

Perancangan dan Analisis Struktural Mesin Press Geram untuk Pengelolaan Limbah Permesinan di Bengkel Produksi

Ekaterina Setyawati^{1*}, Soecahyadi², Lisa Ratnasari³

^{1,2,3}Teknik Industri, Universitas Sahid, Indonesia

Jl. Prof.Dr.Supomo,SH No.84 Tebet Jakarta Selatan 12870

Korespondensi penulis: ekaterina_setyawati@usahid.ac.id

Abstract. Metal chips generated from machining processes such as turning, milling, and shaping represent a form of metal waste that can disrupt workspace efficiency and safety in production workshops, especially in small and medium-sized enterprises (SMEs). This study aims to design a chip compactor machine capable of compressing machining waste, and to analyze the structural strength of its main components to ensure design reliability and operational safety. The design process involved need identification, conceptual and detailed design using CAD software, followed by structural analysis using the Finite Element Method (FEM). The primary components analyzed include the pressing shaft and the machine frame, with key parameters such as Von Mises stress, displacement, and factor of safety (FOS) evaluated. Simulation results show that the developed design produces a maximum Von Mises stress of 2.38×10^7 N/m², a maximum displacement of 0.178 mm, and a FOS of 6.3, which exceeds the standard safety threshold (≥ 1.5). Therefore, the proposed chip compactor machine is deemed safe and effective for implementation in small-scale production workshops to support better waste handling and workspace organization..

Keywords: structural analysis, finite element method, metal waste, chip compactor machine, design engineering.

Abstrak. Limbah geram yang dihasilkan dari proses permesinan seperti bubut, frais, dan sekrap merupakan salah satu bentuk limbah logam yang berpotensi mengganggu efisiensi ruang kerja dan keselamatan di bengkel produksi, khususnya di lingkungan usaha kecil dan menengah (UMKM). Penelitian ini bertujuan untuk merancang sebuah mesin press geram yang mampu memadatkan limbah logam hasil pemessinan, serta menganalisis kekuatan struktur komponen utamanya guna memastikan keandalan dan keamanan desain. Metode perancangan dilakukan melalui tahapan identifikasi kebutuhan, perancangan desain menggunakan perangkat lunak CAD, dan analisis struktural menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*). Komponen utama yang dianalisis adalah poros pendorong dan rangka mesin dengan mempertimbangkan parameter tegangan *Von Mises*, deformasi (*displacement*), dan *factor of safety* (FOS). Hasil simulasi menunjukkan bahwa desain yang dikembangkan memiliki nilai tegangan maksimum sebesar $2,38 \times 10^7$ N/m², *displacement* sebesar 0,178 mm, dan nilai FOS = 6,3 di atas nilai standar aman ($\geq 1,5$). Dengan demikian, mesin press geram yang dirancang dapat dioperasikan secara aman dan efektif dalam mendukung pengelolaan limbah di bengkel produksi berskala kecil.

Kata kunci: analisis struktural, finite element method, limbah logam, mesin press geram, rekayasa desain

LATAR BELAKANG

Industri permesinan merupakan salah satu sektor penting dalam proses pengolahan logam menjadi produk yang siap pakai. Saat ini, banyak komponen mesin diproduksi menggunakan mesin-mesin perkakas, baik secara konvensional maupun non-konvensional. Di Indonesia, masih banyak industri kecil dan menengah yang

Received: Juli 14, 2025; Revised: Juli 15, 2025; Accepted: August 20, 2025; Online Available: Juli 21, 2025; Published: Juli 29, 2025;

*Corresponding author, ekaterina_setyawati@usahid.ac.id

menggunakan mesin perkakas konvensional karena kapasitas produksi yang relatif rendah serta keterbatasan investasi teknologi. Oleh karena itu, untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang baik dan biaya yang efisien, industri permesinan dituntut untuk meningkatkan efisiensi, akurasi, dan produktivitas kerja (Rohmat & Darmawan, 2020).

Pada proses pemesinan konvensional, seperti proses bubut, milling, gurdi, dan sekrup, terjadi interaksi langsung antara alat potong dan benda kerja logam. Proses ini menghasilkan limbah logam berupa geram (serpihan logam), yang terbentuk sebagai hasil penyayatan logam oleh pahat. Geram ini merupakan limbah padat yang volumenya cukup besar dan jika tidak dikelola dengan baik, dapat menimbulkan gangguan di area kerja produksi, termasuk risiko keselamatan kerja, kebersihan, serta efisiensi tata letak ruang produksi (Sutopo et al., 2019).

Geram dapat berbentuk serbuk halus, serpihan kecil, spiral memanjang, atau potongan berbentuk kawat dan ulir. Formasi geram menunjukkan bahwa pemotongan logam merupakan proses yang bersifat tidak kontinu, di mana gaya potong yang terjadi antara pahat dan benda kerja tidak konstan (Kalpakjian & Schmid, 2020). Variasi bentuk dan ukuran geram ini juga menjadi tantangan dalam penanganannya, terutama di ruang kerja sempit seperti bengkel produksi (Sutopo et al., 2019).

Geram hasil pemesinan bersifat tajam, berserakan, dan volumenya besar meskipun massanya relatif ringan. Penumpukan geram tanpa sistem pengelolaan yang tepat tidak hanya menyulitkan pengangkutan dan penyimpanan, tetapi juga mengurangi efisiensi area kerja produksi. Oleh karena itu, dibutuhkan suatu alat bantu mekanis yang mampu mengurangi volume geram agar lebih mudah ditangani, dikemas, atau bahkan dijual kembali sebagai limbah logam bernilai

Salah satu pendekatan yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan menggunakan mesin press geram, yaitu alat mekanis yang berfungsi untuk memadatkan limbah logam menjadi bentuk yang lebih kecil dan mudah ditangani. Mesin semacam ini telah banyak dikembangkan di industri besar, namun ketersediaannya untuk skala usaha kecil masih terbatas, baik dari segi ukuran, biaya, maupun daya operasional (Prasetyo & Wibowo, 2021).

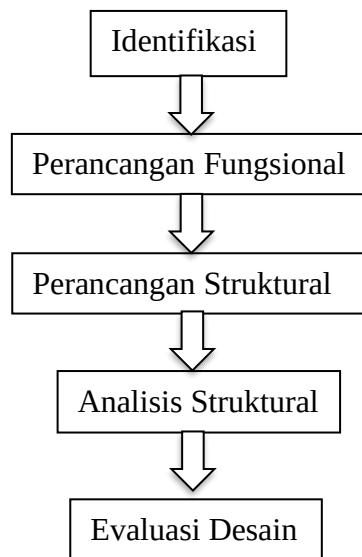
Agar mesin press geram yang dirancang dapat dioperasikan secara aman dan tahan lama, diperlukan analisis struktural terhadap komponen utama mesin, seperti poros

pendorong dan rangka. Metode yang umum digunakan untuk keperluan ini adalah Finite Element Method (FEM), yang mampu memprediksi deformasi, tegangan (*Von Mises*), dan faktor keamanan (*Factor of Safety*) dari desain mekanik (Chandrupatla & Belegundu, 2011; Kebede & Lemu, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk merancang mesin press geram hasil pemesinan yang sesuai untuk lingkungan bengkel produksi kecil dan menengah, serta menganalisis kekuatan strukturalnya menggunakan simulasi FEM, sebagai bagian dari upaya peningkatan efisiensi pengelolaan limbah dan keselamatan kerja di sektor industri kecil.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa desain dan simulasi teknik. Dengan menggunakan pendekatan rekayasa desain, penelitian ini terdiri dari beberapa tahap. Metode pendekatan rekayasa desain adalah suatu kegiatan rencana (*plan*), perancangan (*design*), konstruksi (*construct*), terapan (*applied*) yang tidak rutin, sehingga di dalamnya terdapat suatu modifikasi dan kontribusi baru, baik dalam bentuk proses maupun produk [Mulyanto et al., 2021]. Gambar 1 memperlihatkan dari tahapan penelitian tersebut.



Gambar 1. Bagan tahapan penelitian

Secara rinci tahapan penelitian pada Gambar 1 dapat dijelaskan sebagai berikut (Hassan et al., 2017; Sugandi et al, 2020):

1. Identifikasi: melakukan observasi mengenai permasalahan yang ada di bengkel produksi skala kecil. Memberikan solusi khususnya penanganan limbah geram. Melakukan penelitian dan kajian secara intensif berkenaan dengan penanganan limbah geram hasil permesinan.
2. Mempelajari karakteristik geram : melakukan pengamatan jenis geram yang dihasilkan dan pengukuran dimensi sebagai dasar untuk mendesain dan menentukan material mesin press geram
3. Analisis sistem kerja mesin: Mekanisme pengepresan seperti apa yang cocok diterapkan pada mesin press.
4. Rancangan fungsional : Rancangan fungsional ditekankan pada fungsi utama mesin secara keseluruhan dan output produk yang dihasilkan.
5. Rancangan struktural dan analisis teknik : Rancangan struktural merupakan bagian penting dari desain akhir mesin press geram. Dimana posisi, rumah press, silinder press, rangka mesin, dudukan motor penggerak dan saluran pengeluaran di rakit menjadi satu kesatuan yang utuh dan diletakkan sesuai dengan fungsi dan rancangan awal. Analisis teknik lebih pada simulasi software untuk mendapatkan nilai von Mises, displacement dan FOS..
6. Cetak biru gambar desain mesin: Seluruh rancangan struktural mesin press geram akan dituangkan dalam bentuk gambar 2 dimensi dan 3 dimensi dengan menggunakan software solidwork .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengumpulan Data dan Kriteria Perancangan

Pengumpulan data dan kriteria perancangan didasarkan pada studi literatur dan juga data berdasarkan asumsi terhadap limbah yang dihasilkan. Pada alat press geram ini diharapkan memenuhi kriteria sebagai berikut :

1. Dapat dihasilkan alat yang kokoh dan tidak bergetar saat dioperasikan.
2. Dapat mereduksi volume limbah setelah dilakukan proses press.
3. Mesin menggunakan sistem tekan hidrolik semi otomatis

Perancangan Fungsional.

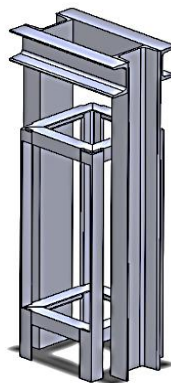
Rancangan fungsional merupakan hasil rancangan komponen dari suatu sistem yang memiliki fungsi yang saling mendukung untuk menjalankan sistem tersebut. Rancangan fungsional pada alat press geram yaitu sebagai berikut :

1. Hidrolik pump berfungsi sebagai alat penekan.
2. Besi siku berfungsi sebagai rangka utama pada alat.
3. Ruang press berfungsi sebagai tempat limbah dilakukan proses press.
4. Pintu atas berfungsi sebagai untuk memasukan limbah yang akan diproses.
5. Pintu bawah berfungsi sebagai tempat keluaran limbah yang sudah diproses.
6. Tutup penekan berfungsi sebagai penekanan pada limbah saat hidrolik dioperasikan.

Perancangan Struktural

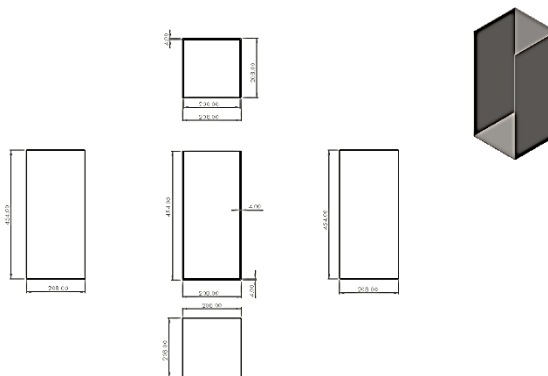
Perancangan struktural untuk menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan serta rancangan dapat direalisasikan sesuai dengan kriteria untuk menurunkan volume limbah dengan cara dilakukan proses press dengan hasil yang optimum. Adapun struktur komponen utama dari alat press geram adalah :

1. Rangka : Bahan yang digunakan pada rangka yaitu besi siku (*angle iron*) sudut 90^0 dengan ukuran 35 mm x 35 mm x 5 mm dan besi C channel dengan ukuran 100 mm x 10 mm dan ukuran 80 mm x 8 mm dengan menggunakan material AISI 1020.



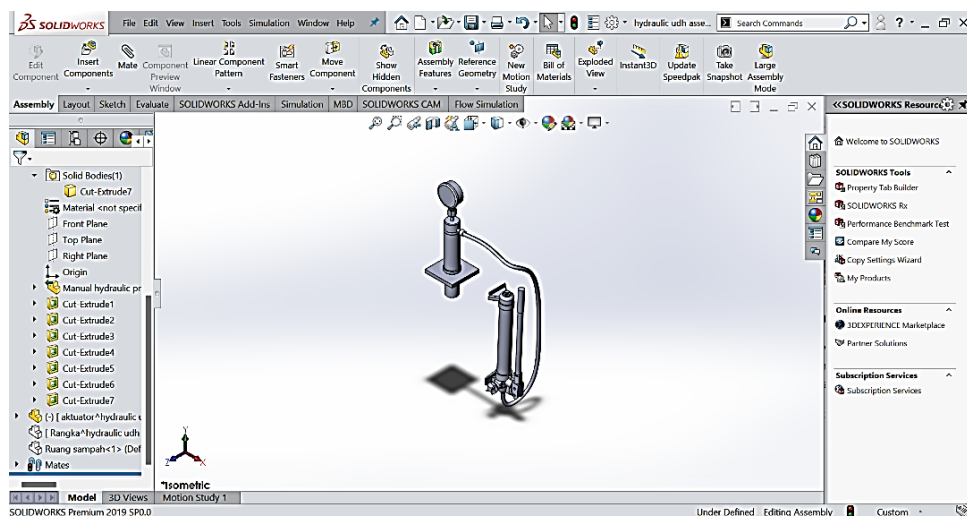
Gambar 2. Rangka alat press geram

2. Ruang press : Bahan yang digunakan pelat baja AISI 1020 dengan ketebalan 4 mm dengan dimensi 208 mm x 208 mm x 450 mm.



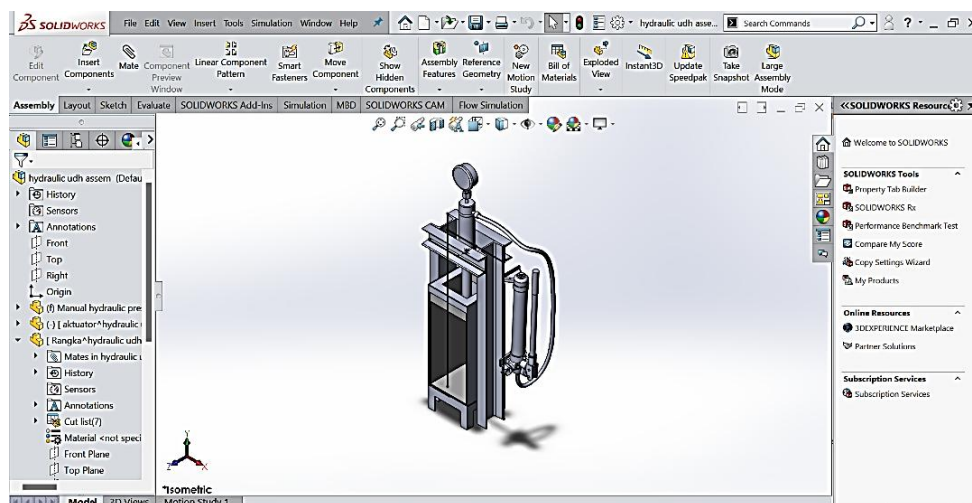
Gambar 3. Ruang pengepressan

3. Hidrolik press : body hidrolik menggunakan bahan metal/ besi. Dengan tekanan minimum sebesar 20 kg/cm^2 dan tekanan maksimum sebesar 700 kg/cm^2 .



Gambar 4. Hidrolik Press

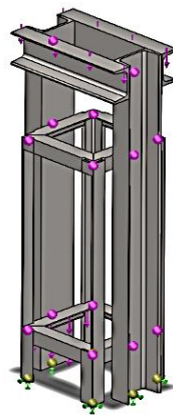
4. Mesin press geram menggunakan sistem penekan hidrolik, gambar 5 berikut:



Gambar 5. Alat press geram

Simulasi Statik

Pada suatu simulasi statik selalu terdapat bagian pada *part* yang dianggap kaku atau tidak bergerak (*fix*), bagian yang dianggap *fix* dapat berupa permukaan yang rata atau berhubungan dengan komponen yang lainnya. Penentuan posisi *fixtures* sangat menentukan hasil dari simulasi yang dilakukan. Apabila salah dalam menentukan posisi *fixtures* maka hasil dari simulasi akan berakibat fatal karena mempengaruhi dari faktor keamanan. Oleh karena itu penentuan posisi *fixtures* perlu diperhatikan secara teliti. Penentuan *fixtures* diletakan pada posisi paling bawah dari rangka yang merupakan daerah yang menjadi tumpuan dari rangka.



Gambar 6. Penentuan *fixtures* dan titik pembebanan

Analisis Simulasi Software

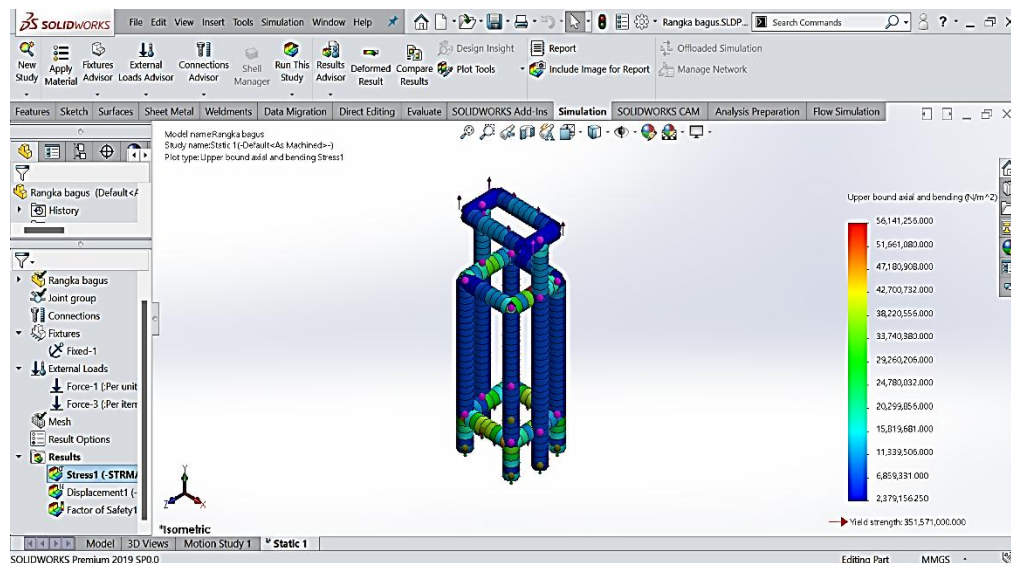
Dari simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *software Solidworks* didapatkanlah data untuk dilakukan analisa. Simulasi yang dilakukan adalah simulasi statik dengan cara dilakukan pemberian beban asumsi sebesar 10094.49 N pada objek diam, tujuannya adalah untuk melihat hasil dari *von misses stress*, *displacement*, dan *factor of safety*.

1. Von Misses Stress

Von Misses Stress yang terjadi akibat beban yang terdapat pada rangka yang dapat mengakibatkan pembengkokan pada bagian tertentu. Seperti terlihat pada gambar 7, warna biru merupakan tegangan minimum sedangkan warna merah menandakan tegangan maksimum. Dapat dilihat deformasi dari *von misses stress* lebih besar pada posisi bagian bawah rangka karena menerima beban yang besar.

Pada hasil simulasi ini menunjukkan bahwa tegangan terbesar senilai $5,61 \times 10^7$ N/m² terjadi karena pembebanan yang terpusat pada rangka bawah mesin dan untuk

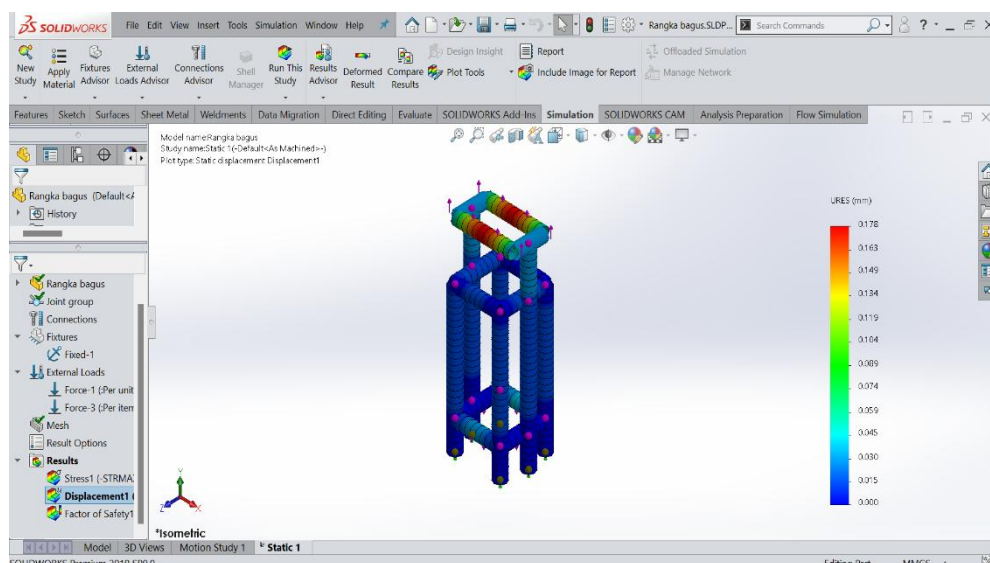
tegangan terkecil yaitu sebesar $2,38 \times 10^7 \text{ N/m}^2$. Von misses stress yang terjadi dikategorikan aman karena dibawah *yield strength* yaitu $3,52 \times 10^8 \text{ N/m}^2$.



Gambar 7. Von misses stress pada rangka

2. Displacement

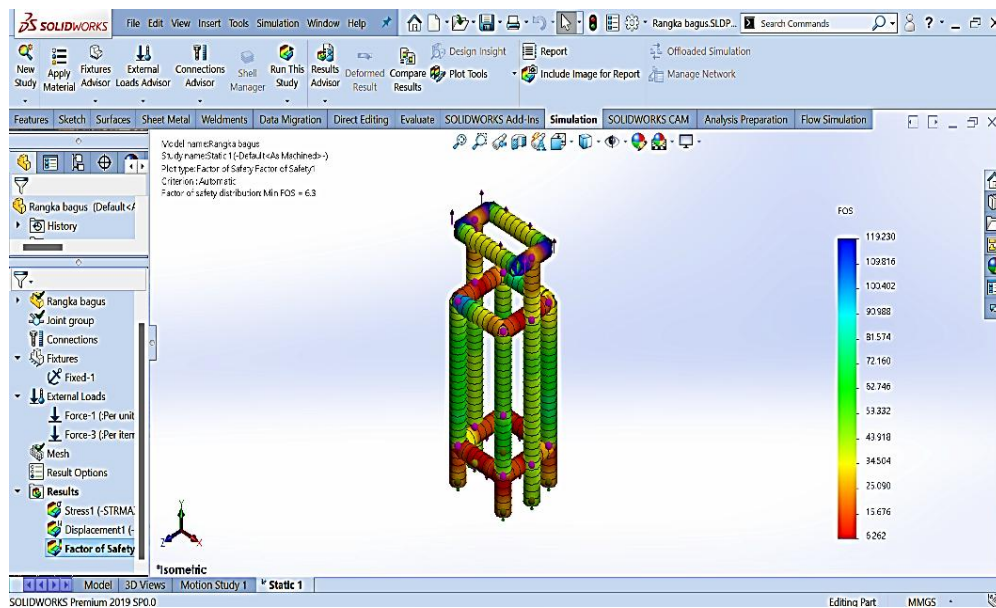
Displacement atau perubahan bentuk yang terjadi pada rangka yang disebabkan oleh pembebanan yang diberikan. Seperti terlihat pada gambar 8 di bawah ini yang berwarna biru merupakan nilai *displacement* minimum sebesar 0 mm sedangkan warna merah merupakan nilai *displacement* maksimum yaitu sebesar 0,178 mm. Dapat disimpulkan beban pada rangka terdistribusi secara baik sehingga tidak menimbulkan perubahan pada struktur rangka tersebut.



Gambar 8. Displacement pada rangka

3. Factor Of Safety

Faktor yang perlu diperhatikan dalam desain konstruksi adalah faktor keamanan, yaitu menghasilkan rangka yang aman, ukuran yang minimum dan kuat. Selain itu faktor keamanan digunakan untuk mengetahui apakah benda tersebut memenuhi standar keamanan. Seperti terlihat pada gambar 9 di bawah ini warna merah merupakan nilai *Factor of safety* maksimum yaitu sebesar 6,262. Dapat disimpulkan keamanan rangka telah memenuhi syarat karena $\geq 1,5$.



Gambar 9. *Factor of safety* pada rangka

Hasil pengujian yang berupa tingkat *displacement* hanya menunjukkan pergerakan perpindahan maksimal yang terjadi pada konstruksi saja, sedangkan, *von mises stress* akan menunjukkan tegangan maksimal yang terjadi pada konstruksi. Besar kecilnya tegangan yang terjadi pada konstruksi akan sangat mempengaruhi tingkat keamanan.

KESIMPULAN

Penelitian ini telah berhasil merancang sebuah mesin press geram yang ditujukan untuk mendukung pengelolaan limbah logam hasil proses permesinan di bengkel produksi skala kecil. Perancangan mesin dilakukan berdasarkan pertimbangan efisiensi penggunaan ruang, peningkatan keselamatan kerja, serta penanganan limbah padat secara mekanis dan terstruktur.

Hasil analisis struktural menggunakan metode elemen hingga (Finite Element Method/FEM) menunjukkan bahwa komponen utama mesin, yaitu poros pendorong dan

rangka, memiliki kekuatan dan kestabilan yang sangat baik. Tegangan maksimum (Von Mises stress) yang terjadi sebesar $2,38 \times 10^7$ N/m², masih berada jauh di bawah batas kekuatan izin material yang digunakan. Nilai perpindahan maksimum (displacement) hanya 0,178 mm, menunjukkan deformasi struktur yang sangat kecil dan tidak berpengaruh signifikan terhadap performa operasional. Selain itu, nilai faktor keamanan (Factor of Safety/FOS) mencapai 6,3, yang berarti desain memiliki margin keamanan yang tinggi terhadap beban kerja yang diberikan.

Berdasarkan hasil tersebut, mesin press geram yang telah dirancang dinyatakan layak, aman, dan efektif untuk diterapkan di bengkel produksi skala kecil sebagai solusi pengelolaan limbah geram logam, sekaligus berkontribusi dalam peningkatan keteraturan ruang kerja dan keselamatan lingkungan kerja permesinan.

DAFTAR REFERENSI

- Chandrupatla, T. R., & Belegundu, A. D. (2011). *Introduction to Finite Elements in Engineering* (4th ed.). Pearson Education
- Hassan, M. F., Afham, M. F., Ismail, A. E., et al. (2017). Design and development of a portable metal chip baler using a system design approach. *MATEC Web of Conferences*, 135, 00018
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2020). *Manufacturing Engineering and Technology* (8th ed.). Pearson.
- Muas, M., Halik, R., Ekawati, D., Hasbullah, A., & Samudra, S. A. (2021). Analisis proses manufaktur alat pengepres geram pada mesin perkakas berbasis otomatisasi. *Jurnal Teknik Mesin Sinergi*, 17(2), 100–109.
<https://doi.org/10.31963/sinergi.v17i2.2080>
- Kebede, B. M., & Lemu, H. G. (2019). Design, simulation and production of hydraulic briquette press for metal chips. *Advances in Science and Technology Research Journal*, 13(2), 24–30. <https://doi.org/10.12913/22998624/105809>
- Rohmat, D. H., & Darmawan, M. A. (2020). Studi efektivitas pemessinan konvensional di industri kecil. *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 11(1), 23–29.
- Sugandi, Wahyu K., Asep Yusuf, & Asri Widyasanti. (2020). Rancang Bangun dan Uji Kinerja Mesin Pembersih Ubi Cilembu. *Prosiding IRWNS, The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar* (71-77). Bandung.
<https://doi.org/10.35313/irwns.v11i1.1970>
- Sutopo, W., Fathony, A., & Nugroho, B. S. (2019). Evaluasi pengelolaan limbah padat logam pada industri kecil menengah. *Jurnal Teknik Industri*, 20(1), 13–20.
<https://doi.org/10.9744/jti.20.1.13-20>
- Mulyanto, T., Supriyono, Agung Dwi Sapto. (2021). Perancangan Alat Penyaring Limbah Minyak Jelantah Dengan Metode Sentrifugal, *Jurnal Presisi*, 23(2), 12-19.
<https://ejournal.istn.ac.id/index.php/presisi/article/view/1038/710>