

# ANALISIS PERUBAHAN BENTUK CHASIS TERHADAP BEBAN SEBAGAI DASAR PERANCANGAN MESIN BENDING HIDRAULIC

Makinun<sup>1)</sup> ✉, Agus Dwi Anggono<sup>1)</sup>, Tri Widodo Besar Riyadiadi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Mesin  
Universitas Antakusuma  
Iskandar, 63, Pangkalan Bun,  
Kalimantan Tengah,  
[12makinun.st12@gmail.com](mailto:12makinun.st12@gmail.com)

## Abstract

*In the world of the automotive industry there are still several problems that must be resolved, such as what happened in one of the workshops, there was a shortage of tools to repair bent truck frames because of the accident. One of the tools needed to repair the frame is the bending tool, with this the planning process for making the tool has a problem with the ability of the hydraulic tool to be used to repair the frame of the Mitsubishi Center 125. With the simulation method using SolidWorks software, it can be seen that the force load on the frame of the Mitsubishi center 125 will then obtain data that can be analyzed using the finite element method. In the simulation, try to use a force load of 1 ton.f to 20 ton.f at two points, namely the center and side, then can be seen that the displacement of the object that occurs. The results of the simulation are increasing the force load, the degree of change in shape is increasing along with the damage to the object and the highest change of 500 mm so it requires the ability of hydraulic tools that have a compressive capacity of more than 20 tons.*

**Keywords:** Automotive, Displacement, Hydraulic, SolidWorks.

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan produksi Automotive mengalami peningkatan selama bertahun-tahun karena banyaknya kebutuhan dalam menunjang kelangsungan perorangan mau pun industri yang bergerak jasa transportasi. kendaraan juga merupakan bahan penting dalam usaha transportasi<sup>[1]</sup>. Dalam aktivitas hari-hari di industri kelapa sawit kendaraan adalah alat vital yang digunakan baik untuk transportasi buah, pupuk dan *out* dari hasil yang diproduksi untuk di kirimkan atau diproses lebih lanjut. Dalam sebuah perusahaan jasa transportasi kebutuhan sehari-hari dan kemasan yang membungkus berbagai macam produk. Ketika ekonomi terus berlanjut berkembang, produksi dan pengguna kendaraan telah meningkat untuk memenuhi kebutuhan pasar yang sedang tumbuh<sup>[1][2][3]</sup>.

Permintaan terus menerus meningkat dari pengguna jasa transportasi yang menyebabkan perlunya adanya studi penanganan kebenkakan yang terjadi kerusakan chasis canter 125. Kendaraan jenis canter 125 mulai diproduksi (2005 - 2018) dan banyak juga yang mengalami perubahan bentuk sedangkan canter 125 chasisnya menggunakan *single plate*<sup>[4]</sup>. Pada tahun 2001 telah diadakan penelitian oleh bahan *experiment ladder truck* bahwa pada bending pada saat bending dilakukan yang menyebabkan penyimpangan bentuk pada sheet metal forming<sup>[5]</sup>. Untuk itu perlu diperhatikan karena pengaruhnya sangat penting terhadap

### Corresponding Author:

✉ Makinun  
[12makinun.st12@gmail.com](mailto:12makinun.st12@gmail.com)  
Received on: 2024-04-27  
Revised on: 2024-05-05  
Accepted on: 2024-05-09

perubahan bentuk dan ukuran pada produk akhir yang dihasilkan<sup>[6][7][8]</sup>. Springback dapat diamati proses bending pada saat bending dilepas (setelah terjadi springback) akan lebih kecil dibandingkan pada saat bending dilakukan *springback* tidak hanya terjadi pada plat tipis atau plat datar, tetapi juga terjadi pada bentuk poros pejal, kawat batang dengan luas area tertentu, serta pada pipa, pada prakteknya springback dapat dikurangi dengan memberikan bending lebih lama, beberapa trial diperlukan untuk mengamati fenomena *springback* yang terjadi sehingga produk yang dihasilkan mempunyai bentuk dan ukuran yang sesuai dengan desain<sup>[9]</sup>.

Mengambil permasalahan pada industri kelapa sawit di daerah Kalimantan terdapat laka lantas yang menyebabkan rangka truk mitsubishi *center* 125 mengalami kerusakan bagian rangka, sehingga secara visual rangka truk tersebut mengalami kerusakan asimetris pada rangkanya, karena terjadi tumbukan yang sangat keras yang menyebabkan kerusakan rangka tersebut, sebagai seorang yang bekerja sebagai mekanik mendapatkan tugas untuk memberi perlakuan untuk melakukan dengan cara hidrolik pressurebending pada rangka tersebut agar menjadi normal kembali, namun dalam permasalahan ini belum dapat mengetahui berapa kemampuan alat hidrolik yang diperlukan untuk menyelesaikan persoalan tersebut. Agar tidak terjadi pembuangan dana maka diperlukan pembelian alat yang tepat guna, dengan ini akan dilakukan simulasi beban yang diterima oleh rangka mitsubishi sehingga dapat mengetahui beban yang dapat digunakan pada alat hidrolik untuk proses bending hidrolik, dengan menggunakan aplikasi solidwork akan diperoleh desain dan simulasi akan diperoleh tegangan (stress) regangan (strain) dan perubahan bentuk (displacement)<sup>[10][5]</sup>, dengan data tersebut akan dapat mengetahui fenomena yang terjadi pada sasis canter 125<sup>[11]</sup>.

## 2. METODE DAN BAHAN

*Finite Element Method* atau metode elemen hingga adalah sebuah metode yang memiliki ide untuk membagi objek yang kompleks menjadi blok-blok atau elemen sederhana, atau membagi objek yang kompleks menjadi pecahan-pecahan kecil yang lebih mudah dikelola yang disebut elemen<sup>[12][13][14]</sup>. *Finite Element Method* (FEM) disebut juga *Finite Element Analysis* (FEA), adalah prosedur numeris yang dapat dipakai untuk menyelesaikan masalah-masalah dalam bidang rekayasa (engineering), seperti analisa tegangan pada struktur, frekuensi pribadi dan mode shape-nya, perpindahan panas, elektromagnetis, dan aliran fluida)<sup>[15]</sup>. Pada dasarnya analisa metode elemen hingga biasanya dapat dilakukan dengan menganalisa elemen 1-D, elemen 2-D, atau Elemen 3-D. Untuk elemen 1-D sebagai contoh adalah elemen spring, trust, beam, pipa, untuk elemen 2-D sebagai contoh adalah elemen membrane, pelat, dan *shell*, untuk elemen 3-d dapat berupa elemen *solid*<sup>[16][15][17]</sup>.

Adalah sebagai perbandingan antara gaya yang bekerja pada benda dengan luas penampang benda, jika besarnya tegangan sama di semua titik. Pada keadaan alaminya setiap material adalah elastis pada keadaan alaminya, sehingga jika benda tersebut mengalami deformasi molekulnya akan membentuk tahanan terhadap deformasi. Secara matematik tegangan bisa didefinisikan sebagai gaya per satuan luas penampang<sup>[18][19]</sup>.

Regangan adalah perubahan bentuk per satuan panjang pada suatu batang. Semua bagian bahan yang mengalami gaya-gaya luar, dan selanjutnya tegangan internal mengalami perubahan bentuk. Misal di sepanjang batang yang mengalami suatu beban tekan akan diperpendek dan yang mengalami beban tarik akan teregang<sup>[18][3]</sup>.

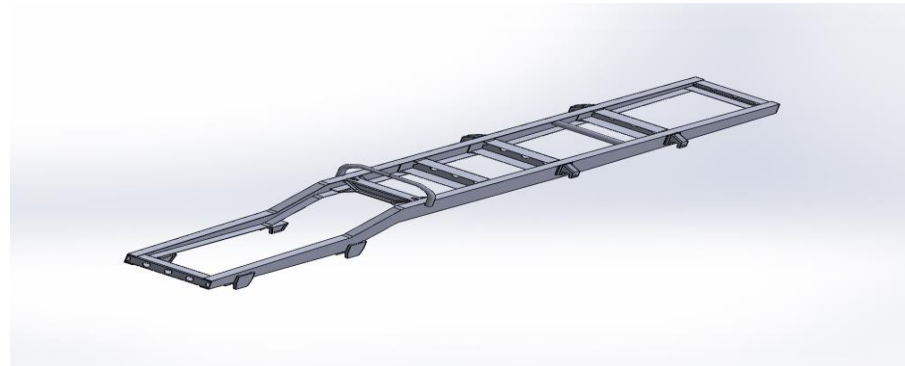
Sesuai dengan hukum Hooke, tegangan adalah sebanding dengan regangan. Dalam hukum ini hanya berlaku pada kondisi tidak melewati batas elastis suatu bahan, ketika gaya dilepas. Perbandingan antara tegangan dan regangan normal disebut Modulus Elastisitas atau Modulus Young<sup>[18]</sup>.

Penelitian dilakukan menggunakan desain dan simulasi numerik dengan perangkat lunak *Solidwork* 2018 dalam bentuk solid. Analisa elemen hingga digunakan untuk mencari nilai tegangan regangan dan perubahan bentuk. Komponen yang digunakan pada simulasi adalah mitsubishi steel dengan model *Linear Elastic Isotropic* dengan massa 7850 kg/m<sup>3</sup>, simulasi dilakukan dengan menggunakan variasi gaya tekan 1000 kg.f – 20000 kg.f dan 2 sisi pembebanan tengah dan samping, detail keseluruhan diperlihatkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Material properties mitsubishi center 125

Material Properties	Value
<i>Yield strength</i>	1340 N/m <sup>2</sup>
<i>Tensile strength</i>	1520 N/m <sup>2</sup>
<i>Elastic modulus</i>	2.1e+011 N/m <sup>2</sup>
<i>Poisson's ratio</i>	0.3
<i>Mass density</i>	7850 kg/m <sup>3</sup>
<i>Shear modulus</i>	2e+009 N/m <sup>2</sup>

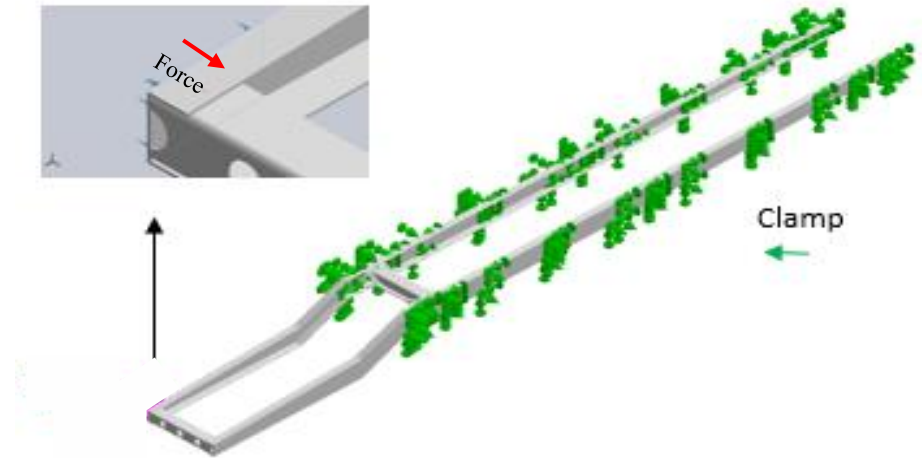
Dalam melakukan desain dan simulasi menggunakan perangkat lunak *Solidwork* 2018 seperti ditunjukkan pada Gambar 1



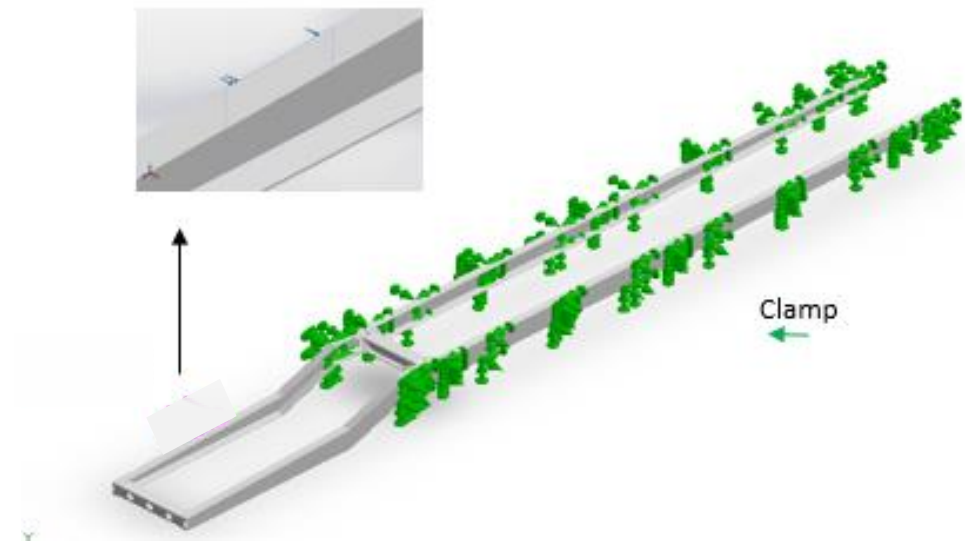
**Gambar 1.** Gambar rangka mitsubishi center 125

Dalam melakukan simulasi langkah yang dilakukan adalah menentukan parameter input dan kondisi batas sangat penting karena akan berpengaruh pada hasil simulasi. Simulasi dilakukan dengan metode *static structural* digunakan untuk mengetahui nilai tegangan, regangan dan perubahan benda . pada kondisi batas memasukan mesh 60 dan suhu 298 K / 25 ° C serta standar pada tabel 1 seperti *Yield strength*, *Tensile strength*, *Elastic modulus*, *Poisson's ratio*, *Mass density*, dan *Shear modulus*.

Setelah memberikan kondisi batas kemudian dilakukan seleksi tumpuan (*fix constraint*) dan gaya tekan pada gambar yang akan di simulasi, langkah yang sangat penting dalam melakukan simulasi, karena gaya tekan pada dasarnya akan ditujukan pada permukaan benda sesuai titik yang ditentukan menyebabkan gaya yang merata pada permukaan lainnya sehingga jika tidak dilakukan tumpuan akan menyebabkan penyebaran gaya yang tidak sesuai yang diharapkan. Berikut gambar penentuan *fix constraint* dan gaya tekan pada Gambar 2 dan Gambar 3.



**Gambar 2.** Lokasi pemberian gaya dan *clamp/ fix constraint* di titik 1



**Gambar 3.** Lokasi pemberian gaya dan *clamp/ fix constraint*

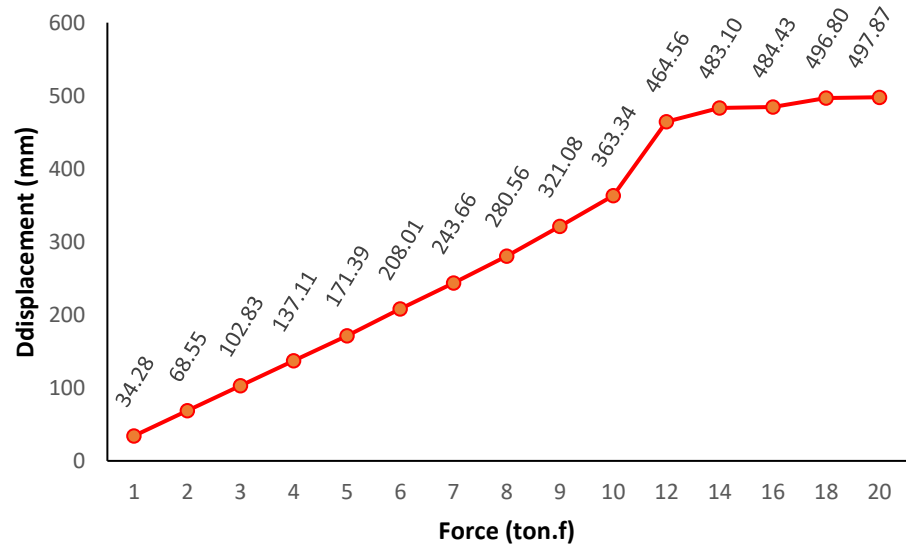
Langkah – langkah simulasi gambar rangka mitsubishi center 125:

1. Menggambar rangka mitsubishi center 125 sesuai dengan data ukuran yang diperoleh dari merek.
2. Menyesuaikan gambar dengan merubah menjadi solid, memberi spesifikasi material sesuai dengan data dari mitsubishi center 125
3. Melakukan langkah simulasi dengan seperti pemilihan letak gaya, *fix constraint*, jumlah gaya *mesh* dll.
4. Mengekspor hasil simulasi untuk memperoleh data *report* yang digunakan untuk menganalisa hasil simulasi

### 3. HASIL DAN DISKUSI

#### 3.1. Pembebanan di titik satu (*one point forcing*)

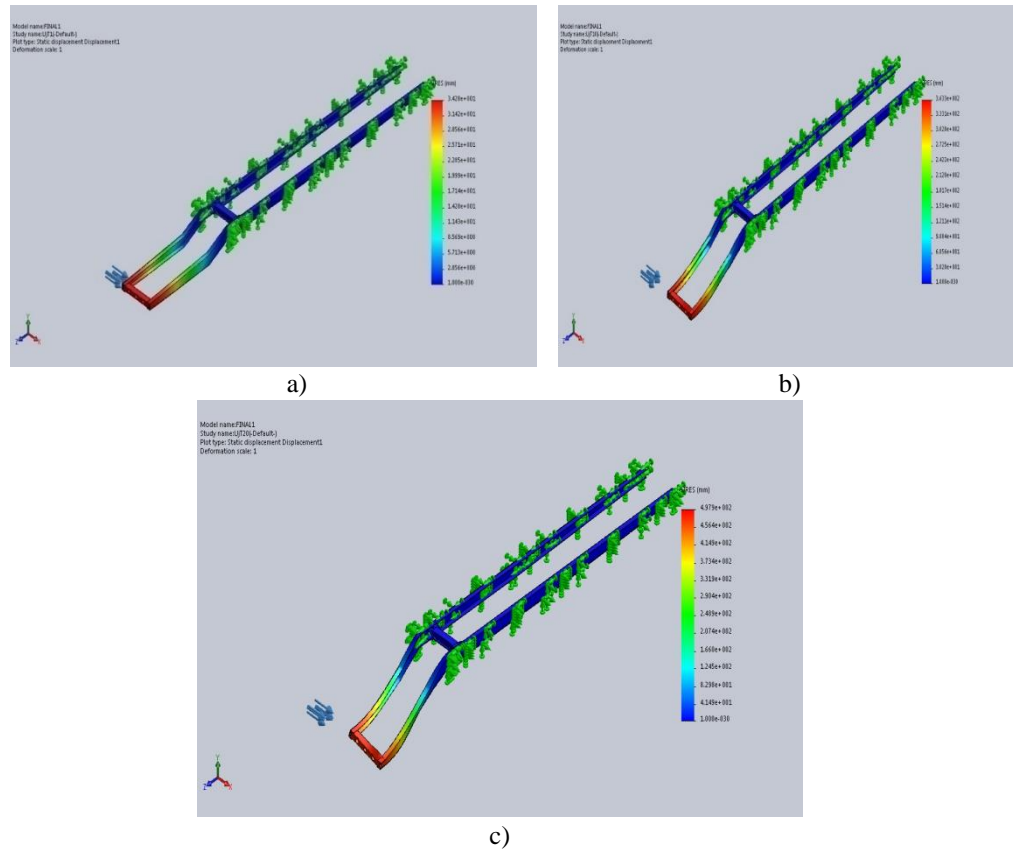
Analisis statis pada rangka mitsubishi center 125 pada pembebanan samping dengan beban 1000 kg.f – 20000 kg.f, tegangan rengangan dan perubahan benda disebabkan karena adanya tekanan kerja pada proses *forcing* pada rangka dengan analisis statis. Berikut adalah hasil gambar analisis dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



**Gambar 4.** Grafik hubungan tekanan (*Force*) dengan *displacement*

Pada Gambar 4 terdapat hubungan antara gaya tekan dengan perubahan bentuk rangka, berdasarkan pada grafik gambar 4 dengan pembebanan terendah 1000 kg.f grafik tegak lurus naik seiring dengan bertambahnya beban dengan stabil sampai pada pembebanan 10000 kg.f yang berarti perubahan bentuk naik dengan stabil sampai beban 10000 kg.f, namun pada pembebanan 12 ton.f grafik terlihat naik drastis dibandingkan pada beban 1000-10000 kg.f dan grafik menjadi naik dengan stabil seiring bertambahnya beban pada beban 12000-20000 kg.f.

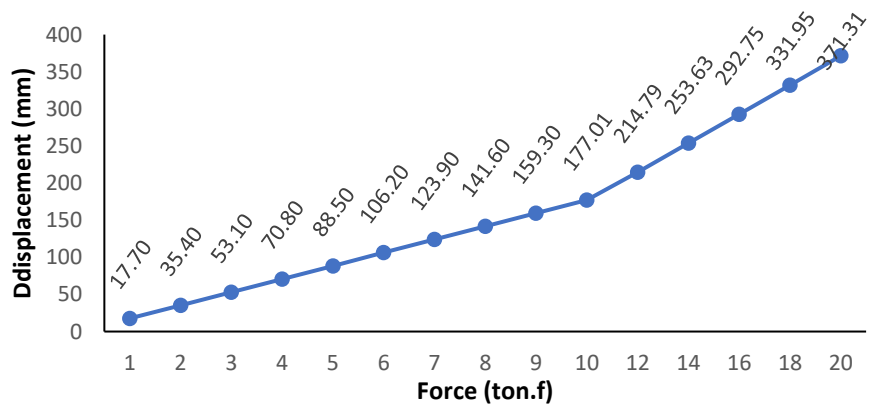
Pada gambar 5 dapat kita amati untuk perubahan bentuk tertinggi terlihat pada daerah yang kontak dengan permukaan beban dan tegak lurus dengan arah pembebanan. Seperti yang terlihat pada table 2 dan gambar 4 Perubahan Bentuk tertinggi diperoleh pada beban gaya 20000 kg.f sebesar 497,87 mm dan perubahan bentuk terendah pada beban gaya sebesar 34,28 m. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya beban gaya maka tingkat perubahan bentuk semakin naik seiring dengan kerusakan pada benda semakin parah sehingga untuk mengembalikan ke bentuk semula perlu perlakuan lebih.



**Gambar 5.** Gambar *One point forcing* sribusi perubahan bentuk a) pada beban 1000 kg.f b) pada beban 10000 kg.f c) pada beban 20000 kg.f

**3.2. Pembebanan di titik satu (*one point forcing*)**

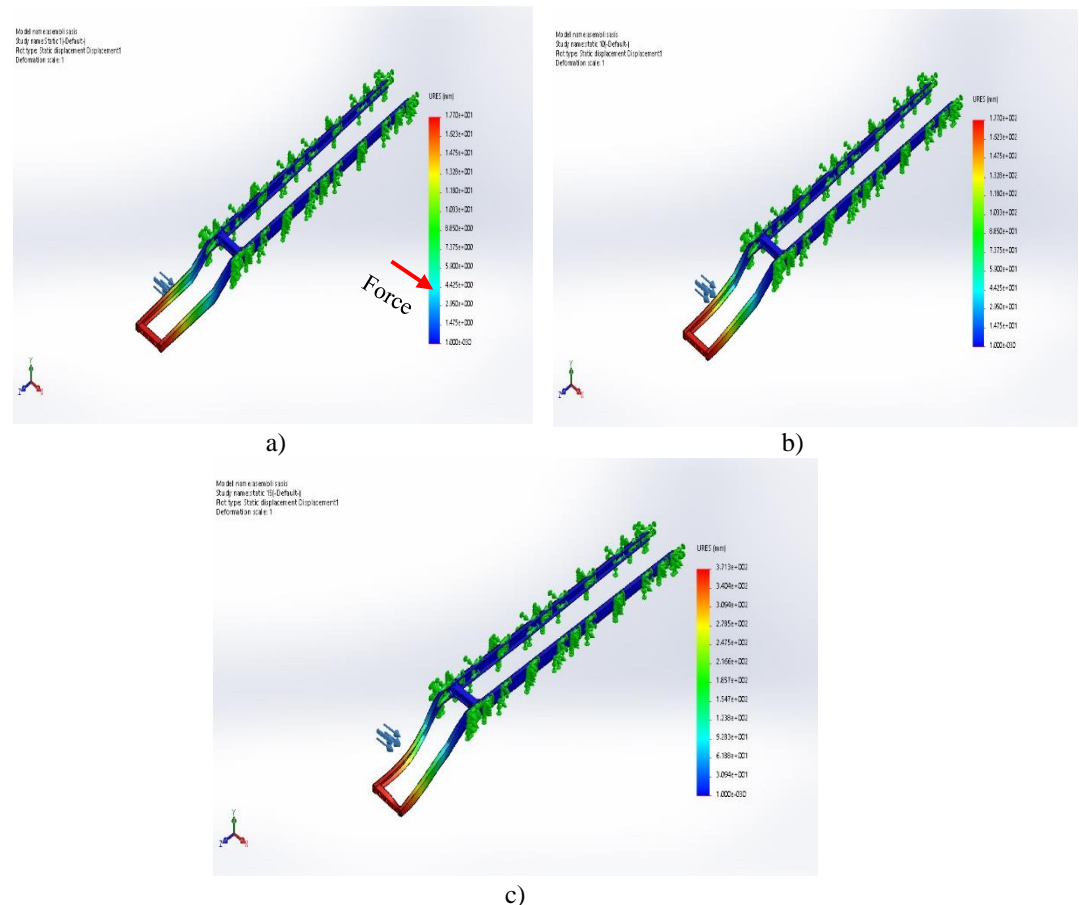
Analisis statis pada rangka mitsubishi center 125 pada Pembebanan Tengah dengan beban 1000 kg.f – 20000 kg.f, tegangan rengangan dan perubahan benda disebabkan karena adanya tekanan kerja pada proses *forcing* pada rangka dengan analisis statis. Berikut adalah hasil gambar analisis dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.



**Gambar 6.** Grafik *displacement* angka terhadap beban pada pembebanan di titik dua

Pada Gambar 6 terdapat hubungan antara gaya tekan dengan perubahan bentuk rangka pada pembebanan titik dua, berdasarkan pada grafik gambar 6 dengan pembebanan terendah 1000 kg.f grafik tegak lurus naik seiring dengan bertambahnya beban dengan stabil sampai pada pembebanan 10000 kg.f yang berarti perubahan bentuk naik dengan stabil sampai beban 10000 kg.f, namun pada pembebanan 12000 kg.f grafik terlihat naik drastis dibandingkan pada beban 1000-10000 kg.f dan grafik menjadi naik dengan stabil seiring bertambahnya beban pada beban 12000-20000 kg.f.

Pada gambar 7 dapat kita amati untuk perubahan bentuk tertinggi terlihat pada daerah yang kontak dengan permukaan beban dan tegak lurus dengan arah pembebanan. Seperti yang terlihat pada table 2 dan gambar 4 Perubahan Bentuk tertinggi diperoleh pada beban gaya 20000 kg.f sebesar 371,31mm dan perubahan bentuk terendah pada beban gaya sebesar 17,70 mm. Jadi dapat disimpulkan bahwa semakin bertambahnya beban gaya maka tingkat perubahan bentuk semakin naik seiring dengan kerusakan pada benda semakin parah sehingga untuk mengembalikan ke bentuk semula perlu perlakuan lebih.

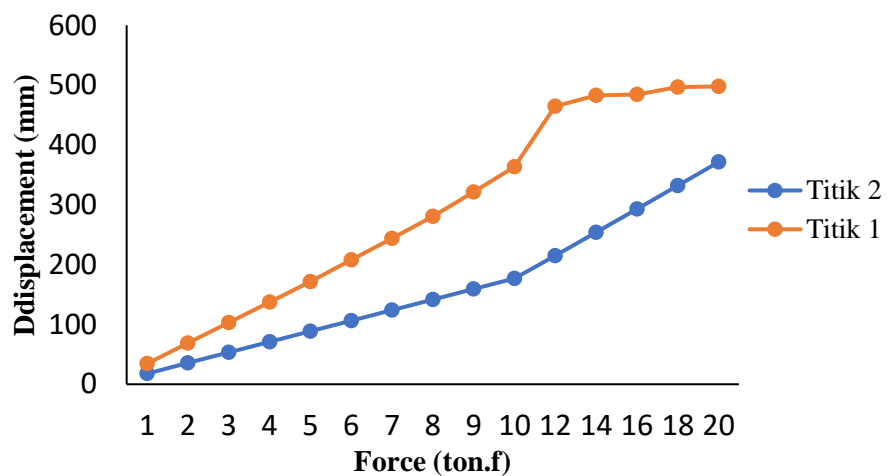


**Gambar 7.** Gambar two point forcing distribusi perubahan bentuk a) pada beban 1000 kg.f b) pada beban 10000 kg.f c) pada beban 20000 kg.f



### 3.3. Perbandingan perubahan bentuk antara one point forcing dengan two point forcing

Dengan parameter berat gaya yang sama perbedaan posisi penekanan terhadap tumpuan, dapat berakibat perbedaan distribusi *displacement*, seperti yang terlihat pada Gambar 5 dan Gambar 7 area yang berwarna merah menunjukkan perubahan bentuk yang tinggi, analisa secara visual distribusi warna dari Gambar 7 pada *two point force* mencakup area yang luas namun nilai *displacement* menunjukkan lebih kecil sedangkan pada *one point force* lebih sedikit dari pada *two point force* namun memiliki nilai *displacement* yang tinggi, seperti terlihat pada gambar 8 bisa diamati bahwa secara keseluruhan pada pembebanan dari 1000 kg.f sampai 20000 kg.f nilai *displacement* pada *two point force* lebih besar dari pada *one point force* yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Gambar perbandingan perubahan bentuk antara *one point forcing* dengan *two point forcing*

### 3.4. Perbandingan Perubahan Bentuk Hasil Simulasi dengan Hasil Nyata

Mencari beban simulasi yang diperoleh diperlukan data lapangan untuk memvalidasi hasil analisa komputer. Pada awal sebelum penelitian dibutuhkan ukuran *displacement* dari rangka kendaraan, pada Gambar 9 menunjukkan gambar keseluruhan sasis kendaraan dan letak pengukuran sasis.



Gambar 9. Foto Langsung Sasis Mitsubishi Center 125



Pada Gambar 10 menunjukkan hasil ukur dari *Displacement* sasis secara langsung dengan nilai yang didapat adalah 497 mm, sedangkan data yang diperoleh dari hasil simulasi yang memerlukan beban 20000 kg.f untuk mendapatkan 497,87 mm. Sehingga dapat disimpulkan beban yang didapat sasis dilihat dari perbandingan hasil ukur *Displacement* secara langsung dengan uji analisis komputer adalah 20000 kg.f.



**Gambar 10.** Pengukuran *Displacement* Sasis secara langsung

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin bertambahnya beban gaya maka tingkat perubahan bentuk semakin naik seiring dengan kerusakan pada benda semakin parah sehingga untuk mengembalikan ke bentuk semula perlu perlakuan lebih. Selain itu, dari hasil simulasi yang diperoleh bahwa untuk perubahan bentuk sampai dengan 500 mm disarankan untuk membuat pressure bending diperlukan alat hidrolik yang memiliki kemampuan tekan lebih besar dari 20000 kg.f.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Azwan, M. Bakri, J. Salmah, S. A. Rahim, and K. Norman, "A study on Agro-Hybrid Farm Vehicle with Small Onboard Solar Photovoltaic for Herbicide Spraying in Oil Palm Plantation," *J. Adv. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. J. homepage*, vol. 17, no. December, pp. 61–77, 2019, [Online]. Available: [www.akademiabaru.com/araset.html](http://www.akademiabaru.com/araset.html).
- [2] R. Fritzsche, A. Richter, and M. Putz, "Automatic Adjustment of Car Body Fixtures Using Artificial Intelligence," *Procedia CIRP*, vol. 62, pp. 600–605, 2017, doi: 10.1016/j.procir.2016.06.075.
- [3] M. Dabair and S. Pavankalyan, "Design and Analysis of Truck Chassis," *Int. J. Eng. Appl. Sci. Technol.*, vol. 04, no. 12, pp. 550–553, 2020, doi: 10.33564/ijeast.2020.v04i12.099.
- [4] J. Srilatha, "Design and analysis of heavy duty vehicle truck chassis.," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. V, no. IX, pp. 100–107, 2017, doi: 10.22214/ijraset.2017.9018.

- [5] N. A. Abdel-halim and M. M. M. Abdel-hafiz, "Stress and Strain Analysis for a Ladder Truck Chassis," *Am. J. Eng. Technol. Soc.* PP131-139, vol. 2, no. 6, 2015.
- [6] A. Satyanand and P. Design, "Design And Optimization Of Truck Chassis Frame," no. 05, pp. 293–302, 2018.
- [7] A. vig -Vidyadhar biswal, Rohit goyal, Mandeep chhabra, Varun shukla, "Compelete analysis of chasis design of automobile vehicle using finite element method," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 3, pp. 446–451, 2017, [Online]. Available: <https://irjet.net/archives/V4/i3/IRJET-V4I3129.pdf>.
- [8] A. Z. P. S.J. Sambhaji, "Weight Optimization and FEA Analysis of Truck Chassis," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 10, pp. 813–822, 2020.
- [9] R. Liebrechts, "Concept modelling and simulation in truck chassis design," *Proc. ISMA 2014 - Int. Conf. Noise Vib. Eng. USD 2014 - Int. Conf. Uncertain. Struct. Dyn.*, pp. 1665–1676, 2014.
- [10] Jamili and Andoko, "Stress and deformation simulation in 6 Hole Steel Rim Using Finite Element Method," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 494, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/494/1/012026.
- [11] L. Scurtu and I. Lupea, "Frontal crash simulation of a chassis frame," *Acta Tech. Napocensis*, vol. 57, no. III, pp. 207–210, 2014, [Online]. Available: <https://atnamam.utcluj.ro/index.php/Acta/article/view/398>.
- [12] M. L. Mohamad, M. T. A. Rahman, S. F. Khan, M. H. Basha, A. H. Adom, and M. S. M. Hashim, "Design and static structural analysis of a race car chassis for Formula Society of Automotive Engineers (FSAE) event," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 908, no. 1, 2017, doi: 10.1088/1742-6596/908/1/012042.
- [13] S. N. Kane, A. Mishra, and A. K. Dutta, "Preface: International Conference on Recent Trends in Physics (ICRTP 2016)," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 755, no. 1, pp. 2–8, 2016, doi: 10.1088/1742-6596/755/1/011001.
- [14] M. A. M. Nor, H. Rashid, W. M. F. W. Mahyuddin, M. A. M. Azlan, and J. Mahmud, "Stress analysis of a low loader chassis," *Procedia Eng.*, vol. 41, no. May 2014, pp. 995–1001, 2012, doi: 10.1016/j.proeng.2012.07.274.
- [15] Q. S. Wang, Y. Zhang, J. H. Sun, J. Wen, and S. Demebele, "Temperature and thermal stress simulation of window glass exposed to fire," *Procedia Eng.*, vol. 11, pp. 452–460, 2011, doi: 10.1016/j.proeng.2011.04.682.
- [16] Z. M. Bi and W. J. Zhang, "Flexible fixture design and automation: Review, issues and future directions," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 39, no. 13, pp. 2867–2894, 2001, doi: 10.1080/00207540110054579.
- [17] B. Wongchai, "Front and side impact analysis of space frame chassis of formula car," *Int. J. GEOMATE*, vol. 18, no. 67, pp. 168–174, 2020, doi: 10.21660/2020.67.5528.
- [18] N. A. Sutisna and M. F. A. A. Akbar, "FEM Simulation of Electric Car Chassis Design with Torsional Bar Technology," *J. Mech. Eng. Mechatronics*, vol. 3, no. 2, p. 97, 2019, doi: 10.33021/jmem.v3i2.542.
- [19] S. N. Vijayan, S. Sendhilkumar, and K. M. Kiran Babu, "Design and analysis of automotive chassis considering cross," *Ijcr*, vol. 7, no. 5, pp. 15697–15701, 2017.