

RANCANG BANGUN SISTEM PENGECEKAN SAFETY HELMET DAN MASKER PADA PROYEK PEMBANGUNAN DENGAN METODELOGI YOLOv5 DENGAN MIKROKONTROLER SEBAGAI INDIKATOR

**Deo Armanta Sebayang¹, Arya Gusman Saleh², Duman Care Khrisne³,
I Wayan Shandyasa⁴**

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

²Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Udayana

Alamat Universitas Jl. Raya Kampus Unud, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali
80361

deosebayang@gmail.com, ags110801@gmail.com, duman@unud.ac.id,
shandyasa@unud.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sangat berperan penting terhadap kesehatan dan keselamatan kerja khususnya *safety helmet* yang dapat meminimalisir dampak kejatuhan benda kecil maupun besar. Selain *safety helmet* masker juga tidak kalah penting untuk mencegah debu dan partikel kecil masuk ke saluran pernafasan. Untuk memastikan pekerja lapangan memakai APD khususnya *safety helmet* dan masker, diperlukan sistem yang dapat memeriksa pekerja sebelum memasuki area kerja secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui cara membuat model AI untuk mendeteksi *safety helmet* dan masker menggunakan metode *You Only Look Once* versi 5 (YOLOv5) dan mengetahui seberapa besar akurasi, selain itu tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui cara membuat sistem indikator menggunakan mikrokontroler dengan hasil dari YOLOv5. Setelah dilakukan percobaan terhadap alat yang dibuat, YOLOv5 berhasil mendeteksi *safety helmet* dan masker dengan nilai *mAP50* sebesar 0,995 dan *F1-score* sebesar 0,997 dan ESP32 berhasil memberikan indikator dengan nilai keberhasilan 100% dari 20 kali percobaan.

Kata kunci : YOLOv5, Otomatis, ESP32, APD

ABSTRACT

The use of Personal Protective Equipment (PPE) is a very important role in occupational health and safety, especially safety helmets that can minimize the impact of falling small and large objects, besides safety helmets, masks are no less important to prevent dust and small particles from entering the respiratory tract. To ensure that field workers wear PPE, especially safety helmets and masks, a system is needed that can automatically check workers before entering the work area. This research aims to find out how to create an AI model to detect safety helmets and masks using the You Only Look Once version 5 (YOLOv5) method and find out how much accuracy, besides that the purpose of this research is to find out how to make an indicator system using a microcontroller with result from YOLOv5. After experimenting with the tools made,

YOLOv5 successfully detected safety helmets and masks with an mAP50 value of 0.995 and F1-score of 0.997 and ESP32 successfully provided indicators with a success value of 100% from 20 trials.

Key Words : YOLOv5, Optimization, automatic, ESP32, APD

1. PENDAHULUAN

Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) sangat berperan penting terhadap Kesehatan dan keselamatan kerja. Berdasarkan data yang didapat dari *International Labour Organization* (ILO), di setiap tahunnya terdapat penyakit akibat kerja maupun kecelakaan kerja yang tercatat sebesar 1,1 juta kematian di dunia. Menurut *International Labour Organization* ini pula, per tahunnya angka rata-rata kecelakaan kerja di Indonesia tercatat 99,000 kasus kecelakaan kerja. Dari hasil yang didapatkan dapat dilihat bahwa terdapat kelemahan atau kurangnya upaya sebuah perusahaan konstruksi dalam melindungi pekerja proyek dalam penggunaan APD. Dari hasil tersebut, 70 persen diantaranya berakibat fatal yakni kematian dan cacat seumur hidup[1]. Penggunaan *safety helmet* yang merupakan Alat Pelindung Diri (APD) merupakan salah satu upaya yang bisa dilakukan dalam menekan angka kelalaian dalam lingkungan proyek pembangunan. *Safety helmet* sangat membantu dalam mengantisipasi kecelakaan kerja, mulai dari kejatuhan alat material kecil sampai alat material yang besar. Pada masa era *new normal* ini, pekerja proyek juga merupakan media penyebaran covid-19. Dalam situasi ini, masker juga sangat dibutuhkan untuk memutuskan rantai penularan covid maupun virus lain. Selain itu, masker juga berfungsi untuk menghalau debu dan material kecil yang bisa memasuki mulut yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan untuk pekerja proyek.

Pengecekan *safety helmet* dan masker sebelum memasuki area proyek merupakan salah satu upaya yang bisa dilakukan oleh pihak perusahaan untuk menunjang keselamatan kerja. Pengecekan ini dapat dilakukan secara manual namun membuang tenaga dan waktu, oleh karena

itu penulis membuat sistem pengecekan *safety helmet* dan masker untuk pekerja yang ingin memasuki area proyek. Sistem ini mengecek secara otomatis kelengkapan *safety helmet* dan masker pekerja menggunakan kamera yang ada di *checkpoint* sebelum memasuki area proyek. Pada sistem ini, dipakai kecerdasan buatan (*artificial intelligence*) yang menggunakan visi komputer (*computer vision*) dan *Convolutional Neural Network* (CNN) yang merupakan salah satu metode dalam *machine learning* dari beberapa pengembangan *Multi Layer Preception* yang didesain untuk mengolah data 2D[2].

YOLO merupakan bagian dari pembelajaran mendalam atau *deep learning* dengan memanfaatkan CNN (*Convolutional Neural Network*) lanjutan dalam arsitekturnya. YOLOv5 mampu melakukan deteksi objek bagi *image static* dan *dinamis* seperti video. Kelebihan algoritma ini adalah proses dari deteksi objek dapat dilakukan dengan lebih cepat daripada algoritma deteksi objek biasa. Cara kerja YOLOv5 yaitu dengan menggunakan *repurpose classifier* atau *localizer* untuk proses deteksi. *Localizer* dilakukan dengan memberikan *grid* pada beberapa lokasi kemudian dihitung skor masing-masing *grid* dan *grid* yang memiliki skor paling tinggi merupakan bagian dari pendeteksi tersebut. YOLO menilai *blox pixel* pada target berdasarkan warna dan bentuk, sehingga dapat dideteksi ciri yang mirip dengan hasil *training*

YOLO merupakan algoritma yang dapat digunakan untuk *object detection* dengan data gambar yang didapat dengan kamera. Data pekerja yang memakai dan tidak memakai *safety helmet* dan masker di *training* dan disimpan untuk diolah pada algoritma ini. Sehingga, sistem ini memberikan keterangan ketika pekerja

proyek mengenakan atau tidak mengenakan *safety helmet* dan masker.

Alasan mengapa peneliti memilih YOLOv5 sebagai metodologi dalam sistem pengecekan *safety helmet* dan masker adalah karena mampu mendeteksi citra *static* dan *dinamic* seperti citra yang berupa video. Keunggulan YOLOv5 dari YOLO generasi sebelumnya adalah YOLO versi 5 ini memiliki tingkat keakuratan lebih tinggi setelah dilakukan perbandingan. Kemudian YOLOv5 ini ditulis dengan bahasa python, sehingga model ini dapat terintegrasi dengan perangkat IOT. Oleh karena ini dengan mikrokontroler sebagai indikator pada sistem ini sangat cocok dengan penggunaan YOLOv5 sebagai model yang digunakan.

Untuk memberi tanda apakah pekerja proyek sudah boleh masuk ke area lapangan kerja atau belum, maka diperlukan adanya penanda yang dapat dilihat oleh pekerja, oleh karena itu ditempatkan lampu *LED* berjumlah dua buah dan satu buah selenoid yang berfungsi mengindikasikan apakah pekerja sudah lolos pengecekan alat keselamatan masker dan *safety helmet*. Kedua lampu *LED* dan selenoid tersebut dikontrol menggunakan mikrokontroler ESP32. ESP32 sendiri merupakan sebuah mikrokontroler yang dikenalkan oleh perusahaan asal *China* yang bernama *Espressif* yang merupakan penerus dari pendahulunya yaitu *ESP8266*, ESP32 sendiri memiliki kelebihan dari pendahulunya itu berupa *WiFi* dan *Bluetooth*. *ESP32* sendiri bisa disambungkan dengan beberapa sensor ataupun berbagai jenis lampu. Mikrokontroler sangat efektif untuk mengerjakan sesuatu yang bersifat khusus dan memiliki harga yang relatif lebih murah dibandingkan dengan komputer lain karena relatif sederhana[3].

Kombinasi antara YOLOv5 dan mikrokontroler ESP32 tentunya dapat membuat pengecekan lebih efisien, jika sebuah perusahaan pembangunan memperkerjakan seseorang hanya untuk melakukan pengecekan terhadap alat

keselamatan khususnya helm dan masker, maka hal tersebut kurang efisien baik dari segi waktu ataupun biaya. Alat dapat bekerja 24 jam tanpa perlu waktu istirahat sedangkan pekerja manusia membutuhkan waktu istirahat, makan, keperluan agama, dan juga lain-lain. Sehingga sistem ini menjadi lebih efisien untuk diterapkan

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Tinjauan Mutakhir

Pada penelitian ini, penulis mengacu pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, pada tinjauan mutakhir ini mengandung uraian yang relevan dengan penelitian sebelumnya.

Pada penelitian yang berjudul Deteksi Pemakaian Helm Proyek Dengan Metode *Convolution Neural Network*, pada penelitian tersebut menjelaskan deteksi dan pengenalan suatu objek pada citra menggunakan metode *Convolutional Neural Network* (CNN) YOLO yang ditujukan untuk mendeteksi pekerja yang menggunakan helm proyek dan pekerja yang tidak menggunakan helm proyek. Pada penelitian tersebut, penulis merancang sistem dengan beberapa tahap. Proses awalnya adalah citra dirubah ukurannya melalui proses *resize* dan diberi label. Setelah itu dilakukan *training* dengan *transfer learning* menggunakan *pre trained model YOLOv2* menghasilkan bobot baru. Setelah itu bobot baru digunakan untuk melakukan proses deteksi orang yang memakai helm proyek dan orang yang tidak memakai *safety helmet* pada citra uji coba. Kemudian penulis melakukan pengujian dengan menggunakan tabel pengujian yang berisi kondisi, *Precision*, *Recall*, dan *F-1 Score*. Besaran *F1-score* yang didapat adalah hasil dari sistem yang dapat membantu pengawas untuk memastikan para pekerja menggunakan helm proyek di lokasi pekerjaan[4].

Penelitian yang berjudul *Safety helmet Detection Based on YOLOv5*. Pada penelitian ini dijelaskan kurangnya kesadaran keselamatan yang mengakibatkan pekerja tidak memakai helm

proyek. Penelitian ini menggunakan YOLOv5 dengan pengenalan 6045 dataset yang sudah diambil. YOLOv5 digunakan dengan empat metode yang berbeda untuk pelatihan dan pengujian, selanjutnya keempat metode tersebut dibandingkan dan dianalisis. Empat metode yang dipakai antara lain: YOLOv5s, YOLOv5m, YOLOv5l dan YOLOv5x. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa deteksi rata-rata kecepatan YOLOv5s mencapai 110 FPS. Sepenuhnya memenuhi persyaratan deteksi *real-time*. Menggunakan target yang bisa dilatih berat pra-pelatihan detektor, mAP YOLOv5x mencapai 94,7%, membuktikan efektifitas deteksi helm berbasis YOLOv5 [5].

Pada penelitian yang berjudul "Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian" pada penelitian ini penulis memiliki tujuan untuk membuat sebuah prototipe alat ukur jarak digital berbasis mikrokontroler ESP8266 dan mikrokontroler tersebut adalah pendahulu dari mikrokontroler ESP32. Metode penelitian yang digunakan adalah metode perbandingan langsung dan pengukuran secara telimetri. Hasil dari pengukuran ditampilkan dalam perangkat komputer untuk memudahkan pembacaan. Hasil dari pengujian prototipe alat dapat berjalan dengan baik dan dapat diakses secara realtime[6].

2.2 Safety helmet dan Masker

APD kepala (*safety helmet*) adalah alat untuk melindungi kepala dari benturan, terantuk, kejatuhan atau terpukul benda tajam atau benda keras yang melayang atau meluncur di udara, terpapar oleh radiasi panas, api, percikan bahan-bahan kimia, jasad renik (micro organisme) dan suhu yang ekstrim. [7]. Masker berfungsi untuk melindungi pekerja dari debu atau aroma bau yang menyengat dan tidak sedap. Seperti bahan-bahan kimia yang berbahaya untuk dihirup oleh manusia, jadi dibutuhkan nya masker yang sesuai dengan kondisi lapangan pekerjaan.

2.3 Object Detection

Object detection menentukan keberadaan suatu objek dan ruang lingkungnya serta lokasi pada sebuah gambar. Hal ini dapat diperlakukan sebagai pengenalan objek kelas dua, satu kelas mewakili kelas objek dan kelas lain mewakili kelas non-objek. Deteksi objek dapat dibagi lagi menjadi *soft detection* dan *hard detection*. *Soft detection* hanya mendeteksi adanya objek sedangkan *hard detection* mendeteksi adanya objek serta lokasi objek [8]

2.4 YOLO

Saat ini, algoritma pengenalan objek yang utama adalah seri R-CNN dan seri YOLO. Seri R-CNN lebih unggul dalam deteksi target dan membutuhkan akurasi yang lebih tinggi, tetapi kecepatan deteksinya lebih rendah daripada seri YOLO. Dalam skenario praktis, kinerja deteksi target R-CNN secara *real time* tidak dapat dipenuhi. Dalam konteks ini, himpunan algoritma YOLO menggunakan ide regresi, sehingga lebih mudah untuk mempelajari generalisasi, menargetkan karakteristik dan memecahkan masalah kecepatan. Keluarga algoritma YOLO menggunakan jaringan saraf *one stage* untuk menyelesaikan lokalisasi dan klasifikasi objek yang terdeteksi secara *real time*.

YOLO merupakan salah satu *state-of-the-art object detection algorithm* yang membagi citra masukan ke dalam suatu *grid* berukuran $S \times S$. Ukuran dari *grid cell* tersebut tergantung pada *input size* yang digunakan pada suatu arsitektur. Pada YOLOv3, jika *input size* 416x416, maka ukuran *grid size* adalah 13x13, 26x26, dan 52x52. Setiap sel bertugas untuk memprediksi objek yang ada di dalam sel tersebut dengan *bounding box* beserta *confidence* yang merupakan nilai probabilitas keberadaan suatu objek pada *bounding box* tersebut. Kemudian, setelah *bounding box* dipetakan berdasarkan nilai *confidence* yang dihasilkan, YOLO memprediksi kelas dari objek yang terdapat pada *bounding box* tersebut beserta

probabilitasnya, sehingga terbentuklah class *probability map*.

Dari sekian banyak *bounding box* yang dihasilkan, untuk mendapatkan *bounding box* beserta kelas objek dengan probabilitas yang tinggi, maka dari seluruh hasil prediksi tersebut, hanya yang melampaui *threshold* saja yang digunakan. Jika terdapat duplikasi *bounding box*, maka *Non-max Suppression* (NMS) berperan untuk menghilangkan duplikat tersebut. [9]

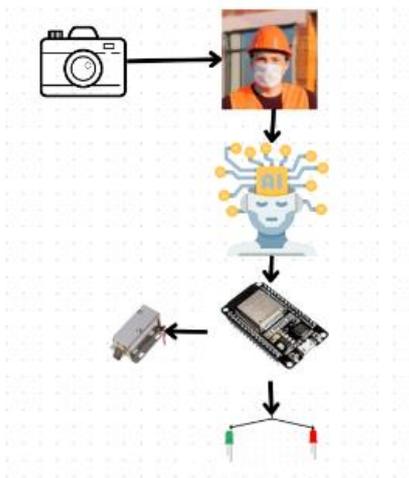
2.5 Mikrokontroler ESP32

ESP32 merupakan sebuah *microcontroller* yang dibuat untuk meneruskan pendahulunya yaitu ESP3866. Di dalam ESP32 sudah terdapat fitur wifi dan juga *bluetooth* yang dapat berguna untuk berbagai macam percobaan dan penelitian [10].

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Sistem

Penelitian ini dilakukan di lab komputer perpustakaan Universitas Udayana yang beralamat Kampus Bukit, Jimbaran, Kec. Kuta Sel., Kabupaten Badung, Bali 80361. Penelitian ini dimulai dari Januari 2023 hingga Juni 2023. Gambaran umum sistem pengecekan *safety helmet* dan masker dapat dilihat pada



Gambar 1. Gambaran umum sistem pengecekan *safety helmet* dan masker

Gambar 1:

Berikut penjelasan pada Gambar 1:

Langkah 1. Input data berupa citra

Tahapan pertama dalam sistem ini adalah menginput data berupa citra berupa video. Citra tersebut didapatkan dengan menggunakan kamera yang sudah ditempatkan pada lokasi *checkpoint*.

Langkah 2. Pengecekan citra

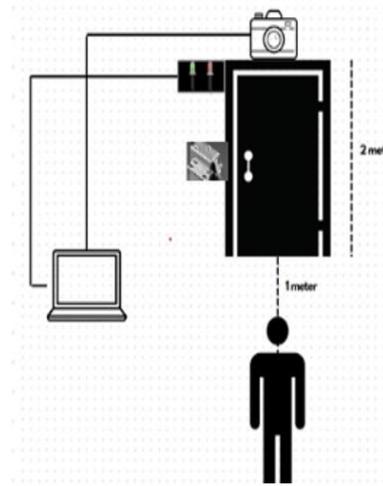
Tahapan kedua adalah sistem mengecek citra yang masuk apakah terdeteksi sebagai kelas "lengkap" ataupun "tidak lengkap". setelah YOLOv5 berhasil menentukan golongan dari citra maka hasil tersebutlah yang menentukan kata dan suara yang dikeluarkan dan dikirimkan oleh YOLOv5 kepada ESP32 melalui *serial monitor*.

Langkah 3. ESP32 sebagai indikator

pada tahap ini ESP32 berperan untuk menentukan indikator mana yang dikeluarkan, setelah ESP32 menerima sinyal berupa kata melalui *serial monitor*, maka ESP32 segera mengambil tindakan apakah mengeluarkan output menyalakan lampu hijau dan membuka solenoid ataupun menyalakan lampu merah dan tetap mengunci solenoid.

3.2 Gambaran Lokasi Checkpoint

Berikut pada gambar 2 merupakan ilustrasi dari lokasi *checkpoint*



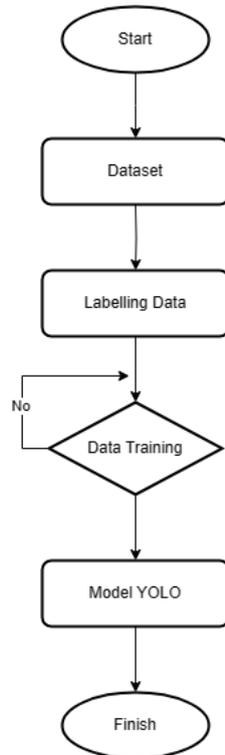
Gambar 2. Gambaran lokasi *checkpoint*

Pada lokasi *checkpoint* ditempatkan kamera di atas pintu yang tingginya 2 meter, kemudian individu yang melakukan pengecekan harus berdiri dengan jarak 1 meter dari pintu agar kamera dapat

mendapatkan gambar dengan jelas tanpa ada bagian wajah individu yang terpotong saat melakukan pengambilan citra. Setelah itu rangkaian ESP32 dan komponen lainnya pada penelitian ini diletakan pada bagian pintu sebelah kiri

3.3 Diagram alir pemodelan YOLOv5

Berikut pada gambar 3 merupakan diagram alir pemodelan YOLOv5



Gambar 3. Diagram alir pemodelan YOLOv5

Berikut penjelasan pada gambar 3:

Langkah 1. Dataset

Dataset yang dipakai adalah kumpulan data manusia yang memakai *safety helmet* dan masker. Dimana pada penelitian ini data yang dipakai berjumlah 350 data, yang dibagi menjadi 2 kategori. Kategori pertama yakni 100 data gambar manusia yang menggunakan *safety helmet* dan masker dan kategori yang kedua yakni 250 data gambar manusia yang tidak menggunakan *safety helmet* atau masker ataupun manusia yang tidak memakai *safety helmet* dan masker

Langkah 2. Labelling data

Dataset yang masih berbentuk mentah diberi *label* dalam proses *labelling data*. Dataset dibagi menjadi 2 kelas, yakni kelas “lengkap” dan “tidaklengkap” dengan memberikan *bounding box* pada titik tengah bagian atas manusia.

Langkah 3. Data training

Dataset yang telah diberi *label* di *training* menggunakan model YOLOv5. Jika proses *training* gagal maka kembali dilakukan *training* dengan metode pembelajaran lainnya. Jika dinilai hasilnya baik maka model bisa digunakan untuk *input* dari mikrokontroler ESP32

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Training YOLOv5

Hasil berikut diperoleh melalui proses *training* menggunakan YOLOv5, *training* dilakukan sebanyak 50 *epoch* dengan menggunakan 350 data berupa citra yang sudah diberi melalui proses *resize* dan diberi *label*.



Gambar 5. Hasil *training* kelas “lengkap”

Hasil yang dapat peneliti tunjukan yang pertama adalah kelas “lengkap”. Pada Gambar 4 dapat terlihat bahwa ketika seorang pekerja yang memakai *safety helmet* dan juga masker terdeteksi oleh kamera, maka YOLOv5 mengklasifikasikan inividu tersebut ke dalam kelas “lengkap”.

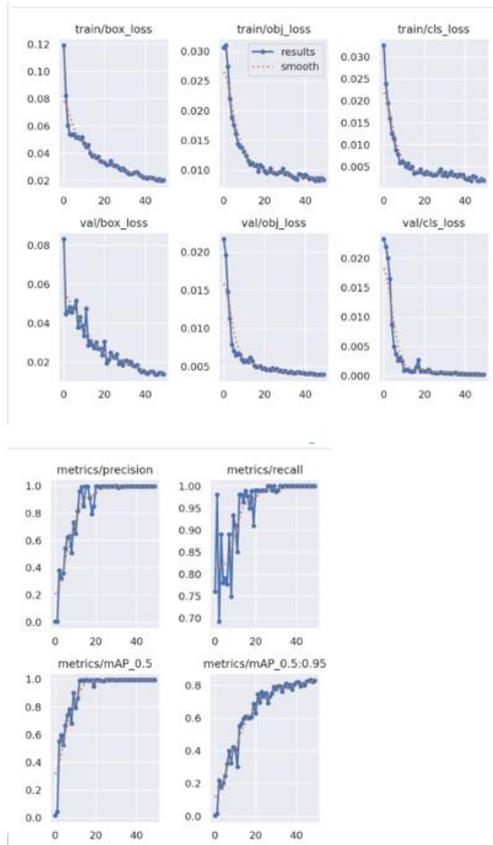


Gambar 4. Hasil *training* kelas “tidaklengkap”

Berikutnya pada gambar 5 adalah kelas "tidaklengkap", pada kelas ini adalah para individu pekerja yang tidak menggunakan baik *safety helmet* maupun masker.

4.2 Pembahasan Model YOLOv5

Berikut pada gambar 6 merupakan grafik hasil dari *training data*



Gambar 6. Grafik *result training data*

Seperti yang dapat dilihat pada gambar 6 dapat dilihat beberapa grafik yang menunjukkan angka hasil dari *training data*. Pertama, terdapat *train/box_loss*, *train/obj_loss*, dan *train/cls_loss* yang mengalami penurunan *loss* seiring dengan banyaknya *training* dengan skor *loss* yang mendekati angka 0. Begitupun dengan *val/box_loss*, *val/obj_loss*, dan *val/cls_loss* yang mengalami penurunan *loss* sering dengan banyaknya *validation* dengan skor *loss* yang mendekati angka 0. Kedua, terdapat *metrics/precision*, *metrics/recall*, *metrics/mAP_0.5*, dan *metrics/mAP_0.5:0.95* yang mengalami

kenaikan angka *precision*, *recall*, *mAP_0.5*, *mAP_0.5:0.95* seiring dengan bertambahnya *metrics* / pengukuran yang dilakukan, skornya mendekati angka 1 yang berarti sempurna. Berikut merupakan tabel 1 memeperlihatkan nilai presisi dan *racall* dari kelas "lengkap" dan "tidaklengkap" yang diambil dari hasil *training data* menggunakan metode YOLOv5.

Tabel 1. Nilai presisi dan *recall* 50 *epoch*

Motif / Class	Presisi	Recall
lengkap	0.992	1
tidaklengkap	1	1
Total / Rata - rata	0.996	1

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 1, nilai presisi dan Recall dari kelas "lengkap" yakni 0,992 dan 1, "tidaklengkap" yakni 1 dan 1 dan rata-ratanya yakni 0.996 dan 1. Setelah didapatkan angka presisi dan *recall*, maka selanjutnya dihitung dengan menggunakan perhitungan *F1-score* untuk mendapatkan tingkat keakurasian model yang sudah dibuat. Perhitungan *F1-score* yang nilai presisi dan *recall* nya didapat dari hasil *training*

F1 – Score rata-rata

$$2 \times \frac{0.996 \times 1}{0.996 + 1} = 0.997$$

Maka berdasarkan perhitungan diatas, didapatkan *f1-score* rata-rata sebesar 0.997, yang menunjukkan bahwa kualitas model yang dibuat sudah baik karena sudah mendekati nilai tertinggi yang bisa dicapai yaitu 1.

4.3 Hasil ESP32 sebagai indikator bagi YOLOv5

Hasil ini diperoleh dengan cara membuat koneksi antara YOLOv5 dengan ESP32 melalui serial monitor dan melakukan pengujian sebanyak 20 percobaan pada masing-masing kelas dan ESP32 berhasil mengeluarkan output yang sesuai dari semua percobaan yang dilakukan yang berarti memiliki akurasi 100%



Gambar 7. Hasil ESP32 sebagai indikator kelas “tidaklengkap”

Dapat dilihat pada gambar 7 merupakan kondisi saat sistem mendeteksi individu dengan kelas "lengkap", pada kondisi ini sistem mengeluarkan suara berupa kalimat "selamat datang dan "selamat bekerja" kemudian diikuti dengan lampu LED hijau menyala dan selenoid terbuka selama 6 detik untuk waktu transisi antar individu.



Gambar 8. Hasil ESP32 sebagai indikator kelas "tidaklengkap"

Dapat dilihat pada gambar 8 ketika YOLOv5 mendeteksi bahwa individu dengan kelas "tidaklengkap", maka sistem mengeluarkan suara berupa kalimat "peralatan tidak lengkap, silahkan gunakan helm dan masker", kemudian diikuti dengan LED merah menyala selama 6 detik dan selenoid tetap mengunci. kategori individu yang termasuk kelas tidak lengkap adalah individu yang tidak memakai *safety helmet* dan masker, hanya menggunakan masker, dan hanya menggunakan *safety helmet*. Berikut merupakan tabel dari percobaan

ESP32 sebagai indikator yang dilakukan sebanyak 20 kali.

Tabel 2. Percobaan ESP32 sebagai indikator YOLOv5

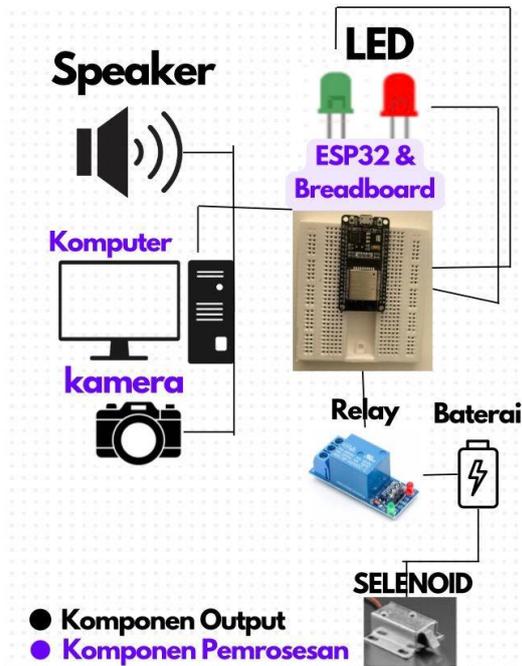
Kondisi	Confidence YOLOv5	Berhasil/Tidak
Lengkap	80%	Berhasil
Lengkap	84%	Berhasil
Lengkap	87%	Berhasil
Lengkap	85%	Berhasil
Lengkap	87%	Berhasil
Tidak Lengkap	84%	Berhasil
Tidak Lengkap	82%	Berhasil
Tidak Lengkap	90%	Berhasil
Tidak Lengkap	94%	Berhasil
Tidak Lengkap	87%	Berhasil
Tidak Lengkap	92%	Berhasil
Tidak Lengkap	91%	Berhasil
Tidak Lengkap	89%	Berhasil
Tidak Lengkap	88%	Berhasil
Tidak Lengkap	85%	Berhasil
Tidak Lengkap	81%	Berhasil
Lengkap	90%	Berhasil
Lengkap	95%	Berhasil
Lengkap	93%	Berhasil
Lengkap	81%	Berhasil

Seperti yang dapat dilihat pada tabel 2, ESP32 berhasil menjalankan fungsinya sebagai indikator bagi YOLOv5. Berdasarkan data di atas, saat YOLOv5 mendeteksi kelas “lengkap” dan “tidaklengkap” dengan tingkat *confidence* yang bervariasi mulai dari 80% hingga 95% dari 20 kali percobaan yang dilakukan, ESP32 berhasil mengeluarkan *output* yang sesuai sebanyak 20 kali.

4.4 Pembahasan ESP32 sebagai indikator bagi YOLOv5

Berikut pada gambar 9 merupakan gambaran dari rangkaian komponen ESP32 Pada gambar 9, terdapat dua jenis komponen yaitu *Output* dan Pemrosesan. LED disambungkan dengan devkit mikrokontroler ESP32 melalui *Breadboard* dan juga kabel, lampu LED hijau disambungkan dengan pin nomor 4 dan lampu merah disambungkan dengan pin nomor 5 dan *relay* untuk selenoid

disambungkan dengan pin nomor 2 dan baterai 12 V.



Gambar 9. Ilustrasi Rangkaian ESP32

Setelah itu, untuk *power* dan datanya ESP32 disambungkan ke komputer dengan kabel mikro USB. Cara kerja dari mikrokontroler ini adalah saat pemrosesan Input data oleh YOLOv5 dan kamera berhasil dilakukan, Maka YOLOv5 yang diprogram menggunakan python akan mengirimkan sebuah kalimat berupa "off" dan "on" kepada devkit mikrokontroler ESP32 melalui serial monitor, Jika YOLOv5 mendeteksi bahwa pekerja terdeteksi dengan kelas "lengkap", maka program akan mengeluarkan output suara melalui speaker dan mengirimkan kalimat "off" kepada mikrokontroler, kemudian kalimat tersebut akan dibaca dan diterjemahkan menjadi *output* untuk menyalakan lampu hijau dan juga membuka selenoid selama 6 detik. Lain halnya ketika YOLOv5 mendeteksi bahwa pekerja yang melakukan pengetesan terdeteksi dengan kelas "tidaklengkap", maka program akan mengeluarkan *output* suara melalui speaker dan mengirimkan kata "on" kepada mikrokontroler melalui serial monitor kemudian diterjemahkan menjadi *output* untuk menghidupkan lampu merah selama 6

detik dan tetap mengunci selenoid. Berikut pada tabel 3 merupakan yang berisikan koneksi Pin pada ESP32 dengan komponen

Tabel 3. Hub ESP32 dan komponen

Komponen	I/O ESP32
LED Hijau	4 dan <i>Ground</i>
LED Merah	5 dan <i>Ground</i>
Relay	2 dan <i>Ground</i>
Komputer	<i>Micro USB</i>

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai rancang bangun sistem pengecekan *safety helmet* dan masker pada proyek pembangunan dengan metodologi YOLOv5 dengan mikrokontroler sebagai indikator, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perancangan model *artificial intelligence* dengan menggunakan metode YOLOv5 pada penelitian ini telah berhasil dilakukan. Perancangan model *artificial intelligence* ini dilakukan dengan 2 tahap, yakni *Labelling data* dan *training*. Dengan menggunakan 350 data gambar yang telah diberi label untuk diproses dengan model YOLOv5, model *artificial intelligence* yang dibuat dapat mengenali objek manusia yang memakai *safety helmet* dan masker dan manusia yang tidak memakai *safety helmet* atau masker ataupun manusia yang tidak memakai *safety helmet* dan masker secara *real-time* menggunakan kamera pada *local computer*. Dengan menggunakan 50 *epoch*, tingkat mAP 50 hasil dari *training* mendapat skor yang cukup baik sebesar 0,995 dan *F1-score* sebesar 0.997. Hal ini menandakan bahwa tingkat keakurasian model *artificial intelligence* pada penelitian ini sudah cukup baik dalam mengenali objek dengan kelas "lengkap" dan "tidaklengkap".
2. Perancangan mikrokontroler ESP32 sebagai indikator pada sistem pendeteksi objek berbasis YOLOv5 berhasil

dilakukan. Proses ini dapat dilaksanakan dengan menyelesaikan beberapa tahapan yaitu tahapan perakitan dan penulisan kode ESP32 dengan komponen lainnya kemudian menyatukan ESP32 dengan YOLOv5. Pengujian dilakukan dengan menjalankan percobaan sebanyak 20 kali, dari 20 kali percobaan tersebut ESP32 berhasil memberikan indikator yang sesuai dengan apa yang ditangkap oleh YOLOv5 dan memiliki persentase sebesar 100 %. Hasil menunjukkan bahwa ESP32 berhasil menjadi sebuah alat indikator bagi pengecekan *safety helmet* dan masker menggunakan YOLOv5.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. N. Barizqi. 2015. Dengan Kejadian Kecelakaan Kerja Pada Pekerja Bangunan Pt . Adhi Karya Tbk Proyek,.
- [2] A. Wijaya, Duman Care. K, Lie Jasa. 2021. APLIKASI MOBILE DETEKSI PENYAKIT DEMODEKOSIS PADA ANJING MENGGUNAKAN METODE CONVOLUTIONAL NEURAL NETWORK, vol. 8, no. 2, pp. 138–148.
- [3] R. M. Abarca. 2021, Sistem Mikro Kontroler, *Nuevos Sist. Comun. e Inf.*, pp. 2013–2015.
- [4] B. Widodo, H. A. Armanto, and E. Setyati, Deteksi Pemakaian Helm Proyek Dengan Metode Convolutional Neural Network, *J. Intell. Syst. Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 23–29, doi: 10.52985/insyst.v3i1.157.
- [5] K. Chen, G. Yan, M. Zhang, Z. Xiao, and Q. Wang. 2022. *Safety helmet* Detection Based on YOLOv7, *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 24–29, doi: 10.1145/3565387.3565418.
- [6] F.- Puspasari, I.- Fahrurrozi, T. P. Satya, G.- Setyawan, M. R. Al Fauzan, and E. M. D. Admoko. 2019. Sensor Ultrasonik HCSR04 Berbasis Arduino Due Untuk Sistem Monitoring Ketinggian, *J. Fis. dan Apl.*, vol. 15, no. 2, p. 36, doi: 10.12962/j24604682.v15i2.4393.
- [7] R. Mafra. 2021. Analisis Kepatuhan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) Pada Peserta Pelatihan Keterampilan Tukang dan Pekerja Konstruksi Compliance Analysis of Personal Protective Equipment (PPE) Uses For Workers and Construction Workers Skills Training Participants, *J. Arsir*, vol. 5, pp. 48–63.
- [8] F. Jalled and I. Voronkov. 2016. Object Detection using Image Processing, pp. 1–6.
- [9] H. Hammam, A. Asyhar1, S. A. Wibowo2, and G. Budiman3.2020. Implementasi Dan Analisis Performansi Metode You Only Look Once (Yolo) Sebagai Sensor Pornografi Pada Video Implementation and Performance Analysis of You Only Look Once (Yolo) Method As Porn Censorship in Video, *e-Proceeding Eng.*, vol. 7, no. 2, pp. 3631–3638.
- [10] M. T. Aryasatya Waluyo, S. Siswoko, and S. Subiyantoro. 2022. Alat Penentu Ukuran dan Stok Sepatu Otomatis Berbasis IoT (Internet of Things) Menggunakan ESP32, *J. Elektron. dan Otomasi Ind.*, vol. 9, no. 2, p. 113, doi: 10.33795/elk.v9i2.344.