

Analisis *Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor* pada Rangka Mobil Listrik Jeep Mini Sys-8

Muhammad Bayu Ardiansyah dan Mochammad Choifin

Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik Universitas Maarif Hasyim Latif

Jl. Raya Ngelom Megare No.30. Ngelom. Kec. Taman. Kabupaten Sidoarjo. Jawa Timur

e-mail : mochamad_choifin@dosen.umaha.ac.id

Received 1 Agustus 2024 | Revised 15 Januari 2025 | Accepted 7 Juni 2025

ABSTRAK

*Mobil listrik memiliki banyak keuntungan dibandingkan dengan mobil bahan bakar fosil. Beberapa di antaranya adalah bahwa mereka menghemat lebih banyak bahan bakar, lebih ramah lingkungan, lebih tahan lama, dan memiliki mesin yang lebih sederhana. Motor listrik kendaraan ini mengandalkan energi listrik dari baterai, memberikan solusi inovatif untuk mengurangi polusi udara dan menyederhanakan konstruksi mesin. Meskipun memiliki keunggulan, mobil listrik tetap membutuhkan rangka yang kokoh dan kuat untuk mendukung beban kendaraan secara keseluruhan. Sangat penting bahwa rangka ini memenuhi standar kekuatan, ringan, dan kelenturan yang ideal. Penelitian ini bertujuan merancang rangka mobil sebagai dasar untuk bodi kendaraan, sistem kemudi, mesin dan komponen-komponen lainnya. Penelitian dilakukan dengan metode pengembangan (Research Development) menggunakan perangkat lunak Solidwork 2023 yang mampu membuat model dalam bentuk gambar 3 dimensi. Untuk pengujian *safety factor* pengujian bagian lantai penumpang memiliki nilai angka keamanan 437.7 sedangkan pada bagian tempat aki memiliki nilai 7.42 keamanan yang di mana nilai keamanan untuk industri yaitu 4.*

Kata kunci : Mobil listrik, rangka mobil listrik, *safety factor*

ABSTRACT

Electric vehicles have many advantages compared to fossil fuel vehicles. Some of these include greater fuel savings, being more environmentally friendly, longer durability, and having simpler engines. The electric motor of these vehicles relies on battery power, offering an innovative solution to reduce air pollution and simplify engine construction. Despite their advantages, electric vehicles still require a sturdy and strong chassis to support the overall load of the vehicle. It is crucial that the chassis meets the ideal standards of strength, lightness, and flexibility. This research aims to design a safe and comfortable electric vehicle chassis as a foundation for the vehicle body, engine, steering system, and other components. The research was conducted using a development method (Research Development) with software capable of creating 3D models, specifically using SolidWorks 2023. Safety factor testing showed that the passenger floor section has a safety value of 437.7, while the battery compartment has a safety value of 7.42, where the industry safety standard is 4.

Keywords: Electric car, electric car chassis, *safety factor*

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk Indonesia yang terus meningkat menyebabkan penggunaan kendaraan berbahan bakar fosil semakin meluas, terutama di perkotaan [1]. Minyak bumi sebagai sumber energi kendaraan menimbulkan polusi udara dan emisi gas buang yang berdampak buruk pada kesehatan dan lingkungan, sehingga solusi transportasi yang berkelanjutan sangat dibutuhkan [2]. Mobil listrik adalah salah satu solusi yang lebih efisien, ramah lingkungan, tahan lama, dan memiliki mesin yang lebih sederhana. Kendaraan ini menggunakan motor listrik dan baterai sebagai sumber tenaga, mengurangi polusi udara dan menyederhanakan konstruksi mesin. Namun, mobil listrik tetap memerlukan rangka yang kuat untuk mendukung beban kendaraan [3]. Rangka mobil, sebagai bagian dari chasis, harus kuat untuk menahan beban kendaraan, termasuk penumpang dan perlengkapan lainnya, serta berfungsi sebagai pengaman bagi pengemudi dan penumpang [4]. Penelitian dengan simulasi pembebanan statik pada desain sasis digunakan untuk mendapatkan batasan aman konstruksi sasis, meliputi tegangan, *displacement*, dan *safety factor* [5].

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan metode pengembangan (*Research and Development*) serta menggunakan perangkat lunak untuk menganalisis karakteristik statik model. Fokus penelitian adalah pada rancangan rangka mobil listrik, terutama faktor *displacement*, pembebanan, dan keamanan. Rangka mobil listrik dibuat menggunakan perangkat lunak *SolidWorks* untuk analisis kekuatan struktur dan performa statiknya. Langkah awal penelitian melibatkan pembebanan pada struktur rangka mobil listrik. Pendekatan ini bertujuan memahami dan meningkatkan kinerja serta keandalan struktural rangka mobil listrik dalam kondisi statik.

2.1 Pemodelan Desain

Salah satu metode umum untuk mengubah objek dari 2D ke 3D adalah dengan mengextrude profil 2D pada bidang datar. Proses ini melibatkan memperluas objek melalui satu sumbu sehingga menjadi model solid 3D. Teknik ini memungkinkan gambar datar menjadi model tiga dimensi yang lebih kompleks dan nyata. Dalam CAD, gambar 2D dapat diubah menjadi model 3D solid dengan ekstrusi, memberikan dimensi tambahan pada objek. Model solid 3D dapat dibentuk dari file CAD digital tanpa perbedaan signifikan. Perangkat lunak CAD modern memungkinkan pembentukan model 3D yang stabil dan akurat, menambahkan dimensi dan karakteristik fisik yang mendekati representasi nyata dari desain. Teknologi CAD memudahkan pembuatan model 3D sesuai kebutuhan desain [6].

2.2 Perancangan

Proses menyatukan komponen melalui langkah-langkah berurutan untuk membuat struktur atau komponen yang sesuai ukuran disebut perancangan. Perancangan struktur menghadapi banyak tantangan, termasuk beban seperti tegangan aksial, lentur, dan geser. Struktur harus dirancang untuk menahan tegangan maksimum dari berbagai beban untuk mencapai kinerja terbaik dan keandalan yang optimal. Pilihan material yang sesuai dengan tujuan adalah bagian penting dari desain struktur. Pertimbangan kekuatan, kekerasan, dan ketangguhan material. Pilihan material memenuhi semua persyaratan desain melalui evaluasi karakteristik material [7].

2.3 Pemodelan Rakitan

Proses *assembly* sangat penting untuk berbagai industri, seperti produksi mesin dan perakitan kendaraan. Proses ini melibatkan penempatan dan penyatuan bagian-bagian desain untuk membuat bentuk yang lebih kompleks dan fungsional. Setiap langkah proses ini dapat divisualisasikan, diuji, dan diperbaiki menggunakan teknologi digital dan perangkat lunak CAD, yang memastikan hasil akhir memenuhi persyaratan pengguna.

2.4 Perhitungan dan Hasil Simulasi Perancangan

Dengan kata lain, statika adalah ilmu yang mempelajari dampak beban terhadap gaya-gaya dan tegangan pada material. Fokus utama kajian ini adalah gaya-gaya yang bekerja pada suatu sistem.

Finite Element Modelling (FEM) adalah proses simulasi dan analisis tiga dimensi menggunakan perangkat lunak. Proses ini memungkinkan pemahaman mengenai beban yang terjadi, kekuatan, titik kritis, tegangan maksimum, serta deformasi maksimum yang dialami oleh suatu sistem. Dalam penelitian ini, simulasi statik pada komponen-komponen alat penumbuk dilakukan menggunakan *software SolidWorks* [8].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Diameter Rangka Mobil Listrik

Diameter pada suatu rangka mobil listrik merujuk pada ukuran melintang dari elemen-elemen tabung atau batang yang digunakan dalam konstruksi rangka tersebut. Diameter yang lebih besar pada elemen rangka biasanya berarti material yang lebih tebal, yang menambah kekuatan dan kekakuan struktur, memastikan rangka dapat menahan beban dan tekanan selama penggunaan. Namun, diameter yang lebih besar juga berarti lebih banyak material, yang meningkatkan berat rangka, sehingga desainer harus menemukan keseimbangan antara kekuatan dan berat. Diameter elemen rangka juga mempengaruhi distribusi beban, memastikan beban didistribusikan merata untuk mengurangi titik lemah dan potensi kegagalan struktural [9].

Tabel 1. Diameter Mobil Listrik

Bagian Mobil	Diameter
Panjang Mobil	2967 mm
Lebar Mobil	1238 mm
Tinggi Mobil	1529 mm
Panjang sumbu roda depan dan belakang	1829 mm
Panjang Rangka Tengah	1107 mm

3.2 Pembebanan Pada Rangka

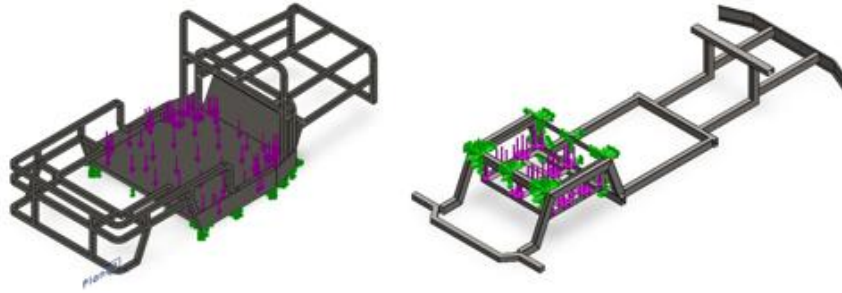
Pembagian pengujian akan dilakukan untuk mengukur kekuatan pada rangka chasis.[10] Tabel di bawah ini menunjukkan jumlah usaha yang dibagi menjadi dua tempat pengujian untuk mengukur kekuatan pada rangka chasis.

Tabel 2. Beban Pada Rangka

Bagian Pengujian	Nilai Beban
Lantai Penumpang	1500 N
Tempat Aki	300 N

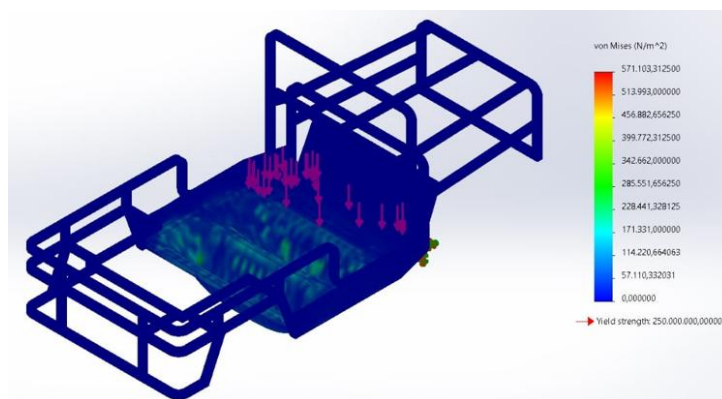
3.3 Tempat Bagian Pembebanan

Titik beban pada pengujian *SolidWorks* merujuk pada lokasi spesifik di mana gaya atau beban diterapkan pada model selama simulasi. Pengujian titik beban dalam *SolidWorks* merupakan langkah penting dalam proses desain dan verifikasi, membantu memastikan bahwa produk akhir aman, fungsional, dan memenuhi spesifikasi desain [11].



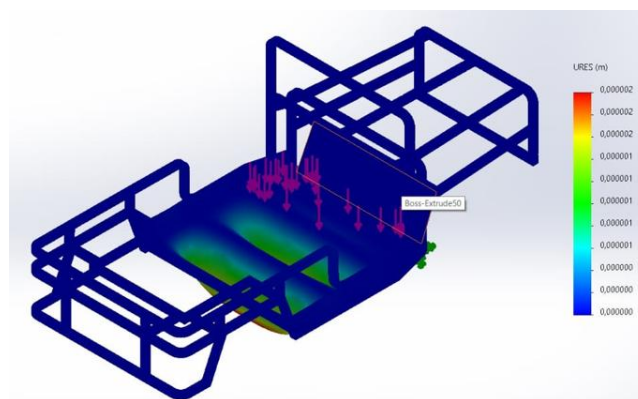
Gambar 1. Titik Pembebanan

3.4 Hasil Pengujian Bagian Lantai Penumpang



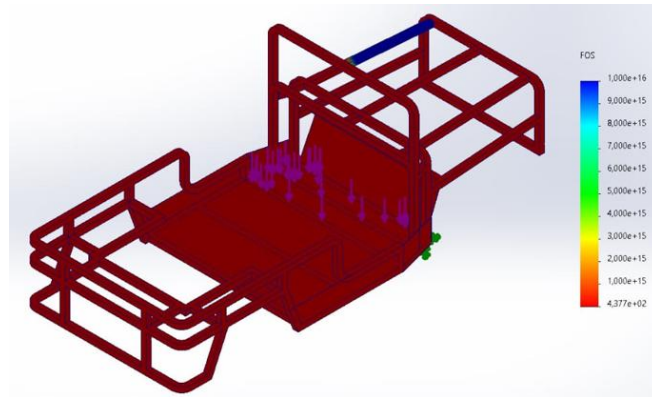
Gambar 2. Hasil Pengujian *Stress*

Hasil pengujian tegangan maksimal dengan beban 150 kg pada rangka lantai penumpang menunjukkan perbedaan warna yang mengindikasikan tegangan dengan warna biru (mendekati batas aman), hijau, kuning, dan merah (mendekati batas maksimal). Pengujian ini menunjukkan tegangan maksimal yang terjadi yaitu $571 \times 10^3 \text{ N/m}^2$ masih dibawah *yield strength* material ASTM A36 yaitu $250 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, sehingga hasil pengujian ini masih aman.



Gambar 3. Hasil Pengujian *Displacement*

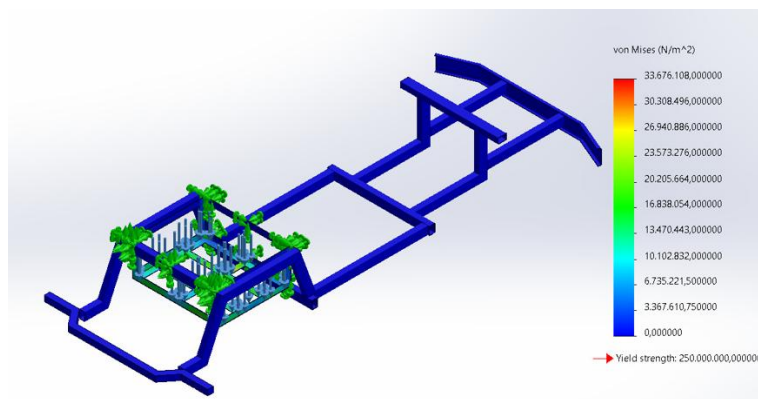
Hasil pengujian *displacement* menunjukkan perbedaan warna pada rangka *chassis* dengan warna biru, hijau, kuning, dan merah. Nilai *displacement* sebesar $2 \times 10^{-6} \text{ m}$ menunjukkan desain rangka mengalami *displacement* yang sangat minim akibat pembebanan.



Gambar 4. Hasil Pengujian *Safety Factor*

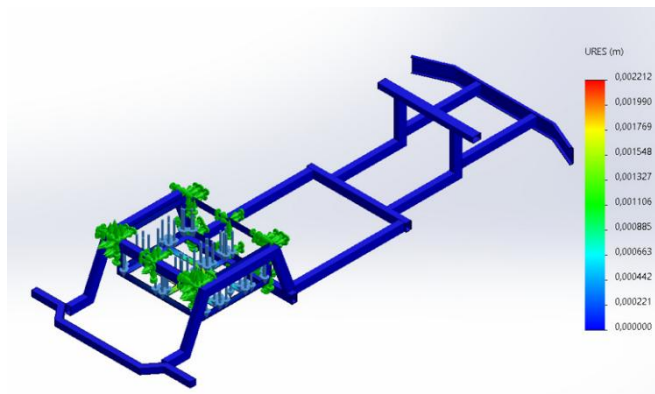
Hasil pengujian *Safety Factor* pada konstruksi menunjukkan hampir seluruh rangka berwarna merah karena menggunakan tegangan maksimal. Nilai *Safety Factor* sebesar 437,7 menunjukkan bahwa konstruksi rangka chasis mobil listrik sangat aman, jauh di atas angka minimal industri sebesar 4.

3.5 Hasil Pengujian Bagian Tempat Aki



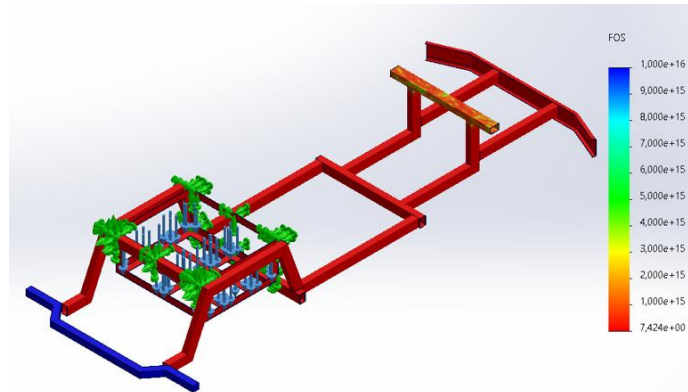
Gambar 5. Hasil Pengujian *Stress*

Hasil pengujian tegangan maksimal dengan beban 30 kg pada rangka tempat aki menunjukkan perbedaan warna biru (mendekati batas aman), hijau, kuning, dan merah (mendekati batas maksimal). Pengujian ini menunjukkan tegangan maksimal yang terjadi yaitu $33 \times 10^6 \text{ N/m}^2$ masih dibawah *yield strength* material ASTM A36 yaitu $250 \times 10^6 \text{ N/m}^2$, sehingga hasil pengujian ini masih aman.



Gambar 6. Hasil Pengujian Displacement

Hasil pengujian *displacement* maksimal menunjukkan perbedaan warna pada rangka *chasis* dengan warna biru, hijau, kuning, dan merah. Nilai *displacement* sebesar $2,2 \times 10^{-3}$ m menunjukkan desain rangka mengalami *displacement* yang sangat minim akibat pembebanan.



Gambar 7. Hasil Pengujian Safety Factor

Hasil pengujian *Safety Factor* pada konstruksi menunjukkan hampir seluruh rangka berwarna merah karena menggunakan tegangan maksimal. Nilai *Safety Factor* sebesar 7,42 menunjukkan bahwa konstruksi rangka *chasis* mobil listrik sangat aman, melebihi angka minimal industri sebesar 4.

3.6 Perhitungan Safety Factor

Selain itu, faktor keamanan juga perlu diperhatikan dalam desain konstruksi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menciptakan rangka *chasis* mobil listrik yang aman dan nyaman. Keamanan desain diukur dengan nilai yang disebut faktor keamanan *Safety Factor* (SF). Perhitungan *safety factor* dilakukan dengan membandingkan antara kekuatan dari material dengan tegangan yang terjadi. Perhitungan SF dapat di gambarkan melalui persamaan (1) berikut:

$$n = \frac{sy}{t} \quad (1)$$

Dimana :

n	= <i>safety factor</i> (angka keamanan)	
sy	= <i>yield strength</i> (kekuatan)	[N/m ²]
t	= tegangan	[N/m ²]

Untuk hasil *safety factor* dari tiap-tiap pengujian beban lantai penumpang dan bagian tempat aki pada rangka menggunakan rumus persamaan sebagai berikut :

Perhitungan Bagian Lantai Penumpang

$$n = \frac{sy}{t} = \frac{250,000}{571} = 437.7$$

Perhitungan Bagian Tempat Aki

$$n = \frac{sy}{t} = \frac{250,000}{33} = 7.42$$

Hasil pengujian ini fokus pada *safety factor* untuk memastikan konstruksi memenuhi standar. Disimpulkan bahwa rangka chasis mobil listrik sangat aman dengan *safety factor* minimal 4, sesuai dengan standar industri.

4. Kesimpulan

Pengujian yang akan dilakukan memerlukan pembagian menjadi dua tempat pengujian untuk menilai kekuatan rangka chasis. Bagian yang diuji adalah lantai penumpang dengan beban 150 kg dan tempat aki dengan beban 30 kg, menggunakan material ASTM A36. Hasil pengujian tegangan pada kedua bagian ini menunjukkan bahwa bahan ASTM A36 masih aman karena hasilnya berada di bawah batas maksimal dari simulasi *SolidWorks*. Pengujian *displacement* juga menunjukkan hasil yang aman, masih di bawah batas maksimal simulasi. Penelitian menggunakan *software SolidWorks* menunjukkan faktor keamanan yang sangat tinggi, dengan nilai keamanan lantai penumpang sebesar 136,61 dan tempat aki sebesar 7,71, keduanya melebihi angka minimal industri sebesar 4.

5. Daftar Pustaka

- [1] M. Aziz, Y. Marcellino, I. A. Rizki, S. A. Ikhwanuddin, and J. W. Simatupang, “Studi Analisis Perkembangan Teknologi Dan Dukungan Pemerintah Indonesia Terkait Mobil Listrik,” *TESLA J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, p. 45, 2020, doi: 10.24912/tesla.v22i1.7898.
- [2] Kurnia Alfi and Sudarti, “Efek Rumah Kaca Oleh Kendaraan Bermotor,” *J. Pendidik. Fis. dan Sains*, vol. 4, no. 2, pp. 1–9, 2021.
- [3] M. Adriana, A. A. B.P, and M. Masrianor, “Rancang Bangun Rangka (Chasis) Mobil Listrik Roda Tiga Kapasitas Satu Orang,” *J. Elem.*, vol. 4, no. 2, p. 129, 2017, doi: 10.34128/je.v4i2.64.
- [4] M. Choifin, “Analisis Displacement Dan Tegangan Von Mises Rangka Mobil,” vol. 5, pp. 31–35, 2022.
- [5] A. Diinil Mustaqiem, “Analisis Perbandingan Faktor Keamanan Rangka Scooter Menggunakan Perangkat Lunak Solidwork 2015,” *J. Tek. Mesin*, vol. 9, no. 3, p. 164, 2020, doi: 10.22441/jtm.v9i3.9567.
- [6] E. A. Nugroho, “Desain Dan Analisis Rangka Mesin Pencacah Limbah Plastik Menggunakan Software Solidworks,” *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 02, pp. 119–124, 2023, doi: 10.56127/jukim.v2i02.860.
- [7] S. Hastuti, W. Ramadhani, and N. Mulyaningsih, “Analisis Kekuatan Pada Rangka Sepeda Motor Listrik,” *Politek. Manufaktur Ceper*, vol. 5, no. 2, pp. 1–11, 2022.
- [8] D. Hernady, Y. D. Lesmana, and A. Sahidannadhar, “Rancang Bangun Alat Penumbuk untuk Pembuatan Emping Melinjo Untuk mengetahui kekuatan dari biji melinjo , dilakukannya pengujian dengan cara menjatuhkan,” vol. 03, no. 02, pp. 135–145, 2024.
- [9] M. A. Mahardika, M. P. Sirodz, and M. I. Ismawan, “Rancang Bangun Rangka Kendaraan Penyemprot Hama Otomatis,” *J. Rekayasa Energi dan Mek.*, vol. 1, no. 2, p. 65, 2021, doi: 10.26760/jrem.v1i2.65.
- [10] H. Abbas and D. Juma, “Analisis Pembebanan Rangka Chassis Mobil Model Tubular Space Frame,” *J. Teknol.*, vol. 15, pp. 96–102, 2020.
- [11] M. Sariski, D. Ellianto, and Y. E. Nurcahyo, “Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype,” vol. 4, no. 2, pp. 53–58, 2020.