

PERANCANGAN *LIFTER* PADA *HORIZONTAL CHAMBER MACHINE MATERIAL LEAF SPRING LINE TRAILING* (STUDI KASUS DI PT. XYZ)

Rachman Arya Syahputra

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: rachman.22038@mhs.unesa.co.id

Ahmad Saepuddin

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: ahmadsaepuddin@unesa.ac.id

Abstrak

PT. XYZ merupakan industri manufaktur otomotif yang memproduksi *leaf spring*. Salah satu mesin yang digunakan dalam proses pembentukan *leaf spring* adalah *Horizontal Chamber Machine* yang bekerja dengan metode pengepresan. Dalam pengoperasiannya, mesin ini memerlukan *lifter* untuk membantu proses pemindahan *leaf spring* serta mengurangi risiko kecelakaan kerja. *Lifter* memiliki komponen rangka yang berfungsi sebagai struktur utama dalam menopang beban selama proses pengangkatan dan penurunan *leaf spring*. Sehingga, diperlukan perancangan rangka *lifter* yang aman dan mampu menahan beban kerja yang terjadi selama proses produksi. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain dan mengevaluasi kekuatan rangka *lifter* guna memastikan keamanannya dalam penggunaan operasional. Terdapat tiga variasi desain rangka yang dibedakan berdasarkan ketebalan material, yaitu 10 mm, 12 mm, dan 14 mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa *stress* maksimum pada desain rangka 1 sebesar 26 MPa, desain rangka 2 sebesar 16 MPa, dan desain rangka 3 sebesar 12 MPa. Nilai *strain* masing-masing desain adalah 0,000066, 0,000048, dan 0,000036, sedangkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0,026 mm, 0,016 mm, dan 0,016 mm. *Safety factor* yang diperoleh berturut-turut adalah 11, 15, dan 19. Nilai *fatigue life* untuk seluruh desain rangka adalah 1×10^6 cycle. Berdasarkan hasil simulasi tersebut, desain rangka 1 dinyatakan telah memenuhi kriteria kekuatan dan keamanan yang dipersyaratkan untuk digunakan dalam proses produksi.

Kata Kunci : *Horizontal Chamber Machine, Leaf Spring, Lifter, Rangka, Simulasi*

Abstract

PT. XYZ is an automotive manufacturing company that produces leaf springs. One of the machines used in the leaf spring forming process is a Horizontal Chamber Machine that works by pressing. In its operation, this machine requires a lifter to assist in the transfer of leaf springs and reduce the risk of workplace accidents. The lifter has a frame component that functions as the main structure in supporting the load during the lifting and lowering of the leaf spring. Therefore, it is necessary to design a lifter frame that is safe and capable of withstanding the working load that occurs during the production process. This study aims to design and evaluate the strength of the lifter frame to ensure its safety in operational use. There are three variations of frame designs differentiated by material thickness, namely 10 mm, 12 mm, and 14 mm. The simulation results show that the maximum stress in frame design 1 is 26 MPa, frame design 2 is 16 MPa, and frame design 3 is 12 MPa. The strain values for each design are 0.000066, 0.000048, and 0.000036, while the displacement maximum values are 0.026 mm, 0.016 mm, and 0.016 mm. The safety factors obtained are 11, 15, and 19, respectively. The fatigue life value for all frame designs is 1×10^6 cycles. Based on these simulation results, frame design 1 is declared to have met the strength and safety criteria required for use in the production process.

Keywords : *Horizontal Chamber Machine, Leaf Spring, Lifter, Frame, Simulation*

PENDAHULUAN

Horizontal chamber Machine merupakan suatu peralatan manufaktur yang dirancang dengan ruang kerja (*chamber*) berorientasi mendatar, yang berfungsi untuk melakukan proses pembentukan *leaf spring* melalui metode pengepresan. Pada proses produksi komponen otomotif, khususnya *leaf spring*, mesin ini memanfaatkan sistem hidrolik guna menghasilkan gaya tekan dengan intensitas tinggi sehingga mampu membentuk material *leaf spring* sesuai dengan kontur *dies* yang telah ditetapkan. Orientasi mendatar pada *chamber* memungkinkan material yang memiliki dimensi memanjang untuk ditempatkan secara stabil, sehingga

proses pembentukan dapat dicapai dengan tingkat presisi dan konsistensi yang optimal.

Lifter merupakan perangkat mekanis yang dirancang untuk menunjang proses pengangkatan, penurunan, serta pengaturan posisi *leaf spring* sehingga memungkinkan pemindahan material berlangsung secara aman dan efisien. Secara umum, *lifter* dapat didefinisikan sebagai suatu sistem mekanis yang berfungsi untuk mengangkat dan memindahkan material dari satu lokasi ke lokasi lainnya (Ramadhan dkk., 2025). Selain berfungsi sebagai sarana pemindahan material, *lifter* juga berperan dalam meningkatkan keandalan kinerja sistem pengangkatan secara keseluruhan (Seidakhmet dkk.,

2023). Dalam penerapannya di sektor industri, berbagai jenis *lifter* telah dikembangkan, seperti *lifter* hidrolik dan *lifter* pneumatik, yang masing-masing memiliki karakteristik serta keunggulan tersendiri sesuai dengan kebutuhan aplikasi, kapasitas beban, keterbatasan ruang kerja, dan tingkat presisi yang dibutuhkan. *Lifter* berbasis pneumatik mampu menghasilkan gerakan vertikal yang stabil, efisien, dan terkontrol, serta sesuai untuk aplikasi pengangkatan material dalam lingkungan industri modern (Balaji dkk., 2025).

Lifter merupakan perangkat yang digunakan di PT. XYZ sebagai alat bantu dalam proses pengangkatan material pada *horizontal chamber machine*. Proses tersebut melibatkan robot industri yang berfungsi melakukan aktivitas pengambilan dan peletakan material (*take and place*) dengan tingkat presisi yang tinggi. Namun, pada kondisi aktual, proses pengangkatan dan pemindahan material masih mengandalkan tenaga manusia, sehingga menimbulkan potensi bahaya bagi operator. Penggunaan *lifter* juga dapat menurunkan risiko ergonomis, mengurangi keluhan muskuloskeletal, serta meningkatkan keselamatan dan kenyamanan kerja operator (Purwoko dkk., 2025). Selain itu, penerapan *lifter* pada lini produksi otomotif mampu mengurangi aktivitas berjalan operator (*walking operator*) dan meningkatkan *valuable work*, sehingga pekerjaan menjadi lebih produktif dan ergonomis (Rahmawati, 2021).

Lifter merupakan sistem tambahan yang dirancang pada *horizontal chamber machine* untuk membantu pada proses pengambilan dan peletakan material (*take and place*). Dari sistem tersebut memiliki komponen-komponen utama seperti *bracket*, *plate connector*, *joint*, poros, *linier bushing*, pneumatik, dan rangka.

Rangka merupakan komponen yang berfungsi sebagai struktur pendukung bagi seluruh komponen yang terpasang serta sebagai elemen penahan beban statis dan menjaga kestabilan mesin (Ficki dkk., 2022). Rangka juga berperan dalam meredam guncangan serta melindungi komponen-komponen yang bersifat sensitif terhadap benturan (Pratam dkk., 2021). Tidak hanya berfungsi sebagai penopang, rangka juga memiliki peran penting dalam menahan beban kerja dan vibrasi yang terjadi selama pengoperasian mesin, sehingga mampu menjaga integritas struktural dan kestabilan sistem mekanis secara keseluruhan. Dengan karakteristik kekuatan, kekakuan, dan ketahanan terhadap beban, rangka menjadi fondasi utama yang menentukan tingkat keandalan dan kinerja suatu mesin.

Material SS41 merupakan baja karbon rendah dengan kadar karbon maksimum sekitar 0,30% yang termasuk dalam kategori baja struktural dan banyak digunakan pada komponen teknik karena memiliki keuletan tinggi serta mudah dibentuk (Setiawan & Kristiawan, 2020). Selain itu, SS41 dikenal memiliki kekuatan yang cukup untuk aplikasi umum dalam bidang konstruksi dan manufaktur (Tabayyun dkk., 2025). Dengan karakteristik tersebut, material SS41 sesuai digunakan pada berbagai komponen struktural seperti rangka mesin,udukan, dan penopang beban, karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang seimbang antara kekuatan, keuletan, dan kemudahan pengerjaan. Oleh

karena itu, material SS41 digunakan sebagai objek kajian dalam penelitian ini untuk mengevaluasi kinerja struktur rangka *lifter* terhadap beban kerja yang diterima.

Finite Element Analysis (FEA) merupakan metode numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan struktur kompleks pada suatu komponen teknik, mulai dari simulasi statik hingga analisis *fatigue life* (Toteles & Alhaffis, 2021). Metode ini digunakan untuk menganalisis dan memprediksi perilaku struktur atau komponen terhadap berbagai kondisi pembebanan, seperti. Optimasi desain rangka menggunakan *Finite Element Analysis* (FEA) dilakukan untuk mengevaluasi distribusi *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life* tegangan, regangan, perpindahan, faktor keamanan, dan umur lelah material, sehingga dapat dipastikan bahwa struktur rangka memiliki kekuatan, keamanan, dan efisiensi yang memadai sebelum diproduksi (Sandalcilar, 2025).

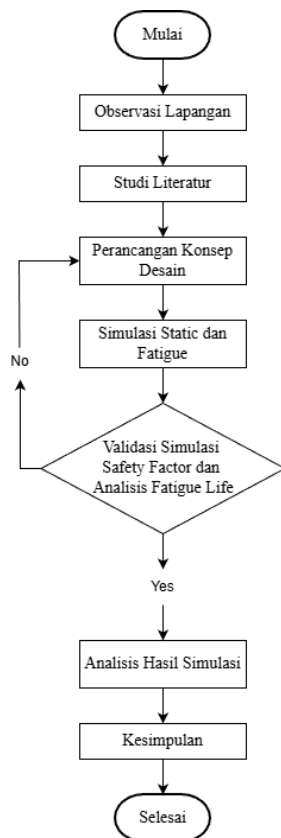
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk membuat desain dan mengevaluasi kekuatan serta tingkat keamanan rangka *lifter* yang digunakan pada *horizontal chamber machine*. Untuk memastikan bahwa rancangan rangka aman selama proses operasi, penelitian ini menerapkan metode *Finite Element Analysis* (FEA). Hasil analisis yang diperoleh memberikan gambaran mengenai kondisi kekuatan dan keamanan struktur rangka berdasarkan parameter *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life*. Selain itu, hasil penelitian ini digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pemilihan desain rangka yang paling sesuai untuk kondisi kerja aktual.

METODE

1. Rancangan Penelitian

Penelitian rekayasa (*engineering design*), yaitu penelitian yang menitik beratkan pada proses perancangan desain dan pengembangan sistem mekanik berdasarkan prinsip ilmiah dan analisis teknis. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk merancang desain dan mensimulasi rangka *lifter* pada *horizontal chamber machine* yang berfungsi dalam proses produksi *leaf spring*. Penelitian ini berfokus pada analisis rangka *lifter* dengan variasi ketebalan plat sebesar 10 mm, 12 mm, dan 14 mm. Dengan ini *Finite Element Analysis* (FEA) digunakan untuk mengetahui *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life* pada setiap desain rangka.

2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Dokumen Penelitian)

- Observasi lapangan bertujuan untuk memperoleh gambaran nyata mengenai kondisi operasional *horizontal chamber machine* serta mengidentifikasi permasalahan yang terjadi selama proses pengangkatan dan pemindahan material.
- Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan dasar teori dan temuan empiris yang berkaitan dengan topik penelitian, sekaligus menelaah metode yang telah diterapkan pada penelitian terdahulu serta memahami perkembangan teknologi yang relevan dengan bidang kajian ini.
- Perancangan konsep desain bertujuan untuk membuat alternatif rancangan yang sesuai dengan kebutuhan sistem, spesifikasi teknis, serta batasan operasional yang ada.
- Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan struktur desain dalam menahan beban kerja. Melalui simulasi ini dianalisis beberapa parameter mekanik, meliputi *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life* pada setiap desain rangka.
- Validasi hasil simulasi bertujuan untuk memastikan bahwa nilai *safety factor* yang diperoleh telah memenuhi batas aman sesuai dengan standar analisis yang digunakan, serta bahwa nilai *fatigue life* yang dihasilkan berada

dalam kategori yang sesuai dengan kriteria kelayakan yang telah ditetapkan.

- Analisis hasil simulasi bertujuan untuk melakukan perbandingan hasil simulasi dari setiap alternatif desain, sehingga dapat ditentukan desain yang memiliki performa paling optimal berdasarkan parameter analisis yang digunakan.
- Kesimpulan dapat diambil setelah melakukan analisis terhadap *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life*.

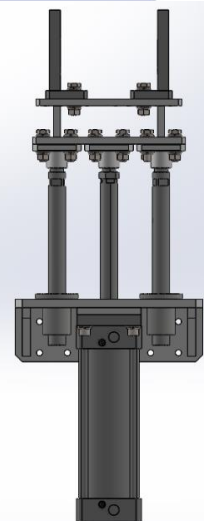
3. Analisa Data

Data yang dianalisis berasal dari hasil pengujian terhadap desain rangka lifter dengan tiga variasi ketebalan material, yaitu 10 mm, 12 mm, dan 14 mm. Analisis yang dilakukan pada desain berupa *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life*. Hasil analisis data menyajikan perbandingan kinerja desain rangka lifter dengan variasi ketebalan material 10 mm, 12 mm, dan 14 mm yang diuji dalam penelitian ini. sehingga, metode analisis yang digunakan adalah analisis kuantitatif deskriptif, yaitu penyajian data dalam bentuk nilai numerik yang menggambarkan hasil evaluasi struktur rangka *lifter* pada *horizontal chamber machine*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain *Lifter* Pada *Horizontal Chamber Machine*

Desain perancangan *lifter* pada *horizontal chamber machine* dalam penelitian ini memiliki bentuk dan dimensi ukuran seperti gambar 2 dan tabel 1 :



Gambar 2. Desain *Lifter* pada *Horizontal Chamber Machine*

(Sumber: Dokumen Penelitian)

Tabel 1. Dimensi *Lifter* pada *Horizontal Chamber Machine*

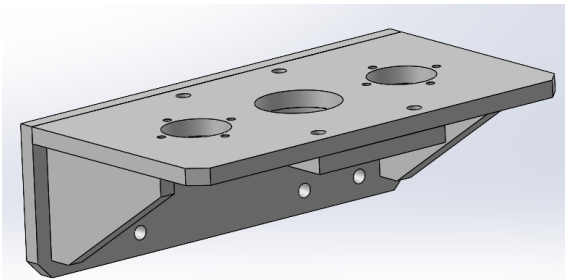
Dimensi	Ukuran
Panjang	270 mm
Tinggi	736.5 mm
Lebar	155 mm

(Sumber: Dokumen Penelitian)

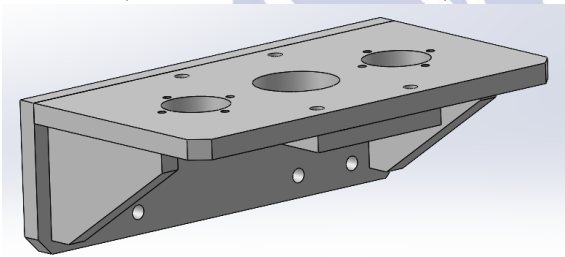
Berdasarkan Tabel 1 dan Gambar 2, ditunjukkan rancangan serta spesifikasi dimensi *lifter* pada *horizontal chamber machine*. *Lifter* tersebut memiliki ukuran panjang 270 mm dan lebar 155 mm, dengan tinggi maksimum mencapai 736,5 mm.

2. Desain Rangka *Lifter* Pada *Horizontal Chamber Machine*

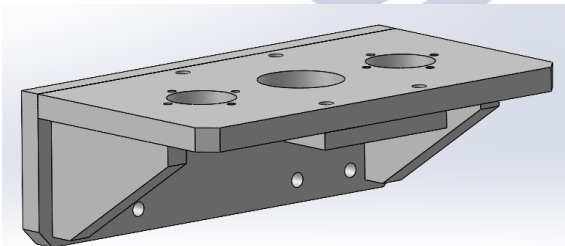
Desain rangka *lifter* pada *horizontal chamber machine* dalam perancangan ini menggunakan 3 desain yang membedakan setiap desain adalah ketebalan material rangka yaitu 10 mm, 12 mm, dan 14 mm. Dalam penelitian ini digunakan 3 variasi desain rangka *lifter* pada *horizontal chamber machine* sebagai objek analisis:



Gambar 3. Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 4. Desain Rangka 2
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 5. Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

Tabel 2. Dimensi Rangka *Lifter* Pada *Horizontal Chamber Machine*

Dimensi	Desain Rangka 1	Desain Rangka 2	Desain Rangka 3
Panjang	270 mm	270 mm	270 mm
Lebar	155 mm	157 mm	159 mm
Tinggi	90 mm	90 mm	90 mm
Tebal	10 mm	12 mm	14 mm
Material			

(Sumber: Dokumen Penelitian)

3. Material Rangka *Lifter* Pada *Horizontal Chamber Machine*

Material yang digunakan dalam perancangan ini adalah SS41. Pemilihan material tersebut didasarkan pada sifatnya sebagai baja struktural karbon rendah yang memiliki kemampuan pembentukan yang baik (*good formability*) serta kekuatan mekanik yang cukup untuk diaplikasikan sebagai rangka *lifter*. Sehingga material SS41 cocok digunakan pada berbagai komponen struktural seperti rangka karena memiliki kombinasi sifat mekanik yang seimbang antara kekuatan, keuletan, dan kemudahan pengerjaan. Spesifikasi material *properties* SS41 disajikan pada Tabel 3.:

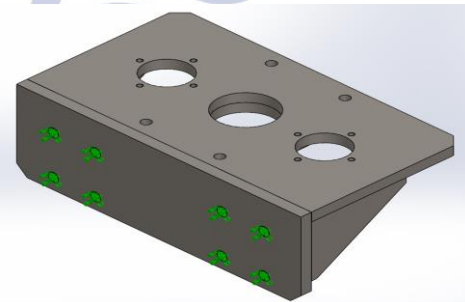
Tabel 3. Material *Properties* SS41

Properti	Value	Units
Elastic Modulus	200000	N/mm ²
Poisson's Ratio	0.27	N/A
Shear Modulus	81000	N/mm ²
Mass Density	7850	Kg/m ³
Tensile Strength	400	N/mm ²
Yield Strength	250	N/mm ²

(Sumber : <https://www.matweb.com/>)

4. Memilih Titik *Fixture*

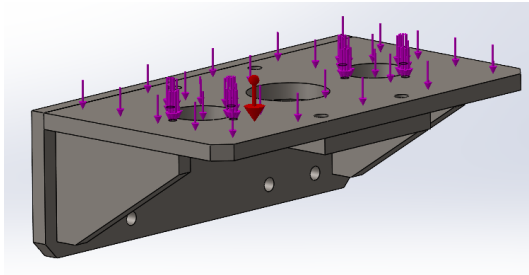
Titik *fixture* yang digunakan dalam perancangan ini ditetapkan pada area sambungan antara rangka *lifter* dan *horizontal chamber machine*. Penentuan titik ini berada pada lubang bagian belakang rangka yang berfungsi sebagai titik penyambung utama, sehingga mampu merepresentasikan kondisi batas (*boundary condition*) sesuai dengan kondisi aktual pemasangan rangka pada *lifter*. Titik *fixture* dapat dilihat pada gambar 6:



Gambar 6. Titik *Fixture* Rangka *Lifter*
(Sumber: Dokumen Penelitian)

5. Penerapan beban pada rangka

Pembebanan pada rangka *lifter* diterapkan pada bagian struktur yang berfungsi sebagai penopang utama beban kerja. Beban tersebut berasal dari massa komponen yang berada di atas rangka serta dari elemen lain yang terhubung secara langsung, seperti sistem pneumatik dan *linear bushing* pada mekanisme penggerak. Total beban yang diberikan pada model simulasi sebesar 86 kg atau setara dengan 843,66 N. Selain itu, kondisi gravitasi juga dimasukkan dalam simulasi dengan nilai percepatan sebesar 9,8 m/s². Penerapan beban pada model ditunjukkan pada Gambar 7 berikut :



Gambar 7. Titik Beban Rangka *Lifter*
(Sumber: Dokumen Penelitian)

6. Hasil Simulasi

Hasil analisis statik dan kelelahan (*fatigue*) pada desain rangka 1, rangka 2, dan rangka 3 menghasilkan nilai *stress* maksimum, *strain*, *displacement* maksimum, *safety factor*, dan *fatigue life* yang selanjutnya disajikan dalam Tabel 4 berikut :

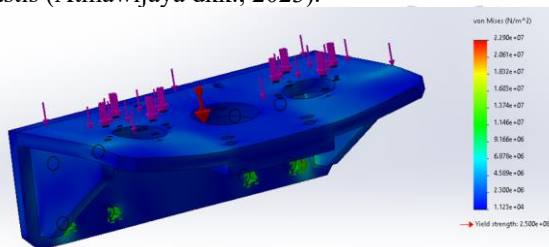
Tabel 4. Hasil Simulasi

Analisis <i>Static</i> dan <i>Fatigue</i>	Desain Rangka 1	Desain Rangka 2	Desain Rangka 3
<i>Stress</i> (Mpa)	22	16	12
<i>Strain</i>	0.000066	0.000048	0.000036
<i>Displacement</i> (mm)	0.026	0.016	0.011
<i>Safety Factor</i>	11	15	19
<i>Fatigue Life</i>	≥ 1000000	≥ 1000000	≥ 1000000

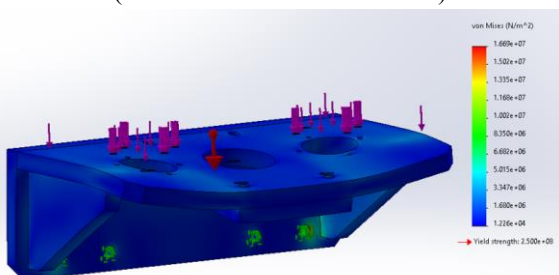
(Sumber: Dokumen Penelitian)

a. Simulasi *Stress*

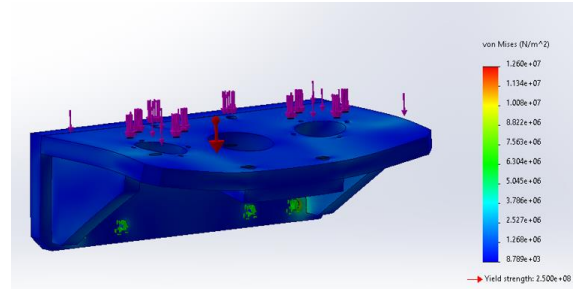
Nilai *stress* maksimum pada desain rangka 1 yang ditunjukkan pada gambar 8 sebesar 22 Mpa, sedangkan pada desain rangka 2 yang ditunjukkan pada gambar 9 sebesar 16 Mpa, dan pada desain rangka 3 yang ditunjukkan pada Gambar 10 sebesar 12 Mpa. Jika *stress* maksimum yang terjadi pada struktur masih berada di bawah nilai *yield strength* material yang digunakan, sehingga rangka dinyatakan terjamin terhadap kegagalan plastis (Atmawijaya dkk., 2023).



Gambar 8. Hasil Simulasi *Stress* pada Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 9. Hasil Simulasi *Stress* pada Desain Rangka 2
(Sumber: Dokumen Penelitian)

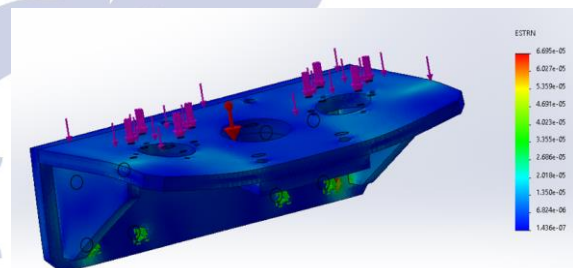


Gambar 10. Hasil Simulasi *Stress* pada Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

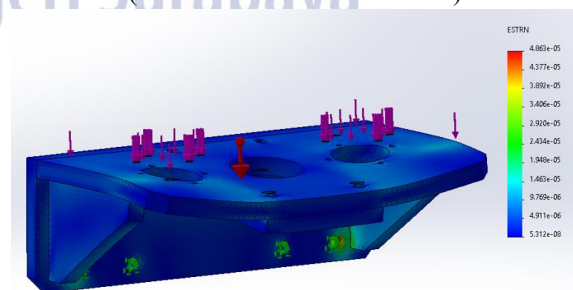
Dari hasil pengujian pada desain rangka 1 menghasilkan nilai *stress* maksimum sebesar 22 Mpa dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strength* material yaitu 250 Mpa. Hasil pengujian pada desain rangka 2 menghasilkan nilai *stress* maksimum sebesar 16 Mpa dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strength* material yaitu 250 Mpa. Sedangkan hasil pengujian pada desain rangka 3 mendapatkan nilai *stress* maksimum sebesar 11 Mpa dimana hasil ini sangat memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strength* material yaitu 250 Mpa.

b. Simulasi *Strain*

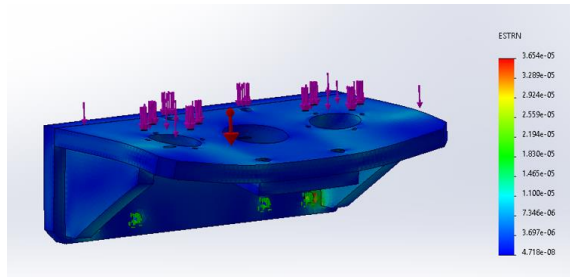
Nilai *strain* pada desain rangka 1 yang ditunjukkan pada gambar 11 sebesar 0,000066, sedangkan pada desain rangka 2 yang ditunjukkan pada gambar 12 diperoleh nilai *strain* sebesar 0,000048, dan pada desain rangka 3 yang ditunjukkan pada gambar 13 diperoleh nilai *strain* sebesar 0,000036. Nilai strain yang terjadi masih berada dalam batas elastis dan belum mencapai nilai *yield strain* (ϵ_y), sehingga struktur rangka dinyatakan aman terhadap deformasi plastis (Zhang dkk., 2022).



Gambar 11. Hasil Simulasi *Strain* pada Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 12. Hasil Simulasi *Strain* pada Desain Rangka 2
(Sumber: Dokumen Penelitian)

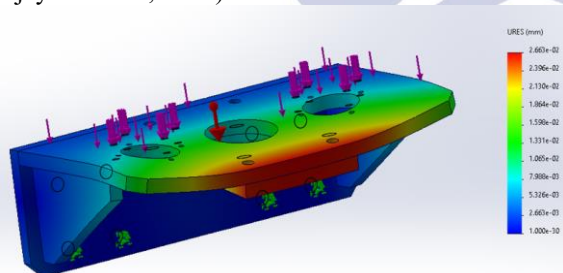


Gambar 13. Hasil Simulasi *Strain* pada Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

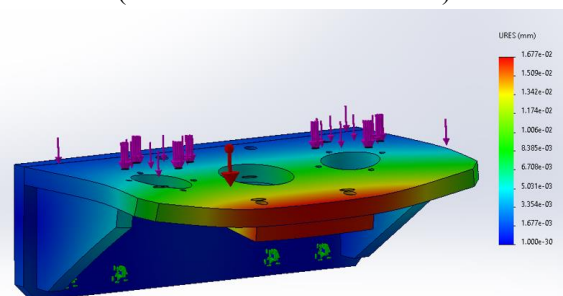
Dari hasil pengujian pada desain rangka 1 menghasilkan nilai *strain* sebesar 0.000066, dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strain* material yaitu sebesar 0.00125. Hasil pengujian pada desain rangka 2 mendapatkan nilai *strain* sebesar 0.000048, dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strain* material yaitu sebesar 0.00125. Sedangkan hasil pengujian pada desain rangka 3 mendapatkan nilai *strain* sebesar 0.000036, dimana hasil ini sangat memenuhi kriteria karena masih jauh dari *yield strain* material yaitu sebesar 0.00125.

c. Simulasi *Displacement*

Nilai *displacement* maksimum pada desain rangka 1 yang ditunjukkan pada gambar 14 adalah 0,026 mm, sedangkan pada desain rangka 2 yang ditunjukkan pada gambar 15 diperoleh nilai *displacement* maksimum yaitu 0,016 mm, dan pada desain rangka 3 yang ditunjukkan pada gambar 16 diperoleh nilai *displacement* maksimum yaitu 0,011 mm. Berdasarkan hasil simulasi, nilai *displacement* yang terjadi berada jauh di bawah batas yang diizinkan, sehingga struktur dinyatakan memenuhi persyaratan kelayakan fungsi (*serviceability requirement*) atau berada dalam kondisi layak secara struktural. (Wijayanto dkk., 2025)

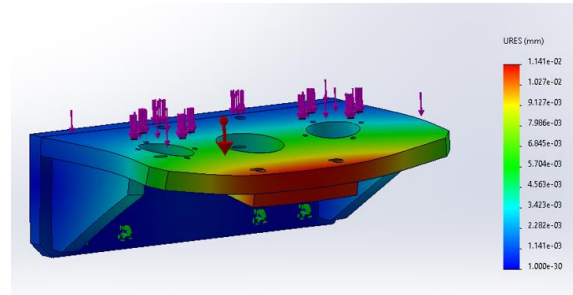


Gambar 14. Hasil Simulasi *Displacement* pada Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 15. Hasil Simulasi *Displacement* pada Desain Rangka 2

(Sumber: Dokumen Penelitian)

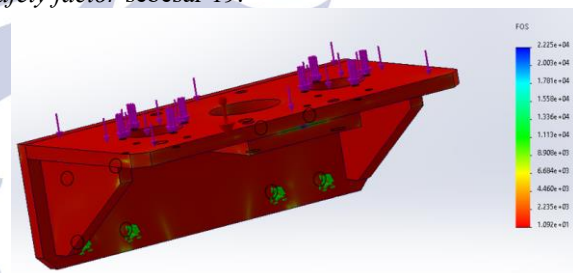


Gambar 16. Hasil Simulasi *Displacement* pada Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

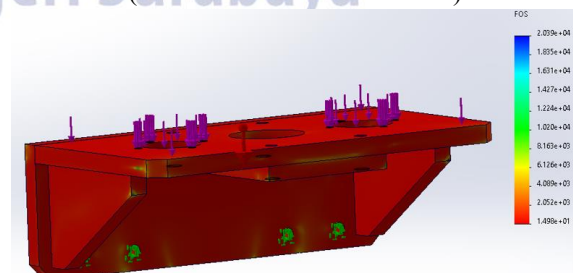
Dari hasil pengujian pada desain rangka 1 menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0.026 mm, dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *displacement* yang diizinkan yaitu < 1 mm. Hasil pengujian pada desain rangka 2 mendapatkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0.016 mm, dimana hasil ini memenuhi kriteria karena masih jauh dari *displacement* maksimum yang diizinkan yaitu < 1 mm. Sedangkan hasil pengujian pada desain rangka 3 mendapatkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0.011 mm, dimana hasil ini sangat memenuhi kriteria karena masih jauh dari *displacement* yang diizinkan yaitu < 1 mm.

d. Simulasi *Safety Factor*

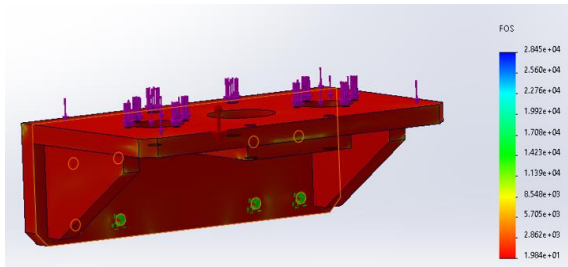
Nilai *safety factor* untuk desain rangka 1 yang ditunjukkan pada Gambar 17 sebesar 11, sedangkan pada desain rangka 2 yang ditunjukkan pada gambar 18 diperoleh nilai *safety factor* sebesar 15, dan pada desain rangka 3 yang ditunjukkan pada Gambar 19 diperoleh nilai *safety factor* sebesar 19.



Gambar 17. Hasil Simulasi *Safety Factor* pada Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 18. Hasil Simulasi *Safety Factor* pada Desain Rangka 2
(Sumber: Dokumen Penelitian)

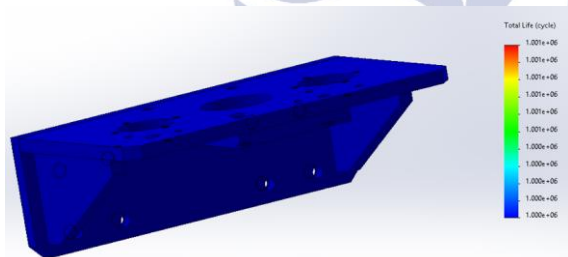


Gambar 19. Hasil Simulasi *Safety Factor* pada Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

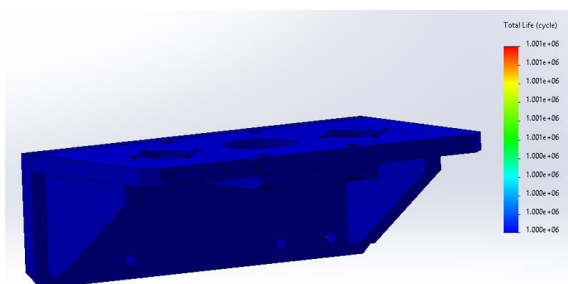
Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, desain rangka 1 menghasilkan nilai *safety factor* sebesar 11, desain rangka 2 sebesar 15, dan desain rangka 3 sebesar 19. Mengacu pada standar *safety factor* minimum untuk kondisi beban statis sebesar 4 (Khurmi & Gupta, 2004). Sehingga desain rangka tersebut telah memenuhi kriteria standar minimal *safety factor* beban statis.

e. Simulasi *Fatigue Life*

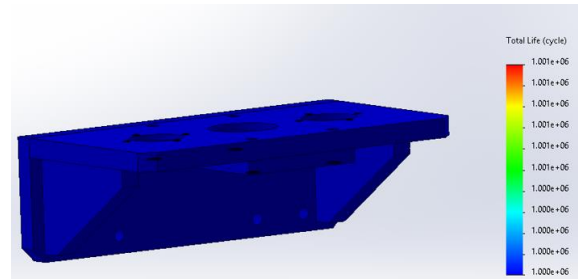
Hasil analisis *fatigue life* menunjukkan bahwa pada desain rangka 1, desain rangka 2, dan desain rangka 3 seluruh area rangka lifter berada pada zona berwarna biru, yang mengindikasikan nilai umur lelah (*fatigue life*) minimum dan maksimum sebesar 1×10^6 cycle. Nilai *fatigue life* sebesar 1×10^6 cycle menunjukkan bahwa material berada pada *fatigue* tak terbatas, karena tegangan kerja masih berada di bawah batas *endurance limit*, sehingga tidak terjadi kegagalan akibat beban siklik (Motte & De Waele, 2024).



Gambar 20. Hasil Simulasi *Fatigue Life* pada Desain Rangka 1
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 21. Hasil Simulasi *Fatigue Life* pada Desain Rangka 2
(Sumber: Dokumen Penelitian)



Gambar 22. Hasil Simulasi *Fatigue Life* pada Desain Rangka 3
(Sumber: Dokumen Penelitian)

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, desain rangka 1, desain rangka 2, dan desain rangka 3 menghasilkan nilai *fatigue life* sebesar 1×10^6 cycle. Pada kategori *fatigue life* dengan hasil $\geq 1 \times 10^6$ cycle termasuk dalam kategori *fatigue* tak terbatas. Sehingga desain rangka tersebut telah memenuhi kriteria standar *fatigue* tak terbatas.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian desain dan simulasi *static* dan *fatigue* rangka lifter pada *horizontal chamber machine* menggunakan material SS41, maka didapatkan kesimpulan bahwa :

- Berdasarkan hasil simulasi *stress* maksimum menghasilkan nilai 26 Mpa untuk desain rangka 1, 16 Mpa untuk desain rangka 2, dan 12 Mpa untuk desain rangka 3. Hasil ini menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi pada desain rangka 1 tidak melampaui *yield strength* material, sehingga rancangan tersebut dinyatakan memenuhi persyaratan kekuatan struktural.
- Berdasarkan simulasi *strain* menunjukkan bahwa nilai *strain* desain rangka 1 sebesar 0,000066, desain rangka 2 sebesar 0,000048, dan desain rangka 3 sebesar 0,000036. Berdasarkan perbandingan dengan nilai *yield strain* material sebesar 0,00125, dapat dinyatakan bahwa *strain* yang terjadi pada desain rangka 1 masih berada dalam batas elastis sehingga memenuhi kriteria deformasi yang diizinkan.
- Berdasarkan hasil simulasi *displacement* maksimum desain rangka 1 adalah 0.026 mm, desain rangka 2 adalah 0.016 mm, dan desain rangka 3 adalah 0.011 mm. berdasarkan hasil simulasi menunjukkan bahwa nilai *displacement* maksimum desain rangka 1 masih berada di bawah batas yang diizinkan (< 1 mm), sehingga memenuhi kriteria deformasi yang ditetapkan.
- Berdasarkan simulasi *safety factor* desain rangka 1 adalah 11, desain rangka 2 adalah 15 dan desain rangka 3 adalah 19. Berdasarkan hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa desain rangka 1 sudah cukup memenuhi dari kriteria standar minimal *safety factor* beban statis yaitu 4.
- Berdasarkan simulasi *fatigue life* pada desain rangka 1, desain rangka 2, dan rangka desain

mendapatkan nilai *fatigue life* sebesar 1×10^6 *cycle*. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa desain rangka 1 sudah cukup memenuhi dari kriteria *fatigue life* yang termasuk dalam kategori *fatigue* tak terbatas.

2. Saran

Untuk meningkatkan keandalan operasional rangka *lifter* pada *horizontal chamber machine*, penulis memberikan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut.:

- Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengkaji lebih mendalam pengaruh teknik pengelasan pada desain rangka, sehingga distribusi tegangan aktual pada material SS41 dapat dianalisis secara lebih akurat.
- Pada peneliti selanjutnya disarankan untuk melakukan pengujian pada material lain yang mungkin memiliki karakteristik yang lebih baik untuk diaplikasikan.
- Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk dilakukan analisis pengaruh kondisi lingkungan operasi, terhadap kinerja dan umur pakai rangka *lifter*, sehingga desain yang dihasilkan lebih sesuai dengan kondisi aktual penggunaan di lapangan

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. XYZ atas izin dan dukungan yang diberikan selama pelaksanaan penelitian ini, termasuk penyediaan data teknis dan fasilitas pendukung. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing serta seluruh pihak yang telah memberikan bimbingan dan bantuan sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmawijaya, A., Sofyan, E., Setiawan, F., & Adam, M. K. (2023). Analisis dan Desain Wing UAV VTOL Menggunakan Finite Element Analysis. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 9(1), 144–151.
- Balaji, R., Dhondiram, C. P., Chandrakant, B. A., & Namdev, S. P. (2025). *Pneumatic scissor lift*. 11(3), 3–6.
- Ficki, M. A., Fauji, N., Karawang, S., Hs, J., Waluyo, R., Karawang, K., & Barat, J. (2022). *MENGGUNAKAN PERANGKAT LUNAK One of the main components in the rice husk grinding machine is the frame . The frame is the most important fundamental part , especially for use in machinery , because the function of the frame is as a support for the componen*. 15(November).
- Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2004). *A Textbook of Machine Design*. S Chand And Com an Limited.
- Motte, R., & De Waele, W. (2024). An Overview of Estimations for the High-Cycle Fatigue Strength of Conventionally Manufactured Steels Based on Other Mechanical Properties. *Metals*, 14(1). <https://doi.org/10.3390/met14010085>
- Pratam, S. A., Syarifuddin, & Supriyadi, A. (2021). Pembuatan Rangka Mesin Pelet Ikan 3 in 1. *Journal Mechanical Engineering (NJME)*, X(X), 2.
- Purwoko, Y. A., Rafif, M., Widyartono, A. E., Studi, P., Otomotif, M., Astra, P. M., Gaya, J., & Raya, M. (2025). *Perancangan dan Implementasi Lifter pada Proses Pemasangan Tangki Bensin untuk Mengurangi Keluhan Muskuloskeletal Design and Implementation of a Lifter in the Fuel Tank Installation Process to Reduce Musculoskeletal Complaints*. 6(2), 706–720.
- Rahmawati, Y. A. (2021). Penerapan Alat Bantu Lifter Bridge Untuk Mengurangi Waktu Dan Jarak Tempuh Dalam Pemindahan Barang Setengah Jadi Di Pt. Tmmin. *Jurnal Teknik*, 13(2), 77. <https://doi.org/10.30736/jt.v13i2.659>
- Ramadhan, A. R. A., Muchlis, A., & Fajar, P. A. T. (2025). *Manufaktur Handle Lifter Dengan Material SS400*. 3, 12.
- Sandalcilar, H. (2025). *Structural Optimization of a Formula Student Upright Using the BESO Method : Enhancing Performance Through Lightweight Design*. 9, 536–546.
- Seidakhmet, A., Tuleshov, A., Jamalov, N., Jomartov, A., Cieslik, J., Abduraimov, A., Kamal, A., Kaliyev, M., & Bissembayev, K. (2023). Research of Kinematics and Dynamics of the Lever Lifting Mechanism Used in the Mobile Automotive Lift. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/app132011361>
- Setiawan, T. W., & Kristiawan, Y. Y. (2020). Pengerasan Permukaan Baja Karbon Rendah Dengan Metode Thermal Spray Coating. *Jurnal Teknik*, 6(4), 185–194.
- Tabayyun, C., Kardiman, & Ujiburrahman. (2025). Analisis Frame Meja Dandori Menggunakan Metode Finite Element Analysis (FEA). *Metrotech (Journal of Mechanical and Electrical Technology)*, 4(2), 77–87. <https://doi.org/10.70609/metrotech.v4i2.6955>
- Toteles, A., & Alhaffis, F. (2021). ANALISIS MATERIAL KONTRUKSI CHASIS MOBIL LISTRIK LAKSAMANA V2 MENGGUNAKAN SOFTWARE AUTODESK INVENTOR Program Studi Sarjana Terapan Teknik Mesin Produksi dan Perawatan , Jurusan Teknik Mesin , Politeknik Negeri Bengkalis Email : arishtoteles99@gmail.com 30. *Machine; Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 30–37.
- Wijayanto, H. L., Zulfianti, Yusdianto, S, H. A. R., & Usman. (2025). Design and Safety Factor Simulation of an Automated Feeder for Blanking Machines. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 26(2), 98–111. <https://doi.org/10.23917/mesin.v26i2.6977>
- Zhang, H., Gao, T., Chen, J., Li, X., Song, H., & Huang, G. (2022). Investigation on Strain Hardening and Failure in Notched Tension Specimens of Cold Rolled Ti6Al4V Titanium Alloy. *Materials*, 15(10). <https://doi.org/10.3390/ma15103429>