

Studi Laju Pembakaran Pada Insinerator Sampah Residu

Javents Lumbantobing, I Nyoman Suprpta Winaya, I Gede Putu Agus
Suryawan

Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Sampah sudah menjadi masalah besar di dunia, termasuk untuk Bali. Mulai dari masalah tercemarnya lingkungan, kesehatan, hingga berpengaruh pada pariwisata. Penelitian ini bertujuan untuk memusnahkan timbunan sampah residu melalui teknologi thermal yaitu insinerator. Insinerator merupakan teknologi yang mampu mengkonversi materi padat (sampah) menjadi gas dan abu (bottom ash dan fly ash). Suhu operasi menjadi salah satu indikator dalam laju pembakaran insinerator karena menentukan kualitas pembakaran di dalam reaktor. Penelitian ini dilakukan dengan menerapkan studi eksperimental yang bertujuan untuk mencari pengaruh suhu operasi insinerasi terhadap laju pembakaran pada insinerator sampah residu. Suhu operasi insinerator yang divariasikan yaitu 300^oC, 400^oC, 500^oC, dan 600^oC. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu operasi yang digunakan semakin tinggi laju pembakaran. Laju pembakaran terbaik terdapat pada suhu operasi 600^oC, yakni sebesar 15,8 kg/jam.

Kata kunci: Insinerator, Laju Pembakaran, Sampah Residu, Suhu Operasi

Abstract

Waste has become a world problem, including for Bali. Starting from problems of environmental pollution, health, to affecting tourism. This research aims to destroy the pile of residual waste through thermal technology, namely incinerator. Incinerator is a technology capable of converting solid matter (waste) into gas and ash (bottom ash and fly ash). The operating temperature is an indicator in incinerator burning rate because it determines the quality of combustion in the reactor. This research was conducted by applying an experimental study that aims to determine the effect of incineration operating temperature on the burning rate of residual waste incinerator. The incinerator operating temperatures are varied, namely 300^oC, 400^oC, 500^oC, and 600^oC. The results of this study indicate that the higher the operating temperature is used, the higher burning rate is obtained. The best of combustion rate occurs at an operating temperature of 600^oC, ie 15.8 kg/h.

Keywords: Incinerator, Burning Rate, Residual Waste, Operating Temperature

1. Pendahuluan

Insinerator merupakan teknologi yang dapat mereduksi massa dan volume sampah, membunuh bakteri dan virus, mereduksi materi kimia toksik, serta memudahkan penanganan limbah selanjutnya. Hal ini menjadi penting ditengah masalah sampah yang semakin memburuk [1]. Utamanya masalah tentang penanganan sampah yang sangat menumpuk dan menimbulkan masalah lain seperti tercemarnya lingkungan dan kesehatan. Penelitian-penelitian terbaru mengenai insinerator telah dilakukan untuk mengukur kualitas gas buang dari hasil pembakaran.

Dari beberapa metode pengelolaan sampah yang dapat dipilih, metode insinerasi menjadi opsi yang dapat diandalkan saat ini. Kekurangan pada metode kompos adalah tidak semua jenis sampah dapat diolah menjadi kompos. Sehingga sampah yang tidak dapat diolah terpaksa kembali menjadi sampah. Sedangkan untuk metode landfill, metode ini membutuhkan lahan yang cukup besar untuk menampung sampah dengan jumlah yang dihasilkan setiap harinya di Bali. Selain itu, metode ini juga bisa merusak tanah dan berakibat buruk pada lingkungan di sekitarnya [2].

Penelitian-penelitian sebelumnya berfokus pada ukuran sampah yang direduksi tanpa mengontrol suhu operasi yang digunakan [3]. Suhu operasi salah satu bagian penting dalam kinerja insinerator. Ini dikarenakan suhu operasional berpengaruh terhadap

laju pembakaran, fungsi pembakaran, dan efektivitas pemanasan ruang bakar. Pembakaran yang optimal menjadi penentu dalam penghancuran komponen polutan dalam gas buang. Semakin baik pembakaran yang terjadi, semakin cepat pula laju pembakaran yang terjadi dalam proses insinerasi.

Untuk itu permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh suhu operasi terhadap laju pembakaran pada insinerator sampah residu. Berikut dibatasi dengan penentuan suhu operasi yaitu, 300^oC, 400^oC, 500^oC, dan 600^oC. Adapun sampah residu yang digunakan, terlebih dahulu dicacah dan dikeringkan.

2. Dasar Teori

2.1. Insinerator

Insinerator merupakan teknologi yang digunakan untuk mengkonversi sampah (padat) ke dalam bentuk gas dan abu melalui pembakaran di dalam sistem yang terkontrol dan terisolasi dari lingkungan. Kelebihan insinerator adalah dalam mereduksi volume hingga 85% - 95% dan mereduksi berat sampah hingga 70%-80% [4],[5].

Pada insinerator terdapat dua ruang bakar, yakni *Primary Chamber* dan *Secondary Chamber*.

a. *Primary chamber* berguna sebagai tempat pembakaran utama. Pemanasan dalam

primary chamber dibantu oleh energi dari burner dan energi pembakaran yang berasal dari bahan bakar sampah itu sendiri. Udara untuk pembakaran disuplai oleh *blower* dalam jumlah yang dapat dikontrol.

b. *Secondary chamber* kemudian berguna untuk membakar ulang gas hasil pembakaran maupun pirolisa dari *primary chamber* yang belum terbakar secara maksimal.

2.2. Komponen-komponen Insinerator

Dalam sebuah alat insinerator terdapat beberapa bagian yang menjadi komponen utama. Komponen-komponen ini pula yang menentukan bagaimana kualitas pembakaran dalam proses insinerasi. Dalam upaya peningkatan kualitas pembakaran, kerap kali terjadi perubahan komponen dari insinerator. Akan tetapi sebagai komponen utama, insinerator memiliki sistem penerima sampah, ruang bakar, dan sistem penangan gas buang.

Sistem penerimaan sampah bertujuan menerima bahan bakar sampah untuk penanganan pertama. Pada sistem ini terdapat *overhead crane* atau sistem serupa yang bertugas melakukan homogenisasi sampah. Sistem ini juga memungkinkan untuk ditambah pencacah atau pengeringan sampah.

Ruang bakar merupakan tempat terjadinya proses pembakaran sampah (*mass-burning*) atau proses insinerasi pada suhu tinggi sehingga mengoksidasi sampah menjadi *flue gas*, partikulat, dan abu. Pada ruang bakar juga kerap kali ditambahkan ruang bakar kedua untuk memaksimalkan proses pembakaran.

Air pollution control atau sistem penanganan gas buang merupakan bagian yang mengatur kondisi gas buang sedemikian rupa agar dapat keluar ke atmosfer di bawah batas emisi yang diizinkan.

2.3. Proses Pembakaran

Pembakaran merupakan proses terjadinya oksidasi bahan bakar dengan cepat yang disertai serta memproduksi panas dan cahaya. Unsur yang mudah terbakar di dalam bahan bakar adalah karbon, hidrogen, dan sulfur.

Pembakaran sempurna terjadi apabila di dalam sebuah pembakaran terdapat pasokan oksigen yang cukup. Adapun tujuan pembakaran sempurna adalah untuk melepas seluruh panas yang terdapat dalam bahan bakar [6].

Proses pembakaran yang aktual dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya :

- Pencampuran udara dan bahan bakar
- Kebutuhan udara untuk proses pembakaran
- Suhu pembakaran
- Lamanya waktu pembakaran
- Berat jenis bahan bakar

2.4. Parameter Unjuk Kerja Insinerator

Dalam pengujian unjuk kerja insinerator berikut beberapa faktor yang menjadi parameter [7]:

- Laju pembakaran

- Rendaman abu
- Kandungan abu hasil pembakaran

Diperlukan pula pengukuran laju pembakaran untuk mengetahui unjuk kerja dari insinerator sampah residu. Laju Pembakaran merupakan parameter yang diukur untuk mendapatkan laju pembakaran adalah perbandingan bobot limbah dan lama pembakaran.

$$B_{bt} = \frac{m}{t} \quad (1)$$

B_{bt} = laju pembakaran (kg/jam)

m = berat limbah (kg)

t = waktu pembakaran (jam)

u

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan studi eksperimental atau percobaan dengan maksud mencari korelasi antara suhu operasi dengan performansi insinerator sampah residu dengan batasan-batasan yang ada.

Rancangan penelitian eksperimental ini dilakukan meliputi langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Perumusan masalah
- b. Menentukan perlakuan yang dibutuhkan dan dampak yang ingin dihasilkan
- c. Menentukan objek yang akan diberikan perlakuan tertentu
- d. Membangun instrumentasi dalam hal ini pengukuran untuk mendapatkan data
- e. Melakukan mekanisme penelitian atas pengumpulan suatu data
- f. Pengolahan dan analisa data hasil pengujian
- g. Merumuskan kesimpulan

Adapun variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Variabel bebas

Variabel bebas adalah variabel yang diberi perlakuan agar mendapatkan hasil yang dikehendaki. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah suhu operasi proses insinerasi. Adapun variabel suhunya adalah :

- a. Suhu 300°C
- b. Suhu 400°C
- c. Suhu 500°C
- d. Suhu 600°C

2. Variabel terikat

Variabel terikat adalah faktor-faktor yang diobservasi akibat mendapatkan pengaruh dari variabel bebas. Adapun yang menjadi variabel terikat dalam penelitian ini adalah laju pembakaran.

Penelitian dan pengujian performansi insinerator ini mempergunakan peralatan dan bahan sebagai berikut:

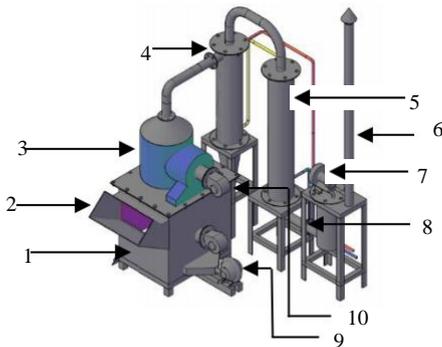
1-Insinerator Sampah Residu

2-Burner 3-Blower

4-ID Fan 5- Gas Analyzer, 6- Timbangan

7-Pompa Air

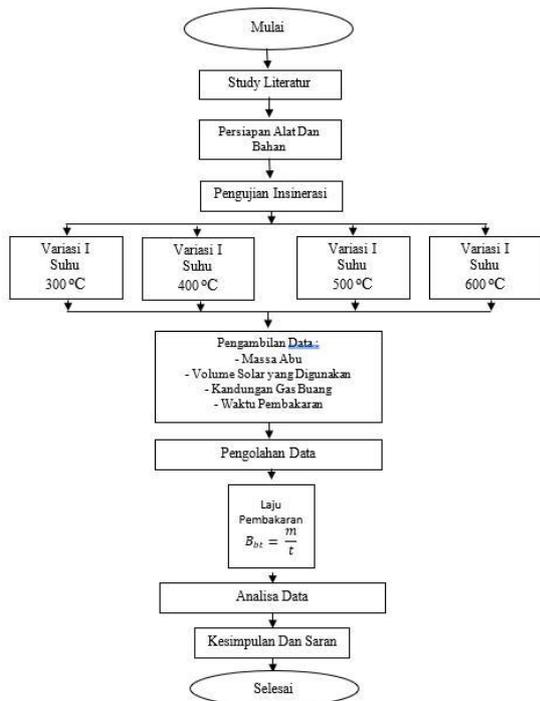
Pada Gambar 1 ditampilkan skematik alata yang digunakan dalam penelitian ini beserta dengan



Gambar 1. Skematik Insinerator Sampah Residu

keterangannya. Selanjutnya pada Gambar 2 ditampilkan diagram alir pada proses penelitian ini. Keterangan:

1. Primary Chamber
2. Fuel Feeder
3. Secondary Chamber
4. Cyclone
5. Alat Penukar Panas
6. Cerobong Asap
7. ID Fan
8. Tabung Arang Aktif
9. Blower 1
10. Blower 2



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Laju Pembakaran

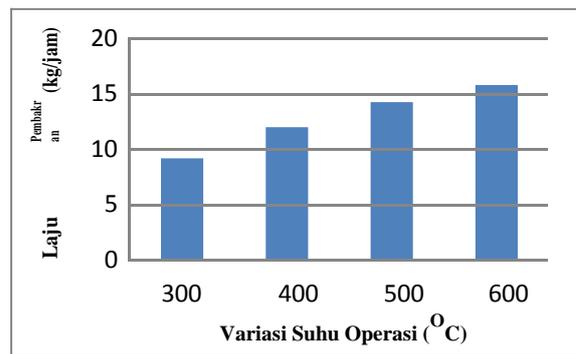
Setelah dilakukan pengujian dengan masing-masing suhu operasi yang terdapat dalam variasi

bebas, didapatkan data berupa waktu dan massa bahan bakar sampah residu yang terbakar/habis. Data tersebut kemudian ditampilkan sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Insinerator

Variasi Suhu Operasi (°C)	Berat Sampah Residu (kg)	Berat Abu (kg)	Waktu Pembakaran (jam)
300	10	2,955	0,766
400	10	2,210	0,650
500	10	2,150	0,550
600	10	2,100	0,500

Dari data yang didapat sesuai dengan Tabel 1, kemudian diolah dengan persamaan (1), maka didapatkan hasil berupa laju pembakaran pada masing-masing penelitian. Hasil pengolahan data tersebut kemudian dapat ditampilkan sebagai berikut :



Gambar 2. Diagram Laju Pembakaran

Berdasarkan grafik yang ditampilkan pada Gambar 4, besaran laju pembakaran pada masing-masing suhu operasi yang digunakan dalam pengujian. Secara berurutan besar laju pembakaran setiap suhu operasi adalah 9,197 kg/jam, 11,984 kg/jam, 14,272 kg/jam dan 15,8 kg/jam.

Dapat diketahui terjadi peningkatan laju pembakaran yang signifikan seiring dengan peningkatan suhu operasi yang digunakan. Dengan demikian peningkatan suhu operasi pada insinerator sampah residu berpengaruh terhadap peningkatan laju pembakaran pada proses insinerasi. Semakin tinggi suhu operasi yang digunakan semakin besar pula massa bahan bakar sampah residu yang direduksi. Hal ini disebabkan oleh suhu operasi yang berperan dalam menentukan kualitas pembakaran didalam sebuah reaktor.

5. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan pada pengaruh variasi suhu operasi terhadap performansi insinerasi sampah residu, dapat disimpulkan bahwa :

- Suhu operasi berpengaruh dalam menentukan laju pembakaran pada sebuah insinerator sampah residu. Semakin tinggi suhu operasi yang digunakan semakin tinggi juga laju pembakaran yang terjadi.

- Berdasarkan penelitian ini ditemukan laju pembakaran terbaik terjadi pada suhu operasi 600⁰C yakni sebesar 15,8 kg/jam.

•
Daftar Pustaka

- [1] W. Widyowati, A. R. Syaputri, and D. Febrianto, 2018, *Kebijakan Pemerintah Kota Denpasar Terhadap Upaya Pencegahan Pencemaran Lingkungan Hidup di Kota Denpasar*, Reformasi Huk., vol. 1, no. 2, pp. 45–50.
- [2] Rosmaini, 2014, *Rancang Bangun Alat Incinerator untuk Pembakaran Limbah Infeksius Menggunakan Metode Primary and Secondary Chamber*, vol. 53, no. 9.
- [3] Hermansyah, 2017, *Solusi Mengatasi Polusi Udara Pada Pembakaran Sampah*.
- [4] T. Bagus P., 2002, *Pengelolaan dan Pemanfaatan Sampah Menggunakan Teknologi Incenerator*, pp. 17–23, 2002.
- [5] A. N. G. Pradipta, 2011, *Desain dan Uji Kinerja Alat Pembakar Sampah (Incinerator) Tipe Batch untuk Perkotaan Dilengkapi dengan Pemanas Air*.

- [6] G. Wicaksono, 2017, *Prototype Pulverizer Coal Burner Ditinjau dari Variasi Campuran Bahan Bakar Sekam Padi dan Batubara Terhadap Temperatur Api, Panjang Api, dan Neraca Masa*.
- [7] A. D. Prasetiono, 2016, *Pengujian Alat Incinerator Untuk Pengolahan Limbah Padat Rumah Sakit Tanpa Menggunakan Bahan Bakar Minyak dan Gas*, Dk, vol. 53, no.9,2016,doi:10.1017/CBO9781107415324.004.

