

Contents list available at [Sinta](https://sinta)

# ARMATUR

: Artikel Teknik Mesin & Manufaktur

Journal homepage: <https://scholar.ummetro.ac.id/index.php/armatur>

## Desain dan Analisis Pembebanan Statis Klem Penahan Pipa Air

Amros A. Tuati<sup>1\*</sup>, Jhon A. Wabang<sup>2</sup>, Paula Rita<sup>3</sup>, Jonri L. Ga<sup>4</sup>, Hero P. Dida<sup>5</sup>

<sup>1\*,2,5</sup>Program Studi D3 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang, Jl. Adisucipto Penfui Kupang, Kota Kupang, NTT

<sup>3,4</sup>Program Studi D4 Teknik Mesin, Politeknik Negeri Kupang, Jl. Adisucipto Penfui Kupang, Kota Kupang, NTT

### ARTICLE INFO

*Keywords:*  
Pipe Clamp, Static Loading,  
FEA, Stress, Deformation,  
Strain, Safety Factor.

### ABSTRACT

*This study aims to design and analyze static loading on a metal water pipe clamp using Finite Element Analysis (FEA) based simulation in Solidworks. The analysis was performed at four static loading variations: 250 N, 500 N, 750 N, and 1000 N, to determine the structural response in terms of stress, displacement, strain, and safety factor. The simulation results show that increasing the loading force significantly affects the stress and deformation values. At 250 N, the clamp remains secure with a high safety factor. Then, at 1000 N, the stress and strain increase significantly, and the safety factor decreases, approaching the material's safety limit. Overall, the clamp design is still capable of supporting loads up to 1000 N. However, shape optimization or increasing the material thickness is needed to improve safety when used under continuous heavy load conditions. The highest von Mises stress is  $8.512e-07$  N/mm<sup>2</sup>, displacement  $9.041e+2$  mm, strain  $2.140e-04$  N/mm<sup>2</sup> and safety factor  $2.609e+01$ .*

### Pendahuluan

Perkembangan dan Pengembangan teknologi dibidang kontruksi dan otomotif yang semakin maju saat ini tidak bisa dipisahkan dari proses perencanaan dan desain material , karena mempunyai peran penting dalam proses rekayasa dan reparasi material logam. Pembangunan konstruksi

dengan logam saat ini sering kali melibatkan unsur desain dan pemodelan, khususnya bidang rancang bangun, karena desain dan rancangan yang baik akan menentukan kualitas hasil produk [1]. Pada proses desain material sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya bentuk, ketebalan, panjang, lebar, pembebabannya dan bahan material yang digunakan [2].

\*Corresponding author: [amrostuati@gmail.com](mailto:amrostuati@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.24127/armatur.v7i1.10907>

Received 29 December 2025; Received in revised form 11 January 2026; Accepted 15 February 2026

Available online 1 March 2026

Pada bidang konstruksi, desain produk digunakan untuk menggabungkan bagian-bagian logam untuk membentuk struktur yang kokoh dan tahan lama. Beberapa aplikasi dalam konstruksi meliputi klem pipa air, dimana pembangunan gedung bertingkat atau struktur industri baja sering digunakan untuk menahan pipa air. Konstruksi pipa dalam industri minyak, gas dan air, pipa logam sering kali digunakan untuk transportasi *fluida*, sehingga sangat diperlukan klem yang baik yang mampu menahan beban yang akan diterimanya. Untuk itu perencanaan dan desain klem sangat diperlukan dalam konstruksinya.

Pada proses perencanaan desain klem penahan pipa air sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya tebal, lebar, Panjang, bentuk dan jenis material yang digunakan. Hasil perencanaan juga akan disimulasikan dengan aplikasi *solidwork* untuk mengetahui seberapa besar pengaruh pembebanan terhadap produk yang didesain dilihat dari nilai *stress*, *strain*, *displacement* dan *safety factor* [3].

Adapun penelitian yang sudah dilakukan dalam simulasi pembebanan menggunakan aplikasi *solidwork* yaitu simulasi *stress analysis* pembebanan statis dengan bantuan *software solidworks* pada perancangan *ladder frame chassis* mobil listrik menggunakan material AISI 4340. Penelitian menggunakan metode *experimental* dengan didapatkan hasil rancangan *chassis ladder frame chassis* mobil listrik dengan jenis SUV memiliki dimensi 3976 mm×1960 mm×464 mm (P×L×T) dengan massa 43,3 kg, tegangan maksimum yang terjadi pada *chassis* sebesar 68,079 MPa, defleksi maksimum yang terjadi pada *chassis* sebesar 0,476 mm, dan faktor keamanan minimum yang terjadi pada *chassis* sebesar 6,904 [4]. Adapun penelitian perancangan dan simulasi rangka dudukan solar panel guna menahan mesin robot solar *cleaner* dengan bobot total 65 kg. Pada beban 65 kg tegangan mak 5.37 MPa dan displacement yang terjadi sebesar 0.09 mm. Dari nilai yang didapat tersebut maka beban total 65 kg tidak menjadi

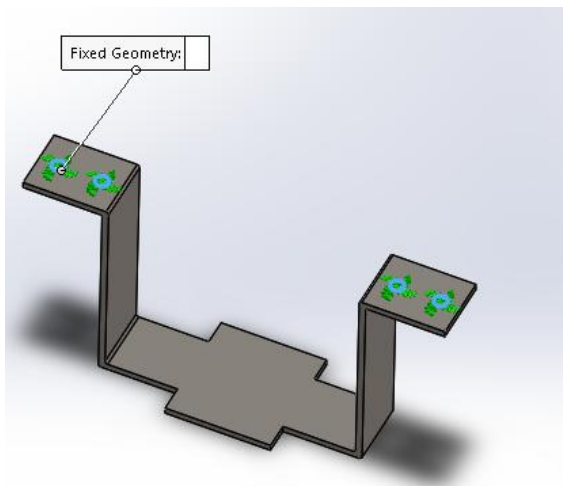
masalah jika menggunakan konstruksi rangka berbahan aluminium [5]. Penelitian lain juga dilakukan tentang analisis *static* pada aluminium 5052 dengan variasi sudut menggunakan *solidworks*. Hasil analisis tegangan maksimum untuk sudut 60° sebesar 33.146 MPa, sudut 70° sebesar 33.059 Mpa, sudut 80° sebesar 33.006 MPa, sudut 90° sebesar 33.078 MPa dan tegangan minimum sudut 60o sebesar 0.571 MPa. Displacement mak ditandai warna merah dengan nilai 0.001 mm dan warna biru min 0.001 mm. Dari analisis yang dilakukan, perubahan yang diijinkan ketika dikenai beban yaitu dengan jarak displacement 0,07 mm. Hasil analisa ini diharapkan dapat menjadi masukan yang baik untuk struktur yang sudah dibuat maupun yang akan dikembangkan baik dalam proses keselamatan maupun pemilihan material [6].

Penelitian lain juga dilakukan tentang “*dynamic simulation solidworks* pada perancangan mesin *brush sander*”. Penggunaan *solidworks motion* tidak hanya menjadikan alat bekerja baik dan efektif dalam desain mesin, tetapi dapat mengurangi waktu lebih hemat dan biaya yang signifikan dalam pengembangan produk [7]. Kemudian ada yang meneliti tentang ‘Desain dan analisis struktur rangka *motorcycle lift* menggunakan perangkat lunak *solidworks*. Menunjukkan perbedaan level resiko sebelum perancangan dan sesudah perancangan dari tinggi menjadi level resiko rendah [8]. Selanjutnya analisis dan simulasi *container chassis* menggunakan *solidworks* juga dilakukan dan menghasilkan tegangan mak  $3,795 \times 10^8$  N/mm<sup>2</sup> [9]. *Determination of loading of a hopper car with an improved design of the spine beam* juga diteliti hasilnya, nilai tengangan ekuivalen mak adalah 6% lebih rendah dari struktur tanpa bahan pengisi [10]. *Finite element analysis (FEA) on autonomous unmanned surface vehicle feeder boat subjected to static loads*. Hasil uji prototipe menyimpulkan bahwa tengki tersebut mampu menampung 8 kg pakan ikan [11].



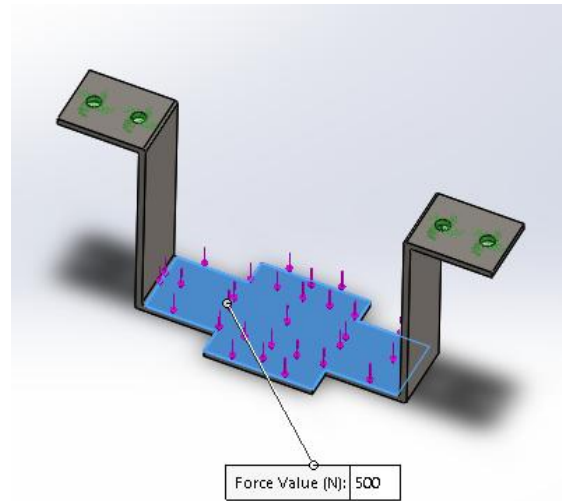
Simulasi *stress analysis* dilakukan untuk mendapatkan hasil pembebanan statik berupa *stress*, *strain*, *displacement* dan *safety factor*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui keberhasilan dari perancangan yang telah dibuat [15]. Pada proses simulasi ini dilakukan beberapa tahap sebagai berikut:

1. Pemilihan material pada *software solidworks 2020* yaitu menggunakan material *AISI 1045 Steel, Cold drawn*.
2. Menandai tumpuan pada klem pipa air dimana diberikan 4 titik tumpuan pada *support shock* dengan jenis *fixed geometry* seperti terlihat pada gambar 3.



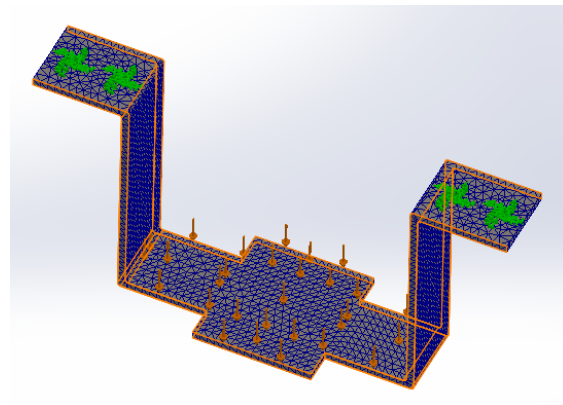
Gambar 3. Menandai tumpuan pada klem pipa air

3. Menandai sisi yang terkena pembebanan yang terbagi menjadi 3 bagian dan terdapat 14 titik pembebanan atau memasukkan nilai gaya (*load*) seperti terlihat pada gambar 4.



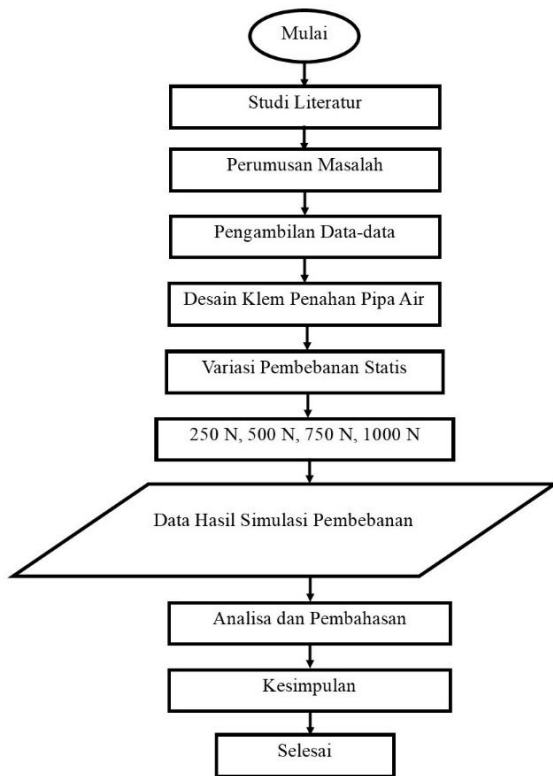
Gambar 4. Menandai Titik Pembebanan

4. Melakukan proses *meshing* dengan menggunakan parameter *curvature-based mesh* seperti terlihat pada gambar 5, kemudian memunculkan hasil simulasi berupa nilai *stress*, *strain*, *displacement* dan *safety factor*.



Gambar 5. Meshing

## e. Diagram Alir Penelitian



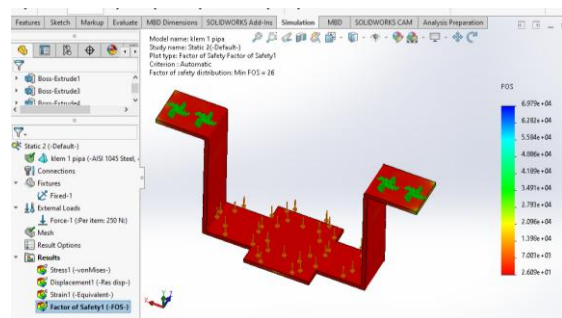
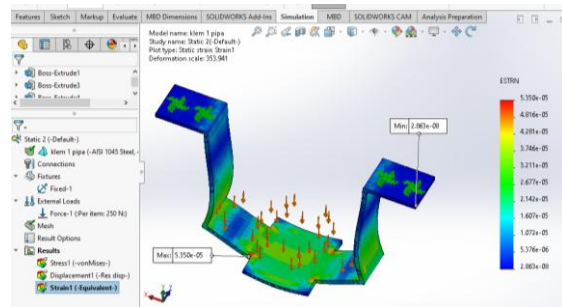
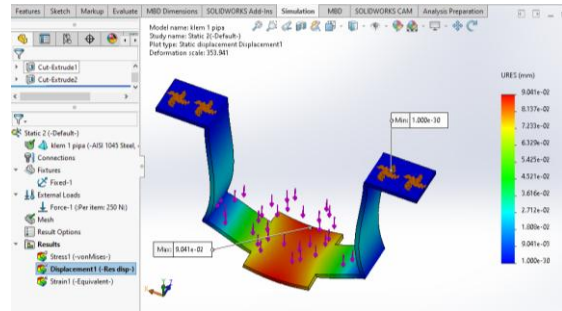
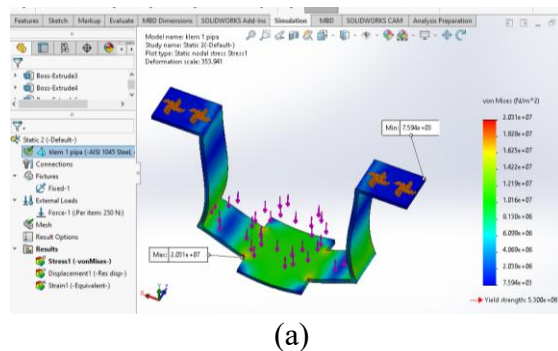
Gambar 6. Diagram Alir Penelitian

## Hasil dan Pembahasan

### Hasil Simulasi

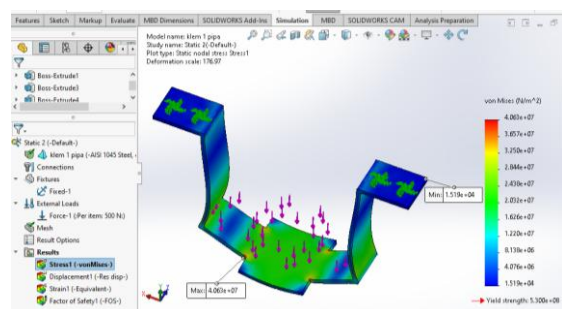
Berdasarkan hasil simulasi menggunakan *solidwork* 2020 maka didapatkan data-data *stress*, *strain*, *displacement* dan *safety factor* sebagai berikut :

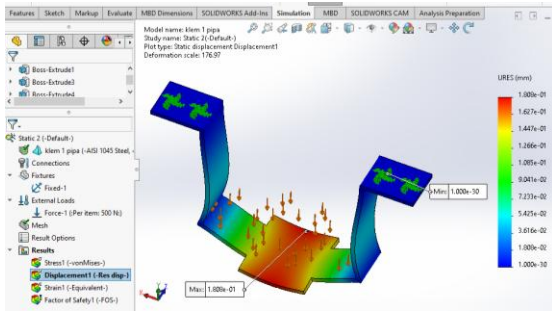
### Pembebanan Statis 250 N



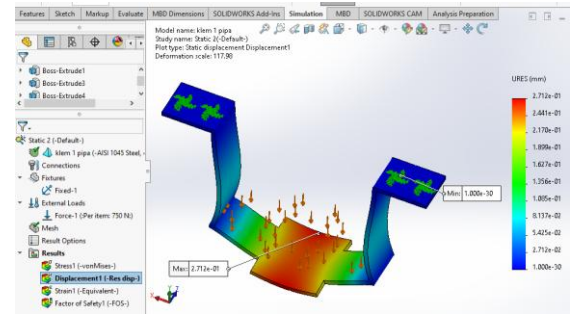
Gambar 7. (a) *Stress*, (b) *Strain*, (c) *Displacement*, (d) *Safety Factor* dengan pembebanan 250 N

### Pembebanan Statis 500 N

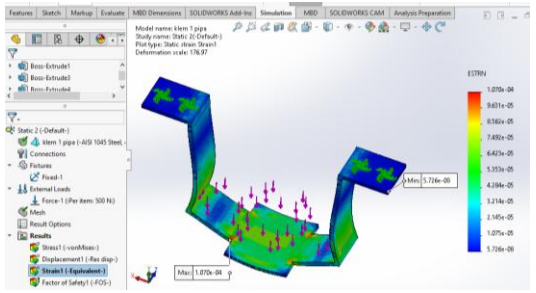




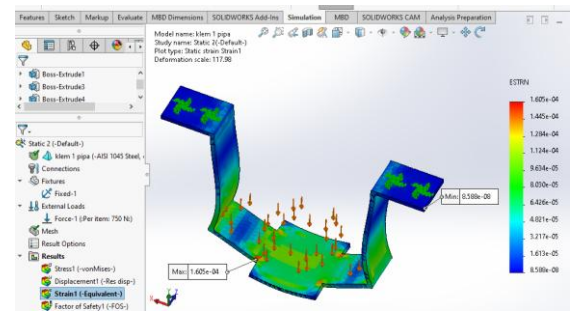
(b)



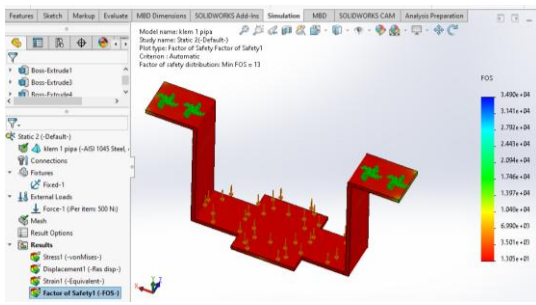
(b)



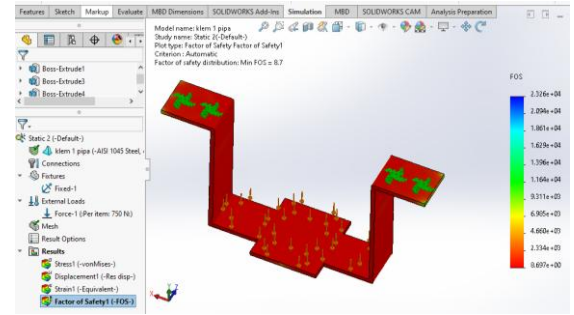
(c)



(c)



(d)



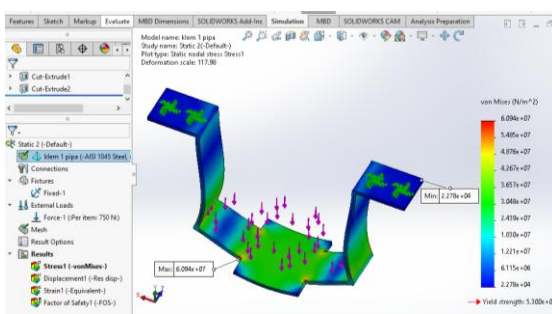
(d)

Gambar 8. (a) Stress, (b) Strain, (c) Displacement, (d) Safety Factor dengan pembebanan 500 N

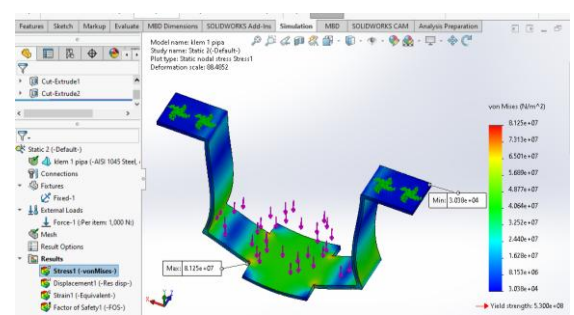
Gambar 9. (a) Stress, (b) Strain, (c) Displacement, (d) Safety Factor dengan pembebanan 750 N

**Pembebanan Statis 750 N**

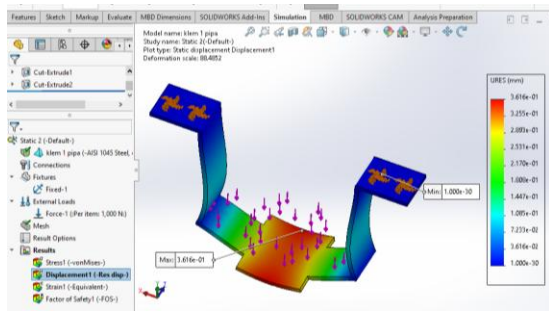
**Pembebanan Statis 1000 N**



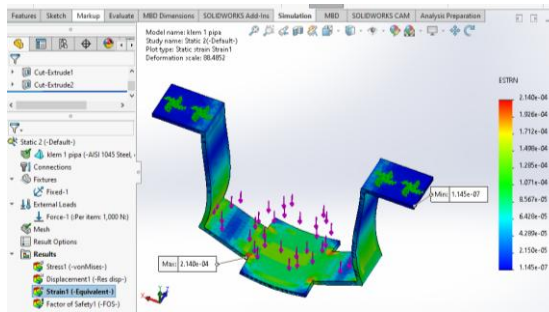
(a)



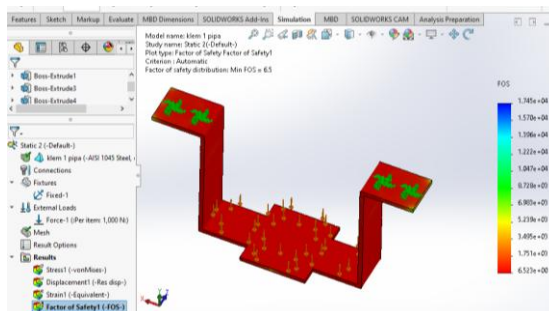
(a)



(b)



(c)



(d)

Gambar 10. (a) *Stress*, (b) *Strain*, (c) *Displacement*, (d) *Safety Factor* dengan pembebanan 1000 N

## Pembahasan

Pada pembebanan 250 N, klem masih menunjukkan respons yang sangat stabil. Nilai tegangan *von misses* maksimum  $2,031e+07$  N/mm<sup>2</sup> masih jauh di bawah batas *yield* material yaitu  $5,300e+08$  N/mm<sup>2</sup>. Hal ini dapat dilihat pada gambar 7.a sedikit terlihat warna kuning dan merah pada sudut penahan, sehingga klem berada pada zona aman. *Displacement* yang terjadi juga sangat kecil nilai minimum 1,000-30 mm, maksimum  $9,041e+02$  mm dan tidak mempengaruhi fungsi penjepitan pipa. *Strain* nilai minimum  $2,863e-08$  N/mm<sup>2</sup>,

maksimum  $5,350e-05$  N/mm<sup>2</sup>. Nilai *safety factor* berada pada rentang yang tinggi sehingga struktur memiliki faktor keamanan yang baik yaitu nilai minimum  $6,979e+04$  dan maksimum  $2,609e+01$ .

Ketika pembebanan dinaikkan menjadi 500 N, terjadi peningkatan tegangan dan deformasi, namun pola distribusi tegangan masih merata pada area kritis seperti bagian lengkungan penjepit dan titik kontak baut. *safety factor* masih berada dalam batas aman yaitu minimum  $3,490e+04$ , maksimum  $1,305e+01$  meskipun mulai menunjukkan penurunan akibat bertambahnya tingkat pembebanan.

Pada pembebanan 750 N, struktur mulai menunjukkan respons yang lebih signifikan nilai tegangan *von misses*  $6,094e+07$  N/mm<sup>2</sup> tetapi belum melebihi batas aman. *Displacement* menjadi  $2,712e-01$  mm dibandingkan pembebanan sebelumnya dan nilai tegangan mendekati batas ambang aman material. Meskipun demikian, klem masih berfungsi secara struktural tanpa indikasi kegagalan material. Nilai *strain* meningkat menjadi  $1,605e-04$  N/mm<sup>2</sup> terutama pada area yang mengalami konsentrasi tegangan.

Pembebanan maksimum 1000 N menghasilkan nilai *stress*  $8,125e+07$  N/mm<sup>2</sup> melebihi batas *yield strength* dan *strain* tertinggi  $2,140e-04$  N/mm<sup>2</sup> dari seluruh variasi uji. Pada kondisi ini, *safety factor* mengalami penurunan drastis  $6,523e+00$ , namun tetap berada sedikit di atas batas minimum yang diperbolehkan dalam standar mekanika struktur. Hal ini menunjukkan bahwa klem mampu menahan beban hingga 1000 N, tetapi kondisi tersebut tidak direkomendasikan untuk penggunaan jangka panjang karena mendekati zona risiko kegagalan.

## Kesimpulan

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan pembebanan dari 250 N hingga 1000 N memberikan pengaruh signifikan terhadap

*stress, displacement, strain, dan safety factor.* Hubungan antar parameter menunjukkan perilaku struktural yang konsisten dan dapat digunakan sebagai dasar evaluasi desain klem penahan pipa air. Desain saat ini dinilai aman hingga pembebanan menengah, namun memerlukan optimasi lebih lanjut untuk pembebanan tinggi.

### Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ibu, istri, tim dosen peneliti dan institusi yang sudah mendukung dalam proses penelitian ini, sehingga dapat berjalan dengan baik.

### Referensi

- [1] P. S. A Eka, F. A Rasi, A. Ali, F. Rachmat, Iswanto, Suryaman. N. Nia. “ Perancangan Disain dan Analisa *Chasis* Mobil Hemat Energi Listrik *Type Prototype* dengan Material Aluminium 606. Jurnal Rekayasa Energi Manufaktur vol. 9, no. 2. Desember 2024, ISSN online (2528-3723)
- [2] G. Chen and M. Qu, “*Modeling and analysis of fit clearance between rolling bearing outer ring and housing,*” Journal of Sound and Vibration, vol. 438, pp. 419–440, 2019, doi:10.1016/j.jsv.2017.11.004.
- [3] S. Azhari, Syauqi (2020). Perancangan dan Analisis Statik Chassis Mobil Balap Listrik Jenis Tubular Space Frame. institut teknologi Nasional
- [4] N. A. Puspitasari, Marsono, M P. Nugraha “ Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis Dengan Bantuan *Software SolidWorks* Pada Hasil Perancangan *Ladder Frame Chassis* Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340, Seminar Nasional, Rekayasa dan Aplikasi Teknik Mesin di Industri Kampus ITENAS Bandung, 2021, XX ISSN 1693-3168
- [5] A.G. Heribetus, N.A. Oktavianus, K. Antonia “Perancangan dan simulasi Rangka Dudukan Solar Panel Guna Menahan Mesin Robot Solar Cleaner Dengan Bobot total 65 kg, Jurnal Inkofar \* Volume 6 No. 2 Desember 2022 \* ISSN: 2615-3645
- [6] A. Joni, P.Pungkas, H.A. Halan “Analisis static pada aluminium 5052, dengan variasi sudut menggunakan Solidworks” Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika Volume 10, Nomor 1, Januari 2023, hlm. 38-50
- [7] Uriansyah. F.A dan Rohman. F “Dinamic Simulation Solidworks Pada Perancangan Mesin Brush Sander”. Jurnal Rekayasa Mesin, Universitas Sriwijaya, Vol. 24 No. 1 Maret 2024
- [8] K. Boimau, M. M. Dwinanto, V. G. Seranian” Desain Dan Analisis Struktur Rangka *Motorcycle Lift* Menggunakan Perangkat Lunak *Solidworks*” Lontar Jurnal Teknik Mesin Undana, LJTMU: Vol. 08, No. 01, April 2021, (21-24)
- [9] S. Muktar, R. M. Amma, H. G. Fajri, S.A. Aditya” Analisis dan Simulasi *Container Chasis* menggunakan *Software Solidworks 2019*” Jurnal Teknik dan Teknologi Terapan, Vol. 2, No. 1, Tahun 2024
- [10] S. Panchenko, O. Fomin, G. Vatulia, O. Ustenko, A. Ribin, L. Voloshina” *Determination of loading of a hopper car with a improved design of the spine beam*” *ScienceDirect, Elsavier, Procedia Structural Integrity* 36 (2022) 231-238
- [11] D. S. Aknaf, L.E. Abdilah, B.A. Satrya, L.B. Fajar, P.R. Aditya, M. Nurul” *Finite Element Analysis (FEA) on Autonomous Unmanned Surface Vehicle Feeder Boat Subjected to Static Loads*” *6<sup>th</sup> International Conference on Industrial Mechanical, Electrical, and Chemical Engineering (ICIMECE 2020)*

- [12] W. S. H. Ahmad, W. Achmad, K. Ojo ” Analisis Dinamis Frame Sepeda Lipat“ Jurnal Teknik Mesin S-1 (UNDIP), Vol. 11, N0.1, Tahun 2023
- [13] M. Deru, S. Boni ” Analisa kekuatan Rangka Rak Tanaman Hidroponik Pada *Smart Indoor Farming* Menggunakan *Software Solidworks* dan *Ansys Workbench*“ Jurnal ARMATUR: Artikel Teknik mesin & Manufaktur”. Vol. 5 No.2 Tahun 2024.ISSN (*online*) 2722-0796
- [14] P. M. Pahmi, S. T. Deri ” Analisa Statik Center Stand Sepeda Motor Menggunakan Metode Elemen Hingga” Jurnal ARMATUR: Artikel Teknik mesin & Manufaktur”. Vol. 6 No.1 Tahun 2025. ISSN (*online*) 2722-0796
- [15] U. Nurul, A. Yosef, P. Nugroho, Ariyanto, P. Roza, L. Nurul, Arifin, W. Ari, P.E.D. Rama ” *Static Stress simulation Analysis of Portable Open Waste Container Using FEA Method dan Solidworks*” *Journal of Engineering Science and Technology Management*. Vol. 5 No. 2 (2025) 2828-7886