

RANCANG BANGUN *GRATE* PADA ALAT *INSINERATOR*

1,2,3) Program studi S1 Teknik
Mesin, Jurusan Teknik
Mesin dan Industri,
Fakultas Teknik,
Universitas Tidar,
Jl.Kapten Suparman No.39,
Potrobangsari, Magelang,
Jawa Tengah, 56116

Faisal Asnan Ali¹⁾, Sigit Mujiarto^{2*)}, Suyitno³⁾

Corresponding email *) :
sigitmujiarto@untidar.ac.id

Received: 28.05.2025
Accepted: 28.06.2025
Published: 28.06.2026

©2026 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Sampah merupakan permasalahan besar di Indonesia dengan produksi lebih dari 67 juta ton per tahun. Salah satu metode pengolahan yang efektif adalah pembakaran menggunakan insinerator. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun grate sebagai komponen tambahan insinerator untuk meningkatkan efisiensi pembakaran. Grate terdiri dari tiga bagian utama: penggerak manual, tangga pengering, dan tungku pembakaran. Perancangan dilakukan menggunakan AutoCAD dan SketchUp, serta diuji pada tiga jenis sampah: kering, basah, dan campuran. Hasil menunjukkan bahwa grate mempercepat waktu pembakaran dan meningkatkan keamanan pengguna. Sampah kering menghasilkan efisiensi tertinggi dengan laju pembakaran 2,95 gram/detik, diikuti sampah basah (2,50 gram/detik) dan campuran (2,10 gram/detik). Grate juga membantu mengurangi kadar air sampah sebelum masuk tungku, sehingga mengurangi asap dan meningkatkan efektivitas pembakaran. Rancangan ini diharapkan menjadi solusi praktis dan efisien untuk pengolahan sampah skala kecil hingga menengah.

Kata Kunci: Insinerator, Grate, Sampah, Pembakaran, Efisiensi

Abstract. Waste is a major issue in Indonesia, with production exceeding 67 million tons annually. One effective method for waste treatment is combustion using an incinerator. This study aims to design and build a grate as an additional component to improve the efficiency of the combustion process in an incinerator. The designed grate consists of three main parts: a manual actuator, a drying staircase, and a combustion chamber. The design was created using AutoCAD and SketchUp software, and experiments were conducted using three types of waste: dry, wet, and mixed. The test results show that the addition of the grate accelerates the combustion process and enhances user safety. The highest combustion rate was achieved with dry waste at 2.95 grams/second, followed by wet waste (2.50 grams/second), and mixed waste (2.10 grams/second). The grate also helps reduce moisture content before the waste enters the combustion chamber, contributing to smoke reduction and improved combustion efficiency. This design is expected to offer a practical and efficient solution for small to medium-scale waste management.

Keywords: Incinerator, Grate, Waste, Combustion, Efficiency

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v13i1.374>

1. Pendahuluan

Masalah sampah semakin hari semakin memprihatinkan. Produksi sampah di Indonesia pada tahun 2019 mencapai 66 - 67 juta ton. Dari jumlah tersebut, 60% didominasi oleh sampah organik, sedangkan 15% didominasi oleh sampah plastik. Semakin berkembangnya Indonesia dan bertambahnya populasi penduduk Indonesia sampah akan semakin menumpuk [1].

Dengan berkembangnya teknologi terdapat alat untuk proses pembakaran sampah yaitu insinerator yang dirancang sedemikian rupa guna mengurangi polusi udara akibat proses pembakaran. Insinerator berasal dari kata

insinerasi, yang artinya proses perubahan bentuk sampah yang sudah terbakar hingga menjadi abu pada temperatur tinggi [2]. Insinerator merupakan sebuah alat yang didesain untuk membakar limbah atau mengurangi volume sampah dan membunuh bakteri pada sampah [3]. Setelah membaca banyak jurnal alat Insinerator alat ini memiliki kekurangan yaitu waktu pembakaran yang kurang maksimal, untuk memaksimalkan laju pembakaran maka alat ini di tambah grate untuk memaksimalkan pembakaran pada alat insinerator

Dengan penambahan grate pada alat Insinerator sederhana diharapkan dapat Mengetahui Efisiensi waktu dalam proses pembakaran sampah dengan menggunakan 3 variasi jenis sampah yaitu sampah kering terdiri dari daun kering serta ranting kayu kering, sampah basah terdiri dari daun basah dan ranting kayu basah serta sampah campuran yang terdiri dari sampah kering dan sampah basah, Kapasitas sampah yang dapat di tampung alat Insinerator dan juga temperatur yang di butuhkan untuk membakar semua jenis sampah. Alat Insinerator ini juga di harapkan dapat membantu pemerintahan dan juga masyarakat dalam menangani kasus penumpukan sampah yang saat ini masih menjadi masalah serius di indonesia dan juga diharapkan agar tanah yang subur diindonesia ini dapat terus subur agar dapat dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat setempat.

2. Tinjauan Pustaka

Insinerator adalah teknologi pengolahan sampah dengan cara pembakaran sampah menjadi energi panas, *flue gas*, dan *ash* yang kemudian di lepaskan ke dalam cerobong[4] Insinerator sampah mengurangi volume sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir. Pembuangan akhir sampah dengan menggunakan teknologi insinerator baik digunakan di kota Merauke untuk mengatasi kendala sampah [5]. Setelah membaca dan mempelajari pembuatannya sehingga munculah ide untuk membuat grate pada alat Insinerator yang sederhana dan juga lebih ekonomis tanpa melupakan fungsi alat ini.

3. Metodologi

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancang Bangun, proses pembuatan *grate* Insinerator serta pengambilan hasil uji coba Pembakaran Sampah Daun Basah, Daun kering dan juga campuran.

Langkah dalam Rancang Bangun Insinerator adalah sebagai berikut :

1. Mengumpulkan informasi melalui studi literatur mengenai *grate* Insinerator.
2. Menganalisis kebutuhan desain, yaitu parameter-parameter yang perlu diperhatikan dalam membuat *grate* pada alat insinerator
3. Membuat desain 2D dan 3D pola menggunakan *software Autocad* dan Menentukan ukuran *grate* Insinerator yang akan dibuat. [6]

Setelah ditentukan desainnya dibuatlah *grate* insinerator dengan Langkah Langkah sebagai berikut :

1. Menyiapkan alat dan bahan
2. Memotong besi sesuai ukuran yang telah di tentukan
3. Mulai mengelas *grate* Insinerator
4. Menghaluskan bekas las-lasan menggunakan gerinda
5. Mengujicoba Insinerator dengan menggunakan *grate* dan memantau hasilnya
6. Mengambil data pembakaran
7. Memeriksa hasil akhir pembakaran dan gas buangnya
8. Mengevaluasi hasil pembakaran dan gas buangnya [7]

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil pembakaran sampah Alat Insinerator tanpa menggunakan *grate*

Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian alat insinerator, diperoleh beberapa kesimpulan. Tungku insinerator dibuat dengan dimensi tinggi bagian depan 4,8 cm, tinggi bagian belakang 14 cm, panjang 29 cm, dan lebar 48 cm, menghasilkan volume sebesar 10.068,8 cm³. Alat ini mampu membakar sampah kering sebanyak 2 kg dalam waktu 16 menit 21 detik (dengan laju pembakaran 1,95 gram/detik), sampah basah 2 kg dalam 22 menit 20 detik (1,43 gram/detik), dan sampah campuran 2 kg dalam 25 menit 45 detik (1,30 gram/detik). Proses pembakaran dimulai dari pemasukan sampah melalui lubang masuk, dilanjutkan dengan proses pengeringan di dalam alat, lalu masuk ke tahap pembakaran di dalam tungku. Setelah terbakar, sampah berubah menjadi abu dan keluar melalui lubang pembuangan. Alat ini berfungsi untuk membantu mengurangi penumpukan sampah serta mengurangi pencemaran tanah.

Penambahan *Grate* pada alat insinerator

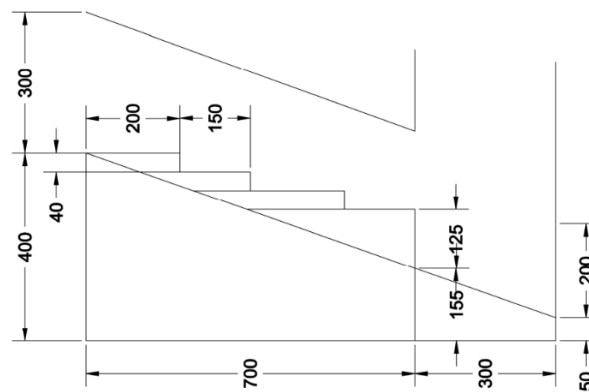
Grate pada alat insinerator digunakan untuk mempermudah dan juga membuat lebih aman dari panas. Ini terjadi dikarenakan *Grate* berfungsi untuk memasukan sampah kedalam tungku pembakaran. Dengan menambahkan *Grate* ini memungkinkan pengguna alat insinerator ini untuk membakar sampah dapat bekerja lebih cepat juga lebih aman. Dikarenakan sampah yang masuk kedalam alat ini maksimal dalam proses pengurangan kadar airnya, semua itu terjadi pada saat sampah berada dalam anak tangga yang berada dalam *Grate*.

Cara kerja *Grate* pada alat insinerator

Cara menggunakan *Grate* pada alat insinerator yaitu Memastikan tungku pada alat insinerator sudah siap digunakan. Memasukkan sampah kedalam alat insinerator. Menggerakkan tuas pada *Grate* yang berada di depan dengan cara maju mundur. Sambil terus memasukkan sampah dan menggerakkan tuasnya, sampah akan turun sendiri kedalam tungku alat insinerator.

Desain dan Perhitungan Insenerator

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu, penulis mencoba membuat insinerator dengan sederhana dan menggunakan biaya yang lebih rendah maka di desain dan memiliki ukuran tinggi dari bawah tanah sampai lubang masuk sampah 400 mm, lubang masuk sampah selbelsar 300 mm dengan sudut kemiringan 70° , panjang keseluruhan yaitu 700 mm dari tanah sampai atas lubang masuk sampah. Untuk tungkunya sendiri memiliki lebar 290 mm dan tinggi sebelah depan 48 mm sedangkan tinggi bagian belakang yaitu sebesar 143 mm sedangkan lebarnya 496 mm dan dapat menampung 2-3 kg sampah. [8]



(a)

Gambar 1. a) desain 2D Grate pada autoCAD [9]

Volume lubang sampah masuk dapat dihitung dengan rumus prisma segitiga yaitu Volume = Luas alas x tinggi. Luas alas yaitu dengan rumus $\frac{1}{2}$ alas x tinggi.

Volume masuk sampah yaitu :

$$V = \frac{1}{2} \times 106 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$$

$$V = 79500 \text{ cm}^3$$

Volume total sampah masuk 79500 cm^3 , ini masih berbentuk prisma segitiga. Volume total sampah masuk yaitu 159000 cm^3 karena Volume prisma segitiga dikali 2.

Untuk Volume *Grate* dapat dihitung menggunakan rumus ini

$$V \text{ tingkat pendek} = \frac{1}{2} \times 15 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$$

$$V \text{ tingkat pendek} = 15000 \text{ cm}^3$$

$$\text{Jadi total } V \text{ tingkat pendek } 3000 \text{ cm}^3$$

Sedangkan untuk volume *Grate* panjang yaitu :

$$V \text{ tingkat panjang} = \frac{1}{2} \times 20 \text{ cm} \times 4 \text{ cm} \times 50 \text{ cm}$$

$$V \text{ tingkat panjang} = 2000 \text{ cm}^3$$

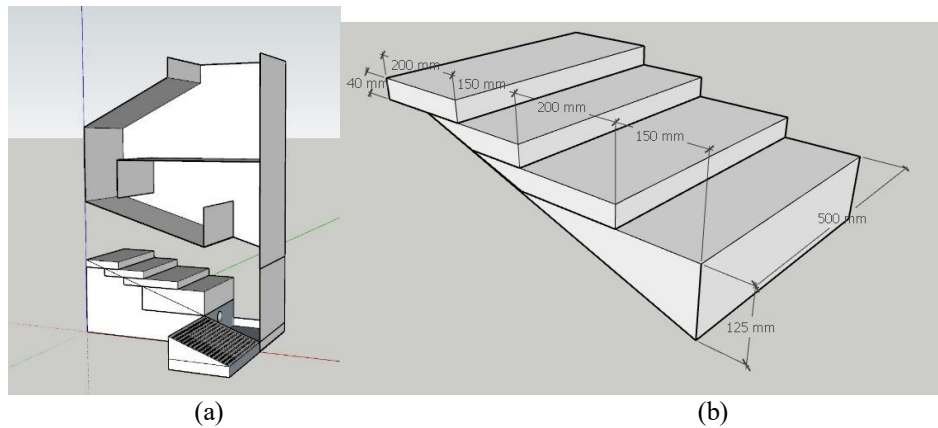
$$\text{Jadi total } V \text{ tingkat panjang } 4000 \text{ cm}^3$$

Volume total lubang masuk sampah di kurangi dengan Volume *Grate*-nya itu sendiri Jadi untuk volume total keseluruhan adalah :

$$V \text{ total} = V \text{ awal} - (V \text{ tingkat pendek} + V \text{ tingkat panjang})$$

$$V \text{ total} = 159000 - (3000 + 4000)$$

$$V \text{ total} = 152000 \text{ cm}^3.$$



Gambar 2. (a) Desain 3D Grate pada *Sketch Up*; (b) Desain Grate Insinator [10]

Kapasitas Sampah

Kapasitas sampah yang mampu di tampung dapat di hitung sebagai berikut :

Diketahui = massa jenis sampah kering = $0,25 \text{ kg/l} = 0,25 \text{ gr/cm}^3$

Volume total = 152.000 cm^3

Jawab = $0,25 \text{ gr/cm}^3 \times 152.000 \text{ cm}^3$

= 38.000 gr

= 38 kg

Jadi total sampah masuk maksimal sebesar 38 kg

Sebenarnya kapasitas yang mampu di tampung dalam lubang masuk sampah itu lebih dari $2-3 \text{ kg}$ akan tetapi agar alat ini dapat lebih maksimal dalam pembakaran makanya sampah yang dapat di masukkan langsung seluruhnya itu $2-3 \text{ kg}$ saja.

Variasi Sampah

Setelah melakukan pengujian alat insinator yang sudah di buat mendapatkan hasil:

1. Sampah kering dengan berat 2 kg di bakar membutuhkan waktu $10 \text{ menit } 50 \text{ detik}$ sampai sampah menjadi abu. Laju pembakaran dapat di hitung dengan rumus (Masa bahan bakar awal – masa bahan bakar sisa) / waktu pembakaran
 $(2.000 \text{ gram} - 85 \text{ gram}) / 650 \text{ detik} = 2,95 \text{ gram/detik.}$
2. Sampah basah dengan berat 2 kg di bakar melmbutuhkan waktu $12 \text{ menit } 40 \text{ detik}$ sampai sampah menjadi abu. Laju pembakaran dapat di hitung dengan rumus (Masa bahan bakar awal – masa bahan bakar sisa) / waktu pembakaran
 $(2.000 \text{ gram} - 85 \text{ gram}) / 768 \text{ detik} = 2,50 \text{ gram/ detik}$
3. Sampah campuran dengan berat 2 kg di bakar membutuhkan waktu $15 \text{ menit } 21 \text{ detik}$ sampai sampah menjadi abu. Laju pembakaran dapat di hitung dengan rumus (Masa bahan bakar awal – masa bahan bakar sisa) / waktu pembakaran
 $(2.000 \text{ gram} - 85 \text{ gram}) / 921 \text{ detik} = 2,10 \text{ gram/ detik}$

Temperatur yang di butuhkan dalam ketiga proses pembakaran sampah diatas yaitu temperatur yang tinggi sekitar $80-100$ derajat celsius.

Cara Pembuatan Grate

Grate ini di buat dengan cara yaitu :

1. Jenis Grate yang di gunakan di penelitian ini adalah jenis *Moving Grate*
2. Perencanaan Desain yang pertama menggunakan Material besi *hollow* ukuran 3×3 dan plat besi. Yang kedua Ukuran tingkat : 200 mm untuk yang panjang dan 150 mm untuk yang pendek sedangkan tinggi tangganya adalah 40 mm . Yang ketiga Kemiringan/kemiringan lantai: untuk mempermudah aliran limbah dan abu.
3. Pemotongan dan Pembentukan Material yang pertama Pemotongan besi holo dan plat besi menggunakan Gerinda potong. Yang kedua Pengelasan (*welding*) untuk menyatukan bagian grate menggunakan las listrik. Yang ketiga Pembentukan plat berlubang menggunakan mesin bor.
4. Grate bersifat bongkar pasang untuk memudahkan pergantian. Grate bisa disusun secara miring 70^0 didalam insinator. Untuk sistem penggerakan, sambungan mekanik menggunakan tangan.
5. Uji Coba pembakaran uji Grate, yang pertama Distribusi sampah ke dalam tungku pembakaran, yang kedua mencoba Kemampuan grate menahan beban panas dan sampah. Dan yang terakhir menenukan Efisiensi pembakaran dan penumpukan abu.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembuatan dan pengujian alat insinerator, diperoleh beberapa kesimpulan. Setelah membuat *grate* pada alat insinerator ini dapat membantu mengurangi waktu pembakaran dan juga membuat pengguna alat insinerator lebih aman. *Grate* pada mesin pembakar sampah (insinerator) yang terdiri dari 3 bagian yang bagian penggerak fungsinya untuk menggerakkan sampah penggerak ini dapat bekerja secara manual menggunakan tangan bagian penggerak ini berada di paling depan *grate*, yang kedua tangga terdapat 3 tangga panjang dan 2 tangga pendek yang berfungsi sebagai laju sampah agar bergerak ke tungku pembakaran dengan stabil bagian tangga ini memiliki fungsi mengeringkan sampah yang masih basah sebelum masuk ke tungku pembakaran, tangga ini terdapat di bagian tengah insinerator, bagian ke 3 yaitu tungku pembakaran. Pembuatan *grate* pada alat insinerator ini bisa di katakan mudah di karenakan fungsi *grate* itu untuk membantu memasukkan sampah dan memaksimalkan proses pembakaran, jadi *grate* di buat bertingkat dengan ketinggian 40 mm dan panjangnya bervariasi agar sampah turun dengan mudah. Untuk panjangnya sendiri yaitu 200 mm yang panjang sedangkan yang pendek 150 mm.

6. Saran

Untuk penyempurnaan di masa mendatang, terdapat beberapa saran yang perlu dipertimbangkan. Pertama, disarankan agar proses pembuatan alat menggunakan peralatan yang memadai serta dilakukan di tempat yang jauh dari aktivitas lain, karena penggunaan mesin gerinda potong dan bor dapat mengganggu ketenangan sekitar. Kedua, Pada proses pembakaran tuas penggerak *Grate* di tambah kain atau benda yang tidak dapat menghantarkan panas agar tidak terasa panas dalam memproses.

Daftar Pustaka

- [1] E. Permana, "Indonesia hasilkan 67 juta ton sampah pada 2019," 2019. [Online]. Tersedia: <https://www.aa.com.tr/id/heladline1-hari/indonesia-hasilkan-67-juta-ton-sampah-pada-2019/1373712>
- [2] Sukamta, A. Wiranata, and Thoharuddin, "Pembuatan Alat Incinerator Limbah Padat Medis Skala Kecil," *Semesta Tek.*, vol. 20, no. 2, pp. 147–153, 2017.
- [3] F. Rhohman and M. M. Ilham, "Analisa dan evaluasi rancang bangun incinerator sederhana dalam mengelola sampah rumah tangga," *J. Mesin Nusant.*, vol. 2, no. 1, pp. 52–60, 2019, doi: 10.29407/jmn.v2i1.13442.
- [4] P. G. Nidolni, "Incineration process for solid waste management and effective utilization of byproducts," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, 2017.
- [5] D. P. Lolol, "Analisis penggunaan incinerator pada pengolahan sampah di Kota Merauke," *Jurnal Ilmiah*, vol. 3, pp. 200–211, 2014.
- [6] B. Li, H. Pang, dan H. Tian, "Digital intelligent design of interior solutions: Exploring embedded systems for SketchUp modeling," *Computer-Aided Design and Applications*, pp. 146–165, 2023. [Online]. Tersedia: <https://doi.org/10.14733/cadaps.2024.S8.146-165>
- [7] A. Syahrani, N. Naharuddin, dan M. Nur, "Analisis kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pengelasan SMAW stainless steel 312 dengan variasi arus listrik," *Jurnal Mekanikal*, vol. 9, no. 1, 2018.
- [8] T. T. Erwin Wijayanto, "Perancanganudukan mesin gerinda tangan yang ergonomis dengan menggunakan metode antropometri," *Jurnal Teknik Industri*, pp. 42–48, 2022.
- [9] U. Bayu Teguh, *Modul Ajar Dasar AutoCAD 2016*, 2017.
- [10] "Mengenal SketchUp beserta fungsi dan 4 versinya," 23 Mei 2023. [Online]. Tersedia: <https://asdadimas.com/artikel/sketchup-adalah/>