

PERENCANAAN KONSTRUKSI RANGKA RUANG BAKAR INCENERATOR DENGAN SIMULASI MENGGUNAKAN ELEMEN HINGGA

INCENERATOR FUEL CHAMBER CONSTRUCTION PLANNING WITH SIMULATION USING FINITE ELEMENTS

¹Ari Kuswanto, ²Muhammad Zulfa Mustofa, ³Joni Arif, ⁴Alfa Yunizar,
⁵Daud Putra Santoso

^{1,2,3,4,5} Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Pamulang Tangerang Selatan

Jl. Witana Harja No.18b, Pamulang Bar., Kec. Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Banten 15417

email : Kuswanto.Ari@Gmail.Com

Abstrak

Rangka Ruang Bakar Mesin *Incenerator* Adalah Bagian Terpenting Yang Berfungsi Sebagai Penahan Atau Penopang Beban Yang Di Berikan Pada Saat Mesin *Incenerator* Di Opreasikan, Serta Bertujuan Untuk Dapat Merancang Dan Membuat Kontruksi Mesin *Incenerator* Yang Mempunyai Nilai Keamanan. Perancangan Kontruksi Perlu Diperhitungkan Sebelum Melakukan Perancangan Antara Lain Meliputi Pemilihan Material Dan Memperhitungkan Desain Kontruksi Yang Akan Dibuat, Dalam Perancangan Ini Besi Yang Digunakan Adalah Besi Unp Dengan Dimensi 50x50x5mm Dengan Jenis Material Menggunakan *Astm A36*. Pada Rangka Ruang Bakar Mesin *Incenerator* Ini Melakukan Beberapa Tahapan Proses Pengujian Untuk Mengetahui Kekuatan Pada Saat *Stress*, *Defleksi*, Dan *Strain*. Adapun Proses Analisa Yang Dilakukan Dengan Menggunakan Metode Fem (Finite Element Method) Adalah Metode Numerik Yang Umum Untuk Menyelesaikan Persamaan Diferensial Parsial Dalam Dua Atau Tiga Variabel. Serta Proses Simulasi Menggunakan Software Solidwork 2021. Rangka Ruang Bakar *Incenerator* Yang Dilakukan Simulasi Terdiri Dari Model Tipe A,B Dan Cdengan Memberikan Pada Tiap Tipe Model Rangka 300kg, 350kg. Hasil Yang Diperoleh Dari Beberapa Rangka Yang Telah Dilakukan Pengujian Secara Software Solidwork 2021. Penulis Memperoleh Hasil Rangka Model C Memiliki Keunggulan Yaitu Kekuatan Menahan Stress Dari Beban 350kg 37,597,872 N/M², Dapat Menahan Displacement 0.1483234 Mm, Serta Memiliki Nilai Strain 0,0000414 Dengan Safety Factor Minimal 6,6. Pada Simulasi Solidwork.

Kata Kunci: *Incenerator*, Cae, Stress, Defleksi, Strain

Abstract

The Frame Of The Incinerator Machine Combustion Chamber Is The Most Important Part That Functions As A Buffer Or Support For The Load That Is Given When The Incinerator Machine Is Operated, And Aims To Be Able To Design And Make Incinerator Engine Construction That Has A Safety Value. The Design Of The Construction Needs To Be Taken Into Account Before Carrying Out The Design, Including Material Selection And Taking Into Account The Construction Design To Be Made, In This Design The Iron Used Is Unp Iron With Dimensions Of 50x50x5mm With the type of material using astm a36. In the frame of the combustion chamber of this incinerator engine, several stages of the testing process are carried out to determine the strength at the time of stress, deflection, and strain. The analysis process carried out using the fem method (finite element method) is a general numerical method for solving partial differential equations in two or three variables. As well as the simulation process using solidwork 2021 software. The incinerator combustion chamber frame carried out by the simulation consists of type a, b and c models by giving each type of frame model 300kg, 350kg. The results obtained from several frames that have been tested using solidwork 2021 software. The author obtained the results that the c model frame has advantages, namely the strength to withstand stress from a load of 350kg 37,597,872 n/m², can withstand a displacement of 0.1483234 mm, and has a strain value of 0,0000414 with safety factor minimal 6,6. In solidwork simulation.

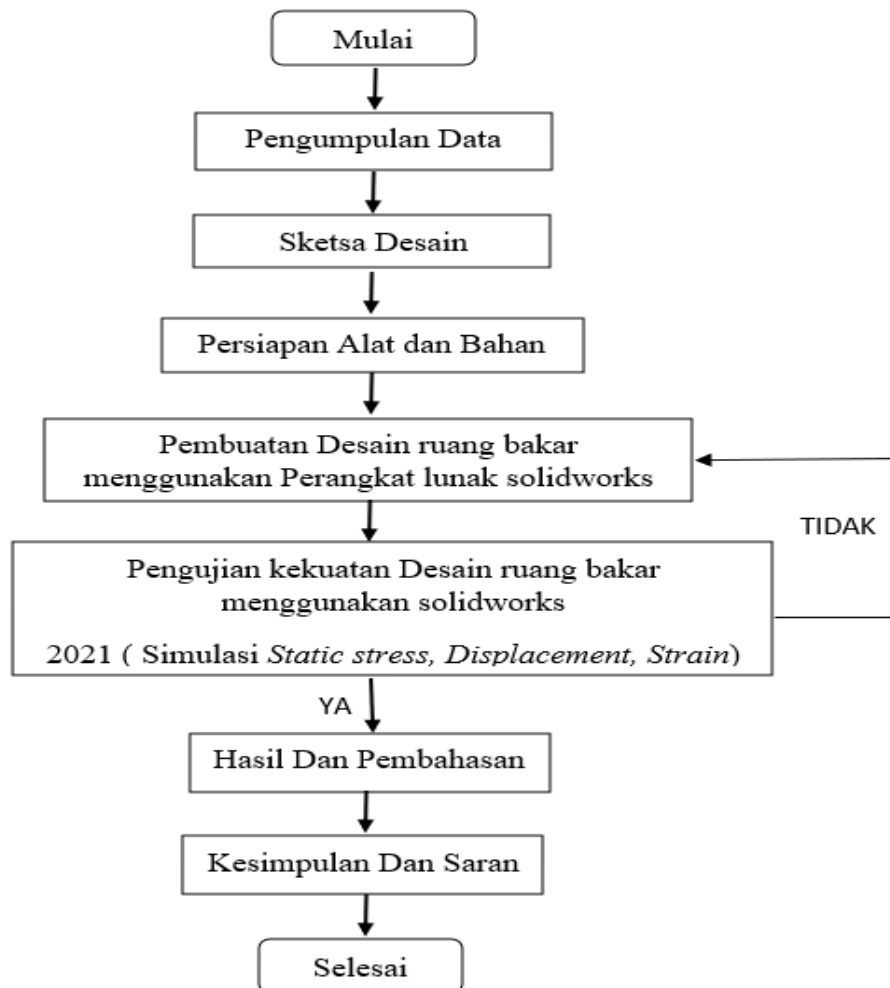
Keywords: *Incenerator*, Unp, Cae, Stress, Deflection, Strain

I. PENDAHULUAN

Sampah adalah salah satu permasalahan yang terjadi diperkotaan dalam mengelola kota yang bersih dan sehat. Sampah plastik merupakan salah satu sampah yang tidak bisa di daur ulang dan dapat menciptakan pencemaran lingkungan apabila tidak di tangani dengan benar. Plastik banyak digunakan dalam rumah tangga yang mana bersifat sekali pakai, sehingga semakin banyak penggunaan bahan plastik maka akan menimbulkan sisa sampah yang menumpuk. Sifat plastik yang tidak mudah terurai tanah akan dapat menyebabkan kerusakan dan pencemaran lingkungan. Saat ini pengolahan sampah yang dilakukan pemerintah setempat atau kota adalah dengan penimbunan sampah yang dikumpulkan dalam tempat tertentu dengan cara penimbunan dan pengurugan (*landfill*) yang mudah dan murah. Pengelolaan sampah seperti itu kenyataan sering dilakukan dengan penumpukan tanpa pengolahan yang tepat, sehingga apabila tanah dan lahan yang tidak mencukupi mengakibatkan tempat pembuangan akhir (TPA) menjadi menggunung. Dari permasalahan pengolahan sampah salah satu metode alternative penanganan sampah dengan skala kecil yang dapat digunakan dalam rumah tangga dengan metode pembakaran berteknologi (*Incenerator*). Prinsip kerja *incinerator* adalah pembakaran sampah dengan suhu tinggi (Arifin & Junaidi, 2017) . Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan disain *Incenerator* yang efektif dan efisien. Program – program dalam mendisain suatu peralatan mesin dalam membuat rancangan dan analisa sangat berkembang pesat di dalam era digital saat ini untuk kebutuhan merancang dan menganalisa suatu peralatan sebelum di kontruksi. Program dengan basis CAD (*Computer Aided Design*), CAE (*Computer Aided Engineering*) yang banyak digunakan hampir disemua industri. Salah satu cara untuk mendisain struktur alat yang akan dirancang adalah dengan menggunakan *Softwares solidwork* seperti yang telah dilakukan peneliti terdahulu (Indah, N. I., & Arrifin, 2021). desain konstruksi rangka ruang bakar incenerator agar didapatkan desain yang optimal dan melakukan simulasi terlebih dahulu dengan menggunakan CAE (*Computer Aided Engineering*) dengan bantuan *softwares solidwork* sebelum alat ini difabrikasi agar mempunyai disain yang optimal dan aman untuk digunakan

II. METODE PELAKSANAAN

Pada bagian ini membahas tentang bagaimana tahapan – tahapan penelitian pengambilan data dilakukan, diagram alir, lokasi penelitian, waktu pelaksanaan, alat dan bahan dengan Desain ruang bakar *Incenerator* dapat dilihat pada gamabr 1 berikut



Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen, data yang diperoleh merupakan proses pengujian pada hasil Desain ruang bakar *Incenerator* yang dilakukan pada sampel yang berbeda dan proses dilakukan menimbang beban elastik secara bergantian dengan Desain ruang bakar *Incenerator* yang ditentukan dari setiap kali pengujian.

1. Pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan desain ruang bakar pada mesin *Incenerator* antara lain :

- Gambar awal mesin *Incenerator* dari peneliti terdahulu
- Data kapasitas *Incenerator*
- Data tentang tegangan maksimum yang diijinkan pada pelat ruang bakar mesin *Incenerator*
- Data mengenai Gaya maksimum dan momen maksimum yang terjadi pada pelat ruang bakar *Incenerator*

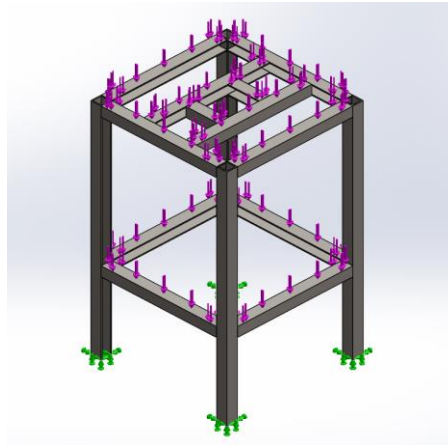
2. Sketsa desain yaitu membuat sketsa awal desain dengan CAD (*Computer Aided Design*) untuk mendapatkan data yang di butuhkan dalam pemodelan dan perhitungan pada solidwork diantaranya : Dimensi ruang bakar, material yang dipakai, *Temperature* desain, *Temperature* Operasi, ketebalan isolator.
3. Persiapan alat dan bahan yaitu menyiapkan alat untuk penelitian seperti computer dengan sudah terinstall perangkat lunak CAD (*Computer Aided Design*) dan solidwork.
4. Desain ruang bakar *Incenerator* yaitu membuat desain ruang bakar *Incenerator* dengan perangkat lunak Solidwork.
5. Pengujian kekuatan adalah setelah menentukan desain yang optimal berdasarkan parameter yang sudah ditentukan selanjutnya melakukan simulasi dengan kekuatan dengan perangkat lunak Solidwork apabila belum sesuai dikembalikan untuk di desain ulang.
6. Input data selanjutnya untuk disimulasikan lagi dengan perangkat lunak solidwork dengan mengetahui beban yang bekerja. Apabila beban yang bekerja sudah aman tidak melebihi batasan kekuatan material maka simulasi dinyatakan aman.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Data Dan Hasil Penelitian

A. Penelitian Pengujian dengan menggunakan simulasi CAE

Penelitian kekuatan struktur pada rangka ruang bakar *Incenerator* yang di rancang oleh Jurusan Teknik Mesin Universitas Pamulang dengan menggunakan simulasi CAE menggunakan simulasi *software Solidworks* dilakukan pada komponen rangka ruang bakar. Pada saat proses simulasi dilakukan pengaturan terkait tumpuan, data material, beban yang diberikan. Tumpuan pada masing-masing komponen sebelum proses perhitungan Simulasi pada *software* berupa tumpuan *fixture* pada bagian bawah kaki komponen rangka dan pembebanan *external load* atau *force* pada bagian atas komponen rangka. Data material yang diberikan berupa *structural properties* sesuai dengan material yang digunakan yaitu pada 1. berikut menunjukkan pemberian beban pada masing-masing komponen.



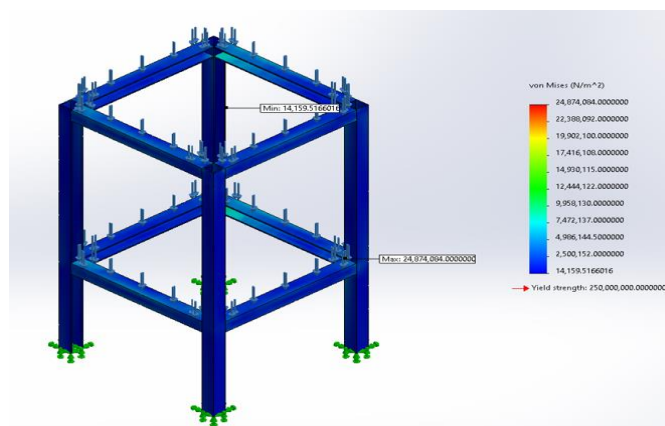
Gambar 1. Penempatan beban pada rangka

Komponen rangka ruang bakar mesin *Incenerator* terdiri dari 3 Tipe rangka yang di Simulasi dengan harapan dapat mendapatkan beberapa beban bervariasi. Pengujian pemberian beban pada tiap rangka itu sendiri terdiri dari beban 300kg dan 350kg tiap satu tipe rangkanya.

3.2 Simulasi Stress (Von Mises Stress) Beban 300kg dan 350kg dalam Hasil (*Stress*) Rangka Tipe A, B Dan C.

A. *Stress* Rangka Tipe A Beban 300kg

Dengan menggunakan cara *von mises stress* pada rangka type A dengan memberikan pembebanan sebesar 300kg. Hasil *stress* maksimum dan minimum pada gambar 2. mendapatkan titik kritis pada bagian yang mengalami pembebanan secara statis. Gaya yang terjadi pada rangka ruang bakar *Incenerator* tipe A terdapat gaya maksimum pada bagian merah menunjukkan angka 24,847,084 N/m², dan angka *yield strength* material *ASTM A36* pada panah merah yaitu pada angka 250.000.000 N/m².



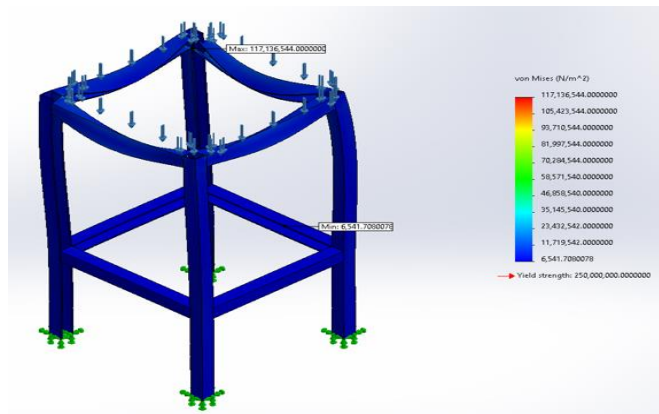
Gambar 2. Hasil Simulasi Stress Tipe A Pada Gaya Beban 300kg

Hasil Pengujian pada model rangka tipe A yang dilakukan simulasi dari *stress* pada gaya beban 300kg pada gambar 2. yang dekat warna biru muda menunjukkan nilai aman

pada nilai $7,472,137 \text{ N/m}^2$ sedangkan pada angka yang didekat warna merah menunjukkan nilai $22,388,092 \text{ N/m}^2$ ketahanan pada saat di uji menunjukkan identifikasi tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan pada beban 300kg dinyatakan aman karena beban yang dihasilkan masih sanggup untuk ditahan oleh rangka ruang bakar *Incenerator* tersebut.

B. Stress Rangka Tipe A Beban 350kg

Hasil Pengujian rangka ruang bakar *Incenerator* dengan beban yang diberikan 350kg Hasil *strees* maksimum dan minimum pada gambar 3. Tipe rangka A beban 350kg . menunjukkan *stress* maksimum pada bagian merah dengan angka $117,136,544 \text{ N/m}^2$, dan angka *yield strength* material *ASTM A36* pada panah merah menunjukkan angka $250.000.000 \text{ N/m}^2$.

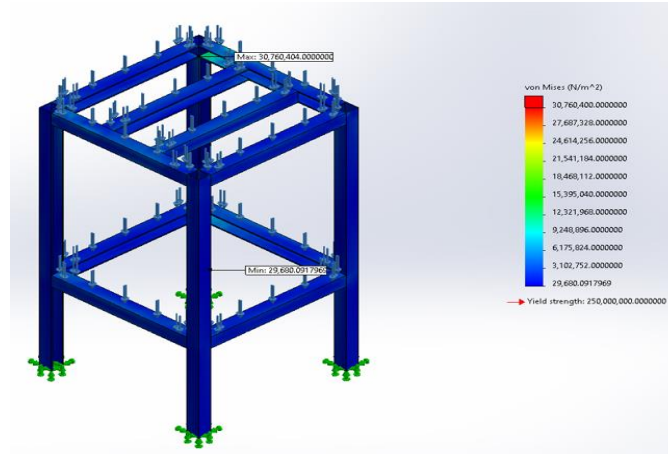


Gambar 3. Hasil Simulasi stress Tipe A pada gaya beban 350kg

Hasil Pengujian pada rangka tipe A yang dilakukan simulasi dari *stress* pada gaya beban 150kg pada gambar 3. yang dekat warna biru muda menunjukkan nilai aman pada nilai $35,145,540 \text{ N/m}^2$ sedangkan pada angka yang didekat warna merah menunjukkan nilai $105,423,544 \text{ N/m}^2$ ketahanan pada saat di uji menunjukkan identifikasi tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan pada beban 150kg dinyatakan aman karena beban yang dihasilkan masih sanggup untuk ditahan oleh rangka ruang bakar *Incenerator* tersebut.

C. Stress Rangka Tipe B Beban 300kg

Hasil Pengujian *stress* rangka ruang bakar *Incenerator* tipe B dengan beban yang diberikan 300kg hasil *stress* maksimum dan minimum pada gambar 4. menunjukkan dimana angka stress maksimum pada tanda merah menunjukan angka $30,760,404 \text{ N/m}^2$, dan angka *yield strength* material *ASTM A36* menunjukan pada panah merah dengan angka $250.000.000 \text{ N/m}^2$.



Gambar 4. Hasil Simulasi Stress Rangka Tipe B Pada Gaya Beban 300kg

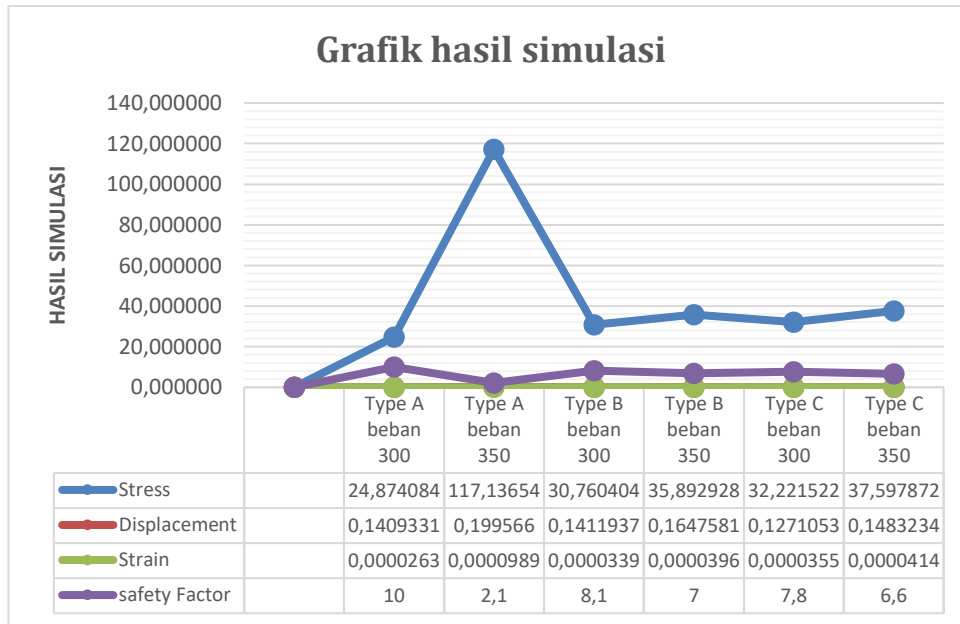
Hasil Pengujian pada rangka tipe B yang dilakukan simulasi dari *stress* pada gaya beban 300kg pada gambar 4.10 yang dekat warna biru muda menunjukkan nilai aman pada nilai 9,248,896 N/m² sedangkan pada angka yang didekat warna merah menunjukkan nilai 27,687,328 N/m² ketahanan pada saat di uji menunjukkan identifikasi tidak aman, dan langkah simulasi yang telah dilakukan pada beban 300kg dinyatakan aman karena beban yang dihasilkan masih sanggup untuk ditahan oleh rangka ruang bakar *Incenerator* tersebut.

3.3 Analisa Kesulurahan

Berdasarkan simulasi dari tiap tiap tipe rangka A,B dan C tiap variasi beban 300kg dan 350 kg maka di dapatkan nilai dari *von-mises stress*, *Displacement*, *Strain* dan *Safety Factor* seperti pada tabel 1. Dan gambar 5 Di bawah ini.

Tabel 1. Hasil Simulasi Keseluruhan Rangka ruang bakar *Incenerator*

Item	Tipe A		Tipe B		Tipe C	
	300kg	350kg	300kg	350kg	300kg	350kg
<i>Strees</i>	24,874,084 N/m ²	117,136,544 N/m ²	30,760,404 N/m ²	35,892,928 N/m ²	32,221,522 N/m ²	37,597,872 N/m ²
<i>Displac ment</i>	0.1409331 mm	0.199566 mm	0.1411937 mm	0.1647581 mm	0.1271053 mm	0.1483 234 mm
<i>Strain</i>	0.0000263	0.0000989	0.0000339	0.0000396	0.0000355	0.0000414
<i>Factor of safety</i>	10	2,1	8,1	7	7,8	6,6



Gambar 5. Grafik hasil Simulasi *Stress*, *Displacement*, *Strain* dan *safety factor*.

Nilai *von mises stress* hasil simulasi pada rangka mesin *Incenerator* setelah dilakukan variasi pembebanan 300kg dan 350kg, pada setiap model rangka tipe A,B dan C perbedaan yang di berikan antara lain dari bagian *frame* rangka tersebut, kemudian untuk terjadi kenaikan elastisitas yaitu pada saat beban di naikan, akan tetapi semakin banyak penyangga tumpuan pada rangka mesin *Incenerator* semakin kecil juga tegangan yang dihasilkan, seperti pada rangka tipe B yang ditunjukkan pada gambar 3. nilai keseluruhan Simulasi *stress* ditunjukkan pada tabel 4. diatas dengan menampilkan nilai *stress* minimum dan maksimum. Untuk hasil grafik perhitungannya dapat dilihat pada gambar 5. dengan menunjukan *stress* pada rangka tipe A dengan beban yang diberikan 300kg dengan perolehan hasil nilai 24,874,084 N/m² dan stress terbesar yang terjadi menunjukan pada rangka tipe A dengan beban 350kg dengan nilai 117,136,544 N/m². Kesimpulannya maka semakin besar pembebanan yang di berikan maka hasil stress semakin besar pula yang didapatkan.

Nilai *displacement (Defleksi)* hasil simulasi pada rangka mesin *Incenerator* setelah dilakukan variasi pembebanan 300kg dan 350kg, pada setiap rangka tipe A,B dan C perbedaan yang di berikan antara lain dari bagian penyangga rangka tersebut, kemudian untuk terjadi kenaikan elastisitas yaitu pada saat beban dinaikan, akan tetapi semakin banyak penyangga tumpuan pada rangka mesin *Incenerator* semakin kecil juga *displacement* yang dihasilkan, seperti pada rangka model tipe C yang ditunjukkan pada

gambar 4. nilai keseluruhan Simulasi *displacement* ditunjukkan pada tabel 1. diatas dengan menampilkan perolehan nilai *displacement* maksimum. Untuk hasil grafik perhitungannya dapat dilihat pada gambar 3. dengan menunjukkan bahwa *displacement* terkecil terdapat pada rangka tipe C beban 300kg dengan nilai 0.1271053 mm dan *displacement* terbesar yang terjadi ditunjukkan pada rangka tipe A dengan beban 350kg dengan nilai 0.199566 mm. Kesimpulannya maka semakin besar pembebanan yang di berikan maka hasil *displacement (Defleksi)* semakin besar pula yang didapatkan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada rangka mesin *Incenerator* dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil perhitungan *software solidwork* menggunakan metode *finite element method* pada saat pengujian rangka mesin *Incenerator* berdasarkan *stress, defleksi, strain*, memperoleh hasil simulasi kekuatan struktur rangka terdapat pada rangka Tipe C dengan beban 350kg dengan memiliki keunggulan yaitu kekuatan menahan *stress* 37,597,872 N/m², dapat menahan *displacement* 0.1483234 mm, serta memiliki nilai *strain* 0.0000414 dan *safety factor* minimalnya 6,6. Pada simulasi *solidwork* .
2. Bahan material yang cocok untuk digunakan pada rangka mesin *Incenerator* adalah yang berbahan besi baja.
3. Hasil *meshing* yang di lakukan *software solidwork* sangat berpengaruh terhadap hasil hitung pada saat rangka di RUN.
4. Pengujian pada Rangka ruang bakar *Incenerator* model rangka Tipe A,B dan C. yang dapat dikatakan memenuhi kekuatan struktur rangka terdapat pada rangka Tipe C

B. Saran

Saran yang diharapkan berdasarkan penelitian pada rangka mesin *Incenerator* dapat di simpulkan bahwa:

1. Dalam penelitian selanjutnya perlu adanya penelitian mengenai batas usia pakai pada material tersebut.
2. Sebelum merencanakan suatu *project* perlu adanya identifikasi design dan memperhitungkan terlebih dahulu berapa ukuran yang akan dibuat.
3. Pastikan terlebih dulu pada saat membeli bahan dan material sesuai dengan fungsi dan kegunaannya

TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Prodi teknik mesin universitas Pamulang yang di mana telah memberikan apresiasi yang diberikan oleh penulis kepada pihak-pihak yang telah berperan dalam penelitian, baik dalam bentuk support dana, perizinan, konsultan, maupun membantu dalam pengambilan data serta rekan – rekan mahasiswa teknik mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Antono, V., Nurhasanah, R., & Chairat, A. S. N. (2021). Domestic Waste Incinerator Design With Bio-Mass Fuel. *Domestic Waste Incinerator Design With Bio-Mass Fuel*.
- Arifin, A., & Junaidi. (2017). Volume III Nomor 1, April 2017 (Amir Arifin, dkk.). *Analisa Pengaruh Kelembaban Sampah Kayu Dan Sisa Makanan Pada Incenerator Portable Skala Rumah Tangga, III(April)*, 21–31.
- Dirwandi. (2022). *Analisis Penggunaan Profil Baja Iwf 150 Dan Unp 150 Untuk Menentukan Jarak Bentang Yang Efektif Dengan Menggunakan Simulasi Abaqus*.
- Faisal, B. (2021). *Rancang Desain Alat Peraga Elektro Pneumatik Menggunakan Perangkat Lunak Solidworks 2016*. 2–6.
- Hermansyah. (2017). Solusi Mengatasi Polusi Udara Pada Pembakaran Sampah. *Jurusan Fisika Fakultas Sains Dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 4(1), 38–48.
- Indah, N. I., & Arrifin, I. A. (2021). (2021). Nur Indah dan Ibnu Arrifin. *CAD/CAE/CAM Software; Injection Process; Plastic Impeller; Plastic Molding*.
- Iqbal, M., Susanti, L., & Setyowulan, D. (2020). *Analisis kapasitas struktur jembatan rangka tipe warren dengan mutu baja tidak seragam dalam menahan beban gempa dua arah dan tiga arah (Structural Capacity Analysis of Warren Truss Bridge with Non-Uniform Steel Grade in Carrying Bi-Directional and Tri-Di*.
- Muchid, M., Suwondo, A. J., & Hardjoko, E. (2018). Analisa Static Pada Mesin Penghalus Roll Conveyor Menggunakan Solidwork. *Seminar Nasional Hasil ...*, 123–128. http://senias.uim.ac.id/index.php/senias_2017/article/view/150
- Mulyanto, T., & Sapto, A. D. (2017). Analisis Tegangan Von Mises Poros Mesin Pemotong Umbi-Umbian Dengan Software Solidworks. *Jurnal PRESISI*, 18(2), 24–29. <https://ejournal.istn.ac.id/presisi/article/view/122>
- Nurannisaa, S. P. B., & Nugroho, J. A. (2021). *Pengembangan “ jurnal proses desain ” sebagai media pembelajaran perancangan desain pendahuluan*. 9(1), 131–142.
- Rosyadi, I., Pinem, M. P., Aswata, Yusvardi, Satria, D., & A., L. (2017). Analisa Pengaruh Kelembaban Sampah Kayu Dan Sisa Makanan Pada Incenerator Portable Skala Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Mesin Untirta*, 3(1), 81–89. <https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jwl/article/view/1467/1155>
- Sapto, A. D., & Mulyana, I. S. (2021). Perancangan Desain Rangka Dan Analisis Pembebanan Statik Sepeda Listrik Roda 3. *Irvansepty.Staff.Gunadarma.Ac.Id*, 1.

<http://irvansepty.staff.gunadarma.ac.id/Publications/files/5956/JURNAL+PERPUS+UG+18-5-21+.pdf>

- Soolany, C., & Fadly, F. (2020). Rancang bangun dan uji kinerja tungku drum kiln pada proses produksi arang kulit durian sebagai alternatif bahan bakar. *AME (Aplikasi Mekanika Dan Energi): Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 6(2), 34–40. <https://doi.org/10.32832/AME.V6I2.3259>
- Subagiyo, S., Naryono, E., Santoso, S., & Irawan, B. (2015). Potensi Energi Sampah Rumah Tangga Hasil Pembakaran Insenerator Sistem Kontinyu. *Potensi Energi Sampah Rumah Tangga Hasil Pembakaran Insenerator Sistem Kontinyu*, 16(2), 185–194.
- Sukamta, Wiranata, A., & Thoharuddin. (2017). Pembuatan Alat Incinerator Limbah Padat Medis Skala Kecil. *Semesta Teknika*, 20(2), 147–153.
- Trias, S., Hantoro, R., & Soehartanto, T. (2012). Analisa Pengoperasian Dan Upaya Peningkatan Kinerja Incenerator Dengan Metode Keseimbangan Energi (Studi Kasus Di Rumah Sakit Umum Haji Surabaya). *Jurnal Teknik Pomits*, 1(1), 1–6.
- Utami, R. D., DG, O., & M, M. (2017). Meningkatkan Kinerja Incenerator Pada Pemusnahan Limbah Medis RSUD dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 7(2), 115–123. http://eprints.upnjatim.ac.id/7207/1/7._Rahayu%2C_Oka_dan_Mirwan.pdf
- V.A.R.Barao, R.C.Coata, J.A.Shibli, M.Bertolini, & J.G.S.Souza. (2022). Analisis ketidاكلancaran Sistem pembakaran pada incinerator di mv.kali mas. *Braz Dent J.*, 33(1), 1–12.