungguhnya dibuat. Hasil wireframe pada penelitian ini sebagai berikut:

- *Wireframe* Halaman *login*

Fungsi halaman login adalah sebagai pintu masuk pada aplikasi. Pada halaman ini terdapat dua input untuk memasukkan email dan kata sandi. Terdapat tiga tombol yaitu masuk, masuk dengan google dan daftar seperti pada gambar 3.



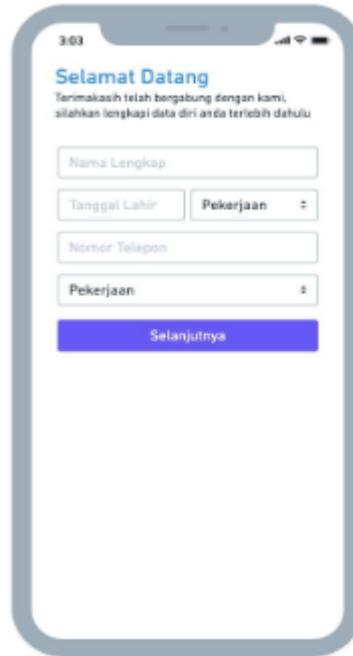
Gambar 3 *Wireframe* halaman *login* dan *register*

- *Wireframe* halaman *Register*

Pada halaman *register* terdapat 3 buah input dan 1 buah tombol. Input yang terdapat pada halaman ini adalah *textfield* email, *password* dan konfirmasi *password* dan tombol *register* yang dapat dilihat pada gambar 3 diatas.

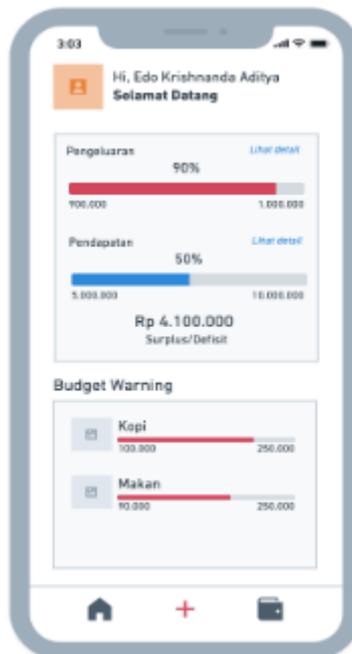
- *Wireframe* halaman data diri

Pada halaman ini pengguna diminta untuk mengisi data diri seperti nama, tanggal lahir, pekerjaan, nomor telepon dan jenis kelamin. Data diri ini nantinya akan digunakan untuk keperluan bisnis jika aplikasi di kembangkan lebih jauh. Dapat dilihat di gambar 4



Gambar 4 Wireframe data diri

- Wireframe halaman *dashboard*



Gambar 5 Wireframe halaman *dashboard*

Pada saat melakukan wawancara dengan *user* hal yang sulit dalam mengatur keuangan adalah sulit untuk mengikut anggaran yang sudah dibuat. Maka dalam halaman *dashboard* dibuat tampilan dimana terdapat perbandingan antara pengeluaran dan pemasukan yang dilakukan dalam satu periode dengan anggaran yang sudah dibuat oleh pengguna seperti pada gambar 5. Dalam halaman ini juga terdapat pengingat untuk kategori pengeluaran yang sudah hampir melewati anggaran yang sudah dibuat. Dan pengguna juga dapat melihat pendapatan yang di anggarkan pada periode saat ini apakah pendapatan sudah tercapai atau masih di

bawah anggaran. Dengan begitu pengguna dapat mengikuti anggaran yang sudah dibuat dengan lebih baik dan keuangan dari pengguna akan tetap terjaga.

- *Wireframe* halaman keuangan

Pada halaman ini pengguna dapat melihat dan mengetahui berapa kekayaan yang mereka miliki dan anggaran total yang sudah mereka anggarkan untuk satu periode. Total kekayaan diambil dari total aset yang dikurangi dengan total kewajiban yang pengguna miliki, total aset adalah total dari uang yang pengguna miliki dalam bentuk cash maupun dalam bank dan aset investasi yang pengguna miliki. Sedangkan untuk total kewajiban didapat dari utang piutang yang pengguna miliki. Total anggaran didapat dari anggaran pendapatan dikurangi dengan anggaran pengeluaran, dengan begini pengguna dapat melihat apakah pendapatan pengguna lebih banyak dari pengeluaran yang dianggarkan atau tidak. Jika pengeluaran pengguna lebih banyak maka pengguna dapat mengubah lagi anggaran pengeluaran supaya dapat dibawah dari pendapatan pengguna. Dengan begini pengguna dapat menjaga keuangan dengan sehat. Tampilan wireframe dapat dilihat pada gambar 6



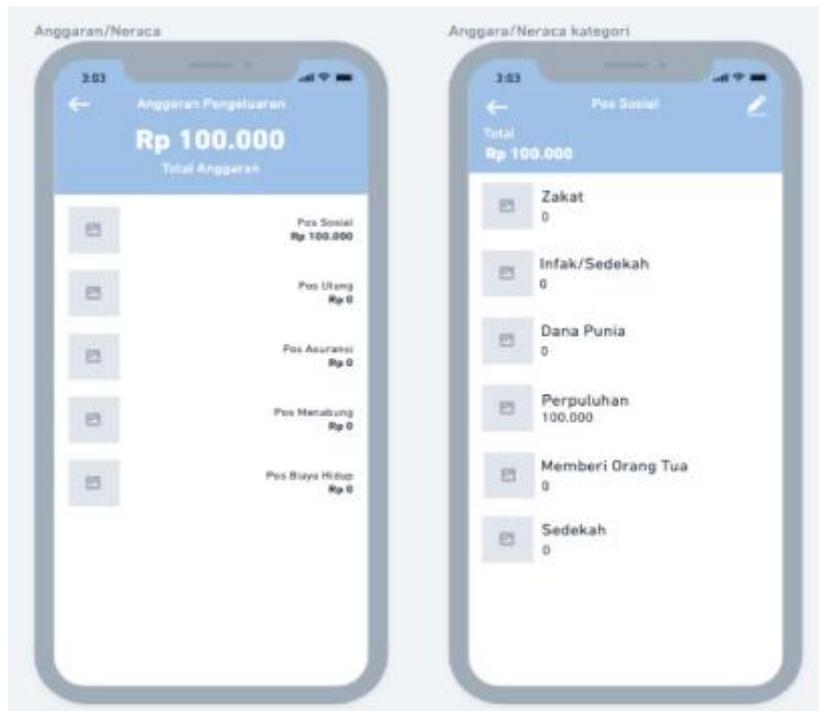
Gambar 6 *Wireframe* halaman keuangan

- *Wireframe* halaman anggaran/neraca

Pada halaman ini pengguna dapat melihat total dari anggaran (pengeluaran/pendapatan) atau neraca (aset/kewajiban). Dalam halaman ini pengguna juga dapat melihat total anggaran perpos dari kategori yang sudah diisi sesuai dengan keperluan atau kebutuhan pengguna seperti pada gambar 7

- *Wireframe* halaman isi anggaran/neraca

Pada gambar 7 ini pengguna dapat mengisi dan mengubah anggaran atau neraca pada setiap kategori dan melihat total dari kategori tersebut. Kategori di sini adalah kategori dari setiap pos yang ada pada halaman neraca/anggaran.



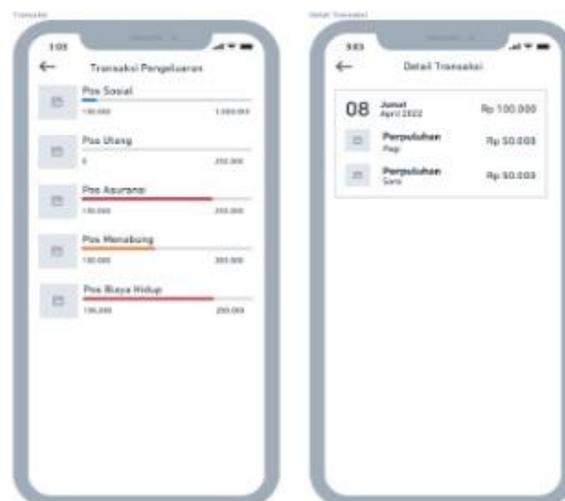
Gambar 7 Wireframe halaman neraca/anggaran dan isi neraca/anggaran

- Wireframe halaman lihat transaksi

Pada halaman ini pengguna dapat melihat transaksi pada periode saat ini dan dibandingkan dengan anggaran yang telah mereka buat perposnya, dibantu dengan adanya *progress bar* seperti pada gambar 8 yang akan berubah warna menjadi merah jika transaksi periode ini sudah 75% dibandingkan dengan anggaran yang dibuat. Dengan begitu pengguna dapat menjaga keuangan tetap sehat tanpa melebihi anggaran yang sudah ditetapkan.

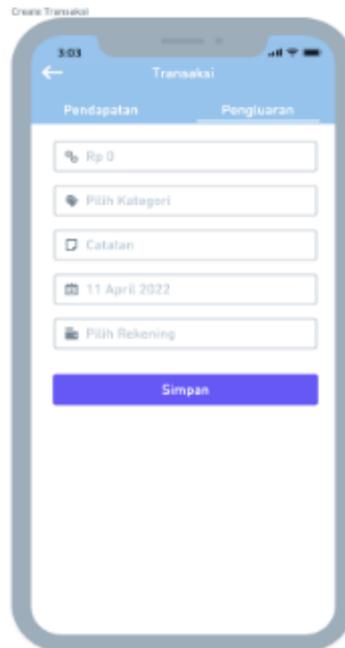
- Wireframe halaman lihat detail transaksi

Jika pengguna ingin melihat detail dari transaksi perkategori yang sudah terjadi pada periode ini pengguna dapat melihatnya pada halaman detail transaksi dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Wireframe halaman transaksi dan detail

- *Wireframe* halaman buat transaksi



Gambar 9 *Wireframe* halaman buat transaksi

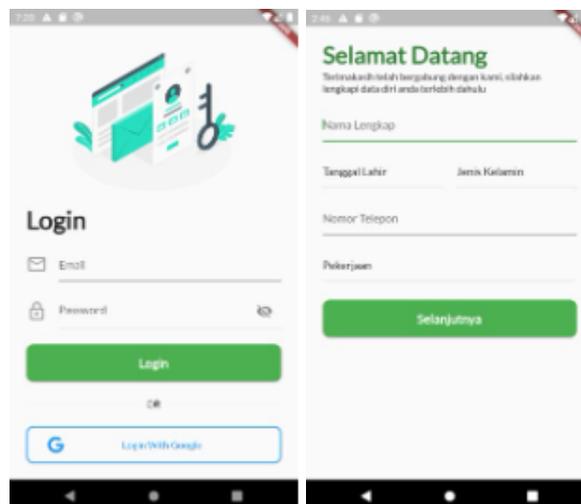
Pada halaman ini pengguna dapat mengisi transaksi pengeluaran atau pendapatan harian. Halaman ini memiliki lima *input* yaitu nominal, kategori, tanggal, catatan, rekening dan memiliki satu buah tombol untuk menyimpan transaksi seperti pada gambar 9

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Desain Antarmuka

Dibawah ini adalah hasil tampilan antarmuka dari aplikasi. Warna yang digunakan dalam antarmuka adalah warna hijau dan putih serta bertemakan *pastel clean design*. Warna hijau dipilih karena secara psikologis warna hijau dapat membawahkan ketenangan, kestabilan dan kedamaian.

- Tampilan antarmuka *login* dan *registrasi*



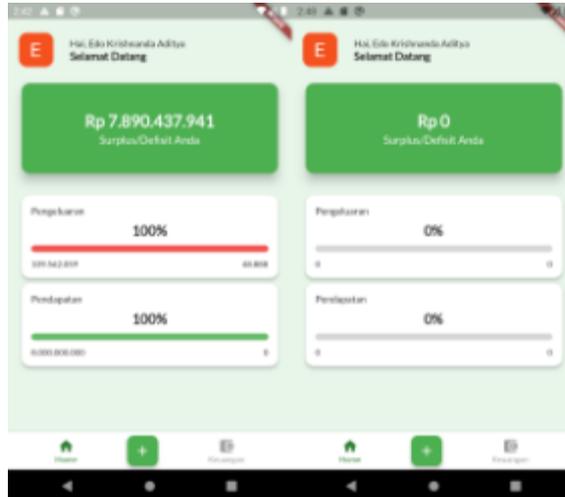
Gambar 10 Tampilan *login* dan *registrasi*

Desain Aplikasi Pengatur Anggaran Transaksi dan Neraca Keuangan Berbasis Mobile Menggunakan Metode *User-Centered Design*

Tampilan *login* adalah tampilan yang akan dijumpai pengguna untuk pertama kali. Di halaman ini terdapat beberapa cara untuk dapat *login* yaitu dengan *login* menggunakan email dan *password* atau *login* dengan google. Setelah *login* jika pengguna pertama kali melakukan *login* maka pengguna akan dibawa ke halaman untuk mengisi data diri seperti pada gambar 10

- Tampilan antarmuka *home*

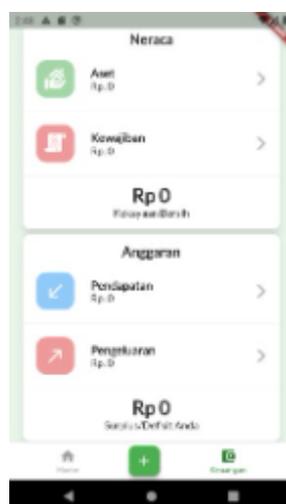
Tampilan *home* adalah tampilan yang akan menyambut pengguna setelah *login* atau setiap kali membuka aplikasi. Pada halaman ini pengguna dapat melihat jumlah uang keluar masuk dalam 1 bulan dan pengguna juga dapat melihat apakah pengeluaran dan pendapatan mereka sudah sesuai yang diangarkan atau belum dengan grafik. Dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11 Tampilan *home*

- Tampilan antarmuka halaman keuangan

Pada aplikasi yang dibuat terdapat satu halaman dimana pengguna dapat melihat total aset dan anggaran dalam satu bulan yang sudah dibuat. Dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 12 Tampilan halaman keuangan

- Tampilan antarmuka transaksi dan detail transaksi

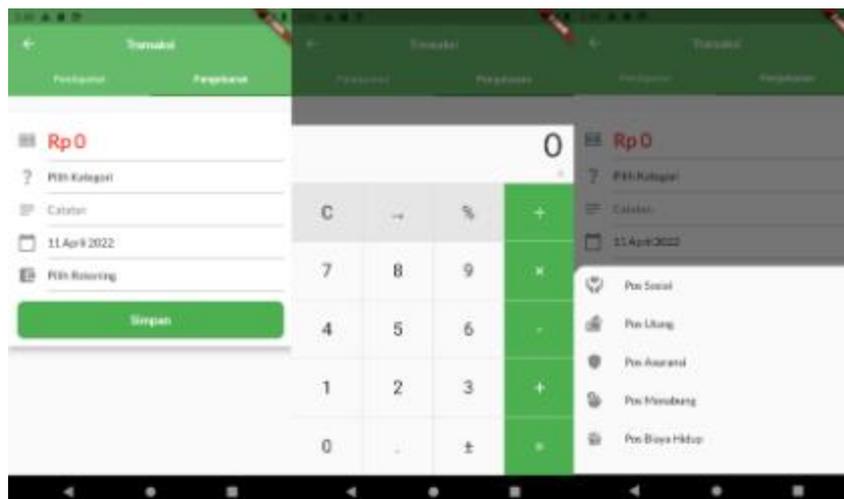
Pada halaman ini pengguna dapat melihat transaksi secara kategori dan jika ingin melihat detail dari transaksi serta tanggal transaksi pengguna dapat menekan kategori transaksi yang di inginkan. Disini pengguna juga dapat melihat apakah transaksi kategori mereka sudah melebihi anggaran yang sudah dianggarkan seperti pada gambar 13



Gambar 13 Tampilan transaksi dan detail transaksi

- Tampilan antarmuka tambah transaksi

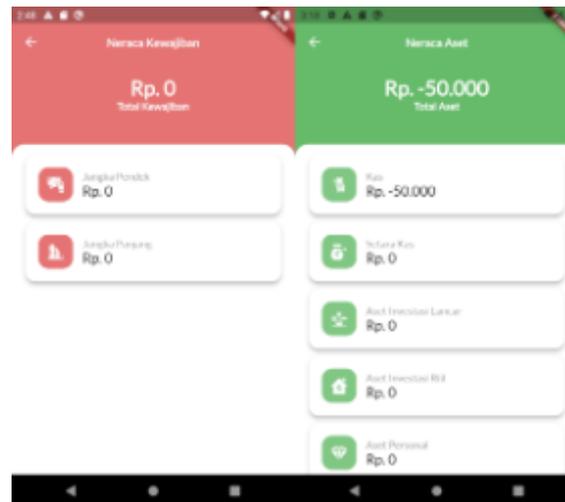
Pada halaman tambah transaksi terdapat dua tab yaitu pengeluaran dan pendapatan. Pada halaman ini pengguna harus mengisi nominal, kategori, catatan, tanggal dan rekening transaksi. Untuk mempermudah pengguna dalam melakukan pengisian nominal maka disediakan *input* dalam bentuk kalkulator dimana pengguna dapat menjumlahkan transaksi mereka secara langsung. Dapat dilihat pada gambar 14



Gambar 14 Tampilan tambah transaksi

- Tampilan antarmuka anggaran dan neraca

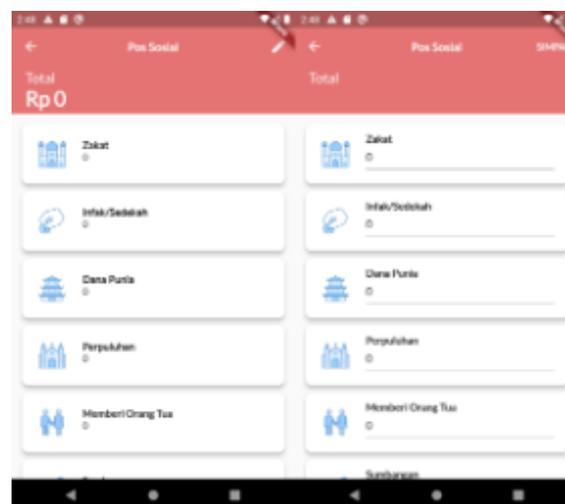
Pengguna dapat melihat total dari tiap kategori neraca maupun anggaran dalam halaman ini. Halaman akan menampilkan total dari semua kategori dan total dari tiap kategori. Pengguna dapat melihat sub-kategori dari neraca dan anggaran dengan cara menekan pada kategori yang di inginkan. Warna dari halaman akan dibedakan berdasarkan pengeluaran atau pendapatan untuk mempermudah pengguna seperti pada gambar 15



Gambar 15 Tampilan neraca dan anggaran

- Tampilan antarmuka *edit* anggaran dan neraca

Pada halaman ini pengguna dapat melihat sub-kategori dari neraca maupun anggaran. Pengguna juga mengubah nominal dari anggaran atau neraca yang di inginkan dengan menekan tombol *edit* yang terletak dikanan atas aplikasi. Dapat dilihat pada gambar 16



Gambar 16 Tampilan *edit* anggaran dan neraca

3.2. Pengujian *Cognitive Walkthrough*

Dalam pengujian partisipan akan dinyatakan berhasil jika menyelesaikan skenario kurang dari atau sama dengan tiga puluh detik dan kesalahan dalam melakukan skenario kurang dari atau sama dengan tiga kali kesalahan. Pada setiap skenario batas minimal kesalahan adalah 50% jika lebih dari itu akan dilakukan perbaikan kembali rancangan tampilan UI/UX.

- Skenario registrasi dan *login*

Partisipan diminta untuk membuat akun baru dan *login* pada aplikasi berdasarkan tabel 3

Tabel 3 Skenario 1

Goals	Melakukan Registrasi dan Login.
Skenario	Anda adalah seorang mahasiswa atau karyawan yang ingin mencatat transaksi, anggaran dan neraca. Sebelumnya anda belum pernah menggunakan aplikasi ini. Sehingga anda harus melakukan registrasi terlebih dahulu, Setelah registrasi anda akan langsung dapat masuk kedalam aplikasi

Hasil pengujian dari skenario pertama adalah partisipan mudah dalam membuat akun dan semua partisipan menggunakan google sebagai cara registrasi dan *login*. Partisipan tidak ada mengajukan pertanyaan apapun. Berikut adalah hasil dari pengujian skenario pertama dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4 Hasil pengujian skenario 1

Partisipan	Indikator Pengujian			
	Registrasi	Melakukan <i>Login</i>	Waktu	Kesalahan
1	Berhasil	Berhasil	20 detik	0
2	Berhasil	Berhasil	16 detik	0
3	Berhasil	Berhasil	15 detik	0
4	Berhasil	Berhasil	23 detik	0
5	Berhasil	Berhasil	15 detik	0
Jumlah Partisipan yang Berhasil	5	5	Rata-rata:17.8 detik	Persentase Kesalahan: 0%
Persentase Keberhasilan	100%	100%		

- Skenario mengisi anggaran dan neraca

Pada pengujian skenario kedua ini partisipan diminta untuk mengubah anggaran atau neraca keuangan lalu menyimpannya. Skenario dapat dilihat pada tabel 5

Tabel 5 Skenario 2

Goals	Mengubah dan menyimpan neraca atau anggaran.
--------------	--

Skenario	Anda sudah berhasil melihat neraca dan anggaran yang anda miliki. Anda ingin mengubah anggaran dan menyimpannya.
-----------------	--

Pada skenario kedua ini terdapat 1 kesalahan oleh partisipan kedua. Dimana partisipan tidak menyimpan setelah mengubah anggaran atau neraca yang diinginkan. Namun partisipan segera menyadarinya dan memperbaiki kesalahan. Hasil pengujian skenario kedua dapat dilihat di Tabel 6

Tabel 6 Hasil pengujian skenario 2

Partisipan	Indikator Pengujian			
	Mengubah neraca atau anggaran	Menyimpan neraca atau anggaran	Waktu	Kesalahan
1	Berhasil	Berhasil	15 detik	0
2	Berhasil	Berhasil	28 detik	1
3	Berhasil	Berhasil	20 detik	0
4	Berhasil	Berhasil	22 detik	0
5	Berhasil	Berhasil	24 detik	0
Jumlah Partisipan yang Berhasil	5	5	Rata-rata:21.8 detik	Persentase Kesalahan: 10%
Persentase Keberhasilan	100%	100%		

- Skenario melihat neraca atau anggaran

Pada skenario ini partisipan diminta untuk melihat anggaran dan neraca yang mereka miliki berdasarkan skenario yang ada pada tabel 7.

Tabel 7 Skenario 3

Goals	Melihat neraca keuangan dan anggaran
--------------	--------------------------------------

Skenario	Anda berhasil <i>login</i> dan anda ingin melihat anggaran dan neraca keuangan anda sebelum mulai mengisinya.
-----------------	---

Hasil pengujian pada skenario ketiga ini kelima partisipan berhasil melihat neraca keuangan dan anggaran tanpa ada kesalahan. Hasil skenario dapat dilihat pada Tabel 8

Tabel 8 Hasil pengujian skenario 3

Partisipan	Indikator Pengujian			
	Melihat Neraca Keuangan	Melihat Anggaran	Waktu	Kesalahan
1	Berhasil	Berhasil	10 detik	0
2	Berhasil	Berhasil	10 detik	0
3	Berhasil	Berhasil	9 detik	0
4	Berhasil	Berhasil	12 detik	0
5	Berhasil	Berhasil	7 detik	0
Jumlah Partisipan yang Berhasil	5	5	Rata-rata:9.6 detik	Persentase Kesalahan: 0%
Persentase Keberhasilan	100%	100%		

- Skenario membuat transaksi

Partisipan diminta untuk membuat transaksi pengeluaran dan pendapatan berdasarkan skenario Tabel 9

Tabel 9 Skenario 4

Goals	Membuat transaksi pengeluaran dan pendapatan.
Skenario	Anda berhasil mengubah anggaran dan anda ingin melakukan pencatatan transaksi yang terjadi pada hari ini. Hari ini anda mendapatkan gaji dan anda juga melakukan pengeluaran untuk makan.

Dari hasil pengujian diatas terdapat 2 kesalahan dari dua pengguna yang berbeda. Kesalahan oleh partisipan keempat adalah pada saat melakukan transaksi pengguna lupa untuk memilih rekening yang ingin digunakan. Partisipan ketiga mengalami kesalahan dimana pengguna tidak memilih kategori. Hasil pengujian dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10 Hasil pengujian skenario 4

Partisipan	Indikator Pengujian			
	Transaksi Pengeluaran	Transaksi Pendapatan	Waktu	Kesalahan
1	Berhasil	Berhasil	10 detik	0
2	Berhasil	Berhasil	16 detik	0
3	Berhasil	Berhasil	28 detik	1
4	Berhasil	Berhasil	23 detik	1
5	Berhasil	Berhasil	17 detik	0
Jumlah Partisipan yang Berhasil	5	5	Rata-rata:18.8 detik	Persentase Kesalahan: 20%
Persentase Keberhasilan	100%	100%		

- Skenario melihat transaksi yang telah dibuat

Pada pengujian skenario yang kelima partisipan diminta untuk melihat transaksi dan detail transaksi yang telah dibuat tadi. Skenario dapat dilihat pada tabel 11

Tabel 11 Skenario 5

Goals	Melihat transaksi dan detail transaksi yang barusan dibuat
Skenario	Anda berhasil membuat transaksi pengeluaran dan pendapatan. Selanjutnya anda ingin melihat transaksi tadi.

Hasil pengujian pada skenario kelima ini partisipan berhasil menyelesaikan skenario dengan cepat dan tanpa kesalahan. Hasil skenario kelima dapat dilihat pada Tabel 12

Tabel 12 Hasil pengujian skenario 5

Partisipan	Indikator Pengujian			
	Melihat transaksi	Melihat detail transaksi	Waktu	Kesalahan
1	Berhasil	Berhasil	10 detik	0
2	Berhasil	Berhasil	8 detik	0
3	Berhasil	Berhasil	8 detik	0
4	Berhasil	Berhasil	9 detik	0
5	Berhasil	Berhasil	11 detik	0
Jumlah Partisipan yang Berhasil	5	5	Rata-rata:9.2 detik	Persentase Kesalahan: 0%
Persentase Keberhasilan	100%	100%		

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan implementasi di atas, dapat disimpulkan dengan adanya aplikasi untuk membantu pengatur anggaran transaksi dan neraca keuangan ini dapat membantu penggunanya untuk bisa mengatur keuangan dengan baik dan memiliki keuangan yang sehat serta dapat membantu penggunanya untuk lebih melek keuangan dan dapat meningkatkan literasi keuangan masyarakat di Indonesia khususnya kalangan mahasiswa dan anak muda yang masih belum bisa mengatur keuangannya dengan baik.

References

- [1] Otoritas Jasa Keuangan, "Survei Nasional Literasi dan Inklusi Keuangan Indonesia 2019," *Surv. Rep.*, pp. 1–26, 2019, [Online]. Available: www.ojk.go.id
- [2] J. Manurung and A. H. Manurung, *Ekonomi Keuangan dan Kebijakan Moneter, Salemba Empat*, Cetakan Pe. Jakarta: Salemba Empat, 2009.
- [3] A. Amborowati, "Rancangan Sistem Pameran Online menggunakan Metode UCD (User Centered Design)," 2012.
- [4] D. S. Dewi, A. H. Brata, and L. Fanani, "Penerapan User Centered Design dalam Pembangunan Aplikasi Informasi Hostel berbasis Android," 2018. [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [5] M. R. N. Susanto, A. A. Putri, M. A. Azhari, and L. R. Maghfiroh, "Uji Kegunaan Perangkat Lunak menggunakan Metode Cognitive Walkthrough," 2021. doi: 10.34123/semnasoffstat.v2021i1.758.

This page is intentionally left blank.

Sistem Pencocokan Aksara Bali Menggunakan Template Matching Dan Komputasi Paralel

I Gede Arta Wibawa¹, I Gede Tendy Ariyanto², Luh Arida Ayu Rahning Putri³, I Ketut Gede Suhartana⁴, I Gusti Agung Gede Arya Kadyanan⁵, Luh Gede Astuti⁶

Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Ilmu Komputer, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Udayana

Jalan Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali

Email : gede.arta@unud.ac.id¹, tendy.ariyanto99@gmail.com², rahningputri@unud.ac.id³, ikg.suhartana@unud.ac.id⁴, gungde@unud.ac.id⁵, lq.astuti@unud.ac.id⁶

ABSTRAK

Aksara bali merupakan aksara tradisional yang digunakan untuk menulis bahasa dan sastra bali. Aksara bali juga merupakan salah satu kekayaan budaya bali. Namun aksara bali memiliki keunikan dari bentuknya yang hampir sama satu dengan yang lainnya, dan beberapa tulisan hanya dibedakan oleh satu guratan garis. Hal tersebut dapat mempersulit dalam pembelajarannya juga dalam pengembangan aplikasinya di era yang modern ini. Jadi oleh sebab saya melakukan penelitian dalam pembuatan sistem pencocokan aksara bali menggunakan template matching dan komputasi paralel agar dapat mengetahui berapa nilai dari rata2 ketidakmiripan dari setiap huruf aksara bali agar dapat menjadi acuan dalam pengembangan aplikasi yang berhubungan dalam aksara bali. Dalam penelitian ini saya menggunakan metode template matching untuk mengetahui nilai eror rata2 dari setiap huruf aksara bali yang terdapat pada font bali simbar. Dari metode tersebut akan mencocokkan setiap nilai pixel-pixel dari huruf aksara bali yang sudah diolah dalam proses binerisasi untuk mendapatkan nilai eror. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil yang didapat nilai MSE terbesar yaitu 0,071354167 memiliki kemiripan 93%. Dimana ini menunjukkan bahwa kemiripan aksara bali dengan yang lainnya itu memiliki kemiripan diatas 90% dan hasil waktu proses data sistem yang menggunakan komputasi paralel adalah 4977 second dan sistem yang tidak menggunakan komputasi paralel adalah 4789 second.

Kata kunci : Template matching, komputasi paralel, pencocokan aksara bali, MSE, bali simbar

1. PENDAHULUAN

Aksara bali merupakan aksara tradisional yang digunakan untuk menulis bahasa dan sastra bali. Aksara bali juga merupakan salah satu kekayaan budaya bali. Namun aksara bali memiliki keunikan dari bentuknya yang hampir sama satu dengan yang lainnya, dan beberapa tulisan hanya dibedakan oleh satu guratan garis[4]. Jadi oleh sebab saya melakukan penelitian dalam pembuatan sistem pencocokan aksara bali menggunakan template matching dan komputasi paralel agar dapat mengetahui berapa nilai dari rata2 ketidakmiripan dari setiap huruf aksara bali agar dapat menjadi acuan dalam pengembangan aplikasi yang berhubungan dalam aksara bali.

Dalam penelitian ini saya menggunakan metode template matching salah satu metode pengenalan citra dengan cara melakukan proses operasi pengurangan antara matrik citra uji dengan matriks citra latih, dan hasilnya dimutlakkan[2] dari setiap huruf aksara bali yang terdapat pada font bali simbar. Dari metode tersebut akan mencocokkan setiap nilai pixel-pixel dari huruf aksara bali yang sudah diolah dalam proses binerisasi untuk mendapatkan nilai eror. Nilai eror tersebut akan di cari rata2nya dan akan di buat table agar mempermudah dalam mencari nilai MSE yang terbesar atau tulisan aksara bali yang memiliki nilai kemiripan yang kecil. Dalam proses template matching tersebut juga di sisipkan komputasi paralel sekaligus melakukan perbandingan antara aplikasi yang menggunakan komputasi paralel dan tidak menggunakan komputasi paralel agar dapat mengetahui terjadi perbedaan waktu dalam pemrosesan atau tidak.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, hasil yang didapat nilai MSE terbesar yaitu 0,071354167 memiliki kemiripan 93%. Dimana ini menunjukkan bahwa kemiripan aksara bali

dengan yang lainnya itu memiliki kemiripan diatas 90% dan hasil waktu proses data sistem yang menggunakan komputasi paralel adalah 4977 second dan sistem yang tidak menggunakan komputasi paralel adalah 4789 second

2. METODE PENELITIAN

2.1 Aksara bali

Suara khususnya wicara merupakan cara yang natural bahkan paling penting dalam melakukan proses komunikasi. Dalam kehidupan sehari-hari, manusia melakukan berbagai jenis komunikasi dengan sesama manusia, misalnya: body language, berbicara (*speech*) dan lain-lain. Diantara banyak komunikasi yang dilakukan oleh manusia, berbicara (*speech*) memberikan paling banyak informasi penting dan paling penting dalam komunikasi.

Sejarah Aksara Bali tidak dapat terlepas dari perkembangan aksara dari India, dimana perkembangan agama Hindu dan Buddha di Negara Indonesia terutama Bali diiringi juga dengan bahasa dan aksara. India merupakan suatu negara yang dahulu memiliki aksara yang disebut dengan aksara Karosti. Aksara Karosti tersebut mengalami perkembangan menjadi aksara Brahmi. Aksara Brahmi tersebut kembali mengalami perkembangan menjadi aksara Dewanegari dan aksara Pallawa. Aksara Dewanegari digunakan di India Utara yakni untuk menuliskan bahasa Sanskerta. Aksara Pallawa digunakan di India Selatan yakni untuk menulis bahasa Pallawa. Perkembangan aksara Dewanegari dan Pallawa di Indonesia mengikuti perkembangan agama Hindu dan Buddha. Dari perkembangan agama Hindu dan Buddha tersebut maka Aksara Kawi atau Aksara Indonesia Kuna lahir. Aksara Kawi tersebut menjadi tonggak terciptanya aksara Jawi dan Aksara Bali, serta aksara-aksara lainnya yang sekarang ada di Indonesia. Salah satu contohnya adalah pada kerajaan Kutai (Kalimantan Timur) pada *yupa*, terdapat penulisan aksara Dewanegari.

Aksara Bali saat ini sebenarnya merupakan gabungan dari aksara Wresastra dan aksara Swalalita. Aksara Wresastra (Wreastra) merupakan aksara yang dipakai untuk menuliskan bahasa Bali umum, misalnya: surat, urak, pipil, pangling-eling dan lain-lainnya. Anggota dari aksara Wresastra (Wreastra) diantaranya adalah aksara suara, aksara wianjana, Pengangge Suara, Pengangge Tengenan, aksara suara h wanda, dan angka Bali dari Aksara Bali. Bagian-bagian dari aksara Wresastra (Wreastra) adalah sebagai berikut[5]:

- a. Aksara Wianjana merupakan aksara dengan anggota ha, na, ca, ra, ka, da, ta, sa, wa, la, ma, ga, ba, nga, pa, ja, ya, nya, seperti pada Tabel 1 di bawah :

Tabel 1 Tabel Aksara Bali

h	n	c	r	k	d
ha	na	ca	ra	ka	da
t	s	w	l	m	g
ta	sa	wa	la	ma	ga
b	\	p	j	y	z
ba	nga	pa	ja	ya	nya

2.2 Template Matching

Algoritma template matching merupakan metode yang sederhana dan banyak digunakan untuk mengenali pola Metode template matching ini merupakan metode yang sederhana. Suatu citra masukan yang mengandung template tertentu dibandingkan dengan template pada basis data. Template ditempatkan pada pusat bagian citra yang akan dibandingkan dan dihitung seberapa banyak titik yang paling sesuai dengan template. Langkah ini diulangi terhadap keseluruhan citra masukan yang akan dibandingkan. Nilai kesesuaian titik yang paling mendekati atau error minimum yang paling kecil antara citra masukan dan citra template menandakan bahwa template tersebut merupakan citra template yang paling sesuai dengan citra masukan.

Tingkat kesesuaian antara citra masukan dan citra template bisa dihitung berdasarkan nilai error terkecil dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Min } e = \sum (I_{x,y} - T_{x,y})^2 \quad (1)$$

e = hasil template matching

x = kolom pixel

y = baris pixel

I adalah pola pixel citra masukan yang akan dibandingkan. T adalah pola pixel citra template.

Template dengan nilai error paling kecil adalah template yang paling sesuai dengan citra masukan yang akan dibandingkan.[1]

2.3 Komputasi Paralel

Teknologi komputasi paralel sudah berkembang lebih dari dua dekade, penggunaannya semakin beragam mulai dari kebutuhan perhitungan di laboratorium fisika nuklir, simulasi pesawat luar angkasa, hingga prakiraan cuaca. Komputasi paralel didefinisikan sebagai penggunaan sekumpulan sumberdaya komputer secara simultan untuk menyelesaikan permasalahan komputasi. Secara prinsip komputer paralel membagi permasalahan sehingga menjadi lebih kecil untuk dikerjakan oleh setiap prosesor (CPU) dalam waktu yang bersamaan/simultan (concurrent). Prinsip ini disebut paralelisme.

Paralelisme dalam komputasi paralel merupakan hal yang diciptakan dan dimanfaatkan. Sebenarnya prinsip paralelisme juga sudah diterapkan dalam komputer serial misal dengan pipelining dan superscalar-nya namun demikian tidak memberikan solusi terbaik dalam hal meningkatkan performansi dikarenakan terbatasnya kemampuan untuk menambah kecepatan prosesor dan fenomena memory bottleneck. Perkembangan penerapan paralelisme pada prosesor dari masa ke masa kita dapatkan bedakan ke beberapa tingkat paralelisme dalam komputasi khususnya pada prosesor.[3]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengumpulan Dataset

Data dalam penelitian ini adalah aksara bali yang ada pada font bali simbar yang proses menjadi sebuah image. Terdapat 142 aksara bali yang penulis gunakan sebagai data yang diambil dari font bali simbar dengan ukuran image 640 x 480 pixel. Berikut ada contoh gambar dari beberapa aksara bali yang di gunakan sebagai data penelitian.



Gambar 1. Contoh aksara bali



Gambar 2. Contoh aksara bali



Gambar 3. Contoh aksara bali

Data tersebut akan langsung di input kedalam sistem yang sudah siap dijalankan untuk mengetahui nilai MSE dari setiap aksara bali yang ada pada font bali simbar.

3.2 Implementasi Sistem

Terdapat beberapa proses dalam implementasi sistem pada penelitian ini. Proses proses dalam implementasi sistem ini adalah sebagai berikut.

- a. Sistem tanpa komputasi paralel
Berikut adalah proses – proses dalam implementasi sistem tanpa komputasi paralel.

1. Grayscale

Grayscale adalah proses pengubahan gambar masukan yang berupa gambar rgb menjadi gambar keabuan. Source code yang berfungsi untuk mengubah gambar rgb menjadi gambar keabuan terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. Source code grayscale

```
img_main=cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg")
%(a)
img_gray0 = cv2.cvtColor(img_main, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
template=cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg")
%(b)
img_gray1 = cv2.cvtColor(template, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
```

Pada source code diatas akan mengambil data yang sudah di simpan pada folder tertentu dan membaca image tersebut kemudian akan di olah menjadi gambar keabuan. Gambar yang sudah menjadi keabuan akan di simpan di sebuah variable dan akan memasukan proses selanjutnya.

2. Binerisasi

Binerisasi merupakan proses untuk mengubah gambar menjadi hitam putih. Gambar hasil dari proses ini hanya terdiri dari warna hitam dan putih. Source code untuk proses binerisasi terlihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3. Source code binerisasi

```
ret, img_biner = cv2.threshold(img_gray0, 125, 255, cv2.THRESH_BINARY)
ret, img_biner1 = cv2.threshold(img_gray1, 125, 255, cv2.THRESH_BINARY)
```

Pada source diatas gambar akan diubah nialinya setiap pixel dimana gambar tersebut nilainya kurang sama dengan dari 125 akan menjadi 1 atau warna hitam dan yang lebih dari 125 akan menjadi 0 atau warna putih

3. Template matching

Template matching merupakan proses untuk mencocokkan nilai setiap pixel pada data tersebut. Berikut source code untuk proses template matching.

Tabel 4 source code template matching

```
h , w = img_biner.shape
    i = 0
    j = 0
    nilai_kemiripan = 0
    while (i < h) :
        while (j < w) :
            if (img_biner[i][j] != img_biner1[i][j]):
                nilai_kemiripan = nilai_kemiripan + 1
            j = j + 1
        j = 0
        i = i + 1
    mse = float(nilai_kemiripan)/float(h*w)
    ws.cell(row=(row+a), column=(column+b), value=(mse))
    b = b + 1
column = 1
b = 1
a = a+1
print(a)
wb.save('asd.xlsx')
```

Pada source diatas akan dilakukan pencocok nilai yang terdapat dari setiap pixel yang ada akan dicari nilai yang tidak sama dari data pertama dan data kedua itu akan dilakukan secara berulang-ulang samapai sebuah data didapatkan total dari nilai yang tidak sama dan akan di bagi total pixel yang ada pada data tersebut agar mendapat nilai MSEnya. Setelah mendapatkan nilai MSE tersebut makan akan disimpan dalam sebuah document excel.

b. Sistem menggunakan komputasi paralel

Pada implementasi sistem menggunakan komputasi paralel tidak jauh berbeda dari implementasi sistem tanpa komputasi paralel yang membedakan hanya pada implementasi

sistem menggunakan komputasi paralel dibagi menjadi 2 fungsi karena data akan dibagi untuk di jalan di thread yang berbeda dan thread tersebut akan berjalan bersama. Berikut adalah source dari sistem menggunakan komputasi paralel.

Tabel 5 source code menjalankan thread

```
import cv2
import numpy as np
from openpyxl import Workbook
from openpyxl import load_workbook
from threading import Thread
import time

start_time = time.time()
def job1():
    total_gambar = 142
    total_job = 71
    a=1
    b=1
    row = 1
    wb = load_workbook(filename = 'asd.xlsx')
    ws = wb.active
    column = 1
    while (a <= total_job) :
        while (b <= total_gambar) :
            img_main=
cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg" %(a))
            img_gray0=cv2.cvtColor(img_main,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
            template=
cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg" %(b))
            img_gray1=cv2.cvtColor(template, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
            ret, img_biner = cv2.threshold(img_gray0, 125, 255,
cv2.THRESH_BINARY)
            ret, img_biner1 = cv2.threshold(img_gray1, 125, 255,
cv2.THRESH_BINARY)
                h , w = img_biner.shape
                i = 0
                j = 0
                nilai_eror = 0
                while (i < h) :
                    while (j < w) :
                        if (img_gray0[i][j] != img_gray1[i][j]):
                            nilai_eror = nilai_eror + 1
                                j = j + 1
                                    j = 0
                                        i = i + 1
                                            mse = float(nilai_eror)/float(h*w)
                                                ws.cell(row=(row+a), column=(column+b), value=(mse))
                                                    b = b + 1
                                                        column = 1
                                                            b = 1
                                                                a = a+1
                                                                    print 'thread1'
                                                                        wb.save('asd.xlsx')
                                                                            print("--- %s seconds ---" % (time.time() - start_time))

def job2():
    total_gambar = 142
    total_job = 142
```

```

a=72
b=1
row = 1
wb = load_workbook(filename = 'asd.xlsx')
ws = wb.active
column = 1
while (a <= total_job) :
    while (b <= total_gambar) :
        img_main=
cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg" %(a))
        img_gray0=cv2.cvtColor(img_main,
cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        template=
cv2.imread("/home/agasatya/Desktop/aksarabali/aksara%d.jpg" %(b))
        img_gray1=cv2.cvtColor(template, cv2.COLOR_BGR2GRAY)
        ret, img_biner = cv2.threshold(img_gray0, 125, 255,
cv2.THRESH_BINARY)
        ret, img_biner1 = cv2.threshold(img_gray1, 125, 255,
cv2.THRESH_BINARY)
        h , w = img_biner.shape
        i = 0
        j = 0
        nilai_eror = 0
        while (i < h) :
            while (j < w) :
                if (img_gray0[i][j] != img_gray1[i][j]):
                    nilai_eror = nilai_eror + 1
                j = j + 1
            j = 0
            i = i + 1
        mse = float(nilai_eror)/float(h*w)
        ws.cell(row=(row+a), column=(column+b), value=(mse))
        b = b + 1
    column = 1
    b = 1
    a = a+1
print "thread2"
wb.save('asd.xlsx')
print("--- %s seconds ---" % (time.time() - start_time))

threads = []
threads1 = []
t = Thread(target=job1, args=())
threads.append(t)
t2 = Thread(target=job2, args=())
threads1.append(t2)
for t in threads :
    t.start()
for t in threads1 :
    t.start()

```

Pada source code diatas terdapat 2 fungsi yang sama hanya fungsi 1 (job1) dan fungsi 2 (job2) mengolah data yang berbeda agar dalam menjalankan thread yang berbeda pada waktu bersamaan akan mendapatkan waktu yang lebih cepat karena data yang di kerja di bagi menjadi 2.

3.3 Hasil dan Pengujian Sistem

Pada subbab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari data yang sudah di olah oleh sistem dan juga perbandingan dari sistem yang menggunakan komputasi paralel dan yang tidak menggunakan komputasi paralel

a. Nilai MSE

Hasil dari semua nilai MSE dapat di lihat dari table yang berada pada bagian lampiran pada bagian data nilai MSE. Dari tabel pada lampiran bisa kita ketahui nilai MSE dari setiap data yang diolah dan juga kita bisa menemukan data yang nilai MSEnya 0 dikarena data tersebut di cocokan dengan dirinya sendiri jadi tidak terdapat nilai eror pada pencocokan tersebut. Juga dapat ditemukan ada beberapa data yang mendapatkan nilai eror yang besar. Berikut adalah tabel dari 10 nilai MSE terbesar yang didapatkan

Tabel 6 10 nilai MSE terbesar

Aksara pertama	Aksara kedua	Nilai MSE
ꦮ	ꦮ	0,071354167
ꦲ	ꦲ	0,066455078125
ꦱ	ꦱ	0.06605143229167
ꦶ	ꦶ	0.0653971354167
ꦱ	ꦱ	0.065384114583
ꦱ	ꦱ	0.06454752604167
ꦮ	ꦮ	0.063681640625
ꦮ	ꦮ	0.0619563802083
ꦱ	ꦱ	0.061829427083
ꦱ	ꦱ	0.0615657552083

b. Perbandingan waktu proses sistem

Setelah menjalankan sistem yang sudah selesai, output dari sistem tersebut ada yang berupa waktu lamanya proses sistem. Berikut adalah gambar jadi output waktu proses sistem menggunakan komputasi paralel dan sistem tanpa komputasi paralel

```
root@agasatya-G501JW:/home/agasatya/Desktop# python menakaithread.py
thread2
--- 4788.39378691 seconds ---
thread1
--- 4789.37117004 seconds ---
root@agasatya-G501JW:/home/agasatya/Desktop#
```

Gambar 4. Output waktu proses sistem menggunakan komputasi paralel

```
--- 4977.87736583 seconds ---
root@agasatya-G501JW:/home/agasatya/Desktop#
```

Gambar 5. Output waktu sistem tanpa menggunakan paralel

Dari gambar diatas dapatkan kita bandingkan bahwa waktu yang di butuhkan sistem tanpa menggunakan paralel untuk mennggolah data adalah 4977 second sedangkan pada sistem menggunakan paralel yang dimana thread 1 yang terakhir selesai dibandingkan thread 2 membutuhkan waktu 4789 seconds dalam memproses data.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian yang dilakukan, diperoleh simpulan yaitu sebagai berikut.

1. Dari 10 nilai MSE terbesar nilai MSE yang paling besar adalah 0,071354167 yang merupakan pencocokan aksara 118 dengan aksara 130 dan juga 130 merupakan aksara yang sangat berbeda dengan aksara lainnya di karenakan 10 aksara terbesar kebanyakan pencocokan dari aksara 130.
2. Dari nilai MSE terbesar memiliki kemiripan 93%. Dimana ini menunjukkan bahwa kemiripan aksara bali dengan yang lainnya itu memiliki kemiripan diatas 92% dimana aksara bali satu dengan lainnya memiliki kemiripan yang sangar besar.
3. Hasil waktu proses data sistem yang menggunakan komputasi paralel adalah 4977 dan sistem yang tidak menggunakan komputasi paralel adalah 4789. Dapat disimpulkan bahwa sistem yang menggunakan komputasi paralel lebih cepat 3% dari pada sistem yang tidak menggunakan komputasi paralel.

REFRENSI

- [1] Dewi, M. S., Kesiman, M. W., & Sunarya, I. M. (2014). Aplikasi Pembelajaran Pengenal Aksara Bali Menggunakan Metode Template Matching. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika (JANAPATI)*, 41-50.
- [2] Dwiadi, M. H., Hertiana, S. N., & Budiman, G. (2010). Pengenalan Bilangan Arab Menggunakan Tamplate Matching. *Telkom University*.
- [3] Ogi, D. (2010). Studi Kinerja Algoritma Paralel dengan MPICH2 dan Cilk++ pada Prosesor Multicore. *UNIVERSITAS INDONESIA*.
- [4] Pertama, P. G., Pande, Suyoto, & Suselo, T. (2015). Pengembangan Aplikasi Pengenalan Aksara Bali Kedalam Huruf Latin Dengan Augmented Reality. *Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Komunikasi 2015*.
- [5] Setiyawan, P. A., Chayawan W., A. A., & Bayupati, I. P. (2014). Balinese Alphabet Sebagai Aplikasi Media Pembelajaran Aksara Bali Berbasis Android Mobile Platfrom. *Merpati Vol 2, No 2*.

Peningkatan Proses Bisnis Menggunakan *Business Process Improvement (BPI)* Di Solo Bakery

Daniel Tunggono Saputror^{a1}, Kustanto^{b2}

^aProgram Studi Teknik Informatika, Universitas AKI
Jl. Imam Bonjol No. 15-17 Semarang, Indonesia
¹daniel.tunggono1@unaki.ac.id

^bProgram Studi Teknologi Informasi, STMIK Sinar Nusantara
Jl. K.H Samanhudi No. 84-86 Surakarta, Indonesia
²kustanto@sinus.ac.id

Abstract

Solo Bakery is an UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) company that produces bread in Solo city. To maintain business and compete, short, effective and efficient business processes are needed so that they can support production. The business process of procurement (purchasing) of goods and payroll is required to be evaluated and modeled for a new business process (To-be). Evaluation using the Failure Model and Effect Analysis method and business process improvement plans with the streamlining tool from the Business Process Improvement method simulated with the Bizagi Modeler software obtained an average time saving for the goods procurement (purchasing) business process of 1 hour 14 minutes 38 seconds (24%) and the average payroll processing business time is 3 hours 48 minutes 13 seconds (35%).

Keywords: *Business Process, Failure Model and Effect Analysis, Streamlining, Simulation, Bizagi Modeler.*

Abstrak

Solo Bakery adalah sebuah perusahaan UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) yang memproduksi roti berlokasi di kota Solo. Untuk mempertahankan usaha dan berkompetisi, diperlukan proses bisnis yang singkat, efektif dan efisien sehingga dapat menunjang produksi. Proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian diperlukan untuk dievaluasi dan dibuatkan pemodelan proses bisnis yang baru (To-be). Evaluasi dengan menggunakan metode *Failure Model and Effect Analysis* dan rencana perbaikan proses bisnis dengan *tool streamlining* dari metode *Business Process Improvement* yang disimulasikan dengan perangkat lunak *Bizagi Modeler* didapatkan penghematan waktu rata-rata untuk bisnis proses pengadaan (pembelian) barang sebesar 1 jam 14 menit 38 detik (24%) dan waktu rata-rata bisnis proses penggajian sebesar 3 jam 48 menit 13 detik (35%).

Kata Kunci: *Bisnis Proses, Failure Model and Effect Analysis, Streamlining, Simulasi, Bizagi modeler*

1. Pendahuluan

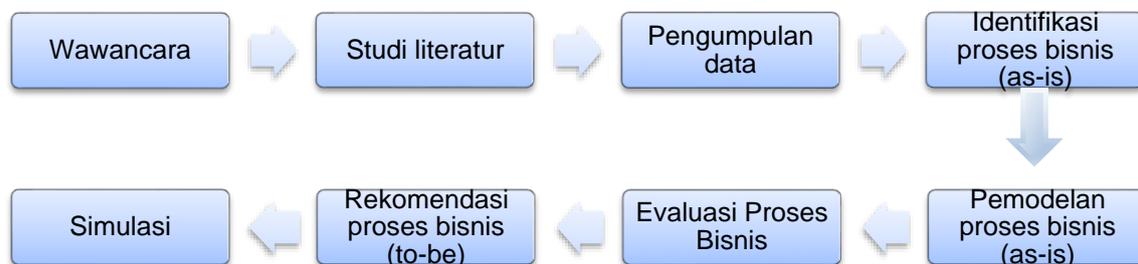
Solo Bakery adalah sebuah perusahaan UMKM (Usaha Mikro, Kecil dan Menengah) yang melakukan kegiatan usaha memproduksi roti dan mempunyai toko roti di kota Surakarta dan Sukoharjo di Jawa Tengah. Didirikan pada tahun 2001 dan mempunyai karyawan sekitar 60 orang. Produk utama dari usaha ini adalah roti manis (roti pisang, roti sobek, dll), roti bolu/cake (roti ulang tahun, roti pernikahan, *tiramisu cake*, *black forest*, dll), pastry (*puff*, *croissant*, *danish*). Ada sekitar 60 jenis varian roti yang setiap hari diproduksi dan dipasarkan.

Untuk mempertahankan dan mengembangkan bisnis roti di kota Surakarta maka diperlukan sebuah perbaikan proses bisnis untuk meningkatkan kinerja dan produktivitas yang lebih efektif dan efisien sehingga mampu bersaing di dalam kualitas, harga dan tepat pengiriman, Terlebih saat sekarang ini di kota Surakarta banyak sekali kegiatan (*event*) yang berskala nasional dan internasional (Asean Para Games 2022, Solo Menari 2023, dll), yang tentunya kegiatan-kegiatan ini akan memberikan dampak positif kepada usaha (UMKM) di kota Surakarta.

Hasil wawancara dengan pemilik, terdapat 5 proses bisnis utama yang terjadi di Solo Bakery yaitu pengadaan (pembelian) barang (bahan, alat produksi,dll), produksi, pengiriman, penjualan/pemasaran, dan pembayaran, penagihan, penggajian yang dilakukan oleh akunting. Sistem pembayaran hutang dan penagihan piutang telah menggunakan perangkat lunak, untuk penggajian dilakukan secara manual. Dari hasil wawancara, pemilik mengatakan bahwa proses pengadaan (pembelian) barang saat ini memerlukan waktu yang lama sehingga memerlukan waktu untuk melakukan kegiatan pembelian dan pemesanan barang, bahkan pemilik harus banyak meluangkan waktu untuk melakukan pengecekan ulang terhadap jenis barang yang akan dibeli dan hal ini banyak menghabiskan waktu dan tenaga pemilik. Pemilik berharap proses pengadaan (pembelian) barang dapat berlangsung secara cepat dan tepat. Pemilik juga merasa pada proses bisnis penggajian yang dilakukan oleh akunting memerlukan waktu yang cukup lama dan sering terjadi kesalahan sehingga pihak akunting dan pemilik sering melakukan penghitungan ulang untuk membayar kekurangan gaji.

Dalam hal ini, penulis akan melakukan analisa dan evaluasi untuk proses bisnis saat ini, proses bisnis saat ini akan dipertahakan atau dilakukan perbaikan. Metode untuk menganalisa proses bisnis mengenai kegagalan yang mungkin terjadi menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)*. Metode ini untuk menemukan permasalahan dan mencegah permasalahan terjadi. Langkah selanjutnya akan melakukan peningkatan atau *improvement* di proses bisnis yang telah dievaluasi dengan menggunakan *tool streamlining* dari metode *Business Process Improvement (BPI)*. BPI dikembangkan untuk membantu suatu perusahaan untuk meningkatkan kinerja dengan memperbaiki proses bisnis yang terjadi di dalamnya sehingga dapat mengurangi waktu dan resiko yang terjadi, sehingga perusahaan tersebut menjadi unggul dan dapat bersaing dengan perusahaan lainnya. Kemudian akan dilakukan simulasi agar mengetahui perbandingan proses bisnis saat ini (*as-is*) dan proses bisnis rekomendasi (*to-be*)[1]. Fungsi lain dari simulasi adalah untuk mengetahui dan menghilangkan hambatan yang tak terduga, mengetahui dan mengurangi resiko, mencegah kekurangan atau kelebihan dari penggunaan sumber daya termasuk manusia dan biaya, kegagalan model, serta untuk mengoptimalkan kinerja sistem[2].

2. Metode Penelitian



Gambar 1. Alur metode penelitian

Tahapan metode penelitian yang digunakan dimulai dengan wawancara pemilik perusahaan roti Solo Bakery kemudian dilanjutkan dengan studi literatur, pengumpulan data di lapangan, identifikasi proses bisnis (*as-is*), pemodelan proses bisnis (*as-is*), evaluasi terhadap proses bisnis, pembuatan rekomendasi proses bisnis yang baru (*to-be*) dan diakhiri dengan simulasi. Tujuan pembuatan alur ini adalah agar penelitian penulis menjadi terarah, cepat dan tepat.

2.1. Wawancara

Wawancara dengan pemilik perusahaan roti Solo Bakery dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diinginkan. Penulis juga melakukan pengamatan terhadap permasalahan yang diteliti untuk mendapatkan dan mengumpulkan data secara tepat, kemudian dilakukan proses evaluasi dan rekomendasi untuk mendapatkan keputusan yang tepat.

Seperti yang telah dijabarkan di pendahuluan, permasalahan utama proses bisnis di Solo Bakery di proses bisnis pengadaan barang yang membutuhkan waktu, tenaga yang tidak efisien, dan di

proses bisnis penggajian bahwa gaji dan insentive yang diterima oleh karyawan tidak sesuai. Solusi mencari permasalahan kemungkinan kegagalan dan mencegah permasalahan yang terjadi untuk proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian menggunakan *Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)* dan untuk membantu perusahaan meningkatkan kinerja dan mengurangi waktu dan resiko yang terjadi menggunakan *Business Process Improvement (BPI)* kemudian dilakukan simulasi menggunakan *Business Process Model and Notation (BPMN)* dengan perangkat lunak *Bizagi Modeler*.

2.2. Studi Literatur

2.2.1. Proses Bisnis

Proses bisnis adalah sekumpulan aktivitas yang saling terkait yang dilakukan oleh sumber daya dalam organisasi (baik aktor, material, modal) untuk mencapai hasil yang memenuhi sebuah tujuan bisnis [3].

2.2.2. Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) adalah salah satu metode yang sistematis dan terstruktur dengan baik untuk melakukan identifikasi resiko kegagalan sebuah system atau operasional dan akan menekan/mengurangi kemungkinan adanya *defect* tersebut [4]. FMEA mendukung dalam memperbaiki kualitas hasil produksi maupun kinerja dalam melakukan identifikasi serta mengeliminasi resiko [5]. FMEA memfokuskan dalam hal mengatasi maupun meminimasi mode kegagalan potensial melalui langkah yang diambil untuk mengatasi kegagalan sebelum kegagalan tersebut berlangsung digunakan untuk melakukan analisis prioritas resiko yang semakin meningkat [6].

2.2.3. Business Process Improvement (BPI)

Business Process Improvement (BPI) adalah sebuah metode penyederhanaan (*Streamlining*) proses bisnis, yang memberikan jaminan terhadap pelanggan dari sebuah organisasi agar mendapatkan hasil keluaran (*output*) dan hasil tersebut tentunya menjadi lebih baik dan sesuai dengan proses bisnis yang akan diterapkan [7]. BPI mempunyai 5 fase yaitu *Organizing for Improvement, Understanding the Process, Streamlining, Measurements and Control dan Continuous Improvement*. Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai fase *streamlining* saja. Fase *streamlining* akan mendeskripsikan dasar terpenting dari suatu perbaikan proses bisnis [8]. *Streamlining* akan menciptakan perubahan positif dalam efektivitas, efisiensi, dan kemampuan beradaptasi [8].

BPI mempunyai 12 *tool streamlining* yaitu: *bureaucracy elimination, duplication elimination, value-added assessment, simplification, process cycle-time reduction, error proofing, upgrading, simple language, standardization, supplier partnerships, big picture improvement, automation and/or mechanization* [9].

2.2.4. Business Process Model and Notation (BPMN)

Business Process Modelling Notation (BPMN), adalah suatu metodologi yang dikembangkan *Business Process Modelling Initiative (BPMI)* untuk memodelkan proses bisnis [10]. Tujuan BPMN adalah menyediakan notasi teknik alur diagram yang mudah dipahami pengguna untuk membuat proses bisnis sehingga pengguna dapat dengan mudah membuat proses bisnis organisasinya [11].

2.2.5. Simulasi

Simulasi adalah sebuah alat yang digunakan untuk melakukan evaluasi kinerja proses bisnis yang ada, untuk mendeteksi kemungkinan kegagalan, hambatan atau kesalahan proses yang disebabkan oleh prosedur serta pemanfaatan sumber daya yang terlibat pada sebuah proses bisnis yang sudah dimodelkan [7]. Simulasi ini dimodelkan dengan menggunakan BPMN dengan perangkat lunak *Bizagi Modeler*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Identifikasi Proses Bisnis

Identifikasi proses bisnis menggunakan dekomposisi proses bisnis pada Solo Bakery, dekomposisi ini akan menggambarkan secara rinci aktivitas yang terdapat di setiap bagian. Data dekomposisi didapatkan dari wawancara penulis dengan pemilik dan bagian-bagian terkait

(penanggung jawab unit kerja).

Solo Bakery memiliki 5 bisnis proses utama yaitu pengadaan (pembelian) barang, produksi roti, pengemasan roti, pemasaran/penjualan roti dan pembayaran hutang, penagihan piutang, penggajian yang dilakukan oleh Akunting. Pengadaan (pembelian) barang terdiri dari bagian pembelian lokal (kota solo) yang tidak memerlukan waktu pesan yang dilakukan oleh staf pembelian, dan pengadaan (pembelian) yang memerlukan waktu pemesanan yang dilakukan oleh pemilik. Produksi terdapat bagian *formulator*, bagian *mixer*, bagian pembentukan (*make up*), bagian oven, bagian *toping*, dan bagian *finishing* dan pengemasan. Pengiriman mempunyai bagian pengiriman dengan sepeda motor dan pengiriman dengan mobil. Pemasaran mempunyai bagian marketing untuk mencari order, menerima order dan penjualan di toko. Akunting mempunyai bagian pembayaran hutang, menagih piutang dan penggajian.

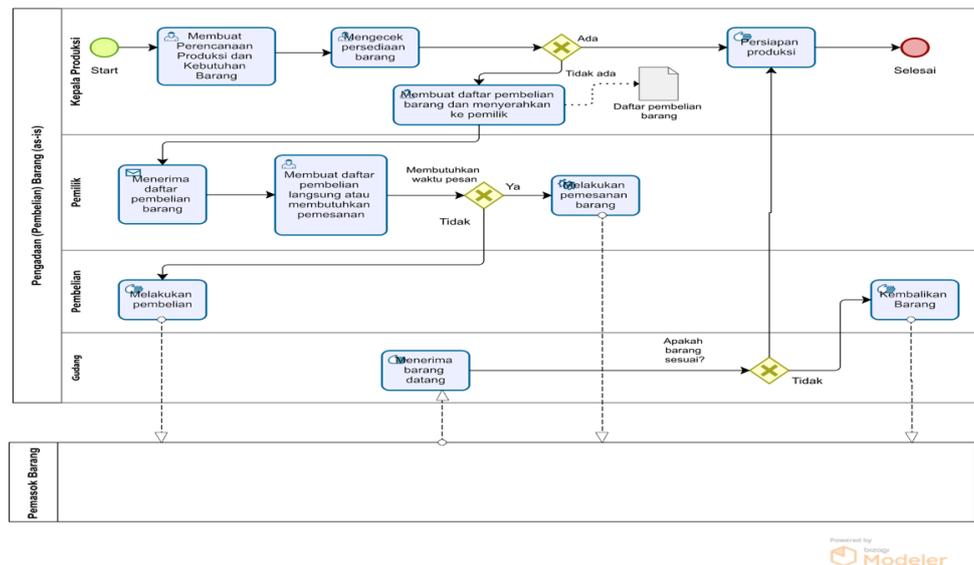
3.2. Pemodelan Proses Bisnis

Setelah melakukan identifikasi proses bisnis, langkah berikutnya adalah melakukan pemodelan proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian. Untuk proses bisnis pengadaan (pembelian) barang akan dijelaskan mulai dari deskripsi proses bisnis, peran aktor, alur proses bisnis dan diagram proses bisnis pengadaan (pembelian) barang menggunakan *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Pada Tabel 1 dapat dilihat deskripsi dari proses bisnis pengadaan barang di Solo Bakery.

Tabel 1. Deskripsi Proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

Nama Proses Bisnis	Pengadaan (pembelian) barang.
Aktor	Kepala produksi, Pemilik, Pembelian, dan Gudang.
Deskripsi	Proses pengecekan barang untuk keperluan produksi, melakukan pembelian atau pemesanan barang secara cepat dan tepat. Proses ini dilakukan rata-rata seminggu 3x.
Tujuan	Menyediakan barang untuk proses produksi roti.
Input	Data pembelian dan pemesanan barang.
Output	Barang datang tepat waktu, sesuai kualitas, jumlah dan dokumen kedatangan barang.

Pada Gambar 2 dapat dilihat tentang pemodelan proses bisnis pengadaan (pembelian) barang saat ini (as-is).



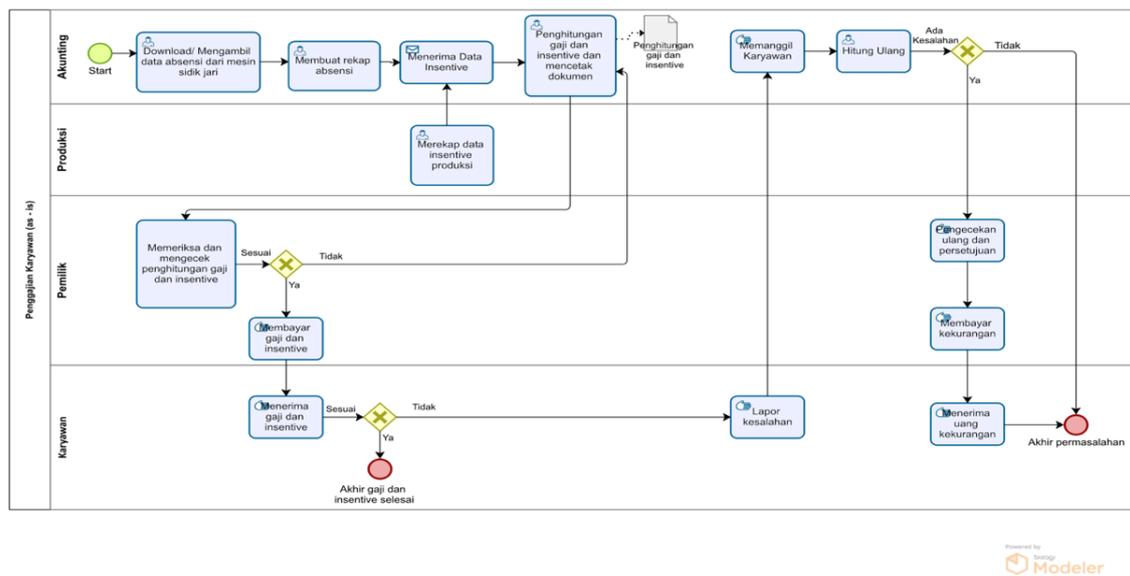
Gambar 2. Proses proses bisnis pengadaan (pembelian) barang saat ini (as-is).

Selanjutnya proses bisnis penggajian akan dijelaskan dari deskripsi proses bisnis, peran aktor, alur proses bisnis dan diagram proses penggajian menggunakan *Business Process Model and Notation (BPMN)*. Pada tabel 2 dapat dilihat deskripsi proses bisnis penggajian di Solo Bakery.

Tabel 2. Deskripsi proses bisnis penggajian

Nama Proses Bisnis	Penggajian
Aktor	Akunting, Admin Produksi, Pemilik dan Karyawan
Deskripsi	Proses membayar gaji dan insentive (kinerja karyawan memproduksi roti). Proses ini dilakukan seminggu 1x.
Tujuan	Membayarkan hak karyawan yaitu gaji (upah).
Input	Data absen dan insentive produksi.
Output	Dokumen gaji dan insentive.

Gambar 3 adalah dapat dilihat tentang pemodelan proses bisnis penggajian saat ini (as-is).



Gambar 3. Proses proses bisnis penggajian

3.3. Evaluasi Proses Bisnis

Tahap evaluasi ini akan melakukan analisa permasalahan proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian di Solo Bakery dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Langkah menganalisa potensi kesalahan yang mungkin pada bisnis yang sedang berjalan [12]:

1. Identifikasi nilai potensi kegagalan / potensi nilai kesalahan (*severity*).
2. Identifikasi frekuensi permasalahan terjadi (*occurrence*).
3. Identifikasi sistem control yang ada/ tingkat terdeteksi (*detection*).
4. Penghitungan RPN (*Risk Priority Number*) = $severity \times occurrence \times detection$. Semakin tinggi nilai RPN menunjukkan letak permasalahan yang membutuhkan perbaikan.
5. Melakukan perbaikan.

Pada tabel 3 memperlihatkan potensi permasalahan pada proses bisnis pengadaan (pembelian) barang yaitu waktu yang dibutuhkan terlalu lama untuk membuat daftar pengadaan (pembelian) barang karena kepala produksi harus melakukan pengecekan di gudang dan waktu tunggu menyerahkan daftar pengadaan atau pembelian ke pemilik yang tidak menentu dikarenakan pemilik tidak setiap saat berada di toko.

Tabel 3. Potensi permasalahan di proses bisnis pengadaan (pembelian) barang

No	Potensi permasalahan	Resiko
1	Pembuatan daftar pengadaan (pembelian) yang lama.	Daftar pembelian dan pemesanan barang yang belum ada tidak dapat melakukan aktivitas pembelian dan pemesanan barang sehingga dapat menyebabkan keterlambatan kedatangan barang.

2	Waktu dan tenaga kepala produksi banyak untuk melakukan proses ini.	Kepala produksi tidak fokus di produksi dan dapat mengganggu proses produksi.
3	Pemilik harus melakukan review ulang daftar pengadaan (pembelian barang).	Keputusan pembelian dan pemesanan barang yang lama akan berakibat keterlambatan pada proses produksi.

Tabel 4 memperlihatkan potensi permasalahan pada proses bisnis penggajian yaitu banyaknya kesalahan jumlah gaji dan insentive yang diterima karyawan sehingga karyawan harus melakukan pelaporan kembali dan pemilik melakukan proses ulang untuk mengecek dan membayar kekurangan gaji dan insentive karyawan.

Tabel 4. Potensi permasalahan di proses bisnis penggajian

No	Potensi permasalahan	Resiko
1	Adanya masalah jumlah gaji dan insentive yang sering tidak sesuai.	Karyawan, akunting dan pemilik harus melakukan pengecekan ulang.

3.4. Analisa Aktivitas

Tahap ini menggunakan analisa aktivitas proses dengan *Value-Added*, yaitu *Real Value Added (RVA)*, *Business Value Added (BVA)* dan *Non Value Added (NVA)*. *Real Value Added (RVA)* adalah aktivitas yang menghasilkan nilai atau secara langsung berkontribusi ke pelanggan. *Business Value Added (BVA)* merupakan aktivitas yang penting dan berguna untuk kelangsungan bisnis tetapi tidak berkontribusi langsung ke pelanggan. *Non Value Added (NVA)* merupakan aktivitas yang tidak termasuk di dalam kategori diatas dan bisa disederhanakan.

3.5. Rencana Perbaikan Proses

Tahap ini mempunyai tujuan untuk mengasilkan perbaikan proses bisnis yang dari hasil evaluasi proses bisnis dan permasalahan yang telah terjadi. Perbaikan proses bisnis menggunakan *tool streamlining* dari metode *Business Process Improvement*. Hasil rancangan perbaikan proses bisnis, akan digunakan untuk menyusun rekomendasi proses bisnis dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Potensi permasalahan di proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

Nama Aktivitas	Rekomendasi	Jenis <i>Streamlining</i>
Proses pengecekan persediaan barang dilakukan secara manual yaitu di gudang.	Membuat database barang sehingga pengecekan dapat dilakukan dengan menggunakan <i>software</i> .	<i>Upgrading, simplification</i>
Membuat daftar pembelian	Daftar pembuatan pembelian dibuatkan <i>software</i> dengan mengambil database barang.	<i>Upgrading, simplification</i>
Membuat daftar pembelian langsung atau pemesanan,	Cetak langsung dari <i>software</i> .	<i>Upgrading, simplification standardization</i>
Penerimaan barang	Penerimaan barang dicatat untuk dimasukkan ke dalam database.	<i>Upgrading, simplification</i>

Pada tabel 6 merupakan rancangan perbaikan proses bisnis penggajian.

Tabel 6. Potensi permasalahan di proses bisnis penggajian.

Nama aktivitas	Rekomendasi	Jenis <i>Streamlining</i>
Penghitunagn gaji dan insentive dan mencetak dokumen	Adanya penambahan aktivitas mencocokkan data absensi dengan produksi sebelum aktivitas penghitungan gaji dan insentive untuk mencari permasalahan yang mungkin terjadi dan solusi dari permasalahan tersebut.	<i>standardization</i>

Karyawan lapor kesalahan, pemanggilan karyawan, hitung ulang, pengecekan ulang dan persetujuan oleh pemilik tidak dilakukan lagi. Telah dilakukan sebelum *bureaucracy elimination* penghitungan gaji dan proses dihapus.

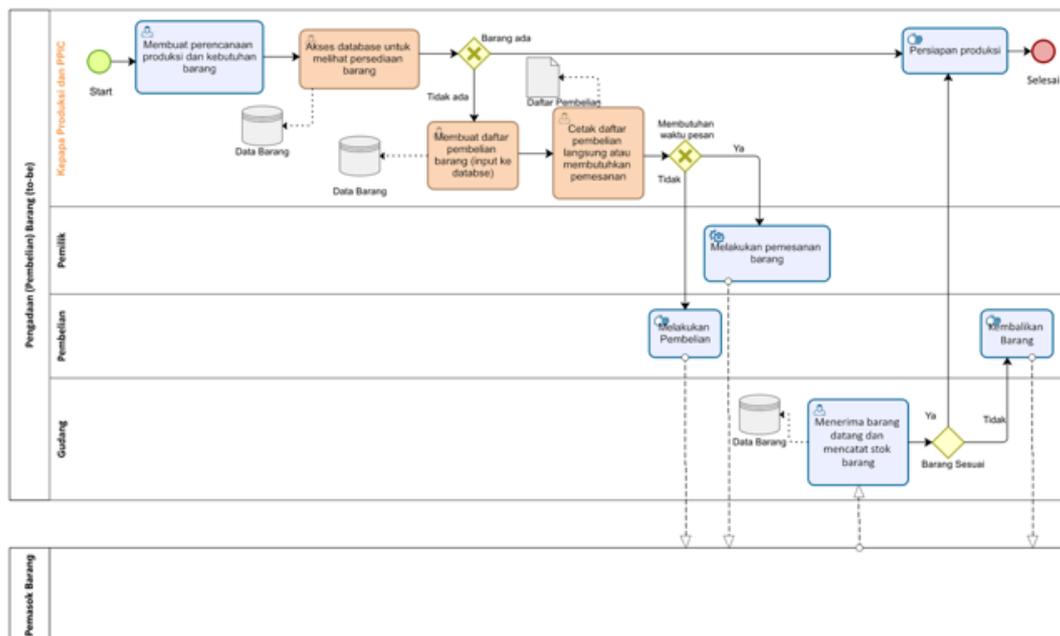
3.6. Rekomendasi Proses Bisnis

Setelah dilakukan perbaikan proses bisnis, langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan proses bisnis. Tabel 7 merupakan rekomendasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

Tabel 7. Rekomendasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

Rekomendasi	Proses awal	Aktor proses awal	Aktivitas yang diubah	Aktor setelah diubah
Pembuatan <i>software</i> untuk proses pengecekan persediaan barang	Dilakukan secara manual di gudang	Kepala produksi dan staf gudang	Mengecek melalui <i>software</i> .	PPIC (kepala produksi diganti) dan gudang
Pembuatan <i>software</i> daftar pembelian barang	Dicatat secara manual	Kepala produksi dan staf gudang	Pembuatan langsung di <i>software</i>	PPIC (kepala produksi diganti)
Pembuatan <i>software</i> untuk mencetak dokumen pembelian	Dilakukan pemilihan pembelian langsung atau pemesanan	Pemilik	Langsung cetak dari <i>software</i>	PPIC
Penerimaan barang dicatat untuk dimasukkan ke dalam <i>software</i>	Barang diterima kemudian <i>update</i> ke kartu stok barang	Gudang	Barang diterima kemudian update ke <i>software</i> dan kartu stok barang	Gudang

Rekomendasi pemodelan proses bisnis pengadaan (pembelian) barang (to-be) dapat dilihat pada gambar 4.



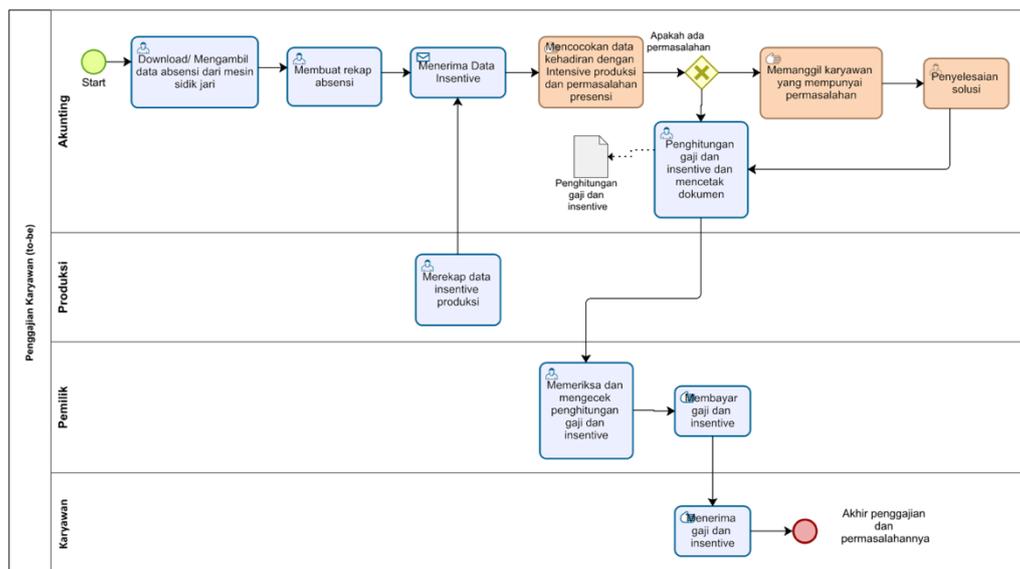
Gambar 4. Proses bisnis pengadaan (pembelian) barang (to-be)

Tabel 8 adalah tabel rekomendasi proses bisnis penggajian.

Tabel 8. Rekomendasi proses bisnis penggajian

Rekomendasi	Proses awal	Aktor proses awal	Aktivitas yang diubah	Aktor setelah diubah
Penambahan aktivitas pencocokan data absen dengan insentive.	Langsung dilakukan penghitungan gaji dan insentive	Staff akunting	Tidak langsung melakukan penghitungan gaji dan insentive tetapi dilakukan cek data absen, insentive dan permasalahan.	Staff akunting dan karyawan
Penghapusan beberapa aktivitas	Karyawan lapor kesalahan, pemanggilan karyawan, hitung ulang, pengecekan ulang persetujuan dan pembayaran kekurangan	Staff akunting, pemilik, dan karyawan	Dilakukan sebelum penghitungan gaji dan insentive jadi penghitungan gaji sudah merupakan hasil yang benar	Staff akunting dan karyawan.

Rekomendasi pemodelan proses bisnis penggajian (to-be) dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Proses bisnis penggajian (to-be)

3.7. Simulasi

Proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian disimulasikan dengan menggunakan *time analysis* dan *resource analysis*. Asumsi simulasi adalah 1 tahun. Maka untuk pengadaan (pembelian) barang disimulasikan sebanyak 144 kali (3 kali dalam satu minggu selama 1 tahun) dan untuk proses penggajian disimulasikan sebanyak 48 kali (1 kali dalam satu minggu selama 1 tahun).

3.7.1. Simulasi *time analysis* pengadaan (pembelian) barang

Tabel 9 merupakan hasil simulasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang yang berjalan (as-is), direkomendasikan (to-be) dan perbandingan keduanya dengan menggunakan *time analysis*. Proses bisnis yang direkomendasikan menghasilkan penghematan waktu rata-rata pengadaan (pembelian) barang sebesar 1 jam 14 menit dan 38 detik (24%).

Tabel 9. Simulasi *time analysis* proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

<i>Process validation dan Time analysis</i>	As-is	To-be	Selisih waktu	Peningkatan
<i>Instances Started</i>	144	144		
<i>Instances Completed</i>	144	144		
<i>Min Time</i>	03h 35 m	02h 30m	01h 5m	30%
<i>Max Time</i>	09h 1m	07h 20m	1h 41m	19%
<i>Average time</i>	05h 15m 40s	04h 1m 2s	1h 14m 38s	24%
<i>Total Time</i>	31d 13h 36m	24d 2h 30m	7d 11h 6 m	24%

3.7.2. Simulasi *resource analysis* pengadaan (pembelian barang)

Tabel 10 adalah hasil simulasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang yang berjalan (as-is), direkomendasikan (to-be) dan perbandingan keduanya dengan menggunakan *resource analysis*. Utilitas Kepala produksi sangat tinggi pada proses bisnis yang berjalan (as-is) dan harus mendapatkan perhatian karena tanggung jawab utamanya adalah produksi. Penambahan aktor PPIC yang menggantikan kepala produksi untuk proses bisnis rekomendasi (to-be) dapat dipertimbangkan. Utilitas pemilik mengalami penurunan sehingga waktu dan tenaga dapat digunakan untuk melakukan aktivitas di proses bisnis yang lainnya.

Tabel 10. Simulasi *resource analysis* proses bisnis pengadaan (pembelian) barang.

<i>Resource</i>	As-is	To-be	Keterangan
Kepala Produksi	90,02 %	1,21 %	Turun
PPIC	-	76,01 %	
Pemilik	54,91 %	45,50 %	Turun
Pembelian	22,50 %	24,82 %	Naik
Gudang	35,74 %	24,82 %	Turun

3.7.3. Simulasi *time analysis* penggajian

Tabel 11 adalah tabel hasil simulasi proses bisnis penggajian yang berjalan (as-is), direkomendasikan (to-be) dan perbandingan keduanya dengan *time analysis*. Pada proses bisnis yang direkomendasikan, menghasilkan penghematan untuk waktu rata-rata penggajian sebesar 3 jam 48 menit 13 detik (35%). Pada waktu tercepat (*Min Time*) mengalami kenaikan waktu dikarenakan ada tambahan aktivitas mencocokkan antara gaji dan insentive selama 20 menit.

Tabel 11. Simulasi *time analysis* proses bisnis penggajian.

<i>Process validation dan Time analysis</i>	As-is	To-be	Selisih waktu	Peningkatan
<i>Instances Started</i>	48	48		
<i>Instances Completed</i>	48	48		
<i>Min Time</i>	5h 38m	5h 58m	-20 menit	-5 %
<i>Max Time</i>	1d 9h 38m	7h 48 m	1d 1h 50m	76 %
<i>Average time</i>	11h 2m 19s	7h 14m 6s	3h 48m 13s	35 %
<i>Total Time</i>	68d 1h 44m	44d 14h 49m	23d 10h 55m	36 %

3.7.4. Simulasi *resource analysis* penggajian

Tabel 12 adalah tabel hasil simulasi proses bisnis penggajian yang berjalan (as-is), direkomendasikan (to-be) dan perbandingan keduanya dengan *resource analysis*.

Tabel 12. Simulasi *resource analysis* proses bisnis penggajian.

<i>Resource</i>	As-is	To-be	Keterangan
Staff AKunting	100 %	99,48 %	Turun
Produksi	34,72 %	40,98 %	Naik
Pemilik	75,56 %	75,74 %	Naik
Karyawan	0,08 %	0,28 %	Naik

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di Solo Bakery, maka didapatkan kesimpulan:

1. Simulasi dan evaluasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang dan penggajian menggunakan perangkat lunak *Bizagi Modeler* dengan simulasi *time analysis* dan *resource analysis* telah menghasilkan proses bisnis rekomendasi (to-be) yang berjalan sesuai dengan yang diharapkan. Untuk simulasi *time analysis* telah didapatkan waktu rata-rata dan waktu terpanjang dan waktu keseluruhan yang lebih singkat. Simulasi *resource analysis* memperlihatkan utilitas setiap aktor pada setiap proses bisnis.
2. Pada proses pengadaan (pembelian) telah dihasilkan penghematan waktu minimum sebesar 30% dan waktu rata-rata 24%.
3. Dengan utilitas sebesar 76,01 % untuk PPIC pada rekomendasi proses bisnis pengadaan (pembelian) barang, maka keputusan untuk menambah aktor PPC dapat segera direalisasikan.
4. Dengan adanya penambahan 1 aktivitas pada proses bisnis penggajian yang direkomendasikan maka waktu singkat mengalami penambahan sebesar 20 menit (5%), tetapi hal ini tetapi dijalankan karena waktu rata-rata mendapatkan penghematan sebesar 3 jam 38 menit 13 detik (35 %).

Daftar Pustaka

- [1] M. Hermawan, B.T. Hanggara dan N.Y. Setiawan, "Pemodelan dan Rekomendasi Proses Bisnis menggunakan Metode Business Process Improvement (BPI) (Studi Kasus CV Wisa Tunggal Perkasa)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 8, p. 2427-2437, 2020.
- [2] T. Susanto, D. Pramono. dan N.Y. Setiawan, "Analisis Dan Perbaikan Proses Bisnis Menggunakan Metode Business Process Improvement (BPI) (Studi Kasus: PT. Wonojati Wijoyo)." *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 12, p. 6201-6209, 2018.
- [3] Mahendrawati E.R, *Business Process Management.*, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2018, pp. 25.
- [4] I. Gumelar, T.Hendri, "Analisa Perbaikan Produk NG Pada Proses Mixing dengan Metode Fault Tree Analysis (FTA) dan Failure Mode and Effect Analysis (FMEA)." *Jurnal Rekayasa Teknologi dan Sains Terapan*, vol. 2, no. 1, p. 9-22, 2019
- [5] R. Hutabarat, T.H.S. Rimo, A.Andika, "Improving Delivery Performance by Using Simulation, FMEA, and FTA." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 426, 2020
- [6] S. Lestari, D. Septiyana, dan W.Yuniawati, "Meminimasi Defect Pada Produk Toyota Hi-Ace dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) dan Fault Tree Analysis (FTA) (Studi Kasus di PT. EDS Manufacturing Indonesia)" *Jurnal Pendidikan dan Aplikasi Industri*, vol. 8, no.2, 113-119, 2021.
- [7] M. Iqbal, N.Y. Setiawan, W. Purnomo, "Evaluasi Dan Perbaikan Proses Bisnis Menggunakan Metode Business Proses Improvement (BPI) (Studi Kasus Pada Divisi Sekretaris dan Keuangan PT. Kerta Betamala Trans)" *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 7, p. 6740-6747, 2019.
- [8] F.Pratomo, "Streamlining Proses Bisnis Penyiapan *Press Release* Inflasi", *Infotek : Jurnal Informatika dan Teknologi*, vol. 4, no. 2, p. 25-30, 2021.
- [9] H. J. Harrington, *Business Process Improvement The Breakthrough Strategy for Total Quality, Productivity, & Competitiveness*, 1st ed., New York: McGraw-Hill, 1991.
- [10] C. Ramadhana dan E. Chandra, "Peningkatan Proses Bisnis Kegiatan Carry Over pada Politeknik Caltex Riau" *Jurnal Politeknik Caltex Riau*, vol. 5, no. 2, p.22-32, 2019
- [11] D.T. Saputro, "Pembuatan Proses Bisnis Persiapan Material Untuk Produksi Dengan *Business Process Modelling Notation (BPMN)* Di Pabrik Generator Sets (Genset) PT ABC" *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, vol. 2, no. 1, p. 23-38, 2021.
- [12] Standarku, "FMEA (Failure Mode Effect Analysis)," standaku.com, 2020, <https://standarku.com/fmea-failure-mode-effect-analysis/> (diakses 5 Maret 2022).

Pengenalan Jenis Rambu Lalu Lintas menggunakan Metode YOLO V5

Anak Agung Gde Bagus Janapriya^{a1}

^aProgram Studi Teknologi Informasi, Fakultas Teknik, Universitas Udayana
Bali, Indonesia
¹bgsjanapr@gmail.com

Abstrak

Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor secara signifikan, tidak dapat dipungkiri turut mempengaruhi meningkatnya jumlah kecelakaan lalu lintas. Tingginya angka kecelakaan ini dapat diminimalisir dengan meningkatkan kesadaran masyarakat, dimana salah satunya dengan mengedukasi masyarakat mengenai aturan berlalu lintas. Bentuk edukasi masyarakat mengenai aturan lintas dapat dilakukan dengan mengembangkan sistem berbasis kecerdasan buatan yang dapat mengidentifikasi jenis rambu lalu lintas. Metode kecerdasan buatan yang sering digunakan adalah metode deep learning CNN. Penelitian ini mengembangkan metode untuk melakukan deteksi jenis rambu lalu lintas menggunakan metode YOLO V5 yang merupakan salah satu pengembangan dari metode CNN. Data yang digunakan terdiri dari 96 label jenis rambu lalu lintas dengan jumlah seluruh data sebanyak 1100 citra. Alokasi data train yang digunakan sebanyak 990 citra (90%), sedangkan alokasi data validasi sebanyak 110 citra (10%). Nilai identifikasi model yang diperoleh diantaranya precision sebesar 0,923, recall sebesar 0,826, mAP50 sebesar 0,965, dan mAP50-95 sebesar 0,924.

Keywords: Deteksi Objek, Rambu Lalu Lintas, YOLO V5

1. Pendahuluan

Di era globalisasi yang menuntut kemudahan akses akan transportasi mengakibatkan permintaan jumlah kendaraan bermotor di dunia meningkat secara tajam. Di Indonesia sendiri peningkatan jumlah kendaraan bermotor terbilang cukup signifikan. Menurut data Badan Pusat Statistik pada tahun 2020, jumlah kendaraan bermotor di Indonesia telah mencapai 136 juta kendaraan. Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor secara signifikan, tidak dapat dipungkiri bahwa jumlah kecelakaan lalu lintas pun meningkat. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh WHO (*World Health Organization*), sebanyak 1,25 juta orang meninggal akibat kecelakaan lalu lintas yang melibatkan kendaraan bermotor. Direktorat Lalu Lintas (Ditlantas) Polda Metro Jaya menyatakan, rendahnya disiplin tertib dalam berkendara sebagai salah satu penyebab utama kecelakaan lalu lintas di jalan. Data BPS pada tahun 2019, angka kecelakaan menyentuh 116.411, korban meninggal sebanyak 25.671, korban luka berat sebanyak 12.475, dan korban luka ringan sebanyak 137.342. Tingginya angka kecelakaan ini dapat diminimalisir dengan meningkatkan kesadaran masyarakat, dimana salah satunya dengan mengedukasi masyarakat mengenai aturan berlalu lintas.

Beberapa metode *machine learning* konvensional sudah dikembangkan untuk pengenalan rambu lalu lintas. [1] menggunakan metode ekstraksi ciri *Wavelet Haar* dan metode klasifikasi yang berdasarkan jarak *Euclidean*. Penelitian ini hanya menggunakan data citra rambu lalu lintas larangan. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi sebesar 92%. Penelitian yang lain [2] mengkombinasikan metode ekstraksi fitur momen-warna dan metode klasifikasi *k-Nearest Neighbor*. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi 100% pada $k=3$, 86,6% pada $k=5$, dan 86,6% pada $k=7$. Metode *machine learning* konvensional lain yang dikembangkan pada pengenalan rambu lalu lintas adalah metode *Decision Tree* [3]. Penelitian ini menggunakan algoritma *Local Binary Pattern* sebagai metode ekstraksi ciri dan algoritma *Decision Tree J48* sebagai metode klasifikasi. Hasil pengujian menunjukkan tingkat akurasi 87.5%.

Untuk saat ini, ada kecenderungan pengembangan metode *deep learning Convolutional Neural Network* (CNN) untuk pengenalan rambu lalu lintas dengan menggunakan jumlah dataset yang cukup

banyak dan kelas yang bervariasi. [4] menggunakan metode *Circle Hough Transform* untuk mendeteksi rambu dan metode CNN untuk pengenalan rambu. Hasil pengujian pada penelitian ini menunjukkan tingkat akurasi sebesar 61,3% untuk deteksi rambu dan 75% untuk pengenalan rambu. Penelitian [5] lebih berfokus pada penentuan kombinasi terbaik antara *hyperparameter* beserta arsitektur dalam pengenalan rambu lalu lintas. Eksperimen pada penelitian menunjukkan bahwa arsitektur terbaik adalah *layer* CNN yang tersusun dari *convolutional layer*, *pooling layer* menggunakan operasi *maxpool* dan *fully connected layer* menggunakan algoritma *training Stochastic Gradient Descent (SGD)* pada kombinasi *hyperparameter learning rate* 0,005 dan jumlah filter sebanyak 48. Pada penelitian ini digunakan 10 jenis kelas rambu lalu lintas yang terdiri dari 1750 data citra latih dan 300 data citra uji. Hasil pengujian menunjukkan sistem mengenali rambu lalu lintas dengan galat 0,107 dan akurasi 97,33%. Penelitian CNN yang lain dilakukan pada [6], yang menggunakan sebanyak 10 kelas rambu. dengan jumlah data sebanyak 2050 citra. Arsitektur CNN yang digunakan diantaranya konvolusi dengan ukuran 3x3 sebanyak tiga *layer*, lapisan penggabungan (*Maxpool*) berukuran 2x2 sebanyak tiga *layer*, dan satu *fully-connected layer* dengan fungsi aktivasi *Softmax*. Tiap lapisan konvolusi menggunakan filter sejumlah 32. Jumlah *epoch* yang digunakan sebanyak 20 dan nilai *learning rate* 0,005. Hasil pengujian menunjukkan nilai akurasi mencapai 99,67%.

Pada penelitian ini, penulis menggunakan pengembangan dari arsitektur CNN yaitu model YOLO V5, dengan jumlah kelas untuk jenis rambu lalu lintas yang digunakan adalah 96 kelas, jumlah kelas yang besar yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya. Dataset yang digunakan sebanyak 1100 citra, dengan alokasi data *training* yang digunakan sebanyak 990 citra (90%), sedangkan alokasi data validasi/*testing* sebanyak 110 citra (10%).

2. Metode Penelitian

2.1 Spesifikasi Dataset

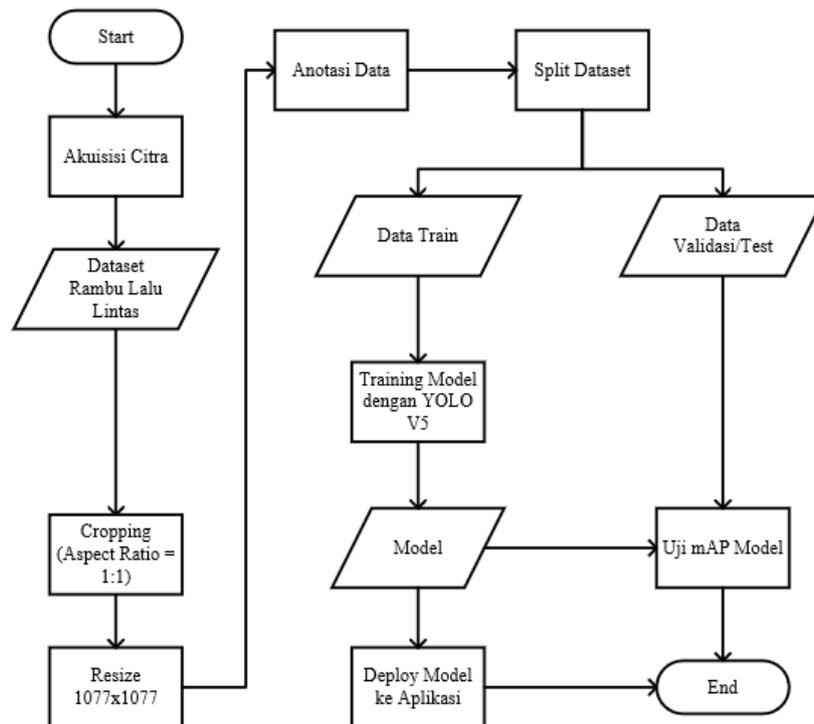
Data yang digunakan berupa citra rambu lalu lintas dengan format JPG. Resolusi citra diseragamkan menjadi ukuran 1077 x 1077 piksel. Dataset terklasifikasi menjadi 96 label jenis rambu lalu lintas, yang terdiri dari 46 label rambu peringatan, 11 label rambu petunjuk, 12 label rambu perintah, dan 27 label rambu larangan. Total data citra keseluruhan sebanyak 1100 citra, yang dibagi menjadi 990 citra (90%) data *train* dan 110 citra (10%) data validasi atau *test*. Contoh citra rambu lalu lintas bisa dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi Dataset

Kelompok Rambu	Contoh Citra Rambu			Jumlah Label
Rambu Peringatan				46
Rambu Petunjuk				11
Rambu Perintah				12
Rambu Larangan				27
	Total			96

2.2 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi proses akuisisi citra hingga pengujian performa model pengenalan. Alur dari tiap tahapan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

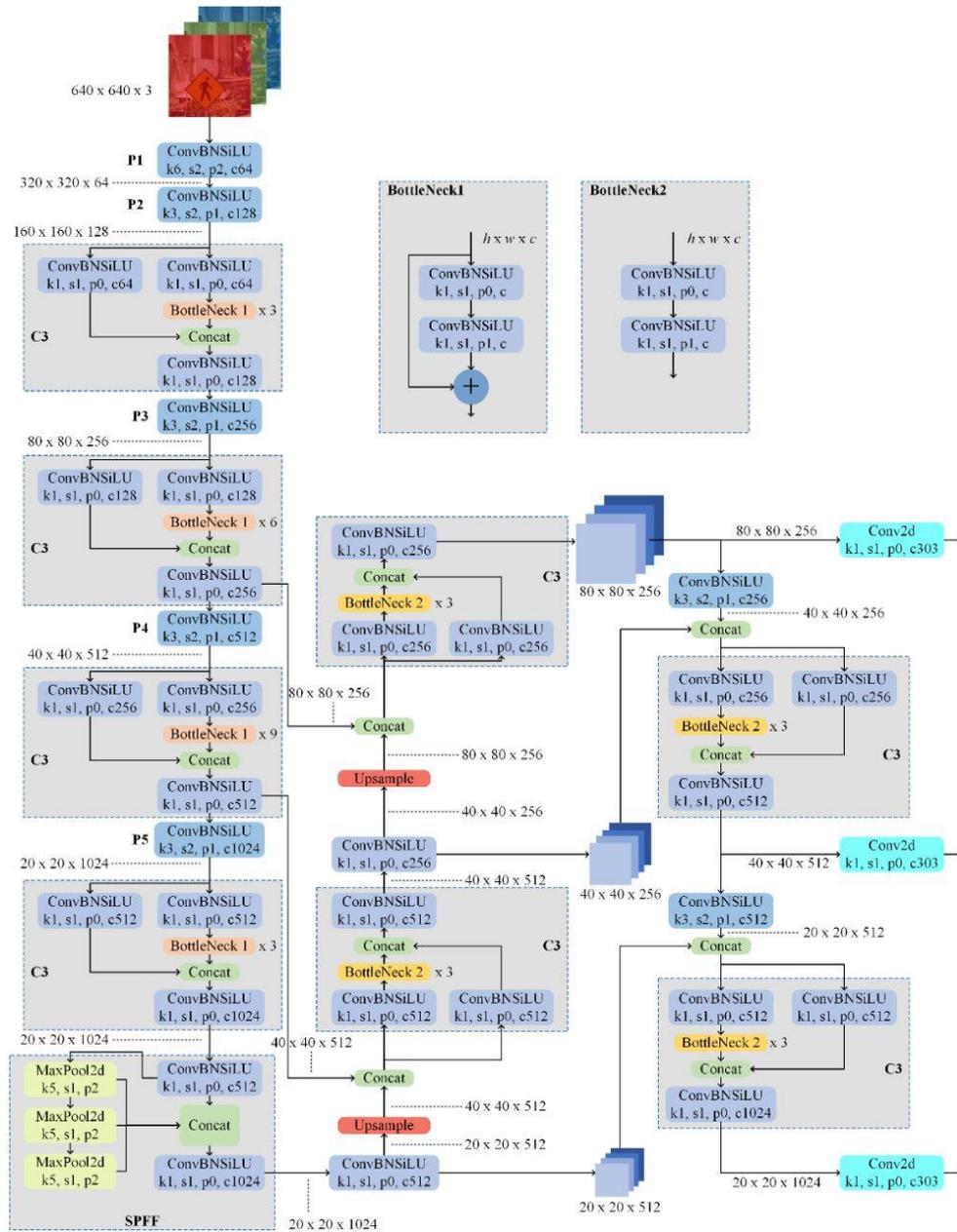
Proses akuisisi citra dilakukan dengan melakukan *screen capture* pada aplikasi *Google Street View*. Lokasi yang digunakan pada aplikasi berada di beberapa jalan yang ada di Bali. *Cropping* citra dilakukan secara manual dengan *tool* bawaan pada Windows 10. Proses *resizing* dilakukan untuk menyeragamkan ukuran citra. Dimensi citra hasil proses *resizing* berukuran 1077 x 1077. *Resizing* dilakukan untuk meningkatkan performa *training* model. Anotasi data adalah proses untuk menandai *region* piksel pada suatu citra dengan label. Proses anotasi data dilakukan dengan menggunakan *tool MakeSense* pada data citra *training* dan citra *testing*.

2.2 Training Model YOLO V5

YOLO singkatan dari "You Only Look Once" adalah metode pendeteksian objek yang membagi gambar menjadi sistem *grid*. Setiap sel dalam *grid* bertugas mendeteksi objek yang ada. YOLO V5 dirilis pada 18 Mei 2020 oleh Glenn Jocher menggunakan *PyTorch Framework* [7].

Proses *training* model dilakukan dengan menggunakan arsitektur YOLO V5. Arsitektur model yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Terdapat 4 bagian utama pada model YOLO V5 yaitu *Input*, *Backbone*, *Neck*, dan *Head/Prediction*.

Parameter *k* merupakan ukuran *kernel*, *s* merupakan *stride*, *p* merupakan jumlah *padding*, dan *c* merupakan besar *channel out*. *Resize* citra dilakukan di awal (bagian *Input*) untuk mengubah citra menjadi ukuran 640 x 640 (RGB). Arsitektur YOLO V5 memiliki 3 *output* yang dirancang untuk melakukan deteksi objek pada skala berbeda (objek ukuran besar, sedang, dan kecil).



Gambar 2. Arsitektur YOLO V5 Deteksi Jenis Rambu Lalu Lintas

Input merupakan lapisan (*layer*) pertama pada arsitektur YOLO V5. Lapisan ini menghubungkan citra dengan arsitektur YOLO V5. *Backbone* merupakan bagian arsitektur YOLO V5 setelah citra di-input. *Backbone* berfungsi untuk melakukan ekstraksi fitur citra. *Neck* merupakan bagian arsitektur YOLO V5 setelah proses ekstraksi fitur pada *Backbone*. *Neck* berfungsi untuk melakukan *feature aggregation*, yaitu menggabungkan fitur gambar untuk diteruskan untuk proses prediksi pada *Head*. *Head/Prediction* merupakan bagian akhir arsitektur YOLO V5. *Head* berfungsi untuk melakukan klasifikasi dan deteksi *bounding box* objek. YOLO V5 menggunakan *Generalized Intersection over Union* (GIoU) sebagai fungsi *loss* dari *bounding box*. YOLO V5 memiliki 3 *output tensor* yang selanjutnya dilakukan *flatten* dan *reshape* untuk dilakukan klasifikasi dan regresi.

Salah satu studi deteksi objek YOLO V5 sebelumnya [8] menggunakan nilai *hyper-parameter learning rate* 0,01, sedangkan untuk *epoch* 300 disarankan dalam dokumentasi YOLO V5 [7]. Hal ini menjadi acuan untuk kombinasi *hyper-parameter* yang digunakan pada penelitian. Nilai *hyperparameter epoch* yang digunakan sebanyak 300, *batch size* sebesar 16, dan *learning rate* sebesar 0,01. *Pre-trained weights* digunakan sebagai *initial weight* pada YOLO V5.

2.3 Metriks Evaluasi

Metriks evaluasi yang digunakan adalah *Precision*, *Recall*, *F1-Score*, *mAP50*, dan *mAP50-95*. *Mean Average Precision (mAP)* merupakan metriks evaluasi dalam deteksi objek. Metode YOLO V5 menggunakan *mAP50* dan *mAP50-95* secara default. *mAP* merupakan metriks evaluasi dalam deteksi objek. Pengukuran metriks *mAP* melibatkan penggunaan matriks *confusion* dalam melakukan penghitungan metriks *Precision* dan *Recall* dari tiap label pada citra [9]. Metriks *mAP50* menggunakan nilai ambang batas *IoU* sebesar 0,5. Metriks *mAP50-95* merupakan rata-rata *mAP* dengan 10 nilai ambang batas *IoU* yang berbeda yaitu 0,5, 0,55, 0,60, 0,65, 0,70, 0,75, 0,80, 0,85, 0,90, dan 0,95 [7].

Matriks *confusion* pada deteksi objek didasarkan pada nilai *IoU* untuk menghitung nilai *True Positive (TP)*, *False Positive (FP)*, dan *False Negative (FN)*. *True Negative (TN)* tidak digunakan karena tidak berpengaruh terhadap performa dari metode pendeteksian objek. Penjelasan dari setiap nilai metriks pada matriks *confusion* bisa dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks *Confusion* pada Deteksi Objek

Confusion Matrix	Penjelasan
TP (<i>True Positive</i>)	$IoU \geq \alpha$ (<i>threshold IoU</i>).
FP (<i>False Positive</i>)	$IoU < \alpha$ (<i>threshold IoU</i>).
TN (<i>True Negative</i>)	Seluruh bagian citra yang tidak terdapat objek dan tidak dideteksi sebagai objek.
FN (<i>False Negative</i>)	<i>Ground truth</i> yang sama sekali tidak terdeteksi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Anotasi Data

Anotasi data adalah proses untuk menandai *region* piksel pada suatu citra dengan label. *Tool MakeSense* digunakan dalam anotasi data pada laporan ini. Label anotasi berupa nama jenis rambu lalu lintas. *Export* dilakukan setelah proses anotasi pada seluruh citra selesai, sehingga diperoleh kumpulan file *.txt* dari tiap citra yang berisi representasi hasil anotasi citra seperti id label rambu lalu lintas dan area *bounding box* objek. Gambar 3 menampilkan contoh hasil anotasi data. Setiap data citra yang digunakan ditandai *bounding box* pada objek rambu lalu lintas beserta nama label rambu.

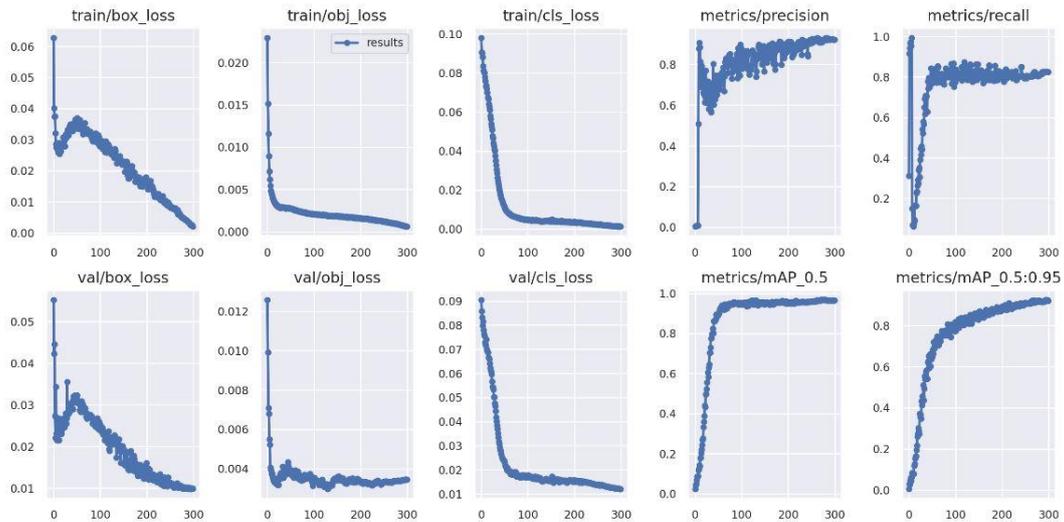
3.2. Training dan Validasi Model YOLO V5

Proses *training* model dilakukan pada data *training*. Metriks evaluasi seperti *Precision*, *Recall*, dan *mAP* diperoleh melalui proses validasi pada model yang dihasilkan.



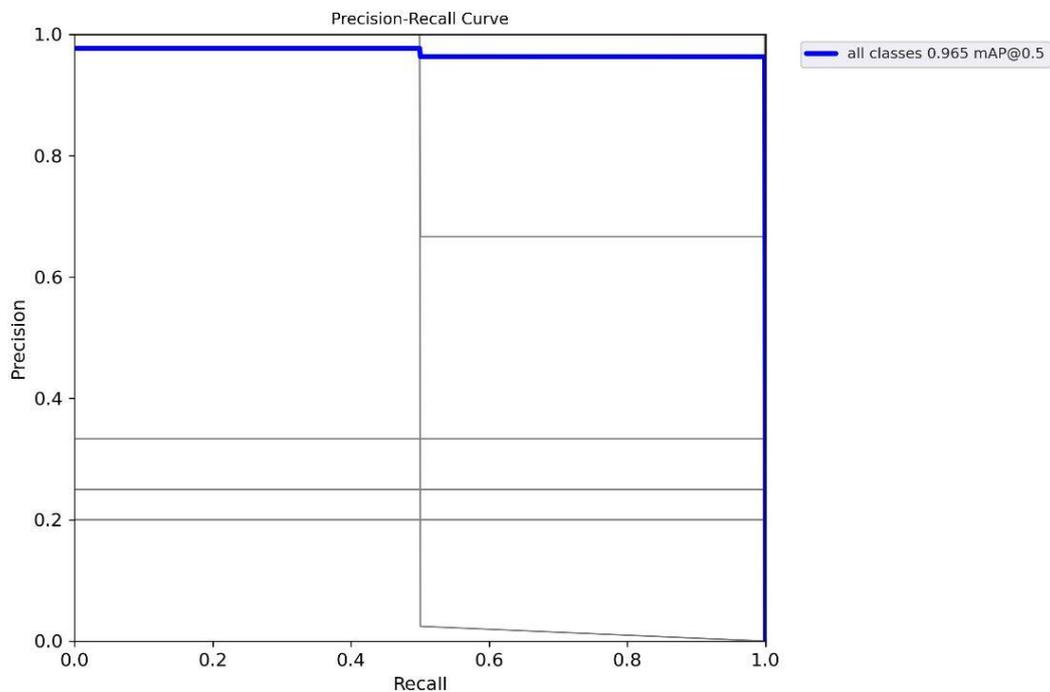
Gambar 3. Contoh Hasil Anotasi Data

Gambar 3 menyajikan sampel data citra yang dilakukan anotasi. Setiap data citra yang digunakan ditandai *bounding box* pada objek rambu lalu lintas beserta nama label rambu.



Gambar 4. Grafik Loss dan Metriks *Training* dan Validasi Model

Grafik *loss* (*box loss*, *object loss*, dan *class loss*) dan grafik metrik (*precision*, *recall*, *mAP@0.5* atau *mAP50*, dan *mAP@0.5:0.95* atau *mAP50-95*) selama proses *training* dan validasi ditunjukkan pada Gambar 4. Grafik menunjukkan penurunan yang stabil pada tingkat *loss* serta kenaikan nilai yang stabil pada grafik metrik selama 300 *epoch*. Nilai metrik keseluruhan (96 label rambu lalu lintas) diantaranya yaitu *precision* sebesar 0,923, *recall* sebesar 0,826, *mAP50* sebesar 0,965, dan *mAP50-95* sebesar 0,924.



Gambar 5. *Precision-Recall Curve* dari *Training Model*

Gambar 5 merupakan grafik *Precision-Recall Curve* secara keseluruhan (pada *mAP@0.5* atau *mAP50*). *Precision-Recall Curve* merupakan plot *precision* dengan *recall* yang menunjukkan *trade-off*

antara dua metrik tersebut untuk berbagai nilai *confidence* pada hasil prediksi model [10]. *mAP* dihitung berdasarkan luas AUC (*Area Under Curve*) yaitu area di bawah kurva *precision-recall*. Besar *mAP* berada pada kisaran 0 sampai 1. Grafik hasil plot label pada Gambar 5 sebagian besar saling berimpitan mendekati nilai 1. Besar *mAP50* yang diperoleh pada keseluruhan label sebesar 0.965.

3.3. Uji Deteksi Rambu Lalu Lintas

Uji deteksi dilakukan dengan melakukan pengujian *mAP* model. Pengujian *mAP* model pengenalan jenis rambu lalu lintas dilakukan terhadap seluruh citra test dari 96 label rambu lalu lintas (total sebanyak 110 citra). Hasil pengujian terhadap model YOLO V5 menghasilkan nilai metrik evaluasi diantaranya yaitu nilai *Precision* sebesar 0,923, *Recall* sebesar 0,826, *mAP50* sebesar 0,965, dan *mAP50-95* sebesar 0,924.

4. Kesimpulan

Pengenalan jenis rambu lalu lintas dengan 96 label berhasil dilakukan dengan menggunakan Model YOLO V5. Hasil pengujian menunjukkan nilai metrik evaluasi yang cukup baik yaitu nilai *Precision* sebesar 0,923, *Recall* sebesar 0,826, *mAP50* sebesar 0,965, dan *mAP50-95* sebesar 0,924. Hasil ini masih bisa ditingkatkan dengan menambahkan lebih banyak data *training* dan data *testing* untuk setiap label. Penambahan data bisa dilakukan dengan menambahkan proses *augmentasi* citra pada tahap *preprocessing*.

Daftar Pustaka

- [1] V. Abdi Gunawan, I. Imelda Fitriani, and L. Sandy Ade Putra, "Klasifikasi Rambu Lalu Lintas Menggunakan Ekstraksi Ciri Wavelet Dan Jarak Euclidean," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 3, no. 1, pp. 26–35, 2019, doi: 10.31961/eltikom.v3i1.105.
- [2] R. E. F. Rizarta and D. Avianto, "Pengenalan Citra Rambu Lalu Lintas Menggunakan Ekstraksi Fitur Momenwarna Dan K-Nearest Neighbor," *Computatio : Journal of Computer Science and Information Systems*, vol. 3, no. 1, pp. 39–55, 2019, doi: 10.24912/computatio.v3i1.4272.
- [3] K. Tanuwidjaya and L. Hakim, "Klasifikasi Rambu Lalu Lintas Menggunakan Decision Tree J48 dan Local Binary Pattern," *JITTER-Jurnal Ilmiah Teknologi dan Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 1–7, 2022.
- [4] R. T. Nursetyawan and F. Utamingrum, "Pengembangan Sistem Rekognisi Rambu Kecepatan Menggunakan Circle Hough Transform dan Convolutional Neural Network Berbasis Raspberry Pi," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 4, no. 11, pp. 4012–4018, 2020.
- [5] M. Akbar, "Pengenalan rambu lalu lintas menggunakan convolutional neural networks," *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, vol. 9, no. 2, pp. 120–125, 2021, doi: 10.14710/jtsiskom.2021.13959.
- [6] M. Akbar, A. S. Purnomo, and S. Supatman, "Multi-Scale Convolutional Networks untuk Pengenalan Rambu Lalu Lintas di Indonesia," *Jurnal Sisfokom (Sistem Informasi dan Komputer)*, vol. 11, no. 3, pp. 310–315, 2022, doi: 10.32736/sisfokom.v11i3.1452.
- [7] G. Jocher, "YOLO V5 by Ultralytics," *GitHub*, 2020. <https://github.com/ultralytics/yolov5> (accessed Feb. 24, 2023).
- [8] Z. Wang, Y. Wu, L. Yang, A. Thirunavukarasu, C. Evison, and Y. Zhao, "Fast Personal Protective Equipment Detection for Real Construction Sites using Deep Learning Approaches," *Sensors*, vol. 21, no. 10, pp. 1–22, 2021, doi: 10.3390/s21103478.
- [9] Adrian Rosebrock, *Deep Learning for Computer Vision with Python!*, 1st ed. PyImageSearch, 2017.
- [10] H. R. Sofaer, J. A. Hoeting, and C. S. Jarnevich, "The Area Under the Precision-Recall Curve as a Performance Metric for Rare Binary Events," *Methods in Ecology and Evolution*, vol. 10, no. 4, pp. 565–577, 2019, doi: 10.1111/2041-210X.13140.

This page is intentionally left blank.

Pengembangan *CMS (Content Management System)* dalam Pembuatan *Website* Jurusan Menggunakan *Framework Laravel*

Gde Brahupadhya Subiksa ^{a1}, Ida Bagus Adisimakrisna Peling ^{a2}, Made Pasek Agus Ariawan ^{a3},
Luh Gede Putri Suardani ^{a4}

^a Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Perangkat Lunak, Jurusan Teknik Elektro,
Politeknik Negeri Bali, Badung, Bali

¹ brahupadhya@pnb.ac.id

² adisimakrisna@pnb.ac.id

³ pasekagus@pnb.ac.id

⁴ putrisuardani@pnb.ac.id

Abstract

Every institution currently has a website, this is because the website is easily accessible and available on various devices such as smartphones, tablets, laptops, or even computers. As mentioned above, with a website as an electronic information medium, it will simplify the process of conveying and sending information. Bali State Polytechnic is one of the campuses that wants to implement this, especially in the Department of Electrical Engineering. At this time the website for the Electrical Engineering Department still uses the WordPress CMS, which from a security point of view is still lacking, especially if you use a lot of plugins provided by third parties. The number of plugins used on the created website can slow down the page loading process with the WordPress CMS. Departing from these problems, the author wants to propose a database design that will later be used in making the website for the Department of Electrical Engineering, State Polytechnic of Bali. Based on the results of the research that has been done, it can be concluded that the development of a content management system (CMS) using the Laravel framework can be implemented on the website of the Department of Electrical Engineering, Bali State Polytechnic with an overall good rating of 86% and very good of 14%.

Keywords: *CMS, Laravel, Website.*

1. Pendahuluan

Pada era globalisasi ini perkembangan teknologi tentunya berjalan dengan sangat pesat. Komputer, laptop, maupun ponsel pintar merupakan produk dari perkembangan teknologi yang dekat dengan kita saat ini. Dengan adanya teknologi tersebut, tentunya segala informasi dapat diakses dengan cepat, bahkan dalam hitungan detik dengan memanfaatkan ketersediaan internet. Salah satu cara untuk memperoleh informasi dengan menggunakan perangkat-perangkat tersebut di atas adalah melalui *website*. Situs web atau *website* adalah fasilitas internet yang terdiri dari kumpulan halaman yang masing-masing berisi informasi digital, baik itu berupa teks, gambar, animasi, suara, atau gabungan dari semuanya baik statis maupun dinamis yang membentuk rangkaian bangunan yang saling terkait dimana masing-masing terhubung ke halaman jaringan (*hyperlink*). Jika informasi pada sebuah *website* bersifat statis, maka tidak sering berubah, dan hanya berasal dari pemilik *website* tersebut. Sebuah situs web bersifat dinamis jika informasi di dalamnya selalu berubah dan jika pengguna dan pemilik situs web dapat berinteraksi dengannya dalam dua arah. Contoh *website* dinamis antara lain Friendster dan Multiply, sedangkan *website* statis meliputi company profile. Situs web statis hanya dapat diperbarui oleh pemiliknya dalam hal pengembangan, sedangkan situs web dinamis dapat diperbarui oleh pengguna dan pemiliknya.[1].

Penelitian yang dilakukan Ruskan E dan Meiriza A [2] Menambahkan lebih banyak fitur pada web sistem informasi departemen untuk mendukung promosi departemen dan mempermudah penyimpanan dan pengambilan dokumentasi akreditasi yang sesuai dengan berbagai standar yang berlaku. Erestini T, dkk [3] mengimplementasikan HCD, teknik untuk membuat antarmuka baru yang berpusat pada pengguna. Evaluasi awal dan akhir kemudian diikuti oleh pengujian kegunaan. Tiga metrik kegunaan efektivitas, efisiensi, dan kepuasan digunakan sebagai kriteria keberhasilan. Hasil metrik efektivitas dipecah menjadi tiga kategori: 70% sukses, 22,5 persen kesalahan tidak kritis, dan 7 poin 5% kesalahan kritis. Setelah situs web diperbaiki, metrik efisiensi diketahui meningkat sebesar 22%. Desain

antarmuka baru yang diusulkan berhasil naik ke kategori "Dapat Diterima" dalam hal kepuasan. Aini, dkk [4] Pemaparan hasil pengembangan sistem informasi perpustakaan dapat memudahkan pengelola dalam mengelola data perpustakaan setiap saat dan mempermudah pemustaka meminjam buku di perpustakaan dengan hasil uji black box 100% valid. Kepala perpustakaan, pustakawan, guru, staf, dan siswa berperan sebagai penguji uji penerimaan pengguna atau User Acceptance Testing (UAT), dan hasilnya menunjukkan bahwa 84% pengguna setuju bahwa Sistem Informasi Perpustakaan Sekolah (SIPS) Malang telah memenuhi kebutuhan pengguna akan peminjaman buku di perpustakaan SMKN 11 Malang. Musyriyah M dan Ihsan M [5] Untuk membuat *website* yang sesuai dengan kebutuhan dan keadaan Karang Taruna di Desa Bonde Utara, penelitian peneliti bertujuan untuk menentukan CMS Open Source apa yang cocok digunakan dalam proyek tersebut. Penelitian yang dilakukan [6] bermaksud untuk membuat layanan web yang akan menghubungkan semua sistem institusi saat ini ke web profil departemen dan fakultas. Model pengembangan Software Development Life Cycle (SDLC) digunakan dalam penelitian ini.

Setiap instansi saat ini tentunya memiliki sebuah *website*, hal ini dikarenakan *website* tersebut mudah diakses dan tersedia pada berbagai perangkat seperti ponsel pintar, tablet, laptop, atau bahkan komputer. Seperti yang sudah disebutkan di atas, dengan adanya *website* sebagai media informasi elektronik, maka akan mempermudah proses penyampaian dan pengiriman informasi. Politeknik Negeri Bali merupakan salah satu kampus yang ingin menerapkan hal tersebut, khususnya pada Jurusan Teknik Elektro. Pada saat ini *website* jurusan Teknik elektro masih menggunakan CMS wordpress yang dilihat dari segi keamanan yang masih kurang terutama apabila banyak menggunakan plugin yang disediakan oleh pihak ketiga. Banyaknya plugin yang digunakan dalam *website* yang dibuat dapat memperlambat proses *loading* page dengan CMS wordpress. Berangkat dari permasalahan tersebut, penulis ingin mengajukan suatu rancangan basis data yang nantinya akan digunakan dalam pembuatan *website* Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

2. Metode Penelitian

A. Rancangan Penelitian

Menurut Nugroho dalam penelitian [7], pengembangan web dalam penelitian ini melalui tahapan sebagai berikut:

1. Planning

Membuat rencana adalah langkah pertama sebelum desain dimulai; tanpa perencanaan, desain tidak akan berfungsi sebagaimana mestinya. Pertimbangan pada tahap perencanaan ini antara lain:

- Pilih tema untuk situs web harus terlebih dahulu memilih tema yang sesuai dengan apa yang ingin, desain agar dapat mengetahui jenis *website* yang perlu dibuat. *Website* dengan tema web berita (*news website*), web niaga (*sales website*), dan lain sebagainya.
- Mendapatkan data. Tim peneliti Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali melakukan observasi dan wawancara untuk data yang digunakan dalam artikel ini. Mengenai informasi yang penulis kumpulkan seperti gambar, profil, detail tentang kegiatan siswa, informasi tentang jurusan mereka, dll. Pertama-tama kita dapat memilih apakah data harus disajikan sebagai teks atau gambar. Jika data penting, maka akan ditampilkan secara keseluruhan; jika tidak, itu akan ditampilkan dalam ukuran yang lebih kecil atau lebih lembut dan data informasi dapat berupa gambar, teks, atau judul, serta informasi estetika, seperti bingkai, latar belakang, atau efek grafik garis atau bidang.

2. Designing

Setelah tahap perencanaan selesai, tahap selanjutnya adalah perancangan, yang memerlukan penentuan tata letak konten situs web, warna yang akan digunakan, dan tipografi (atau tipografi) yang akan digunakan, yang semuanya harus melengkapi fitur situs web.

3. Testing

Untuk mengidentifikasi kesalahan dan untuk memastikan bahwa data dimasukkan ke komputer dengan benar, pengujian desain dan program dilakukan. Dua minggu dihabiskan untuk menguji perangkat lunak. Metode *black box* digunakan oleh penulis karena dapat digunakan untuk

mengetahui apakah perangkat lunak yang dikembangkan dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan dan dapat berfungsi dengan baik [8].

B. Metode Pengumpulan Data

Terkait metode pengumpulan data, metode yang diterapkan dalam penyusunan laporan ini adalah:

1. Wawancara (Interview)

Merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertatap muka dan tanya jawab langsung, yakni dengan pihak yang sebelumnya terlibat dan berkaitan dalam pembuatan *website* Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali.

2. Studi Pustaka

Merupakan metode pengumpulan data dengan mempelajari berbagai referensi yang tersedia, terkait hal – hal yang telah dilakukan sebelumnya dalam perancangan basis data untuk *website* Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali

C. Teknik Analisis Data

Jenis analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif kualitatif. Dalam penelitian ini, analisis deskriptif kualitatif merupakan metode analisis data. Mendeskripsikan informasi yang dikumpulkan melalui observasi, wawancara, dan studi literatur. Berikut adalah langkah-langkah yang harus dilakukan selama proses analisis.

1. Analisis desain *website*.

Desain situs web menggunakan analisis deskriptif kualitatif. *Website* Jurusan Teknik Elektro dibuat sebagai sarana informasi dan pemasaran untuk menarik khalayak sasaran dengan menggunakan sistem manajemen konten (CMS) yang dikembangkan oleh para peneliti. Manfaat CMS ini termasuk kemudahan penggunaan dan situs web yang menarik yang dapat digunakan untuk tujuan pemasaran dan informasi.

2. Analisis Hasil Respon Khalayak Sasaran

Dalam penelitian ini, mahasiswa dan masyarakat umum dijadikan sebagai responden (target audience). Berdasarkan hasil kuesioner respon yang diberikan kepada khalayak sasaran setelah mereka mengakses *website* Jurusan Teknik Elektro, dilakukan analisis responden. Data pendapat atau komentar responden tentang *website* yang sedang dikembangkan dikumpulkan dengan menggunakan kuesioner respon ini. Proporsi jawaban yang ada dibagi dengan jumlah responden yang menerima kuesioner, dikalikan 100%, digunakan untuk menghitung persentase tanggapan dari responden.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil yang dicapai pada pengembangan *website* Jurusan Teknik elektro diuraikan berikut ini.

A. Planning

1. Penentuan tema *website*

Memilih tema situs web adalah langkah pertama dalam tahap perencanaan. Untuk mengetahui jenis *website* yang akan dirancang, Anda harus terlebih dahulu memilih tema yang sesuai dengan jenis *website* yang ingin Anda buat. Misalnya, pertimbangkan situs web yang berfokus pada web berita (*website* berita), web commerce (*website* penjualan), dan lain sebagainya. Tema *website* yang dibuat untuk penelitian ini ditetapkan untuk mendukung promosi dan informasi Jurusan Teknik Elektro berdasarkan hasil diskusi dengan tim peneliti. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Andriyan, dkk [9] dengan menentukan tema *website* terlebih dahulu sebelum melakukan analisis fungsional system.

2. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan adalah data berita yang dikumpulkan dari *website* Jurusan yang lama, dan berita terbaru yang dikumpulkan dari sekretaris jurusan. Data lain berupa foto dan video yang dikumpulkan langsung oleh peneliti dengan tema yang sesuai dengan kebutuhan pembuatan *website*. Kemudian data – data ini diseleksi berdasarkan hasil diskusi dengan sekretaris jurusan. apakah data tersebut sangat penting sehingga harus tampil atau kurang penting sehingga dapat ditampilkan lebih kecil, samar atau dibuang sama sekali.

B. Perancangan

Setelah tahap perencanaan dilakukan desain terhadap CMS yang akan dibuat. Pada tahap desain ini akan dilakukan tahap desain database terlebih dahulu yang kemudian dilanjutkan tahap desain web.

1. Desain Pembuatan Tabel Database

Setelah dilakukannya wawancara dan studi pustaka terhadap perancangan basis data untuk pembuatan *website* untuk Jurusan Teknik Elektro yang sebelumnya telah dibuat, diperoleh hasil bahwa

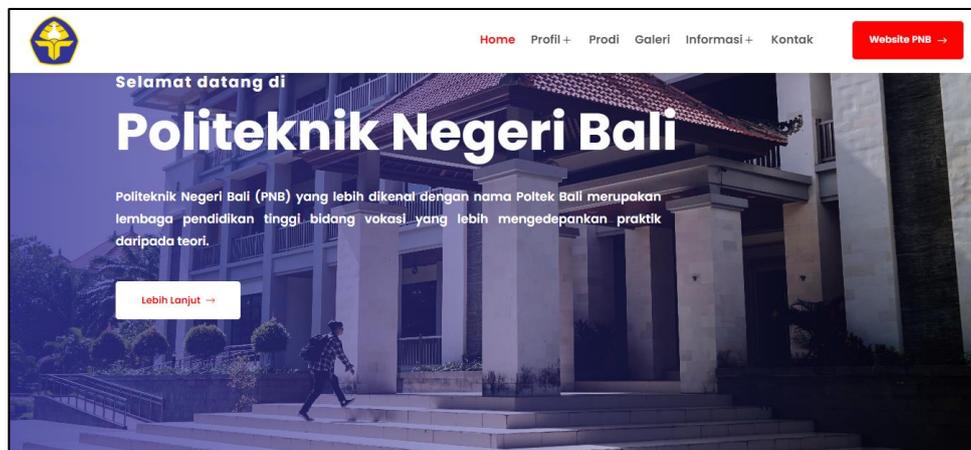
terdapat sebanyak 26 tabel yang nantinya akan diterapkan pada perancangan basis data untuk *website* Jurusan Teknik Elektro yang baru, yakni :

1. Tabel Admin (tb_admin)
2. Tabel Alumni (tb_alumni)
3. Tabel Arsip (tb_arsip)
4. Tabel Berita (tb_berita)
5. Tabel Dynamic Page (tb_dynamicpage)
6. Tabel Email Setting (tb_emailsetting)
7. Tabel FAQ (tb_faq)
8. Tabel Fasilitas (tb_fasilitas)
9. Tabel Footer Link (tb_footerlink)
10. Tabel Informasi (tb_informasi)
11. Tabel Kategori Berita (tb_kategoriberita)
12. Tabel Kategori Galeri (tb_kategorigaleri)
13. Tabel Bahasa (tb_language)
14. Tabel Menu (tb_menu)
15. Tabel Mitra (tb_mitra)
16. Tabel Permalink (tb_permalink)
17. Tabel Prodi (tb_prodi)
18. Tabel Peran (tb_role)
19. Tabel Section Title (tb_sectiontitle)
20. Tabel SEO (tb_seo)
21. Tabel Settings (tb_settings)
22. Tabel Sitemap (tb_sitemap)
23. Tabel Slider (tb_slider)
24. Tabel Sosial Media (tb_sosmed)
25. Tabel Staff (tb_staff)
26. Tabel Visibility (tb_visibility)

2. Desain Pembuatan *Website*

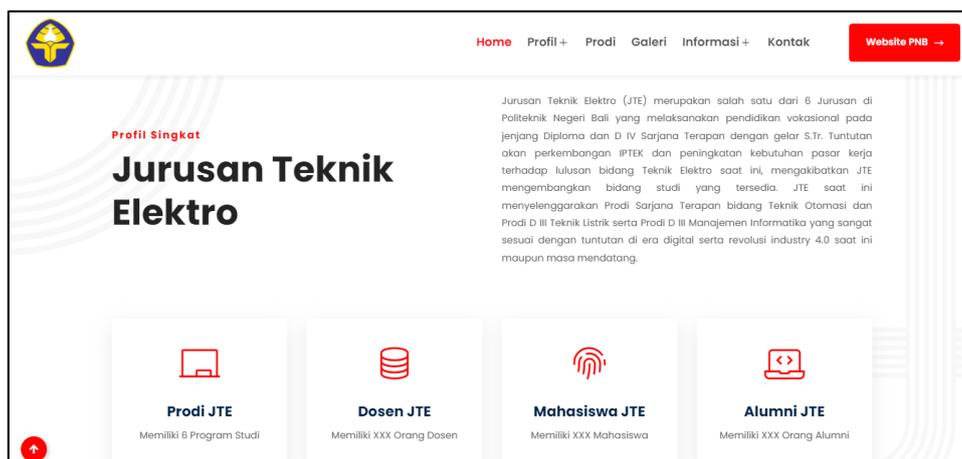
Setelah menyelesaikan tahap perencanaan, fase berikutnya adalah desain. Selama fase ini, bentuk desain dan elemen situs web diputuskan. Misalnya, tata letak konten situs web dan pemilihan warna dan tipografi Departemen Teknik elektro (tipografi) dilakukan sesuai dengan karakteristik ini. Gambar 1, 2, dan 3 dengan situs web menunjukkan hasil desain situs web untuk departemen teknik elektro yaitu <https://elektro.pnb.ac.id/>.

Website Jurusan Teknik Elektro dibangun mempergunakan dasar framework Laravel yang memiliki kelebihan kemudahan dalam pengembangan aplikasi *website Laravel* menyediakan banyak fitur dan alat untuk memudahkan pengembangan aplikasi web, termasuk migrasi database, routing yang fleksibel, templating sistematis, dan sistem autentikasi yang aman. Sehingga *framework Laravel* sangat sesuai dipergunakan dalam pengembangan *website* jurusan menjadi lebih fleksibel dan mudah dimodifikasi kedepannya.



Gambar 1. Tampilan header dan menu

Tampilan *homepage website* Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Bali menggambarkan keadaan dan keterangan profile jurusan secara umum. Tampilan ini merupakan tampilan default pengguna atau pengunjung *website*.



Gambar 2. Profil Singkat Jurusan

Pada halaman homepage juga terdapat profile singkat jurusan yang memberikan informasi jurusan, jumlah program studi dibawah Jurusan Teknik Elektro, Jumlah dosen pengajar aktif, jumlah mahasiswa, dan jumlah alumni atau lulusan pada Jurusan Teknik Elektro.



Gambar 3. Prodi dibawah jurusan Teknik elektro

Informasi program studi dibawah Jurusan Teknik Elektro memberikan penjelasan singkat dan informasi penting lainnya yang diperlukan oleh pengunjung *website* terkait dengan visi misi program studi dan profil lulusan program studi.

C. Hasil Penilaian Website

Tabel 1 merupakan indikator yang digunakan untuk melakukan penilaian pada website jurusan yang telah dibuat, terdapat 25 indikator pertanyaan yang akan diberikan kepada responden. Hasil jawaban dari responden akan diolah dan dipresentasikan seperti pada tabel 2. Responden yang dipergunakan adalah Mahasiswa di lingkungan Jurusan Teknik Elektro dengan jumlah sebanyak 30 responden.

Tabel 1. Indikator penilaian web dan hasil jawaban responden

No	Indikator	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik
1	Kecepatan membuka awal website	1	5	15
2	Kecepatan Membuka konten website	4	15	2
3	Kecepatan Hasil pencarian informasi	6	12	4
4	Kecepatan Unduh data	3	17	1

Subiksa, Peling, Ariawan, dan Suardani
Pengembangan CMS (Content Management System) dalam Pembuatan Website Jurusan
Menggunakan Framework Laravel

5	Nama website (domain name)	9	11	2
6	Struktur menu dan tampilan	6	9	5
7	fungsi website (media informasi dan promosi)	5	16	0
8	interaksi pengunjung dengan admin	2	18	0
9	Kualitas website	7	14	0
10	Relevan website	3	18	0
11	Manfaat konten website	10	10	1
12	Mempunyai link dengan website lain yang terkait	8	12	1
13	Konten website sesuai dengan visi misi jurusan	8	13	0
14	Terdapat informasi layanan mahasiswa/publik	7	11	3
15	fasilitas ruang komunikasi	4	15	1
16	Tampilan website menarik	8	11	2
17	Tampilan mudah dimengerti (user friendly)	9	8	4
18	Informasi dan data selalu update	3	17	1
19	Tracking (pencarian data lama)	2	16	3
20	Tersedianya data-data yang lalu	4	15	2
21	Konten dapat dipertanggungjawabkan	7	14	0
22	Konten Tepat sasaran	10	11	0
23	terdapat Informasi pengunjung	3	12	5
24	terdapat Layanan dan keluhan pengunjung	4	16	1
25	secara keseluruhan tentang website	3	18	0

Tabel 2 merupakan hasil pengujian dari website jurusan yang telah dibuat. Responden yang digunakan pada penelitian ini adalah mahasiswa semester 2 pada jurusan Teknik elektro prodi terapan rekayasa perangkat lunak.

Tabel 2. Hasil Pengujian Website

No	Indikator Pengujian	Sangat Baik	Baik	Kurang Baik
1	Kecepatan Akses	17%	58%	26%
2	Homepage	26%	64%	8%
3	Isi (Content)	32%	67%	2%
4	Konteks	37%	57%	6%
5	Ukuran Kualitas Interaksi	33%	54%	11%
6	Mobilitas Data	14%	76%	10%
7	Ketepatan	40%	60%	0%
8	Layanan Penunjang	17%	67%	14%
9	Secara Keseluruhan	14%	86%	0%

Berdasarkan tabel 2, dapat dilihat bahwa hasil uji terhadap responden lebih condong ke arah baik dan sangat baik. Dilihat dari tabel 2 indikator ketepatan informasi memperoleh nilai paling baik. Hal ini menunjukkan bahwa informasi yang diberikan website sudah mencerminkan jurusan Teknik elektro. Indikator yang masih perlu dilakukan perbaikan adalah pada kecepatan akses yang memperoleh respon kurang baik sebanyak 26% terutama pada saat membuka awal mula website. Secara keseluruhan website jurusan yang telah dibangun ini mendapatkan baik sebesar 86% dan sangat baik sebanyak 14%. Hal ini dapat dijadikan acuan bahwa website sudah dapat diimplementasikan secara nyata pada Jurusan Teknik Elektro.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengembangan content management system (CMS) dengan menggunakan framework Laravel dapat diimplementasikan pada website jurusan Teknik elektro politeknik negeri bali dengan penilaian secara keseluruhan baik sebesar 86% dan sangat baik sebanyak 14%.

Referensi

- [1] W. Dwi Kurniawan, A. Prijo Budijono, and Y. Yunus, "PENGEMBANGAN WEB SEBAGAI MEDIA INFORMASI DAN PROMOSI PROGRAM STUDI S1 PENDIDIKAN TEKNIK MESIN JURUSAN TEKNIK MESIN UNESA," *Journal of Vocational and Technical Education*, vol. 02, no. 01, pp. 41–49, 2020.
- [2] E. L. Ruskan and A. Meiriza, "PENGEMBANGAN REPOSITORY DOKUMENTASI BORANG AKREDITASI DAN PROMOSI JURUSAN SISTEM INFORMASIBERBASIS WEB," *Jurnal Sistem Informasi*, vol. 10, no. 1, pp. 1463–1472, 2018.
- [3] T. K. Erestini, R. I. Rokhmawati, and A. D. Herlambang, "Evaluasi Usability dan Perbaikan Rancangan Antarmuka Pengguna Situs Website Jurusan Teknik Kimia Universitas Brawijaya Dengan Menggunakan Metode Human Centered Design (HCD)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 2, no. 8, pp. 2889–2898, 2018, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [4] N. Aini, S. A. Wicaksono, and I. Arwani, "Pembangunan Sistem Informasi Perpustakaan Berbasis Web menggunakan Metode Rapid Application Development (RAD) (Studi pada : SMK Negeri 11 Malang)," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 9, pp. 8647–8655, 2019, [Online]. Available: <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- [5] M. Musyriyah and M. Ihsan, "CMS Open Source untuk Pengembangan Website Karang Taruna Desa Bonde Utara," *Journal of Health, Education, Economics, Science, and Technology*, vol. 3, pp. 2658–1792, 2020, [Online]. Available: <https://www.j-hest.web.id/index.php>
- [6] I. Gede Partha Sindu and G. Saindra Santyadiputra, "PENGEMBANGAN WEB SERVICE PROFIL JURUSAN DAN FAKULTAS (STUDI KASUS FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN UNDIKSHA)," *Jurnal Pendidikan Teknologi dan Kejuruan*, vol. 14, no. 1, p. 20, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPTK/issue/view/600>
- [7] S. Suwarno and M. Huang, "Perancangan dan Pengembangan Website Berbasis Community Generated Content untuk Mendukung Kesejahteraan Manula di Batam," *Conference on Management, Business, Innovation, Education and Social Science*, vol. 1, no. 1, pp. 912–919, 2021, [Online]. Available: <https://journal.uib.ac.id/index.php/combines>
- [8] Y. Dwi Wijaya and M. Wardah Astuti, "PENGUJIAN BLACKBOX SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA KARYAWAN PT INKA (PERSERO) BERBASIS EQUIVALENCE PARTITIONS," *Jurnal Digital Teknologi Informasi*, vol. 4, no. 1, pp. 22–26, 2021.
- [9] W. Andriyan, S. Septiawan, and A. Aulya, "PERANCANGAN WEBSITE SEBAGAI MEDIA INFORMASI DAN PENINGKATAN CITRA PADA SMK DEWI SARTIKA TANGERANG," *Jurnal Teknologi Terpadu*, vol. 6, no. 2, pp. 79–88, [Online]. Available: <https://journal.nurulfikri.ac.id/index.php/JTT>

This page is intentionally left blank.

Sistem Monitoring PKM Berbasis Website Program Studi Informatika FMIPA UNUD

Ida Ayu Gde Suwiprabayanti Putra^{a1}, Ni Luh Watiniasih^{a2}

^aProgram Studi Informatika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana
Jl. Raya Kampus Unud Jimbaran, Badung, 80361, Indonesia

¹iagsuwiprabayantiputra@unud.ac.id

²luhwatiniasih@unud.ac.id

Abstract

From year to year, there are more and more PKM proposals submitted by students in the Informatics Study Program. So far, what has happened is that PKM proposals that enter are sorted manually, namely by students printing their PKM proposals and the proposals will then be distributed to the lecturers in charge of reviewing the proposals. It will take time to evaluate and increase the possibility of repeated errors because the results of the evaluation have no history of recording. Based on these problems, a monitoring system is needed for PKM proposals that enter the Study Program so that later PKM proposals that come in will be more organized and minimize the possibility of errors. The monitoring system is built on a website basis using the laravel framework. Student users can log in and upload PKM proposals, view the results of PKM proposal reviews, revise PKM proposals and update the status of PKM proposals that have been submitted to faculties or universities. Meanwhile, lecturer users can log in and review PKM proposals. After testing with black box testing, the monitoring system has obtained the results as expected.

Keywords: PKM, Monitoring System, Website, Laravel

1. Pendahuluan

Program Kreativitas Mahasiswa atau biasa disingkat PKM adalah sebuah program yang diluncurkan oleh Direktorat Jenderal Pembelajaran dan Kemahasiswaan Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia. Program ini bertujuan untuk mendukung potensi dari mahasiswa sehingga nantinya mahasiswa siap untuk terjun ke masyarakat dan mengembangkan ilmu pengetahuan yang dimiliki. Program Studi Informatika, Fakultas MIPA, Universitas Udayana adalah salah satu Program Studi yang memfasilitasi mahasiswanya untuk dapat mengikuti program PKM. Dari tahun ke tahun, proposal PKM yang diajukan oleh mahasiswa pada program studi tersebut semakin banyak. Terlihat pada tahun 2021, proposal PKM yang diajukan sejumlah 83 proposal, sedangkan pada tahun 2022, proposal PKM yang diajukan sejumlah 137 proposal. Secara garis besar PKM dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu PKM Pendanaan dan PKM Insentif. PKM Pendanaan terdiri dari 8 bidang PKM yaitu PKM-RE, PKM-RSH, PKM-K, PKM-PM, PKM-PI, PKM-KC, PKM-KI dan PKM-VGK. PKM Insentif terdiri dari 2 bidang yaitu PKM-GFT dan PKM-AI.

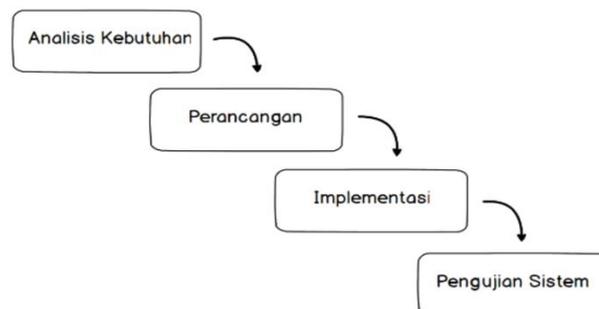
Selama ini yang terjadi adalah proposal PKM yang masuk ke Program Studi disortir secara manual yaitu dengan cara mahasiswa mencetak proposal PKM mereka dan proposal kemudian akan didistribusikan kepada dosen yang bertugas untuk melakukan ulasan terhadap proposal tersebut. Hasil dari ulasan proposal kemudian dikembalikan kepada mahasiswa dan mahasiswa akan melakukan perbaikan. Dosen yang bertugas untuk melakukan ulasan terhadap proposal akan mengecek kembali hasil perbaikan dan memberikan hasilnya kembali kepada mahasiswa. Dengan adanya sejumlah proposal yang harus dievaluasi oleh dosen dan juga jumlah bidang PKM yang cukup beragam, tentunya akan membutuhkan waktu untuk melakukan evaluasi dan meningkatnya kemungkinan terjadinya kesalahan yang berulang dikarenakan hasil evaluasi tidak ada sejarah pencatatannya.

Berdasarkan permasalahan tersebut, dibutuhkan suatu sistem monitoring terhadap proposal PKM yang masuk ke Program Studi sehingga nantinya proposal PKM yang masuk akan lebih terorganisir dan meminimalisir kemungkinan terjadinya kesalahan. Monitoring adalah sebuah kegiatan yang berisikan mengenai pengumpulan, pelaporan, dan tindakan atas informasi yang diimplementasikan [1]. Monitoring diperlukan untuk melihat kecocokan antara kinerja dan target yang telah ditentukan [2]. Sistem Monitoring dapat diimplementasikan dengan berbagai cara atau metode. Secara garis besar, sistem monitoring terbagi dalam tiga tahapan proses yaitu proses dalam pengumpulan data monitoring, proses dalam analisa data monitoring, dan proses dalam menampilkan hasil data monitoring [3]. Ketiga tahapan tersebut dilakukan pada sistem monitoring PKM ini dan diimplementasikan dalam sebuah aplikasi berbasis website. Aplikasi website adalah sebuah aplikasi yang menggunakan browser untuk menjalankan aplikasi tersebut, menggunakan database untuk penyimpanan datanya dan jaringan komputer untuk pengaksesan aplikasi website tersebut [4]. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam pembangunan aplikasi website sistem monitoring PKM ini adalah bahasa PHP, HTML, CSS dan menggunakan framework Laravel. Laravel adalah sebuah framework open source dengan menggunakan bahasa pemrograman PHP dan dapat digunakan untuk pengembangan sistem serta memiliki keunggulan pemeliharaan sistem yang mudah [5].

Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem monitoring PKM dengan menggunakan website dan framework laravel tersebut agar nantinya dapat meningkatkan kinerja dari Program Studi Informatika FMIPA Unud dalam melakukan penyortiran, pengawasan dan evaluasi dari PKM yang dikumpulkan mahasiswa dan dosen pada Program Studi.

2. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam perancangan sistem monitoring ini adalah metode SDLC (System Development Life Cycle) dengan permodelan Waterfall seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. SDLC

Analisa kebutuhan dilakukan untuk melihat kebutuhan dari sistem monitoring ini baik secara kebutuhan fungsional maupun non fungsional.

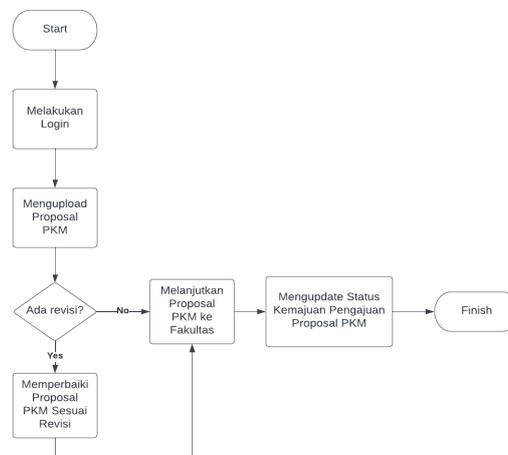
Kebutuhan Fungsional Sistem :

- Sistem dapat mengumpulkan proposal PKM.
- Sistem dapat memberikan informasi alur pengajuan proposal PKM.
- Sistem dapat memberikan laporan siapa saja mahasiswa yang mengikuti PKM.
- Sistem dapat memberikan laporan mengenai reward PKM pada setiap tahapan bagi Mahasiswa.
- Sistem dapat memberikan laporan Dosen yang menjadi pembimbing PKM.
- Sistem dapat memberikan informasi mengenai kemajuan pengajuan proposal PKM hingga Pimnas.
- Sistem dapat memasang mahasiswa dengan catatan satu proposal dapat di pasang antar angkatan mahasiswa.
- Sistem dapat memfasilitasi review internal Program Studi sebelum dilanjutkan ke Universitas.
- Sistem dapat memberikan informasi mengenai timeline secara prodi, universitas dan secara keseluruhan.
- Sistem dapat memberikan laporan akhir kepada Koordinator Program Studi.

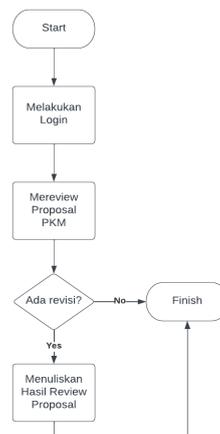
Kebutuhan Non Fungsional Sistem :

- a. Dapat diakses pada platform website.
- b. Menggunakan bahasa pemrograman PHP dengan seri PHP diatas 8.0.
- c. Menggunakan database mySQL.
- d. Fitur keamanan berupa NIP bagi Dosen dan NIM bagi Mahasiswa.
- e. Menerima dokumen dalam bentuk Word dan PDF.

Dari hasil kebutuhan sistem, maka mulai dilakukan perancangan sistem monitoring ini sehingga dapat memenuhi kebutuhan yang telah di spesifikkan. Perancangan dimulai dari flowchart yang dapat memperlihatkan alur dari kedua user yaitu mahasiswa dan dosen. Flowhcart mahasiswa terlihat pada Gambar 2, sedangkan untuk flowchart dosen terlihat pada Gambar 3.

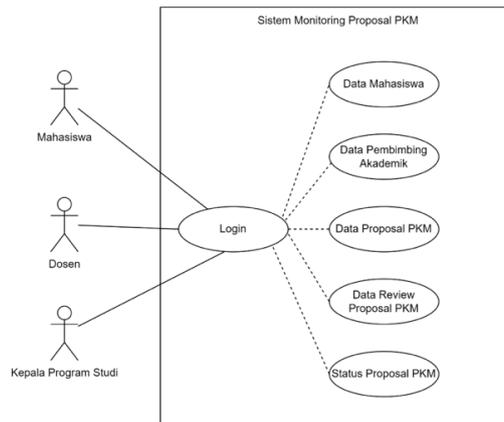


Gambar 2. Flowchart Mahasiswa

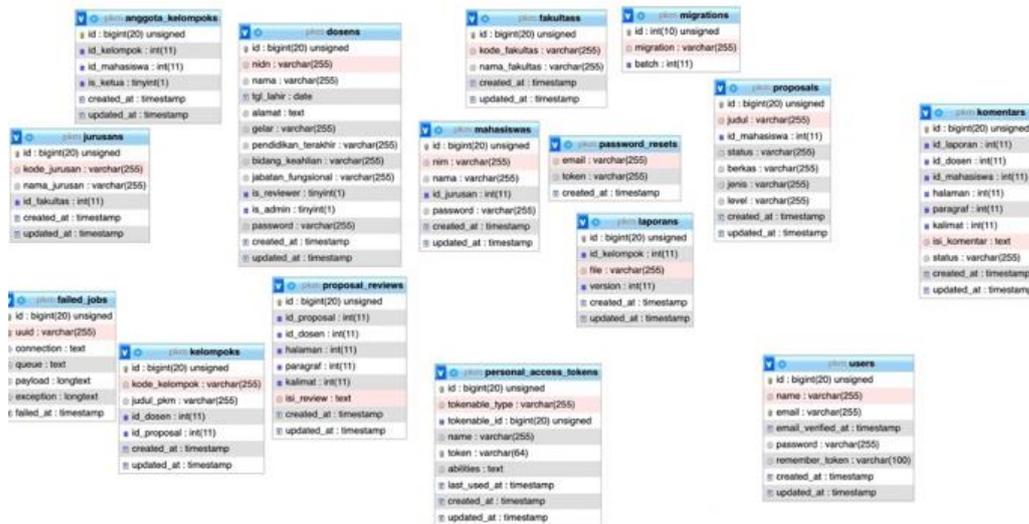


Gambar 3. Flowchart Dosen

Setelah mendapatkan hasil perancangan alur usernya kemudian sistem monitoring ini dirancang implementasi aplikasi websitenya dengan berorientasi obyek menggunakan Unified Modelling Language. UML (Unified Modelling Language) adalah suatu metode dalam pemodelan secara visual yang digunakan sebagai sarana perancangan sistem berorientasi objek. UML juga dapat didefinisikan sebagai suatu bahasa standar visualisasi, perancangan, dan pendokumentasian sistem, atau dikenal juga sebagai bahasa standar penulisan blueprint sebuah software. Pada Gambar 4 terlihat Use Case Diagram sebagai salah satu penggambaran bagaimana user berinteraksi dengan sistem. Pada gambar terlihat dua aktor sebagai user yaitu Dosen dan Mahasiswa. Kemudian pada sistem melibatkan lima aksi yaitu data mahasiswa, data pembimbing akademik, data proposal pkm, data review proposal pkm dan status proposal pkm.



Gambar 4. Use Case Diagram Sistem Monitoring PKM

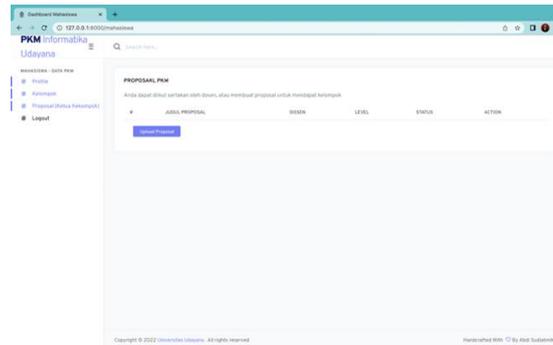


Gambar 5. Database Sistem Monitoring PKM

Selain melakukan perancangan Use Case Diagramnya, dilakukan juga perancangan database untuk penyimpanan data dari Sistem Monitoring PKM ini. Perancangan ini digunakan untuk menggambarkan data apa saja yang digunakan pada Sistem Monitoring PKM. Terlihat pada Gambar 5 terdapat 15 data yang digunakan pada sistem diantaranya data anggota kelompok, data jurusan, data failed jobs, data kelompok, data proposal review, data dosen, data fakultas, data mahasiswa, data migrasi, data reset password, data laporan, data proposal, data personal akses, data user, dan data review. Hasil dari perancangan data ini nantinya akan diimplementasi dengan menggunakan bahasa MySQL pada database website.

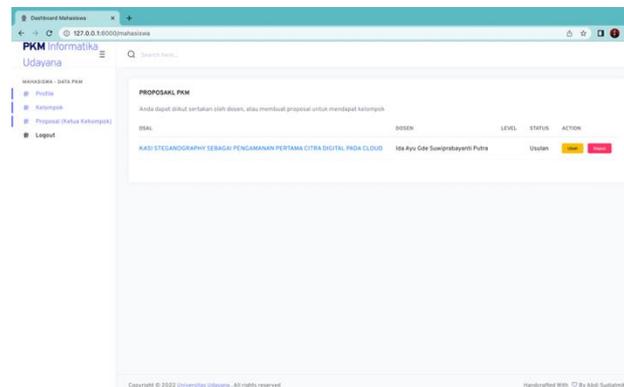
3. Hasil dan Pembahasan

Implementasi Sistem monitoring PKM ini memiliki dua user yaitu user mahasiswa dan dosen. User mahasiswa dapat login dan melakukan upload proposal PKM, melihat hasil review proposal PKM, melakukan revisi proposal PKM dan melakukan update status proposal PKM yang telah diajukan ke fakultas ataupun universitas. Sedangkan untuk user dosen dapat melakukan login dan melakukan review terhadap proposal PKM. Dosen dapat menspesifikkan paragraf dan halaman revisi yang dimaksud sehingga mahasiswa yang melakukan revisi dapat memahami bagian yang harus direvisi.



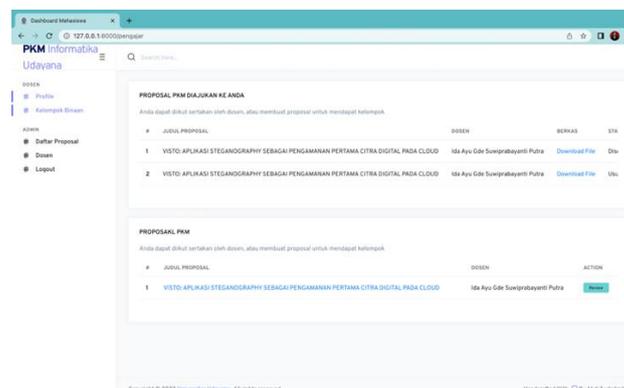
Gambar 6. Dashboard User Mahasiswa

Pada Gambar 6 terlihat Dashboard user mahasiswa. Halaman dashboard sistem untuk user mahasiswa ketika pertama kali login ke dalam sistem. Mahasiswa dapat menekan menu “upload proposal” untuk memasukkan proposal ke dalam sistem. Pada saat menekan menu upload proposal PKM. Mahasiswa dapat memasukkan judul PKM, jenis PKM, berkas proposal, nama dosen pembimbing dan nama kelompok. Pada saat sudah selesai mengupload proposal PKM, mahasiswa dapat mengubah isian ataupun menghapus proposal seperti terlihat pada Gambar 7.



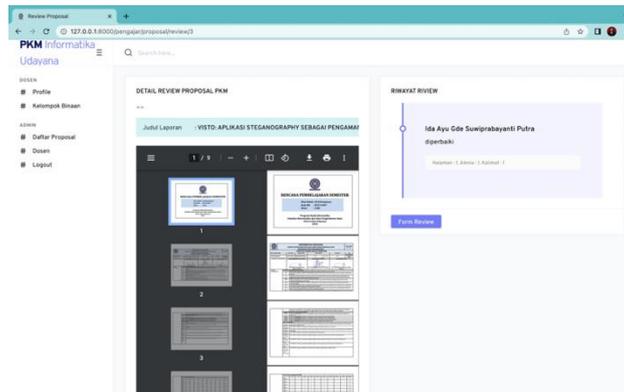
Gambar 7. Menu Proposal PKM

Untuk user dosen, user dosen dapat melakukan review terhadap proposal yang telah diajukan dan menuliskan hasil reviewnya pada sistem, dosen juga dapat melihat hasil update status proposal yang dilakukan oleh mahasiswa seperti terlihat pada Gambar 8.

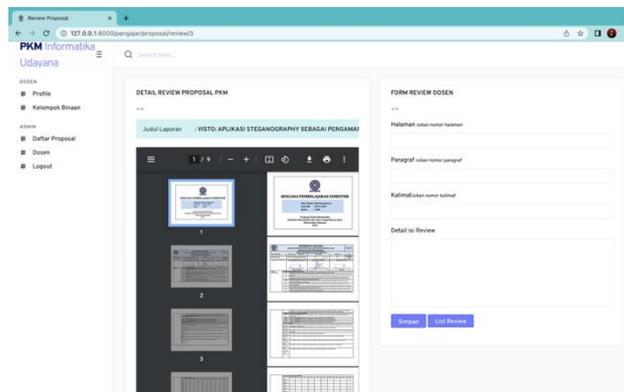


Gambar 8. Dashboard User Dosen

Pada saat user dosen memilih proposal PKM yang di review maka akan terlihat riwayat review sebelumnya dari dosen lainnya ataupun dari dosen tersebut seperti terlihat pada Gambar 9 dan juga pada saat user dosen menekan menu form review maka akan muncul detail yang bisa diisikan untuk review proposal PKM seperti nomor halaman dan detail paragraf seperti terlihat pada Gambar 10.



Gambar 9. Riwayat Review User Dosen



Gambar 10. Detail Review User Dosen

Setelah perancangan dan implementasi selesai, dilakukan pengujian dengan menggunakan Blackbox Testing. Uji Coba Blackbox Testing dilakukan untuk mengecek jalannya sistem apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan. Uji coba dilakukan dengan menggunakan data mahasiswa angkatan 2021 Program Studi Informatika Fakultas MIPA Universitas Udayana. Uji blackbox dilakukan pada 4 modul yaitu pada login sistem, menu upload proposal PKM, menu review proposal PKM dan menu Update Status Proposal PKM. Dimana hasil keempat modul tersebut adalah berhasil dan sesuai dengan keluaran yang diharapkan.

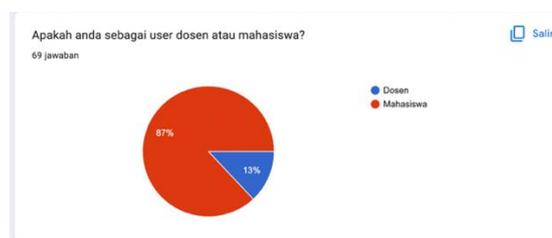
Tabel 1. Uji Blackbox

Modul yang Diuji	Prosedur Pengujian	Masukkan	Keluaran yang Diharapkan	Hasil yang Didapat	Kesimpulan
Login Sistem	Membuka Sistem Monitoring PKM dan mengisikan NIM/NIP beserta password	NIM bagi user mahasiswa dan NIP bagi user dosen, password berupa "password" untuk user baru	Menampilkan Halaman Dashboard Sistem Monitoring PKM	Menampilkan Halaman Dashboard Sistem Monitoring PKM	Berhasil
Upload Proposal PKM	Menekan Tombol "Upload Proposal" pada Dashboard	Judul PKM, Jenis PKM, Berkas Proposal PKM, Dosen, Kelompok Mahasiswa	Proposal PKM Terupload di Sistem Monitoring PKM	Proposal PKM Terupload di Sistem Monitoring PKM	Berhasil
Review Proposal PKM	Menekan Tombol "Review" pada Dokumen Proposal PKM yang akan	Halaman, Paragraf, Kalimat, Detail Isi Review	Menyimpan Hasil Review Proposal pada Sistem	Menyimpan Hasil Review Proposal pada Sistem Monitoring PKM	Berhasil

	direview dan kemudian Menekan Tombol "Form Review" kemudian Tekan "Simpan"		Monitoring PKM		
Update Status Proposal PKM	Menekan Tombol "Ubah" pada Dokumen Proposal PKM yang Akan diupdate Statusnya	Lulus Level	Menyimpan Hasil Update Status Proposal PKM	Menyimpan Hasil Update Status Proposal PKM	Berhasil

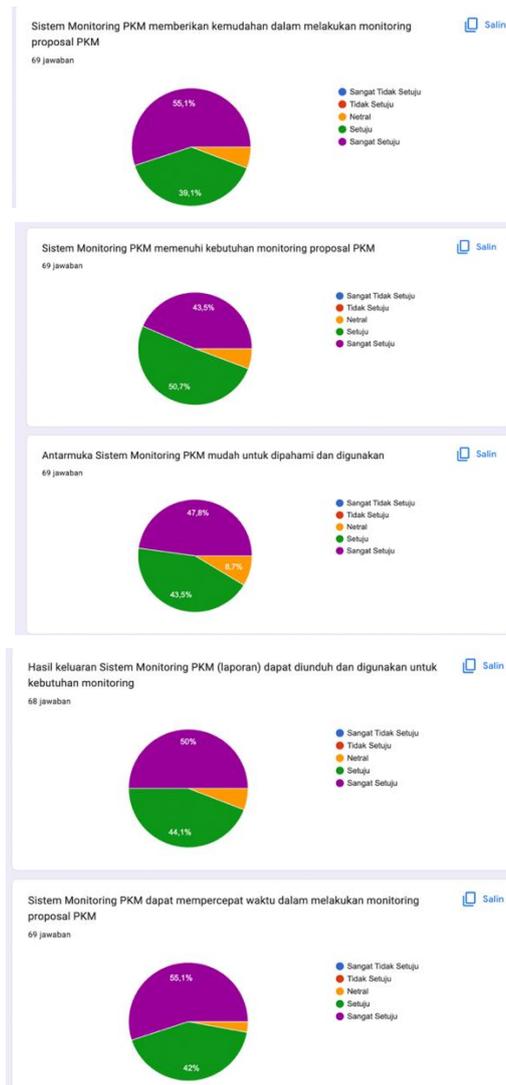
Selain melakukan uji coba sistem dengan menggunakan blackbox testing, uji coba juga dilakukan dengan menyebarkan kuisisioner kepada mahasiswa dan dosen Program Studi Informatika Fakultas MIPA Universitas Udayana menggunakan Google Form. Kuisisioner terlihat pada Gambar 11 dan mendapatkan 69 jawaban seperti terlihat pada Gambar 12 dengan rincian 13 persennya adalah dosen dan 87 persennya adalah mahasiswa.

Gambar 11. Kuisisioner Evaluasi Sistem Monitoring PKM



Gambar 12. Rincian Peserta Kuisisioner Evaluasi

Pertanyaan yang diajukan pada kuisisioner evaluasi yang disebarikan kepada mahasiswa dan dosen mencakup mengenai kemudahan dalam menggunakan sistem, pemenuhan kebutuhan sistem dan pemahaman serta mudahnya penggunaan sistem, laporan yang ada pada sistem monitoring dan bagaimana sistem dapat mempercepat waktu dalam melakukan monitoring proposal. Rincian pertanyaan kuisisioner terlihat pada Gambar 13.



Gambar 13. Rincian Jawaban Kuisiner Evaluasi

Setelah pengujian selesai, dilakukan sosialisasi terhadap sistem monitoring PKM ini terhadap dosen dan mahasiswa Program Studi Informatika FMIPA sehingga Sistem Monitoring ini dapat diimplementasikan pada Program Studi seperti terlihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Sosialisasi Sistem Monitoring PKM

4. Kesimpulan

Sistem Monitoring PKM telah berhasil dibangun dengan menggunakan metode SDLC. Sistem Monitoring dibangun berbasis website menggunakan framework laravel. Terdapat dua user pada sistem monitoring yaitu user mahasiswa dan dosen. User mahasiswa dapat login dan melakukan upload proposal PKM, melihat hasil review proposal PKM, melakukan revisi proposal PKM dan melakukan update status proposal PKM yang telah diajukan ke fakultas ataupun universitas. Sedangkan untuk user dosen dapat melakukan login dan melakukan review terhadap proposal PKM. Dosen dapat menspesifikasikan paragraf dan halaman revisi yang dimaksud sehingga mahasiswa yang melakukan revisi dapat memahami bagian yang harus direvisi. Setelah dilakukan pengujian blackbox testing, sistem monitoring telah mendapatkan hasil sesuai dengan yang diharapkan. Selain itu dari hasil kuisisioner sistem monitoring terhadap pengguna sebanyak 50,3 persen menyatakan sangat setuju dan 43,88 persen menyatakan setuju bahwa sistem ini mudah digunakan, memenuhi kebutuhan monitoring proposal pkm, dan mempercepat waktu dalam melakukan monitoring proposal pkm.

Daftar Pustaka

- [1] J. Lahallo and M. Fitriana, "Perancangan Sistem Monitoring Pelaksanaan Kerja Praktek Mahasiswa STIMIK Sepuluh Nopember Jayapura," *Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, vol. 12, 2018.
- [2] G. T. Mardiani, "SISTEM MONITORING DATA ASET DAN INVENTARIS PT TELKOM CIANJUR BERBASIS WEB," *Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika (KOMPUTA)*, vol. 35, no. 1, 2013.
- [3] W. Gunawan and M. R. Firmansyah, "Monitoring dan Evaluasi Kinerja Karyawan menggunakan Algoritma Simple Additive Weighting dan Hungarian," *ILKOM Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 2, pp. 87–95, Aug. 2020, doi: 10.33096/ilkom.v12i2.519.87-95.
- [4] M. Al, K. Rizki, and A. F. Op, "RANCANG BANGUN APLIKASI E-CUTI PEGAWAI BERBASIS WEBSITE (STUDI KASUS : PENGADILAN TATA USAHA NEGARA)," *Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi (JTSI)*, vol. 2, no. 3, pp. 1–13, 2021, [Online]. Available: <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>
- [5] F. Sahrul, S. Kom, M. Eng, M. A. Safi'ie, S. Si, and O. Decroly, "IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI AKADEMIK BERBASIS WEB MENGGUNAKAN FRAMEWORK LARAVEL," 2016.

This page is intentionally left blank.



ISSN



E-ISSN