

# DESIGN, MODELLING DAN STRESS ANALYSIS PADA FRAME INCINERATOR DENGAN VARIASI BEBAN DARI SAMPAH ANORGANIK

Rinaldi Praharsa<sup>1</sup>, Asroni<sup>2\*</sup>, Bambang Surono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

<sup>2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Metro  
Jl. Ki Hajar Dewantara 15 A Kota Metro, Lampung, Indonesia

\*Corresponding author: [asroni14@yahoo.com](mailto:asroni14@yahoo.com)

## Abstract

The incinerator is a place for incineration of waste with high temperature and is integrated in a closed and well isolated combustion chamber. The design of an incinerator with a wet scrubber system aims to reduce inorganic waste in households, as well as reduce smoke pollution during the combustion process, especially in the Metro City area located in Lampung Province so that it is environmentally friendly. The purpose of this research is to determine the modeling of the incinerator design, the type and geometry of the frame material to be used, as well as to perform stress, strain and deformation analysis simulations on the incinerator frame. The research method used is to make design modeling using Autodesk Inventor Professional software and frame analysis simulations using SolidWorks software. Tests were carried out with variations in the load on the frame, namely the incinerator load, the incinerator load with a waste capacity of 250 kg and the incinerator load with a waste capacity of 500 kg. From modeling the incinerator design has dimensions (LxWxH) 276.87 x 90.2 x 193.5 cm, frame geometry 50 x 50 mm with plate thickness 5 mm ASTM A36 type steel material, from the simulation results of stress, strain and deformation analysis on the frame it can be concluded that with weight chamber, burner and wet scrubber chamber given a waste capacity of 500 kg, the frame used is still below the allowable stress of the material so it is safe to use.

**Keywords:** design incinerator, stress analysis simulation, Software Autodesk Inventor, Software SolidWorks.

## Abstrak

Alat Incinerator adalah tempat pembakaran sampah dengan temperature suhu yang tinggi dan terintegrasi dalam ruangan bakar yang tertutup serta terisolasi dengan baik [1]. *Design* alat *incinerator* bersistem *wet scrubber* ini bertujuan untuk mengurangi limbah sampah anorganik pada rumah tangga [2], serta mengurangi polusi asap pada saat proses pembakaran khususnya di wilayah Kota Metro, yang terletak di Provinsi Lampung sehingga ramah terhadap lingkungan. Salah satu faktor dalam pembuatan *design, modelling* diperlukan adanya komputer atau laptop yang memiliki *spesifikasi* tinggi, serta terpasang software aplikasi Autodesk Inventor *Professional* dan software SolidWorks, di beri perangkat tambahan seperti keyboard, mouse, cooling pad, dan alat cetak kertas agar memudahkan dalam pembuatan desain modeling. Berdasarkan uraian di atas penelitian akan memfokuskan *design, modelling* dan *stress analysis* pada *frame incinerator* dengan variasi beban dari sampah anorganik. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui *design modelling incinerator*, serta jenis dan geomteri dari material *frame* yang akan digunakan, dan simulasi analisa tegangan, regangan, deformasi pada *frame incinerator*. Metode penelitian yang dilakukan yaitu dengan membuat *design modelling* menggunakan software Autodesk Inventor *Professional* dan simulasi analisa *frame* menggunakan software SolidWorks. Pengujian yang dilakukan dengan variasi beban pada *frame* yaitu beban dari alat incinerator, beban dari alat incinerator dengan kapasias sampah 250 kg dan beban dari alat incinerator dengan kapasitas sampah 500 kg. Dari *design modelling incinerator* memiliki dimensi (PxLxT) 276,87 x 90,2 x 193,5 cm, geometri *frame* 50 x 50 mm dengan tebal plat 5 mm, jenis material *steel* ASTM A36, dari hasil simulasi analisa tegangan, regangan dan deformasi pada *frame incinerator* dapat disimpulkan bahwa dengan berat ruang *chamber*, ruang *burner* dan *wet scrubber* diberi kapasitas sampah 500 kg maka *frame* yang digunakan masih di bawah tegangan ijin material, sehingga aman untuk digunakan.

**Kata kunci:** design incinerator, simulasi stress analysis, Software Autodesk Inventor, Software SolidWorks.

## 1. Pendahuluan

Kota Metro adalah salah satu Kota di Provinsi Lampung yang memiliki jumlah penduduk yang cukup padat. Keramaian

umumnya terjadi di pusat perbelanjaan, sekolah maupun universitas dan objek wisata lokal lainnya. Seiring dengan meningkatnya jumlah aktivitas penduduk,

secara otomatis limbah sampah semakin harinya terus meningkat. Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah dan B3 Kementerian Lingkungan Hidup Dan Kehutanan (PSLB3 KLHK) Rosa Vivien Ratnawati mengatakan bahwa limbah sampah di wilayah Kota Metro pada tahun 2022 diperkirakan mencapai 103,87 Ton setiap harinya. Sebagian sampah telah di daur ulang, sehingga mengalami penurunan sebesar 13%. Akan tetapi masih menyisakan sampah sebesar 90,4 Ton yang harus ditangani. Sekretaris Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Metro, Yeri Noer Kartiko, mengatakan bahwa jumlah sampah telah meningkat menjadi 140 Ton setiap harinya dari bulan Januari hingga Mei 2023. Meskipun beberapa bagian sampah telah didaur ulang, akan tetapi hanya mengalami penurunan sekitar 7,5%. Sehingga masih menyisakan 129,5 Ton sampah yang perlu diatasi, oleh karena itu, untuk saat ini permasalahan sampah menjadi pusat perhatian utama bagi masyarakat dan pemerintah Kota Metro.

Mengatasi persoalan sampah pada umumnya, dilakukan dengan metode daur ulang dan pembakaran. Namun, pembakaran secara langsung untuk sampah berskala besar maupun kecil dapat menghasilkan asap yang berdampak pada emisi kualitas udara, serta mengganggu ekosistem secara alami. Hal ini dapat berdampak pada pemanasan global dan perubahan iklim yang mengakibatkan dampak negatif bagi kesehatan masyarakat dan lingkungan [3].

Dalam perkembangan teknologi, incinerator digunakan sebagai alat untuk memproses pembakaran sampah dengan suhu yang tinggi dan terintegrasi dalam ruangan tertutup serta terisolasi dengan baik [4]. Proses pembakaran incinerator dapat mengubah limbah sampah menjadi gas uap dan abu yang berupa panas [5]. Beberapa alat incinerator masih menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan karena emisi gas dan asap yang dilepaskan melalui

cerobong tanpa adanya filterisasi saat proses pembakaran berlangsung [6].

Untuk mengurangi emisi yang keluar pada cerobong asap, terdapat alat incinerator modern dengan sistem wet scrubber yang membuang gas asap secara langsung ke pipa penghisap [7]. Gas asap kemudian disemprotkan dengan air atau difilterisasi agar partikel halus pada gas buang hilang selama proses pembakaran. Dengan adanya alat incinerator ini yaitu bertujuan untuk membantu pengurangan limbah sampah di masing-masing wilayah Kota Metro sehingga ramah lingkungan tanpa adanya asap. Pendukung pembuatan alat incinerator modern ini diperlukan dengan adanya design modelling, yang bertujuan untuk mengetahui bagaimana model desain dan struktur rangka sebagai mana media penahan dan kekuatan pada alat incinerator ketika beroperasi.

Desain dan kerangka merupakan tahapan yang sangat penting dalam menentukan kekuatan dan tingkat keamanan alat incinerator yang akan dirancang. Analisa desain dan konstruksi rangka pada umumnya dapat dilakukan secara manual (hand calculation) sehingga cukup memerlukan waktu yang sedikit lama. Dalam perkembangan teknologi komputer serta perangkat lunak yang semakin maju, penggunaan sistem parametrik pada simulasi dapat membantu pekerjaan dalam melakukan proses perancangan dengan lebih mudah dan cepat [8]. Aplikasi simulasi program seperti SolidWork, Ansys Workbench dan Autodesk Inventor Professional.

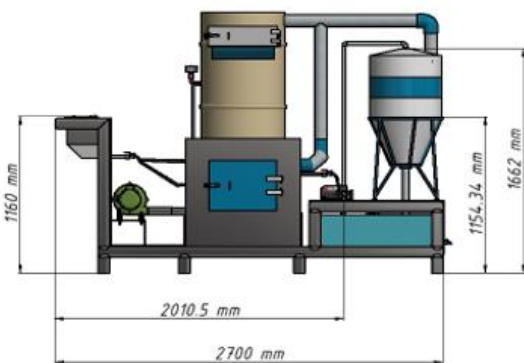
Simulasi finite element analysis (FEA) atau elemen hingga telah banyak digunakan sebagai tool analysis untuk memperoleh gambaran distribusi tegangan dan memprediksi kekuatan struktur sistem mekanika [9]. Berbagai aspek dapat dipertimbangkan untuk membuat tahap desain pada aplikasi perangkat lunak yang lebih cepat dan mengurangi biaya produksi, jika dibandingkan dengan pembuatan eksperimen secara langsung [10].

Konstruksi rangka yang kompleks, analisis struktur secara manual memiliki banyak keterbatasan, sehingga harus melakukan beberapa asumsi yang dapat menyebabkan hasil yang tidak akurat. Untuk meningkatkan akurasi dalam menganalisis struktur rangka alat incinerator, simulasi akan dilakukan dengan perangkat lunak Autodesk Inventor professional dan Solidworks yang dilengkapi dengan beberapa fitur yang mendukung untuk menganalisa distribusi tegangan, regangan, displacement, dan safety factor dengan mudah dan cepat [11].

## 2. Metode Penelitian

Desain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu desain simulasi dengan melakukan pembuatan *design modelling* dan pengujian rangka alat *incinerator* dengan menggunakan metode elemen hingga. Pengujian simulasi dilakukannya dengan pemberian beban terhadap rangka pada alat *incinerator* dengan menggunakan *software Autodesk Inventor Professional* dan *software Solidworks*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui bagaimana *design* dan tegangan, regangan, deformasi pada rangka alat *incinerator*.

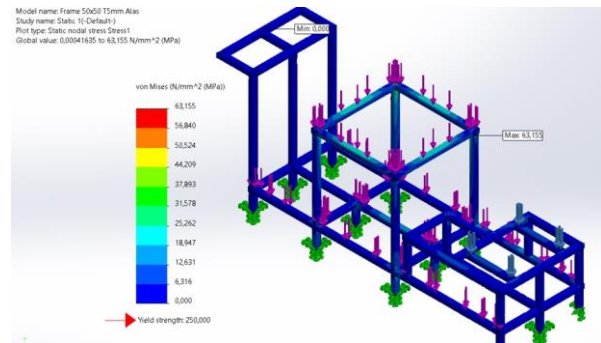
Penelitian ini dilakukan dari bulan Mei 2023. Observasi dilakukan di Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kota Metro, Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) dan Pusat Daur Ulang (PDU). Lokasi pembuatan *design, modelling* dan simulasi *Finite Element Analysis (FEA)* dilakukan di Laboratorium Prodi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.



Gambar 1. Alat Incinerator

## 3. Hasil dan Pembahasan

Tegangan pada Gambar 2, ditandai dengan *Von mises stress* yang merupakan resultan dari semua tegangan utama yang berhubungan dengan *principal stress* [12]. Terdapat simbol berwarna dari hasil simulasi yang merupakan nilai perwakilan, dari besar tegangan.



Gambar 2. Tegangan dari beban 250 Kg sampah

Nilai *von mises stress* terbesar 37,4765 N/mm<sup>2</sup> dan nilai yang terkecil sebesar 0,001 N/mm<sup>2</sup>.

Tabel 1. Hasil Simulasi

Tekanan (N)	Simulasi	Minimum	Maximum
	Tegangan	0,001 N/mm <sup>2</sup>	37,476 N/mm <sup>2</sup>
5.506,313176	Regangan	0	0,00011762
	Deformasi	0 mm	0,200 mm
	Tegangan	0,001 N/mm <sup>2</sup>	63,155 N/mm <sup>2</sup>
7.958,81376	Regangan	0	0,00020900
	Deformasi	0	0,319 mm
	Tegangan	0,001 N/mm <sup>2</sup>	99,649 N/mm <sup>2</sup>
10.411,31376	Regangan	0	0,00033406
	Deformasi	0 mm	0,503 mm

Hasil pengujian simulasi analisa *frame* pada alat *incinerator* dengan variasi dari beban alat *incinerator*, beban alat *incinerator* dengan setengah kapasitas sampah dan beban alat *incinerator* dengan kapasitas sampah penuh.

#### 4. Kesimpulan

Memiliki dua *design modelling incinerator*, desain pertama yaitu *design incinerator* dengan 1 *burner* dan untuk desain ke dua yaitu *design incinerator* dengan 2 *burner*. *Design* alat *incinerator* memiliki dimensi (P x L x T ) yaitu 276,87 cm x 90,2 cm x 193,5 cm, dengan kapasitas sampah 500 L.

Material *frame* yang digunakan adalah *steel* ASTM A36 memiliki tegangan ijin sebesar 250 Mpa, dengan geometri *frame* 50 x 50 mm ketebalan plat 5 mm berbentuk persegi. Tegangan yang terjadi pada *frame incinerator* pada pembebanan ke 1 sebesar 37,476 Mpa, pembebanan ke 2 sebesar 63,155 Mpa dan untuk pembebanan ke 3 sebesar 99,649 Mpa, maka dari hasil simulasi tersebut dengan material ASTM A36, masih dibawah nilai tegangan ijin, sehingga aman untuk digunakan.

Regangan yang terjadi pada *frame incinerator* pada pembebanan ke 1 sebesar 0,00011762, pembebanan ke 2 sebesar 0,00020900 dan untuk pembebanan ke 3 sebesar 0,00033406, dari hasil simulasi tersebut masih aman untuk digunakan. Deformasi yang terjadi pada *frame incinerator* pada pembebanan ke 1 sebesar 0,200 mm, pembebanan ke 2 sebesar 0,319 mm dan untuk pembebanan ke 3 sebesar 0,503 mm, dari hasil simulasi tersebut masih aman untuk digunakan. Referensi (tipe indentasi Hanging 1 cm)

#### Referensi

[1] Rivai, A., Fausy, M., & Mulyadi, M. (2023). Lingkungan Penggunaan Alat Pembakaran Sampah Tanpa Asap Untuk Mengatasi Pencemaran. *Sulolipu: Media*

*Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 23(1), 88-93.

[2] Azizah, N. I. (2023). *Perancangan Wet Scrubber Tipe Packed Guna Optimasi Reduksi Sulfur Dan Klorin Pada Gas Buang Hasil Insinerator* (Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada).

[3] Nuryani, S. (2021). Modifikasi Cerobong WET SCRUBBER Untuk Menurunkan Kadar Debu DAN Kepekatan Asap Pada Sumber Emisi Tidak Bergerak. *Jurnal Ilmiah Medsains*, 7(2), 43-54.

[4] Permana, A. G., & Iqbal, M. (2019). Mesin pengolah sampah portabel multiguna dengan teknik termocontrol dan termocople. *Sebatik*, 23(2), 423-430.

[5] Susastrio, H., Ginting, D., Sinuraya, E. W., & Pasaribu, G. M. (2020). Kajian Incinerator Sebagai Salah Satu Metode Gasifikasi Dalam Upaya Untuk Mengurangi Limbah Sampah Perkotaan. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 1(1), 28-34.

[6] ILHAM, M. M., & Rhohman, F. (2019). Analisa dan evaluasi rancang bangun insinerator sederhana dalam mengelola sampah rumah tangga. *Jurnal Mesin Nusantara*, 2(1), 52-60.

[7] Paramitasari, D., Destian, E. F., & Ismail, M. (2019). Pengaruh Ukuran Partikulat Hasil Gasifikasi Batubara Terhadap Efisiensi Wet Scrubber. *Majalah Ilmiah Pengkajian Industri*, 13(3), 249-256.

[8] RANDU, S., & RENDY, K. (2023). *RANCANGAN DAN SIMULASI ALAT BANTU BERJALAN BAGI PENYANDANG TUNA DAKSA* (Doctoral dissertation, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).

- [9] Budi, S. S., Sanjaya, F. L., Fatkhurrozak, F., Syarifudin, S., & Ariyanto, N. A. (2023). Analisis Perpindahan Gaya SideLoad Pegas Suspensi Tipe C Menggunakan Finite Element Method (FEM). *Infotekmesin*, 14(2), 208-213.
- [10] Dilasari, A. T., Pramukti, A., & Pelu, M. F. A. (2023). Analisis Penerapan Target Costing Sebagai Sistem Pengendalian Biaya Produksi. *Paradoks: Jurnal Ilmu Ekonomi*, 6(3), 151-163.
- [11] Rafi, S. A., Ramadhan, R., Putinela, P. N., Ibrahim, G. A., Panuju, A. Y. T., Burhanuddin, Y., & Tanti, N. (2023). Analisis Kekuatan Material Pada Komponen Tabung Pengepresan Dan Kerangka Mesin Press Hidrolik Tipe Down Press Menggunakan Software Autodesk Inventor. *Jurnal Mechanical*, 14, 185.
- [12] DHARMAWAN, M. F. (2023). Pembuatan Alat Peraga Dan Analisis Elemen Hingga Total Knee Replacement Untuk Penderita Post-Traumatic Arthritis Berdasarkan Rekonstruksi Ct-Scan Tulang Lutut.