

## ***The Effect Of Acceleration And Braking On The Strength Of Chopper-Motorcycle Frames Under Static Loading Conditions***

### **Pengaruh Percepatan Dan Pengereman Terhadap Kekuatan Rangka Sepeda Motor Chopper Dalam Kondisi Pembebanan Statik**

Aji Gumilar<sup>1\*)</sup>, Rozaqy Nurfadhila Akbar<sup>2)</sup>

<sup>1,2)</sup>Fakultas Teknologi Manufaktur, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi

Email: [aji.gumilar@lecture.unjani.ac.id](mailto:aji.gumilar@lecture.unjani.ac.id)

\*) *Corresponding author*

**Abstract:** *This study aims to analyze the static strength of two custom chopper motorcycle frame designs considering various loading cases, including normal loading, maximum acceleration, and maximum braking. The analysis is conducted using a numerical simulation approach with the Finite Element Method (FEM) to measure von Mises stress, displacement, and safety factor. The simulation results show significant differences between the two frame designs. Frame 1 exhibits poorer performance with lower safety factors under maximum braking, displaying very high stress and larger displacements, whereas Frame 2 performs better with a consistently safe safety factor across all loading conditions. This study provides important contributions to the development of safer and more functional custom motorcycle frame designs, considering safety aspects in everyday use and modifications.*

**Keywords:** *static strength, motorcycle frame design, numerical simulation, finite element method, safety factor, loading.*

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan statis pada dua desain rangka sepeda motor chopper custom dengan mempertimbangkan berbagai kasus pembebanan, termasuk pembebanan normal, percepatan maksimum, dan pengereman maksimum. Analisis dilakukan menggunakan pendekatan simulasi numerik dengan metode elemen hingga (FEM) untuk mengukur tegangan von Mises, displacement, dan faktor keamanan. Hasil simulasi menunjukkan perbedaan signifikan antara kedua desain rangka. Rangka 1 menunjukkan kinerja yang kurang baik dengan faktor keamanan yang lebih rendah pada kondisi pengereman maksimum, mencapai nilai tegangan yang sangat tinggi dan displacement yang lebih besar, sedangkan rangka 2 menunjukkan performa yang lebih baik dengan faktor keamanan yang tetap aman di seluruh kondisi pembebanan. Penelitian ini memberikan kontribusi penting dalam pengembangan desain rangka sepeda motor custom yang lebih aman dan fungsional dengan mempertimbangkan aspek keselamatan dalam penggunaan sehari-hari dan modifikasi.

**Kata kunci:** kekuatan statis, desain rangka sepeda motor, simulasi numerik, elemen hingga.

DOI: <https://doi.org/10.37577/sainteks.v7i01.859>

Received: 01, 2025. Accepted: 02, 2025.

Published: 03, 2025

## PENDAHULUAN

Jumlah pengguna sepeda motor di Indonesia menempati urutan teratas dibanding pengguna kendaraan transportasi bermotor lainnya yaitu sebanyak 125.305.332 dari 148.261.817 kendaraan bermotor (BPS, 2024). Sepeda motor populer karena kepraktisan, keandalan, dan kemampuannya menghadapi berbagai kondisi jalan dan kemacetan, menjadikannya moda transportasi pilihan. Selain sebagai alat transportasi, sepeda motor juga menjadi barang hobi yang banyak diminati oleh penggemar otomotif, sehingga turut mendorong peningkatan populasinya (Firmansyah & Handoyo, 2014) (Nurbaity, Bungin, & Satvikadewi, 2016) (Iqbal, 2018) (Triwahyupriadi, 2019).

Penggemar otomotif biasanya menyalurkan minat mereka dengan mengoleksi sepeda motor, memodifikasi sepeda motor, dan lain sebagainya. Modifikasi sepeda motor, mulai dari perubahan ringan hingga transformasi besar yang dikenal sebagai sepeda motor *custom-built*, menjadi cara populer untuk mengekspresikan diri. Sepeda motor *custom-built* sering digunakan sebagai sarana pemiliknya untuk menunjukkan identitas dan kreativitas mereka (Lai & Aritejo, 2013) (Wicaksono & Winarno, 2023). Kemajuan dalam dunia motor *custom* memiliki dampak positif yang signifikan terhadap minat konsumen, semakin pesat perkembangan motor *custom*, semakin besar pula daya tariknya bagi konsumen untuk memilikinya (Irawan, Rahayu, & Riyanto, 2022).

Sepeda motor *custom* umumnya dibuat berdasarkan pesanan di bengkel-bengkel khusus yang memiliki keahlian dalam merancang dan memodifikasi sepeda motor. Proses pembuatan melibatkan perubahan desain yang signifikan, termasuk pada bagian rangka (AA, 2022) (Lano, 2022). Rangka sepeda motor, sebagai komponen utama yang menopang keseluruhan struktur kendaraan, harus mampu menahan berbagai beban, termasuk beban statis, dinamis, dan getaran selama penggunaan (Pramono, Hidayat, & Waluyo, 2020). Kekuatan rangka ditentukan oleh berbagai faktor, seperti tegangan, perpindahan atau deformasi, serta tingkat keamanannya. Material dapat mengalami kegagalan jika tegangan maksimum yang diterima melebihi batas luluh material tersebut (Mulyaningsih, Ramadhani, & Hastuti, 2023) (Konada & Suman, 2020) (Perkasa, Amrullah, Pranoto, & Gunawan, 2023). Faktor lain yang memengaruhi kekuatan rangka meliputi desain bentuk rangka, jenis material, dan dimensi material yang digunakan. Selain berpengaruh pada kekuatan rangka, ketiga faktor tersebut juga memengaruhi bobot rangka serta efisiensi dalam proses produksinya (Mulyaningsih, Ramadhani, & Hastuti, 2023).

Rangka sepeda motor akan memberikan dampak yang fatal apabila mengalami kegagalan, baik bagi pengendara maupun pengguna jalan lainnya. Pada umumnya, produksi motor *custom* di bengkel-bengkel berbeda dengan proses produksi motor pabrikan yang melalui serangkaian uji kekuatan dan keselamatan secara standar. Analisis kekuatan rangka menjadi aspek yang sangat penting dalam memastikan bahwa modifikasi yang dilakukan tetap memenuhi standar keselamatan (Darojat & Mulyana, 2016). Selain itu, analisis kekuatan rangka motor *custom* menjadi penting karena perubahan desain dan material yang dilakukan dapat memengaruhi distribusi tegangan serta stabilitas strukturalnya.

Penelitian terdahulu terkait analisis rangka sepeda motor, baik untuk kendaraan pabrikan maupun *custom*, umumnya hanya mempertimbangkan pembebanan statik normal, seperti beban dari massa pengendara, motor listrik, dan baterai. Analisis yang mencakup faktor percepatan dan pengereman masih jarang dilakukan, padahal kedua aspek ini berperan signifikan dalam penilaian keselamatan kendaraan.

Berbagai penelitian sebelumnya telah dilakukan terkait kekuatan rangka kendaraan, baik untuk sepeda motor pabrikan maupun *custom*. Penelitian ini mencakup analisis material, desain struktur, dan simulasi numerik menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*, FEM). Penelitian oleh (Setiawan, Sugiyanto, & Daryus, 2023) menganalisis kekuatan rangka sepeda motor listrik dengan pembebanan statik (pengguna, motor listrik, dan baterai) menggunakan motor *brushless* BLDC 48 V 1500 W 550 rpm dan baterai ion litium 58 V dan 24 Ah,

bahan rangka dari Baja Karbon Rendah dengan massa maksimum pengendara 170 Kg. Analisis kekuatan rangka sepeda motor *chopper* berbahan Baja oleh (Rahmadi & Mursalin, 2024) dengan pembebanan statik dari massa maksimum pengendara 180 Kg dan motor listrik 11,74 Kg. Penelitian oleh (Albana, Praja, & Irawan, 2015) membandingkan kekuatan rangka sepeda motor dengan dua pembebanan dan bahan yang digunakan yaitu 2960 N dan 2450 N dengan bahan *Galvanis Steel* dan *Black Steel*.

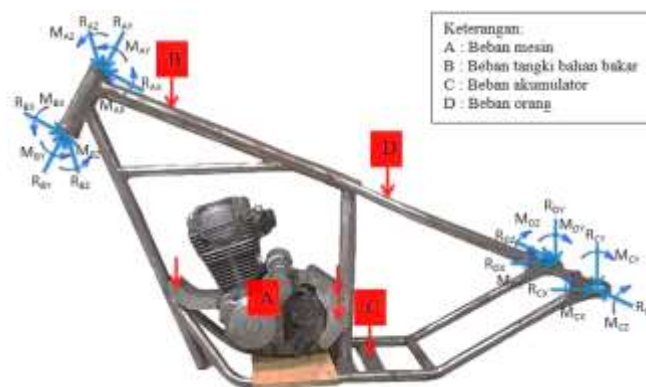
Pada artikel ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan pada dua model rangka sepeda motor *Chopper custom* dengan pembebanan statik yang mempertimbangkan faktor percepatan dan pengereman menggunakan pendekatan simulasi numerik, dengan harapan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan desain yang optimal, aman, dan fungsional.

## METODOLOGI

Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data awal, seperti bentuk dan ukuran rangka, jenis material, bentuk dan ukuran material, sifat material, nilai beban yang diterapkan, serta lokasi titik pembebanan, yang kemudian digunakan sebagai dasar untuk pembuatan model 3D rangka dan pelaksanaan simulasi statik pada model tersebut. Pemodelan 3D dilakukan dengan bantuan komputer (CAD) dan simulasi statik dilakukan dengan analisis elemen hingga (FEA), yang keduanya dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks Student Version. Analisis dan prediksi kekuatan rangka dengan menggunakan metode FEA dapat meminimumkan biaya dan waktu bila dibandingkan dengan metode eksperimen atau pengujian secara langsung terhadap objek yang dianalisis.

Proses simulasi dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu penetapan material, pemilihan jenis dan posisi tumpuan, pemberian beban, pembuatan *mesh*, dan menjalankan simulasi (*run*). Material yang digunakan pada model 3D adalah baja ASTM A36, dengan jenis tumpuan berupa tumpuan jepit (*fixed support*) yang ditempatkan pada kepala kemudi dan pelat poros (*axle plate*) roda belakang, dengan semua derajat kebebasan translasi dan rotasi dikunci. Simulasi dilakukan dalam beberapa kasus, yaitu pembebanan normal, kasus percepatan, dan kasus pengereman.

Dalam simulasi pembebanan normal, rangka beserta semua massa yang ditempatkan pada rangka menerima percepatan gravitasi sebesar  $9,81 \text{ m/s}^2$ . Beban yang diberikan memiliki arah yang searah dengan percepatan gravitasi. Pembebanan yang dikenakan pada rangka tersebut dapat disajikan dengan diagram benda bebas pada Gambar 1.



**Gambar 1. Diagram benda bebas pada rangka sepeda motor**

Dalam simulasi kasus percepatan, rangka beserta semua massa yang ditempatkan di atasnya menerima percepatan gravitasi sebesar  $9,81 \text{ m/s}^2$  sekaligus percepatan longitudinal ke arah belakang dengan nilai yang sama. Sementara itu, dalam simulasi kasus pengereman, percepatan yang diterima oleh rangka dan massa serupa dengan kasus percepatan, tetapi arah percepatan longitudinalnya berlawanan, yaitu ke depan.

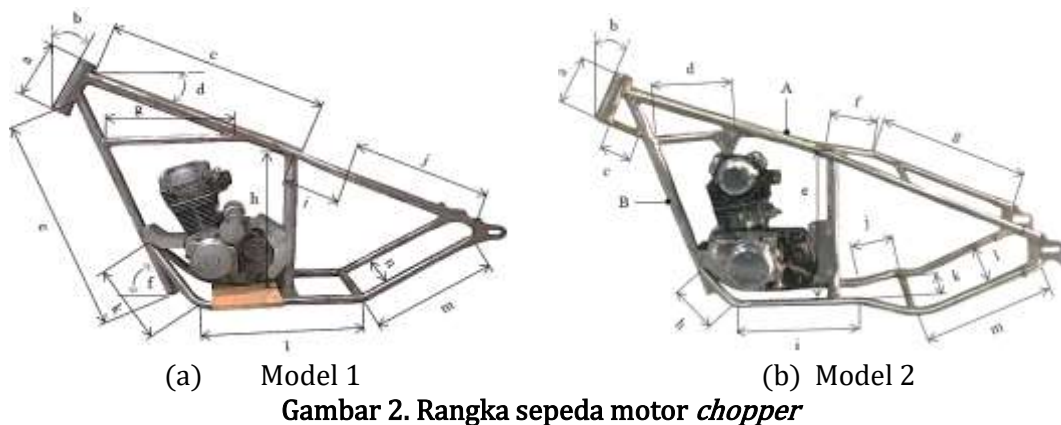
*Meshing* dalam simulasi dilakukan menggunakan pengaturan ukuran *mesh* sebesar 5 mm. Ukuran *mesh* tersebut ditetapkan atas pertimbangan dari hasil uji konvergensi, yang dilakukan dengan menggunakan beberapa pengaturan ukuran *mesh*. Dari beberapa percobaan, nilai yang dihasilkan dari pengaturan ukuran *mesh* sebesar 5 mm menunjukkan nilai yang sudah konvergen. Adapun jenis *mesh* yang digunakan yaitu berupa elemen tetrahedral yang dihasilkan secara otomatis oleh perangkat lunak.

Langkah terakhir adalah menjalankan simulasi (*run*), yaitu proses penyelesaian yang dilakukan dengan bantuan komputer. Hasil simulasi yang diharapkan meliputi nilai tegangan von Mises, perpindahan (*displacement*), dan faktor keamanan. Nilai-nilai hasil simulasi direpresentasikan dengan warna pada model 3D rangka: warna kuning, oranye, dan merah menunjukkan nilai yang relatif besar, sedangkan warna hijau, biru muda, dan biru tua menunjukkan nilai yang menengah hingga relatif kecil.

Dari semua simulasi yang dilakukan, nilai minimal faktor keamanan yang harus dicapai adalah empat. Hasil dari berbagai simulasi yang meliputi nilai tegangan von Mises, *displacement*, dan faktor keamanan, kemudian dibandingkan antara kedua model rangka untuk menentukan desain rangka yang paling aman, yaitu rangka yang memiliki nilai faktor keamanan lebih besar dari empat dan nilai *displacement* yang terkecil.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil pertama yang diperoleh dari kegiatan analisis ini yaitu data awal yang berupa gambar rangka dan ukuran sepeda motor *chopper*, sifat mekanika bahan rangka, dan besar pembebanan pada rangka yang ditunjukkan dalam Gambar 2, Tabel 1, 2, 3, dan 4.



**Tabel 1. Data ukuran rangka motor *chopper* model 1**

Notasi	Nilai	Satuan	Notasi	Nilai	Satuan
a	170	mm	h	460	mm
b	25	derajat	i	275	mm
c	780	mm	j	420	mm
d	14	derajat	k	225	mm
e	690	mm	l	471	mm
f	58	derajat	m	390	mm
g	435	mm	n	225	mm

**Tabel 2. Data ukuran rangka *chopper* model 2**

Notasi	Nilai	Satuan	Notasi	Nilai	Satuan
a	170	mm	j	101	mm
b	30	derajat	k	170	mm
c	151	mm	l	225	mm
d	345	mm	m	330	mm
e	469	mm	n	780	mm
f	281	mm	o	14	derajat
g	330	mm	p	66	derajat
h	216	mm	q	710	mm
i	371	mm			

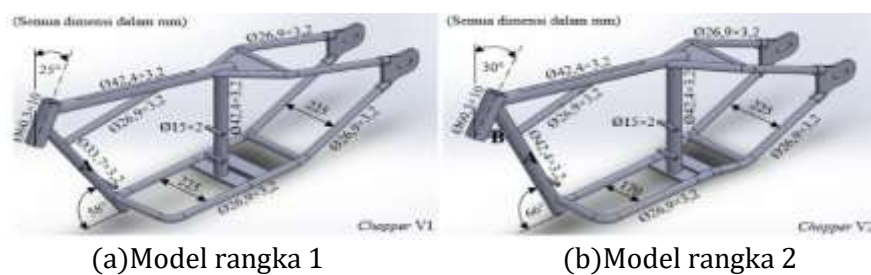
**Tabel 3. Sifat mekanik bahan Baja ASTM A36**

Variabel	Nilai	Satuan
Kekuatan Tarik	400	N/mm <sup>2</sup>
Kekuatan luluh	250	N/mm <sup>2</sup>
Modulus elastisitas	200000	N/mm <sup>2</sup>
Poisson ratio	0,26	
Modulus geser	79300	N/mm <sup>2</sup>
Massa jenis	7850	Kg/m <sup>3</sup>

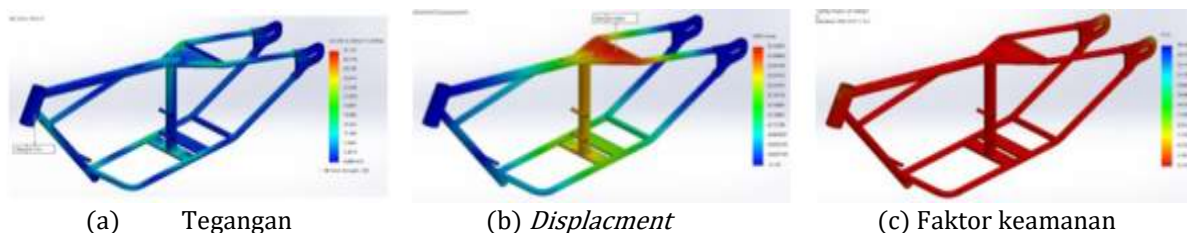
**Tabel 4. Nilai beban yang dikenakan pada rangka sepeda motor**

variabel	Objek	Massa, Kg	Beban, N
A	Mesin	50	490,5
B	Tangki bahan bakar	5	49,05
C	Akumulator	2	19,62
D	Pengendara	200	1962

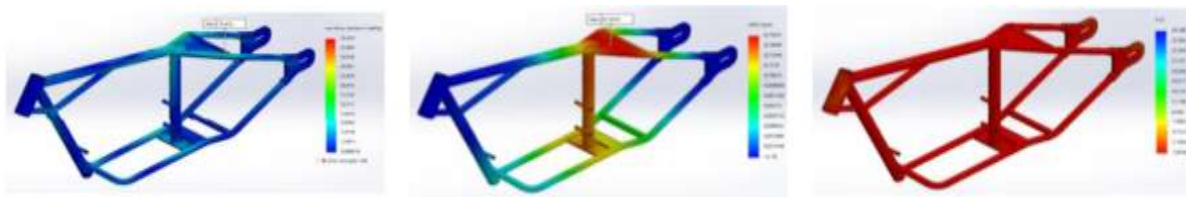
Pemodelan 3D rangka dilakukan dengan berdasar pada data ukuran rangka yang ditunjukkan dalam Tabel 1 dan Tabel 2, sehingga diperoleh model 3D rangka 1 dan rangka 2 seperti yang ditunjukkan dalam Gambar 3. Hasil simulasi besar tegangan, *displacement*, dan faktor keamanan akibat pembebanan statik (normal, percepatan maksimum, pengereman maksimum) pada rangka sepeda motor model 1 dan 2, dapat dilihat pada Gambar 4-9.



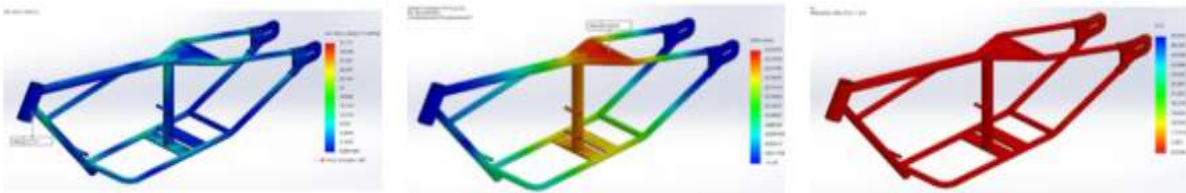
(a) Model rangka 1 (b) Model rangka 2  
**Gambar 3. Model rangka sepeda motor *Chopper***



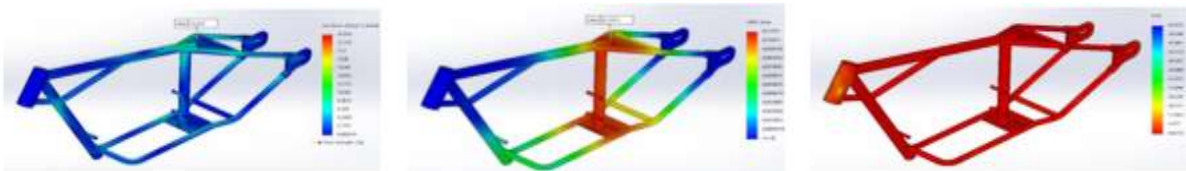
(a) Tegangan (b) *Displacement* (c) Faktor keamanan  
**Gambar 4. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 1 pembebanan normal**



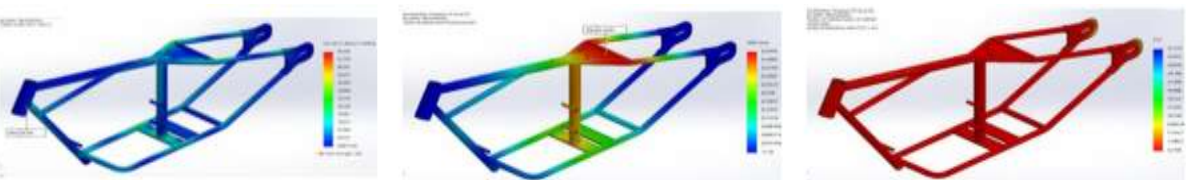
(a) Tegangan (b) *Displacment* (c) Faktor keamanan  
Gambar 5. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 2 pembebanan normal



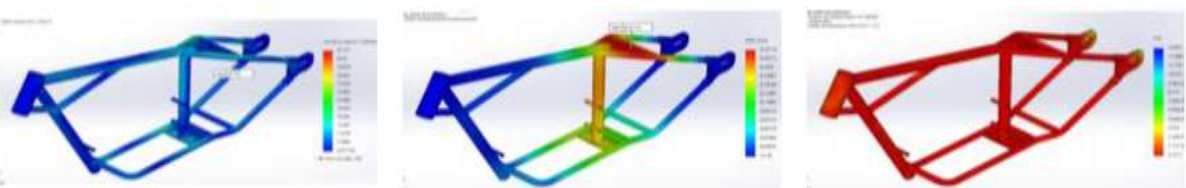
(a) Tegangan (b) *Displacment* (c) Faktor keamanan  
Gambar 6. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 1 akibat percepatan maksimum



(a)Tegangan (b)*Displacment* (c)Faktor keamanan  
Gambar 7. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 2 akibat percepatan maksimum



(a)Tegangan (b)*Displacment* (c)Faktor keamanan  
Gambar 8. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 1 akibat pengereman maksimum

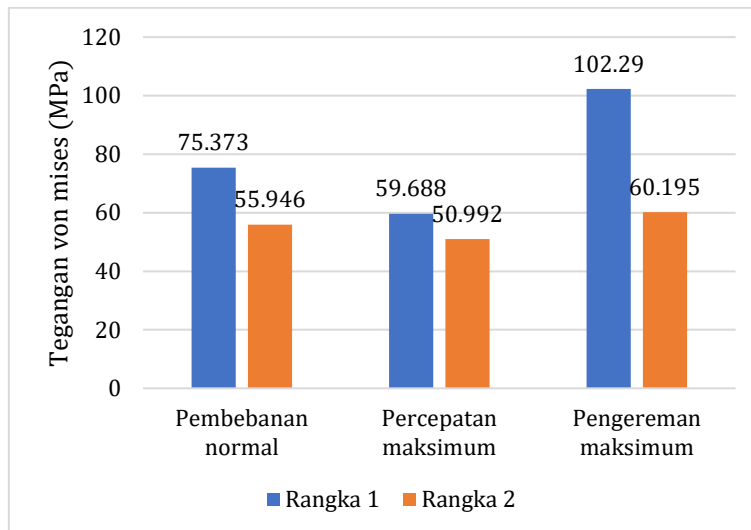


(a)Tegangan (b)*Displacment* (c)Faktor keamanan  
Gambar 9. Hasil simulasi rangka sepeda motor *Chopper* model 2 akibat pengereman maksimum

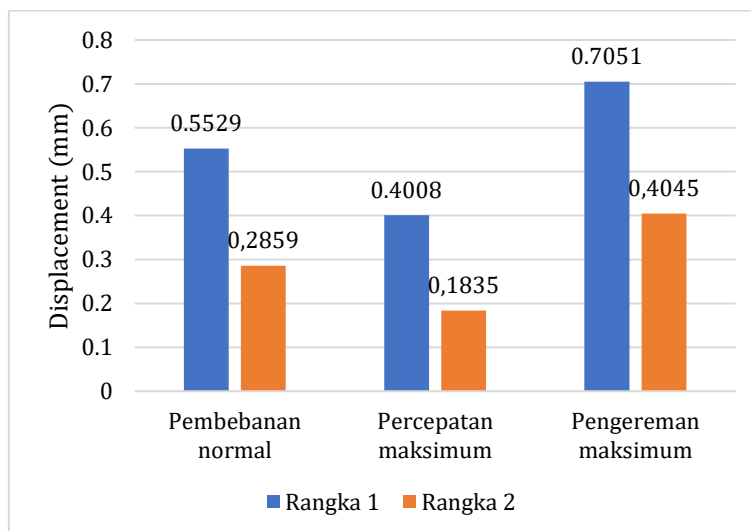
Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan pada kedua rangka dengan kasus pembebanan normal, kasus percepatan dan kasus pengereman, diperoleh kumpulan data hasil simulasi yang berupa nilai tegangan *von Mises*, *displacement*, dan faktor keamanan dari masing-masing rangka yang ditunjukkan dalam Tabel 5. Data-data hasil simulasi tersebut juga disajikan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dalam mengamati perbedaannya, yang ditunjukkan dalam Gambar 10, 11, dan 12.

Tabel 5. Nilai tegangan, *displacement*, dan faktor keamanan rangka sepeda motor akibat pembebanan statik

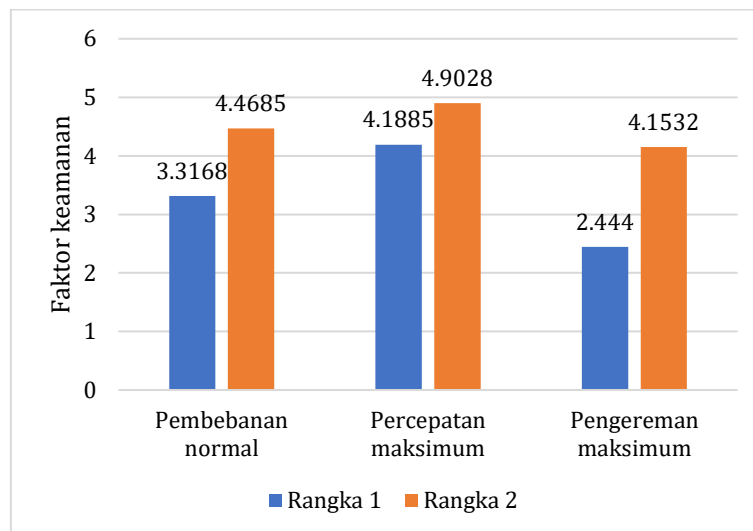
Variasi Rangka	Kasus Simulasi	Tegangan (MPa)	<i>Displacement</i> (mm)	Faktor keamanan
Rangka 1	Pembebanan normal	75,373	0,5529	3,3168
	Percepatan maksimum	59,688	0,4008	4,1885
	Pengereman maksimum	102,29	0,7051	2,444
Rangka 2	Pembebanan normal	55,946	0,2859	4,4685
	Percepatan maksimum	50,992	0,1835	4,9028
	Pengereman maksimum	60,195	0,4045	4,1532



Gambar 10. Grafik nilai tegangan rangka 1 dan 2



Gambar 11. Grafik nilai *displacement* rangka 1 dan 2



Gambar 12. Grafik nilai faktor keamanan rangka 1 dan 2

#### a. Analisis Tegangan Von Mises

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan pada rangka 1 lebih tinggi dibandingkan rangka 2. Pada pembebanan normal, tegangan tertinggi pada rangka 1 adalah 75,373 MPa, sementara pada rangka 2 sebesar 55,946 MPa. Dalam kasus percepatan maksimum, tegangan pada rangka 1 mencapai 59,688 MPa dan pada rangka 2 sebesar 50,992 MPa. Pada pengereman maksimum, tegangan meningkat menjadi 102,29 MPa pada rangka 1 dan 60,195 MPa pada rangka 2. Tegangan von Mises pada kedua rangka berada di bawah kekuatan luluh material ASTM A36 (250 MPa). Dengan demikian, rangka 1 dan rangka 2 dinyatakan aman. Perbedaan nilai tegangan pada kedua rangka dipengaruhi oleh perbedaan struktur rangka, dimana pada rangka 2 terdapat batang B (yang ditunjukkan dalam Gambar 3) yang menghubungkan kepala kemudi dengan batang A. Selain itu, perbedaan nilai sudut kepala kemudi dan nilai sudut batang A dapat memberikan pengaruh terhadap nilai tegangan dari kedua rangka.

#### b. Analisis Displacement

Rangka 1 mengalami *displacement* lebih besar dibandingkan rangka 2. Pada pembebanan normal, *displacement* maksimum pada rangka 1 adalah 0,5529 mm dan pada rangka 2 sebesar 0,2859 mm. Dalam kasus percepatan maksimum, *displacement* rangka 1 sebesar 0,4008 mm dan rangka 2 sebesar 0,1835 mm. Pada pengereman maksimum, *displacement* meningkat menjadi 0,7051 mm pada rangka 1 dan 0,4045 mm pada rangka 2. Secara keseluruhan, *displacement* pada kedua rangka masih kecil sehingga aman. Perbedaan *displacement* dipengaruhi oleh panjang rangka, di mana rangka 1 lebih panjang (1436 mm) dibandingkan rangka 2 (1343 mm).

#### c. Analisis Faktor Keamanan

Faktor keamanan rangka 1 lebih rendah dibandingkan rangka 2. Pada pembebanan normal, faktor keamanan rangka 1 adalah 3,3168, sementara rangka 2 sebesar 4,4685. Dalam kasus percepatan maksimum, faktor keamanan rangka 1 adalah 4,1885 dan rangka 2 sebesar 4,9028. Pada kasus pengereman maksimum, faktor keamanan pada kedua rangka lebih rendah dibandingkan dengan kasus percepatan maksimum. Rangka 1 memiliki faktor keamanan sebesar 2,444, sedangkan rangka 2 mencapai 4,1532.

Pada pembebanan normal, percepatan maksimum, dan pengereman maksimum, rangka 2 dapat dinyatakan aman karena faktor keamanannya lebih besar dari batas minimum industri, yaitu 4. Batas ini juga digunakan dalam perancangan struktur statis yang menerima beban

dinamis (Khoiriah, 2020; Mott, Vavrek, & Wang, 2018). Sebaliknya, rangka 1 tidak aman karena faktor keamanannya pada pembebanan normal dan pengereman maksimum lebih kecil dari nilai yang ditentukan.

Perbedaan faktor keamanan dipengaruhi oleh perbedaan struktur dan bentuk rangka sebagaimana halnya perbedaan tegangan. Faktor keamanan pada rangka 1 dapat ditingkatkan dengan beberapa cara, diantaranya yaitu dengan memberi batang penguat di sekitar area yang mengalami tegangan tertinggi, atau dengan mengubah material dan dimensi material yang digunakan pada rangka, sebagaimana halnya pada penelitian oleh (Albana, Praja, & Irawan, 2015) yang membandingkan kekuatan rangka sepeda motor dengan dua bahan yang berbeda, menghasilkan nilai kekuatan yang berbeda pula.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan analisis kekuatan statis pada dua desain rangka sepeda motor chopper dengan berbagai kasus pembebanan, ditemukan perbedaan signifikan dalam kinerja kedua rangka. Rangka 1 menunjukkan kinerja yang kurang baik dibandingkan rangka 2. Pada pembebanan normal, tegangan tertinggi mencapai 75,37 MPa, displacement terbesar 0,55 mm, dan faktor keamanan 3,32. Pada percepatan maksimum, tegangan menurun menjadi 59,69 MPa, displacement sebesar 0,40 mm, dan faktor keamanan naik ke 4,19. Namun, pada pengereman maksimum, tegangan meningkat menjadi 102,29 MPa, displacement 0,71 mm, dan faktor keamanan turun menjadi 2,44.

Sebaliknya, rangka 2 memiliki kinerja yang lebih baik. Pada pembebanan normal, tegangan tertinggi adalah 55,94 MPa, displacement 0,29 mm, dan faktor keamanan 4,47. Dalam kasus percepatan maksimum, tegangan mencapai 50,99 MPa, displacement 0,18 mm, dan faktor keamanan 4,90. Pada pengereman maksimum, tegangan naik menjadi 60,20 MPa, displacement 0,40 mm, dan faktor keamanan 4,15.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- BPS. (2024, February 29). *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis*. (Badan Pusat Statistik Indonesia) Dipetik December 29, 2024, dari BADAN PUSAT STATISTIK: <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/NTcjMg==/perkembangan-jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-jenis--unit-.html>
- Irawan, Y., Rahayu, S. R., & Riyanto, K. B. (2022). Pengaruh Perkembangan Motor Custom Dan Aspek Legalitas Terhadap Minat Konsumen Pada Motor Modifikasi Di Kota Metro. *Jurnal Manajemen Diversifikasi*, 2(4), 884-890.
- AA. (2022, December 22). *Otomotif*. Dipetik December 2024, dari Kumparan: <https://kumparan.com/info-otomotif/apa-itu-custom-kendaraan-ini-jawabannya-1zMSKL2329q/full>
- Darojat, D., & Mulyana, T. (2016). *Sistem Rangka Pada Sepeda Motor*. Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia: Direktorat Pembinaan Kursus dan Pelatihan.
- Setiawan, R., Sugiyanto, D., & Daryus, A. (2023, January). Analisis Simulasi Kekuatan dan Pembuatan Rangka Kendaraan Sepeda Motor Listrik. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 8(1), 58-66.
- Rahmadi, A., & Mursalin. (2024). Design and Analysis of Chassis Frame for Chopper-Style Motorcycle. *Jurnal Media Mesin*, 25(1), 64-76.
- Albana, M. H., Praja, F., & Irawan, B. H. (2015). Simulasi Tegangan pada Rangka Sepeda Motor. *Jurnal Integrasi*, 7(2), 146-150.
- Pramono, G. E., Hidayat, A., & Waluyo, R. (2020). Perancangan dan Simulasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Tipe Trellis Menggunakan Finite Element Analysis. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 5(2), 319-326.

- Mulyaningsih, N., Ramadhani, W., & Hastuti, S. (2023). Analisis Variasi Desain Rangka Sepeda Motor Listrik Terhadap Kekuatan Rangka dengan Ansys Workbench. *Jurnal Rekayasa Material, Manufaktur dan Energi*, VI(1), 137-143.
- Sadya, S. (2023). *Polri Catat 152,51 Juta Kendaraan di Indonesia pada 2022," Otomotif dan Transportasi*. Dipetik Maret 2023, dari Otomotif dan Transportasi: <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/polri-catat-15251-juta-kendaraan-di-indonesia-pada-2022>.
- Firmansyah, R., & Handoyo, P. (2014). Gaya Hidup Komunitas Motor Jupiter Di Surabaya. *Paradigma*, 2(1), 1-9.
- Nurbaity, F., Bungin, B., & Satvikadewi. (2016). persepsi Anggota Club Motor Terhadap Gaya Hidup Komunitas Di Surabaya. *J. Represent*, 2, 1-11.
- Iqbal, M. (2018). *seng-Iseng Thailook Zone Surabaya (Studi Deskriptif Fungsi Komunitas Penggemar Modifikasi Motor Iseng-Iseng Thailook Surabaya bagi Anggotanya)*. Universitas Airlangga.
- Triwahyupriadi, D. (2019). elera Masyarakat Urban terhadap Tren Custom Motor dari Prespektif Budaya Visua. *Seminar Nasional Seni dan Desain: Reinvensi Budaya Visual Nusantara*, (hal. 147-150).
- Lai, M. K., & Aritejo, B. A. (2013). rsonal and social factors affecting adolescent motorcycle riders' intention to customize their vehicles: Evidence from Indonesia. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.*, 20, 6-16.
- Wicaksono, M. S., & Winarno, W. (2023). otor Custom Sebagai Wadah Berekspresi. *Sakala J. Seni Rupa Murni*, 4(1), 19-31.
- Lano, R. (2022). *Mengenal 10 Jenis Motor Custom Paling Digemari , Pilih Mana ? Motor Custom Populer dari Tipe Aliran dan Style*. Diambil kembali dari <https://momotor.id/news/10-jenis-motor-custom/>
- Konada, N. K., & Suman, K. N. (2020). nalysis on Two Wheeler ChassisFrame of E-bike Subjected to Static and Impact Loads. *J. Mech. Energy Eng.*, 4(1), 15-26.
- Perkasa, R. E., Amrullah, U. S., Pranoto, B., & Gunawan, C. (2023). nalisis Pengaruh Penambahan Stiffener Terhadap Nilai Tegangan Dan Defleksi PadaRangka Sepeda Motor Listrik Dengan Metode Elemen Hingga. *J. V-Mac*, 8(1), 6-12.