

## Analisa Desain Rangka Alat *Compact Heat Induction Press* Menggunakan Metode Finite Element Analysis

<sup>(1)\*</sup> *Ilham Taufik Maulana*, <sup>(2)</sup> *Ahmad Zohari*, <sup>(3)</sup> *Adik Susilo Wardoyo*, <sup>(4)</sup> *Pilar Adhana Heryanto*

<sup>(1,2,3,4)</sup> *Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Gajah Tunggal, Jl. Gajah Tunggal  
No. 16, Alam Jaya, Jatiuwung, Kota Tangerang, Banten, Indonesia, 15133*

*\*Email: ilham.tmaulana@gmail.com*

Diterima: 22.09.2021 Disetujui: 18.10.2021 Diterbitkan: 25.10.2021

### ABSTRACT

*In manufacture technology, accuracy, effectiveness and efficiency are important factors because the use of technology is expected to maximize quality and quantity with existing resources. The manufacturing process is the process of making products starting with the selection of raw materials and the machining process following the design to suit the needs. In other words, design is the main thing before carrying out manufacturing activities. Meanwhile, in designing a machine, it is necessary to have a material selection procedure according to the application conditions. The strength of the material can be obtained by simulating it using the Finite Element Analysis (FEA) method. This simulation aims to determine the maximum safe load limit on the tool frame design. In this study, the design of the tool frame made was given 5 loading treatments, the minimum loading was 50kg and the maximum loading was 200kg. Based on the simulation results, the maximum safety factor occurs at 50 kg loading of 10,019 ul and the minimum safety factor occurs at 200 kg loading with a value of 3.60064 ul. Based on the analysis of the load given to the frame of the compact press and sintering tool that the designed tool is safe.*

**Keywords:** *Strength of Material, Finite Element Analysis, Manufacturing*

### ABSTRAK

Dalam teknologi manufaktur, ketepatan, efektifitas dan efisiensi merupakan faktor penting karena pemanfaatan teknologi diharapkan dapat memaksimalkan kualitas dan kuantitas dengan sumber daya yang ada. Proses manufaktur merupakan proses pembuatan produk dimulai dengan pemilihan bahan baku dan proses permesinan mengikuti perancangan agar sesuai dengan kebutuhan. Dengan kata lain, perancangan merupakan hal utama sebelum melakukan kegiatan manufaktur. Sementara itu, dalam mendesain sebuah mesin, perlu adanya prosedur pemilihan bahan yang sesuai dengan kondisi aplikasi. Kekuatan material bisa didapatkan dengan cara disimulasikan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui batasan pembebanan maksimal yang aman pada desain rangka alat. Dalam penelitian ini desain rangka alat yang dibuat diberi 5 perlakuan pembebanan, pembebanan minimum sebesar 50kg dan pembebanan maksimum sebesar 200kg. Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, *safety factor* maksimal terjadi pada pembebanan 50kg sebesar 10.019 ul dan *safety factor* minimum terjadi pada pembebanan 200kg dengan nilai sebesar 3.60064 ul. Berdasarkan analisis pembebanan yang diberikan pada rangka alat *compact press and sintering* bahwa alat yang dirancang aman.

**Kata Kunci:** *Kekuatan Material, Finite Element Analysis, Manufaktur.*

### I. Pendahuluan

Manufaktur adalah diadaptasi dari bahasa latin *manus factus* yang berarti dibuat

dengan tangan (Supriyanto, 2020). Pada saat ini industri modern telah menggunakan mesin-mesin produksi dan komponen alat yang cukup maju dalam proses pembuatan suatu produk.

Jerman, Amerika Serikat dan Jepang merupakan negara pemasok utama dalam perkembangan mesin industri manufaktur.

Dalam teknologi manufaktur, ketepatan, efektifitas dan efisiensi merupakan faktor penting karena pemanfaatan teknologi diharapkan dapat memaksimalkan kualitas dan kuantitas dengan sumber daya yang ada. Salah satu contoh dari teknologi tersebut adalah mesin CNC *milling*, mesin CNC *Milling* dapat melakukan proses permesinan pada benda kerja untuk membentuk profil dan ukuran yang diinginkan dengan nilai ketelitian tinggi (Maulana, 2020). Dalam konteks yang lebih modern, proses manufaktur merupakan membuat produk dari bahan baku melalui berbagai proses berdasarkan perancangan yang telah dibuat sesuai kebutuhan. Dengan kata lain, perancangan merupakan hal utama sebelum melakukan kegiatan manufakturing.

Sementara itu, untuk mendesain sebuah mesin, perlu adanya prosedur pemilihan bahan yang sesuai dengan kondisi aplikasi. Selain Kekuatan dan kekakuan material masih terdapat faktor lainnya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur, namun kekuatan material sama pentingnya dengan sifat material lainnya seperti kekerasan, ketangguhan, yang merupakan kriteria penetapan pemilihan bahan (Sofyan, 2019). Kekuatan material bisa didapatkan dengan cara disimulasikan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA). *Finite Element Analysis* (FEA) merupakan sebuah metode analisis eksperimen yang berasal dari fenomena kompleks mekanika suatu benda yang kemudian dibuat visualisasinya atau pemodelan *virtual* melalui perangkat lunak berbasis *Computer Aided Engineering* (CAE) (Rahma, 2018).

Efisiensi merupakan kegiatan yang memaksimalkan sumber daya yang ada untuk mendapatkan *output* dengan maksimal. Permasalahan pada industri manufaktur di Indonesia antara lain terjadinya disparitas tingkat efisiensi dan produktivitas dari tiap-tiap sub-sektor dari industri manufaktur di Indonesia (Lestari, 2017). Sehingga efisiensi merupakan salah satu faktor yang sangat diperlukan pada industri manufaktur.

*Sintering* adalah salah satu kegiatan dalam industri manufakturing. *Sintering* merupakan salah satu proses dalam pembuatan metalurgi

serbuk setelah proses kompaksi. Proses ini dilakukan dengan memberikan panas pada serbuk di bawah temperatur *melting point*-nya sehingga terjadi *transfer* massa pada permukaan serbuk dan terbentuk ikatan bersama antar serbuk (Sarifudin, 2014). Didalam proses ini benda padat terbentuk akibat ikatan antar partikel. Panas menyebabkan setiap partikel bersatu dan meningkatkan efektivitas reaksi tegangan pada permukaan partikel sehingga kapadatannya ikut bertambah. Pada proses *sintering* sebelumnya akan dilakukan proses penekakanan atau kompaksi dengan mesin berbeda. Tujuan dari proses ini adalah membentuk produk sesuai dengan yang diinginkan.

Banyak kajian yang menulis tentang proses *sintering*, misalnya pengaruh suhu dan material yang digunakan. Namun demikian, penelitian ini akan menguji kekuatan material rangka alat *compact press and sintering* dengan menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA), di mana tujuan alat tersebut adalah menyatukan dua proses dari dua alat, yaitu kompaksi dan *sintering*.

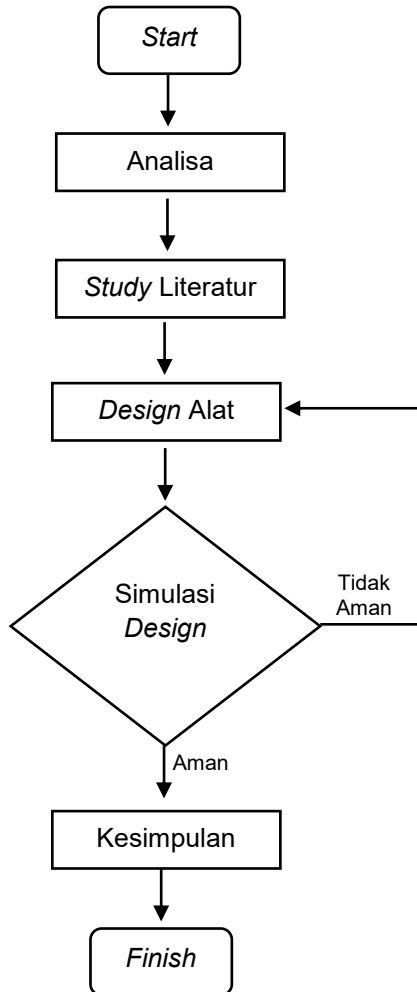
## II. Bahan dan Metode

### 1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Design Based Research* (DBR). Di mana pada jenis penelitian ini dimulai dengan menganalisa masalah lalu dilakukan *study* literatur terkait *sintering*, mendesain alat serta memilih material yang akan digunakan, dalam pemilihan material terdapat beberapa faktor yang diperhatikan yaitu kekuatan, elastisitas, kekakuan, dan keuletan (Hardiputra, 2018). Selanjutnya menganalisa hasil desain untuk melihat gejala yang terjadi ketika diberi beban dan *safety factor*, *safety factor* merupakan faktor yang sering digunakan dalam mengevaluasi keamanan dari suatu elemen agar sebuah desain terjamin keamanannya dengan dimensi yang minimum (Wibawa, 2019). Pada Gambar 1 terdapat alur penelitian untuk menjelaskan urutan proses penelitian ini.

Pemulaan sebelum dilakukan simulasi adalah membuat desain mesin sesuai dengan analisa dan studi literatur yang telah dilakukan. Pembuatan desain dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor Professional 2020*. Setelah desain diselesaikan, langkah

selanjutnya menentukan titik – titik di mana mesin akan diberi beban. Pada titik tersebut beberapa nilai beban akan diberikan, sehingga dapat dilihat efek pada mesin ketika diberi beban – beban tersebut.

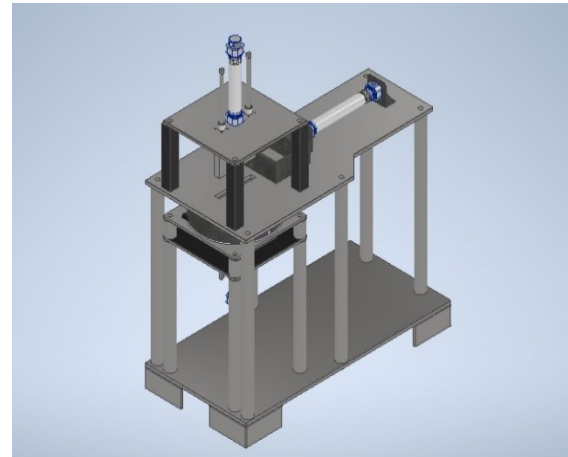


Gambar 1. Alur penelitian

## 2. Analisa

Pada penelitian ini, analisis stress dilakukan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor Professional 2020* sebagai simulasi pengujian yang mana dapat menghemat waktu serta bahan dalam pembuatan purwarupa sebuah alat atau produk. Untuk menghitung kekuatan dan perilaku struktur komponen teknik dengan membagi obyek menjadi *mesh* metode yang digunakan adalah elemen hingga (FEA/*Finite Element Analysis*). Dengan metode FEA dapat mengetahui nilai deformasi dari sebuah benda Ketika diberi beban. Deformasi merupakan perubahan bentuk akibat eksternal benda seperti panas atau gaya tekan atau tarik (Utomo, 2019).

## 3. Desain Rangka Alat



Gambar 2. Hasil desain rangka mesin penelitian

Bentuk desain disesuaikan dengan fungsi kerja alat dan ukuran komponen – komponen yang digunakan, material yang digunakan pada kaki rangka utama adalah *Steel Mild* sedangkan untuk plat yang menyanggah silinder menggunakan *Galvanized Steel*. Berikut merupakan tabel *mechanical properties* dari material *Steel Mild* :

Tabel 1. *Mechanical Properties* pada Material *Steel Mild*

Material	Sifat	Nilai
Steel Mild	Mass Density	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile Strength	345 MPa
	Young's Modulus	220 GPa
	Poisson's Ratio	0.275 ul
	Shear Modulus	86.2745 GPa

Kemudian berikut ini disajikan *mechanical properties* untuk material *Galvanized Steel* dalam Tabel 2.

Tabel 2. *Mechanical Properties* pada Material *Galvanized Steel*

Material	Sifat	Nilai
Galvanized Steel	Mass Density	7.85 g/cm <sup>3</sup>
	Yield Strength	207 MPa
	Ultimate Tensile	345 MPa

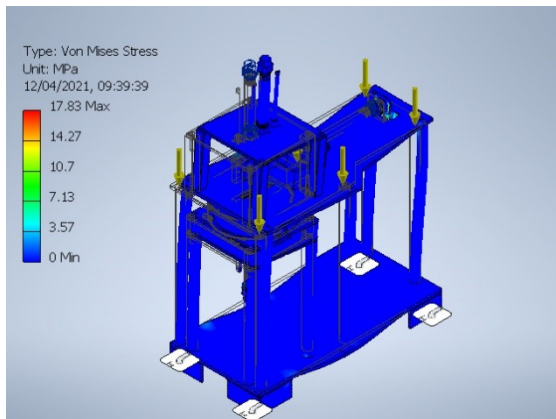
Strength	
Young's Modulus	220 GPa
Poisson's Ratio	0.275 ul
Shear Modulus	86.2745 GPa

### III. Hasil dan Pembahasan

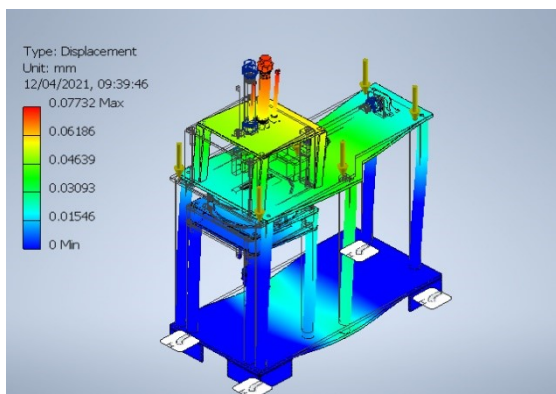
Hasil simulasi pada rangka alat press dan sintering dapat dilihat pada Tabel – tabel yang ada dibawah ini. Hasil simulasi menunjukkan rancangan rangka alat *press dan sintering* masih aman untuk menahan benda dengan beban 200kg, dikarenakan *safety factor* pada beban tersebut masih dalam kategori aman.

#### a. Beban 50kg

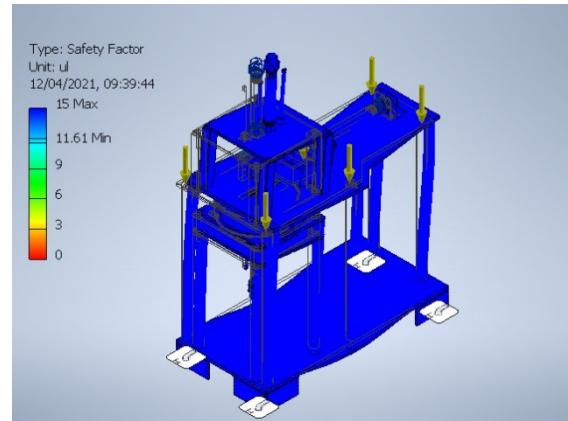
Pada simulasi dengan beban sebesar 50kg dapat dilihat bahwa nilai *safety factor* cukup besar yaitu sebesar 10.019 sehingga menunjukkan bahwa desain rangka yang dipakai sangat aman jika diberikan beban secara merata sebesar 50kg.



Gambar 3. Von Mises Stress pada beban 50kg



Gambar 4. Displacement pada beban 50kg



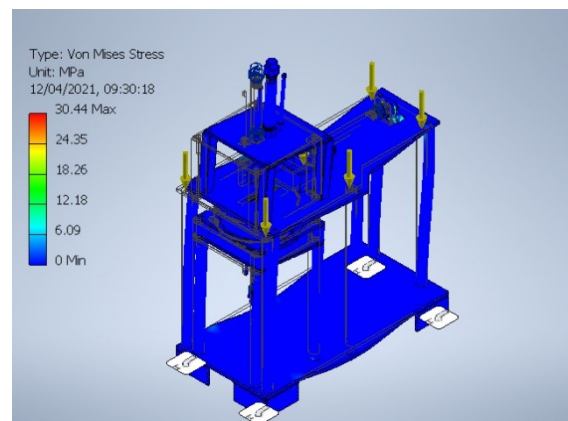
Gambar 5. Safety Factor pada beban 50kg

Tabel 3. Hasil simulasi pembebanan 50kg

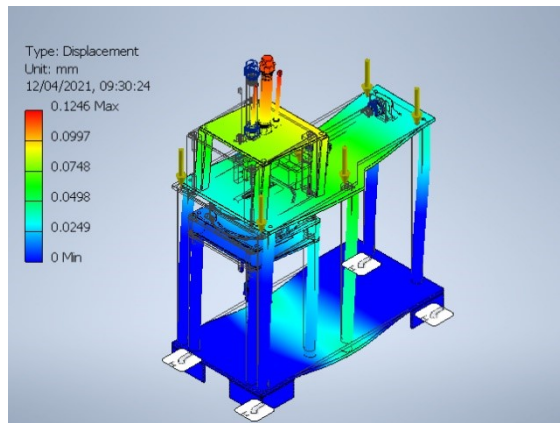
Tipe pengujian	Nilai	
Von mises stress (MPa)	Minimum	0.0000196587 MPa
	Maksimum	18.0131 MPa
Displacement(mm)	Minimum	0 mm
	Maksimum	0.149226 mm
Safety factor	Minimum	10.019 ul
	Maksimum	15 ul

#### b. Beban 100kg

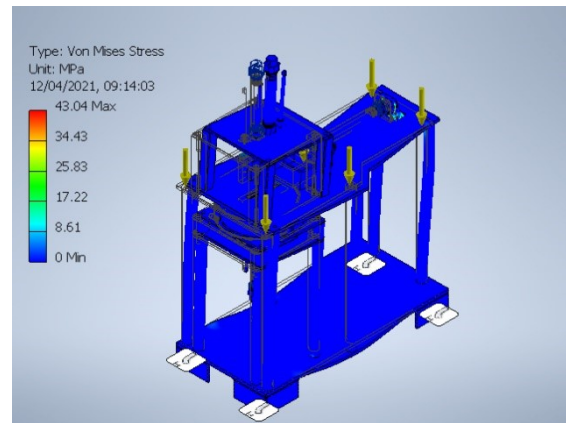
Selanjutnya dilakukan simulasi dengan beban sebesar 100kg dan didapatkan nilai *safety factor* yang menurun sehingga didapatkan nilai *safety factor* sebesar 6.34698.



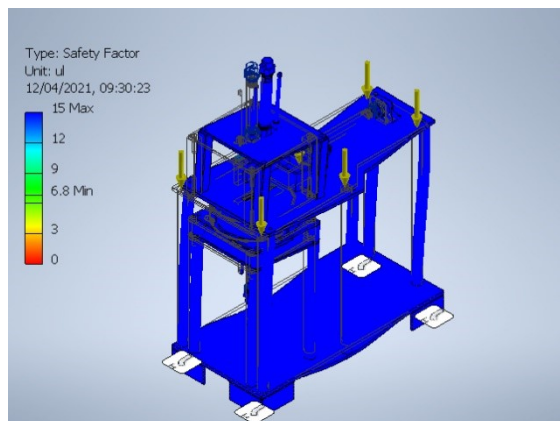
Gambar 6. Von Mises Stress pada beban 100kg



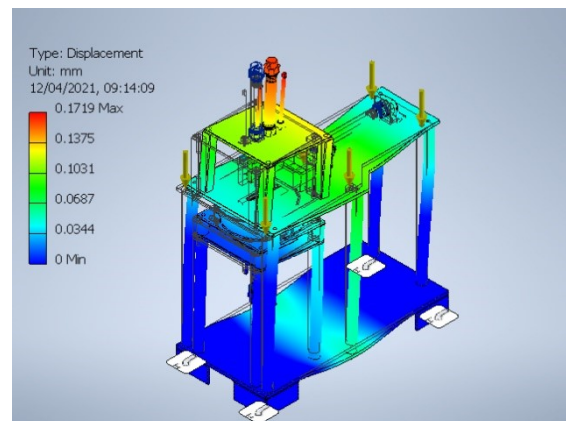
Gambar 7. Displacement pada beban 100kg



Gambar 9. Von Mises Stress pada beban 150kg



Gambar 8. Safety Factor pada beban 100kg



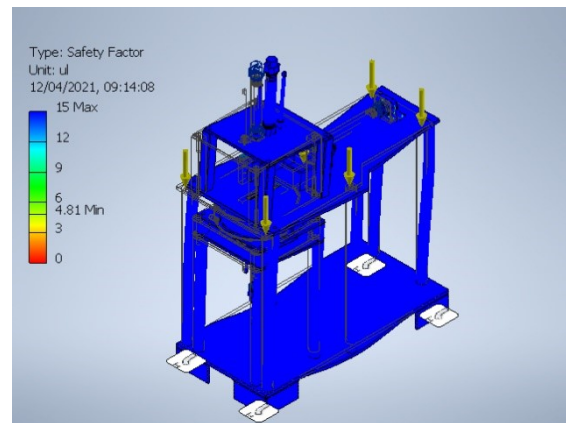
Gambar 10. Displacement pada beban 150kg

Tabel 4. Hasil simulasi dengan beban 100 kg

Tipe pengujian	Nilai	
Von mises stress (MPa)	Minimum	0.0000351508 MPa
	Maksimum	30.4406 MPa
Displacement(mm)	Minimum	0 mm
	Maksimum	0.16675 mm
Safety factor	Minimum	6.34698 ul
	Maksimum	15 1

**c. Beban 150kg**

Penelitian dilanjutkan dengan dilakukannya simulasi dengan beban merata sebesar 150kg para rangka alat press dan sintering, setelah itu di dapatkan nilai *safety factor* sebesar 4.64323 yang berarti rangka masih cukup aman digunakan.



Gambar 11. Safety Factor pada beban 150kg

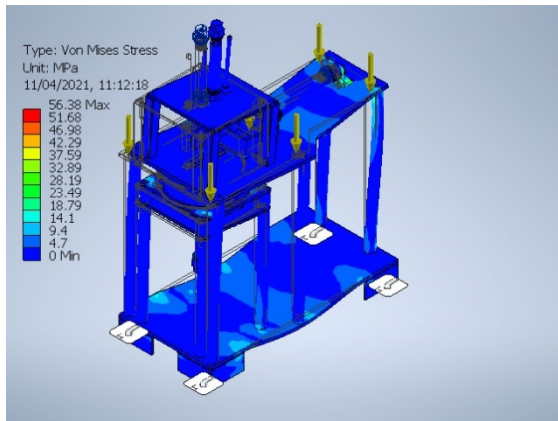
Tabel 5. Hasil simulasi dengan beban 150 kg

Tipe pengujian	Nilai	
Von mises stress (MPa)	Minimum	0.0000321546 MPa
	Maksimum	43.0434 MPa
Displacement(mm)	Minimum	0 mm
	Maksimum	0.185885 mm
Safety factor	Minimum	4.64323 ul
	Maksimum	15 ul

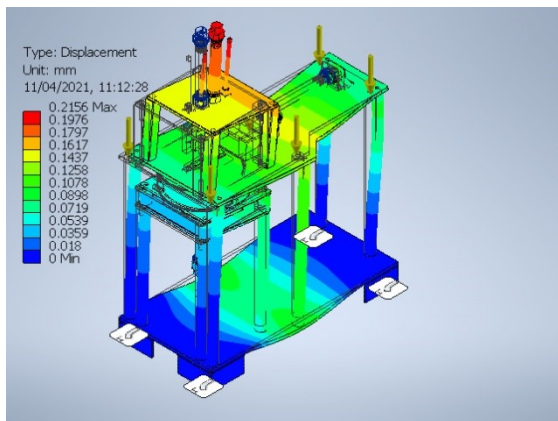


**d. Beban 200kg**

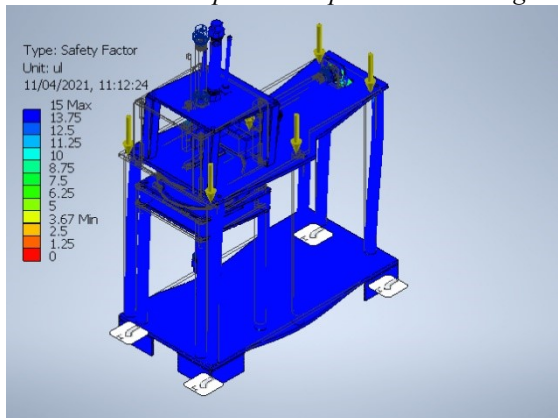
Pengujian diakhiri dengan dilakukannya simulasi dengan beban sebesar 200kg pada rangka dan dihasilkan nilai *displacement* dengan nilai maksimum sebesar 56.3804 MPa serta nilai *safety factor* sebesar 3.60064.



Gambar 12. Von Mises Stress pada beban 200kg



Gambar 13. Displacement pada beban 200kg

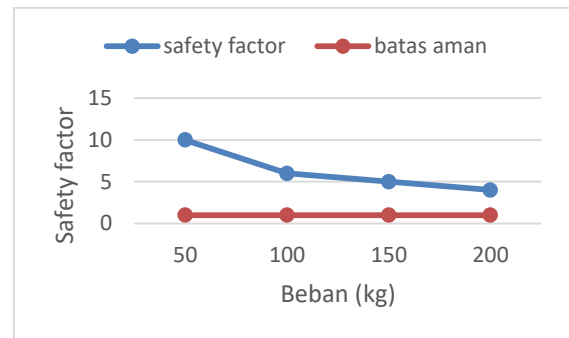


Gambar 14. Safety Factor pada beban 200kg

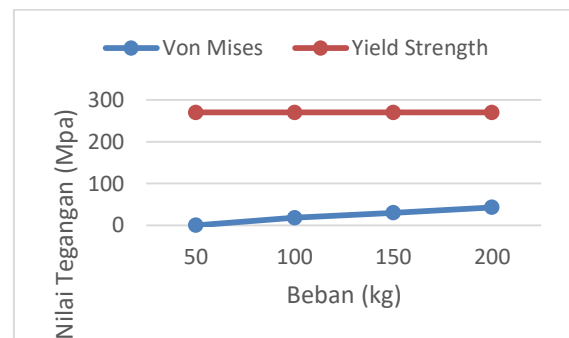
Tabel 6. Hasil simulasi dengan beban 200 kg

Tipe pengujian	Nilai	
Von mises stress (MPa)	Minimum	0.0000498133 Mpa
	Maksimum	56.3804 Mpa
Displacement(mm)	Minimum	0 mm
	Maksimum	0.21558 mm
Safety factor	Minimum	3.60064 ul
	Maksimum	15 ul

Berdasarkan hasil simulasi FEA dari desain mesin yang menggunakan material *steel mild* dan *galvanized steel* yang diberi beban dari 50kg hingga 200kg mendapatkan hasil yang dilihat dalam gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Grafik safety factor



Gambar 16. Grafik von mises stress

Gambar 15 menunjukkan jika *safety factor* dari pembebanan diatas dari nilai *safety factor* 1, yang menunjukkan bahwa beban tersebut masih aman. Pada gambar 16 terlihat bahwa nilai von mises ketika mesin diberi pembebanan masih jauh dari nilai *yield strength* dari material yang digunakan pada nilai 270 Mpa.

#### IV. Kesimpulan

Desain rangka alat yang dibuat sedemikian rupa, maka disimpulkan hasil FEA dengan berbagai jenis pembebanan, sebagai berikut :

- a. Beban 50 kg didapatkan nilai *displacement* maksimal sebesar 0.149226 mm dan *safety factor* minimum 10.019 ul.
- b. Beban 100 kg didapatkan nilai *displacement* maksimal sebesar 0.16675 mm dan *safety factor* minimum 6.34698 ul.
- c. Beban 150 kg didapatkan nilai *displacement* maksimal sebesar 0.185885 mm dan *safety factor* minimum 4.64323 ul
- d. Beban 200 kg didapatkan nilai *displacement* maksimal sebesar 0.21558 mm dan *safety factor* minimum 3.60064 ul.

Sehingga dapat terjadi perubahan bentuk yang diakibatkan adanya *stress* dan *displacement* pada *plat* dasar, serta dapat diketahui *safety factor* yang dapat menunjukkan nilai keamanan rangka ketika diberi beban yang diberikan.

#### Daftar Pustaka

- Hardiputra, F., Djafar, A., & Sulistijono, S. (2018). Perancangan as roda troli pemanjat tangga berdasarkan analisis tegangan dan faktor keamanan. *Prosiding Snitt Poltekba*, 3(1), 312-316.
- Lestari, E. P., & Isnina, W. S. U. (2017). Analisis Kinerja Industri Manufaktur Di Indonesia. *Jurnal Riset Ekonomi dan Manajemen*, 17(1), 183-198.
- Maulana, I. T. (2020). Perancangan Alat Bantu Pemanfaatan Gas Buang dari Proses Melting Recycle untuk Memanaskan Chips sebelum Masuk Melting Furnace. *Jurnal Teknik Mesin ITI*, 4(2), 63-72.
- Rahmi, M., Canra, D., & Suliono, S. (2018). Analisis Kekuatan Ball Valve Akibat Tekanan Fluida Menggunakan Finite Element Analysis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 4(2), 79-84.
- Sarifudin M., & Widyastuti, (2014). The effect of sintering temperature variations and sintering time on the density and hardness of the mmc w-cu through powder metallurgy process. *J. Tek. Pomits*, vol. 3,

no. 1, pp. 44–49.

- Sofyan, A., Glusevic, J., Zulfikar, A. J., & Umroh, B. (2019). Analisis Kekuatan Struktur Rangka Mesin Pengering Bawang Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Apdl 15.0. *Journal of mechanical engineering manufactures materials and energy*, 3(1), 20-28.
- Supriyanto, E. (2020). Manufaktur dalam dunia teknik industri. *Jurnal Industri Elektro dan Penerbangan*, 3(3).
- Utomo, B. (2019). Perbaikan deformasi plat baja pada konstruksi block ssla kapal cepat rudal 60m akibat proses assembly. *Jurnal Proyek Teknik Sipil*, 2(1), 31-36.
- Wibawa, L. A. N. (2019). Desain dan Analisis Tegangan Alat Pengangkat Roket Kapasitas 10 Ton Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 2(01), 23-26.