

Analisis Beban Statis Pada Desain Chassis Mobil Listrik Bharata 2KW

Aqilah Zulfa Azzahra¹, Nely Ana Mufarida^{2*}, Irawati³, Nurhalim⁴

¹ Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember 1; email : a.qzhaex22@gmail.com

² Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember 2; email : nelyana@unmuhjember.ac.id

³ Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember 3; email : irawati@unmuhjember.ac.id

⁴ Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember 4; email : nurhalim@unmuhjember.ac.id

* Penulis Korespondensi : Nely Ana Mufarida

Abstract: Muhammadiyah University of Jember, with the chassis serving as the primary structural component that bears static loads. The selection of the appropriate chassis material is critical; therefore, this study aims to analyze the effects of stress, displacement, and the safety factor (FOS) on AISI 4340 steel to determine the material's suitability as an optimal chassis. The method used is static load simulation with SolidWorks on a single chassis design using AISI 4340 steel, supplemented by systematic calculations for validation. The simulation results show that the material produces an axial stress of 0.58847 N/cm² and an average displacement of 0.00458645 cm, indicating good deformation resistance under static loading conditions. The obtained Factor of Safety (FOS) value is 1.20652, far exceeding the minimum safety limit. This, AISI 4340 steel is proven to be valid and optimal as the chassis material for the Bharata 2KW Electric Car because it has the highest yield strength and the largest FOS, thereby providing the best structural safety.

Keywords: Chassis, Electric vehicle, Static load analysis, SolidWorks, AISI 4340.

Abstrak: Universitas Muhammadiyah Jember, dengan sasis yang berfungsi sebagai komponen struktural utama yang menanggung beban statis. Pemilihan bahan sasis yang tepat sangatlah penting; oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh tegangan, perpindahan, dan faktor keamanan (FOS) pada baja AISI 4340 guna menentukan kesesuaian bahan tersebut sebagai sasis yang optimal. Metode yang digunakan adalah simulasi beban statis dengan SolidWorks pada desain sasis tunggal menggunakan baja AISI 4340, dilengkapi dengan perhitungan sistematis untuk validasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material tersebut menghasilkan tegangan aksial sebesar 0,58847 N/cm² dan perpindahan rata-rata sebesar 0,00458645 cm, yang menunjukkan ketahanan deformasi yang baik dalam kondisi beban statis. Nilai Faktor Keamanan (FOS) yang diperoleh adalah 1,20652, jauh melebihi batas keamanan minimum. Dengan demikian, baja AISI 4340 terbukti valid dan optimal sebagai bahan sasis untuk Mobil Listrik Bharata 2KW karena memiliki kekuatan luluh tertinggi dan FOS terbesar, sehingga memberikan keamanan struktural terbaik.

Kata kunci: Chassis, Mobil listrik, Analisis beban statis, *Solidworks*, AISI 4340.

Diterima: June 22, 2026
Direvisi: June 30, 2026
Diterima: July 17, 2026
Diterbitkan: July 15, 2026
Versi sekarang: July 30, 2026



Hak cipta: © 2026 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan publikasi akses terbuka berdasarkan syarat dan ketentuan lisensi Creative Commons Attribution (CC BY SA) (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

1. Pendahuluan

Perkembangan industri otomotif global tengah mengalami transformasi mendasar, yang ditandai oleh peralihan signifikan dari kendaraan berbahan bakar fosil menuju kendaraan

berbasis energi listrik [1]. Pergeseran ini didorong oleh meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap isu lingkungan, khususnya kebutuhan mengurangi emisi karbon dan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak. Indonesia, sebagai negara yang memiliki cadangan sumber daya energi terbarukan yang melimpah—terutama dalam pengembangan teknologi tenaga surya dan baterai *lithium*—memiliki posisi strategis untuk memimpin pasar kendaraan listrik di kawasan Asia Tenggara [2]. Dalam konteks ini, pengembangan mobil listrik berbasis lokal menjadi langkah konkret yang relevan, salah satunya diwujudkan melalui mobil listrik Bharata 2KW, sebuah inovasi yang dikembangkan oleh mahasiswa Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Jember sebagai bentuk partisipasi dalam ajang Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI).

Komponen utama yang menjadi fokus penelitian ini adalah *chassis* atau rangka kendaraan dari mobil listrik Bharata 2KW. *Chassis* merupakan elemen struktural paling kritis pada sebuah kendaraan, berfungsi sebagai kerangka penopang seluruh komponen—mulai dari baterai, motor listrik, sistem suspensi, hingga beban penumpang [3]. Dalam operasionalnya, *chassis* harus mampu menahan berbagai jenis pembebanan secara simultan, meliputi beban statis berupa berat komponen dan penumpang, beban dinamis akibat akselerasi dan pengereman, serta beban impak dari benturan. Selain kekuatan struktural, *chassis* juga harus mampu meminimalkan bobot total kendaraan guna meningkatkan efisiensi energi dan jarak tempuh, mengingat pengurangan bobot *chassis* sebesar 10% dapat meningkatkan jarak tempuh kendaraan listrik hingga 6–8% [4].

Berbagai penelitian terdahulu telah mengeksplorasi analisis struktural *chassis* kendaraan listrik menggunakan pendekatan simulasi komputasional berbasis perangkat lunak *Computer-Aided Engineering* (CAE), khususnya *SolidWorks Simulation*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ibnu Abror melakukan perancangan dan analisis *chassis* mobil listrik 2KW tipe tubular menggunakan *SolidWorks* 2020 dengan membandingkan dua material aluminium, yaitu 6061-T6 dan 6063-T1, melalui simulasi pembebanan statis yang mencakup beban pengemudi, *steering*, baterai, *controller*, dan *body* [5]. Penelitian lain dilakukan oleh Puspitasari dan Nugraha yang menganalisis *ladder frame chassis* mobil listrik SUV menggunakan material tunggal AISI 4340, dengan simulasi *stress analysis* statis berbasis *SolidWorks* untuk mengevaluasi tegangan *Von Mises*, defleksi maksimum, dan faktor keamanan [6]. Adapun Purnawan dan Mufarida melakukan perancangan dan analisis *chassis* mobil golf tipe *ladder frame* menggunakan tiga variasi desain dengan dua material baja karbon rendah, yaitu AISI 1015 dan AISI 1020, melalui parameter simulasi yang sama [7].

Pendekatan simulasi statis berbasis *SolidWorks* yang digunakan oleh penelitian-penelitian terdahulu memiliki kekuatan yang signifikan metode ini bersifat non-destruktif, efisien dari sisi waktu dan biaya, serta mampu memberikan visualisasi distribusi tegangan, deformasi, dan faktor keamanan secara menyeluruh sebelum proses fabrikasi fisik dilakukan [8]. Namun demikian, terdapat celah yang belum ditangani secara memadai. Secara keseluruhan, belum terdapat penelitian yang secara khusus membandingkan beberapa *grade* baja teknik—dengan variasi kandungan karbon dan unsur paduan—dalam satu desain *chassis* mobil listrik yang sama dan spesifik [9].

2. Tinjauan Literatur

Chassis merupakan komponen struktural utama kendaraan yang berfungsi menopang seluruh beban operasional sekaligus menjaga stabilitas dan keselamatan struktural [10]. Dalam kendaraan listrik, fungsi ini semakin kritis karena chassis harus mengakomodasi bobot baterai dan motor listrik sambil mempertahankan efisiensi energi melalui minimalisasi berat total [11]. Evaluasi performa struktural chassis dilakukan melalui pengujian beban statis yang mencakup tiga parameter utama, yaitu *stress*, *displacement*, dan *factor of safety*, yang secara kolektif menentukan apakah desain chassis memenuhi standar kekuatan dan keamanan yang disyaratkan [12]. Simulasi berbasis *Solidworks* telah terbukti menjadi pendekatan yang andal untuk mengevaluasi ketiga parameter tersebut, sebagaimana divalidasi oleh penelitian sebelumnya yang membuktikan kesesuaian antara hasil simulasi dengan perhitungan manual, serta penelitian lain sebelumnya yang berhasil mengidentifikasi superioritas material aluminium 6061-T6 melalui platform yang sama [13].

Pemilihan material merupakan faktor penentu yang secara langsung mempengaruhi nilai *stress*, *displacement*, dan FOS chassis, di mana material ideal harus menyeimbangkan kekuatan, kekakuan, dan bobot ringan [14]. Baja karbon dan baja paduan menjadi kelompok material yang paling relevan karena menawarkan kekuatan mekanik tinggi dengan biaya produksi yang ekonomis. Baja AISI 1045 sebagai baja karbon menengah menawarkan kekuatan memadai dan kemudahan fabrikasi dengan biaya rendah, AISI 4130 dengan paduan kromium-molibdenum memberikan rasio kekuatan terhadap berat yang lebih baik serta ketahanan kelelahan yang superior sehingga populer pada aplikasi *motorsport* dan penerbangan, sementara AISI 4340 dengan paduan nikel-kromium-molibdenum menghasilkan kekuatan tertinggi di antara ketiganya, terbukti mampu memenuhi FOS minimum 6,9 pada chassis kendaraan listrik dalam penelitian Puspitasari dan Nugraha [15]. Meskipun demikian, perbandingan langsung ketiga *grade* baja tersebut pada satu desain chassis kendaraan listrik yang identik belum pernah dilakukan, sehingga penelitian ini hadir untuk mengisi kesenjangan tersebut melalui simulasi statis SolidWorks pada chassis Mobil Listrik Bharata 2KW.

3. Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan simulasi komputasional. Metode ini dipilih karena penelitian berfokus pada pengujian pengaruh jenis material baja terhadap kinerja struktural chassis melalui analisis beban statis menggunakan perangkat lunak SolidWorks. Pendekatan simulasi memungkinkan peneliti melakukan pengendalian terhadap variabel bebas berupa material dan mengamati perubahan pada variabel terikat, yaitu tegangan (*stress*), deformasi (*displacement*), serta faktor keamanan (*Factor of Safety*/FOS) secara terukur dan sistematis.

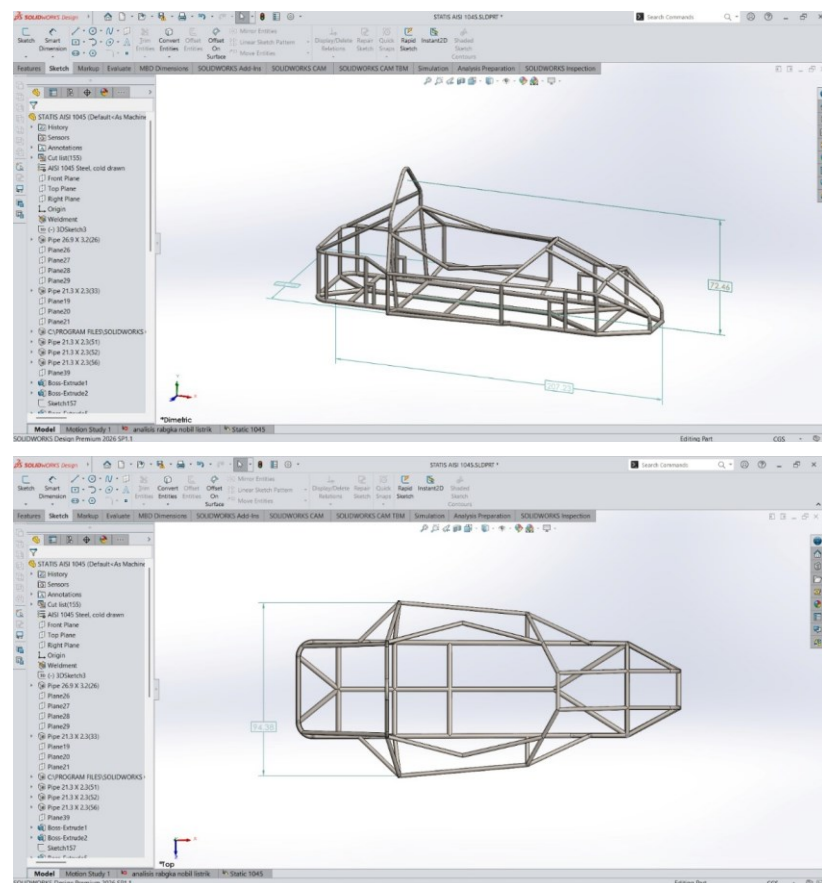
3.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember, pada bulan Januari sampai dengan April 2026.

Proses simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2022 yang terpasang pada laptop Asus Vivobook Tipe M1403Q.

3.2. Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, bahan yang digunakan untuk memperoleh data yang diperlukan adalah desain chassis mobil listrik Bharata 2KW yang telah dimodelkan menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2022. Satu model desain chassis dianalisis dengan menggunakan material baja Baja AISI 4340. Berikut merupakan desain dari rangka mobil listrik beserta dimensinya :



Gambar 3.2. 1 Desain Rangka Mobil Listrik Bharata

Alat penelitian merupakan komponen penting yang digunakan untuk melakukan proses pemodelan, simulasi, dan pengolahan hasil. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Perangkat Keras: Laptop Asus Vivobook Tipe M1403Q sebagai media komputasi utama.
2. Perangkat Lunak SolidWorks 2022 sebagai perangkat lunak Computer-Aided Design (CAD) dan simulasi Finite Element Analysis (FEA) untuk pemodelan desain chassis dan analisis beban statis.

3.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan melalui beberapa tahapan sistematis yang dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi Literatur. Proses awal dimulai dengan studi literatur yang digunakan sebagai landasan teori, mencakup kajian tentang jenis-jenis chassis kendaraan, sifat mekanik material baja AISI 4340, serta teori analisis beban statis (stress, displacement, dan factor of safety).
2. Pembuatan Desain Chassis. Desain chassis mobil listrik Bharata 2KW dimodelkan menggunakan *SolidWorks* 2022 dengan dimensi 207 cm × 94,38 cm menggunakan profil pipa berongga (hollow tube) dengan diameter luar 25 mm dan diameter dalam 21 mm. Desain ini mengacu pada jenis rangka.
3. Penentuan Titik dan Besar Pembebanan. Pembebanan statis diterapkan pada chassis sesuai dengan kondisi operasional nyata mobil listrik Bharata. Besaran beban yang diberikan adalah sebagai berikut :
 - a. Beban pengemudi : 600 N (ditandai warna merah)
 - b. Power steering : 50 N (ditandai warna kuning)
 - c. Baterai dan controller : 200 N (ditandai warna biru)

Maka total beban statis memiliki jumlah keseluruhan 850N

4. Penentuan Variabel Penelitian. Penelitian dilakukan dengan satu desain chassis tetap dan tiga variasi material baja sebagai variabel bebas, sedangkan variabel terikatnya adalah hasil simulasi stress, displacement, dan factor of safety (FOS).
5. Pelaksanaan Simulasi. Simulasi *static analysis* dilakukan menggunakan perangkat lunak Solidworks.
6. Validasi dengan Perhitungan Sistematis. Hasil simulasi divalidasi melalui perhitungan analitik manual menggunakan rumus-rumus mekanika bahan, meliputi :
 - a. Perhitungan tegangan aksial (σ) menggunakan persamaan :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

- b. Perhitungan displacement (Δ) menggunakan persamaan :

$$\Delta = \frac{\sigma \times L}{E}$$

- c. Perhitungan Factor of Safety (FOS) menggunakan persamaan :

$$FOS = \frac{\sigma_y}{\sigma_{maks}}$$

7. Analisis Data dan Perbandingan. Data hasil simulasi dan perhitungan sistematis dari ketiga material dianalisis secara komparatif untuk menentukan material yang paling optimal berdasarkan nilai FOS tertinggi dengan tetap memenuhi persyaratan struktural.
8. Kesimpulan dan Rekomendasi. Berdasarkan hasil analisis komparatif, ditentukan material baja yang paling optimal untuk diaplikasikan sebagai material chassis mobil listrik Bharata 2KW.

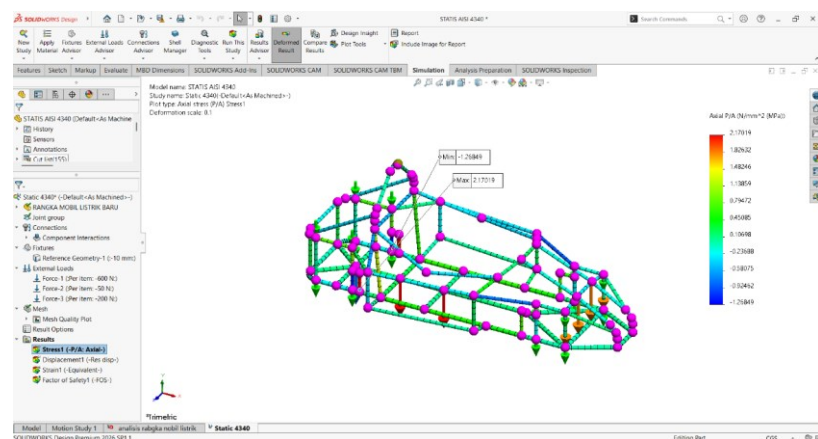
4. Hasil dan Pembahasan

Desain *chassis* mobil listrik Bharata 2KW yang telah dimodelkan menggunakan *SolidWorks* 2022 selanjutnya dianalisis melalui simulasi pembebanan statis. Pembebanan yang diberikan pada *chassis* sesuai dengan kondisi operasional nyata kendaraan, yaitu beban pengemudi sebesar 600 N, *power steering* sebesar 50 N, dan baterai beserta *controller* sebesar 200 N, sehingga total beban statis yang diaplikasikan adalah 850 N. Setiap titik pembebanan ditandai dengan warna yang berbeda pada model simulasi guna memudahkan identifikasi distribusi gaya pada struktur *chassis*.

4.1 Hasil Simulasi dan Perhitungan Sistematis

Setelah melewati *simulation stress*, *displacement*, dan *factor of safety* dengan menggunakan satu desain *chassis* dengan variasi material baja AISI 4340, maka diperoleh nilai pengujian sebagai berikut :

a. Hasil Simulation Stress Baja AISI 4340



Gambar 4. 1 Hasil *Simulation Stress* pada Baja AISI 4340

Berdasarkan hasil *simulation stress* pada desain chasis diatas yang menggunakan baja AISI 4340 didapatkan nilai tegangan minimum sebesar 1,26849 dan maksimum 2,17019. Dibawah ini merupakan perhitungan sistematis pada *simulation stress* :

Dimana :

A = luas penampang

D_{luar} = diameter luar

D_{dalam} = diameter dalam

F = gaya

Tegangan Aksial (σ)

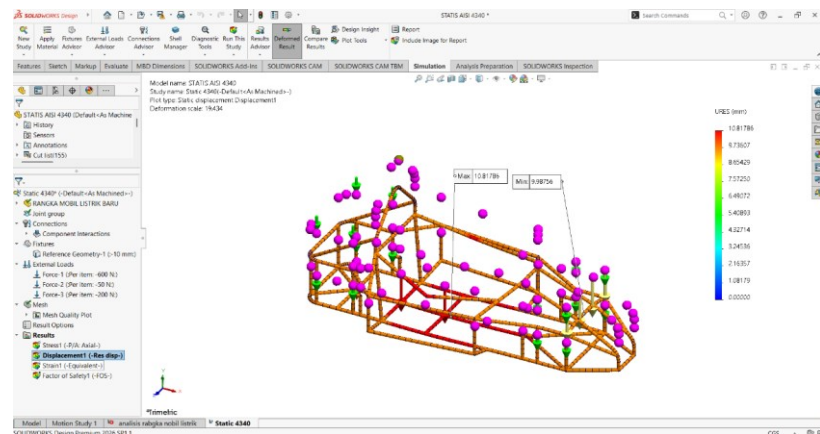
$$A_m = \frac{\pi}{4} (D_{\text{luar}}^2 - D_{\text{dalam}}^2) = \frac{3,14}{4} (25^2 - 21^2)$$

$$= \frac{3,14}{4} (625 - 441) = \frac{3,14}{4} \times 184 = 144,44 \text{ mm}^2$$

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{850}{144,44} = 5,8847 \text{ N/mm}^2 \approx 0,58847 \text{ N/cm}^2$$

Berdasarkan perhitungan sistematis diatas, diperoleh nilai sebesar 0,58847 N/cm². Hasil tersebut berada diantara nilai minimum dan maksimum dari proses *simulation stress*, artinya nilai tersebut valid dan konsisten terhadap hasil simulasi.

b. Hasil *Simulation Displacement* Baja AISI 4340



Gambar 4. 2 Hasil *Simulation Displacement* pada Baja AISI 4340

Berdasarkan hasil *Simulation Displacement* pada desain chasis diatas yang menggunakan baja AISI 4340 diatas didapatkan nilai minimum sebesar 9,98756 dan maksimum 10,81786. Dibawah ini merupakan perhitungan sistematis pada *Simulation Displacement* :

Dimana :

Δ = perubahan

σ = tegangan

L = Panjang batang

E = modulus elastisitas

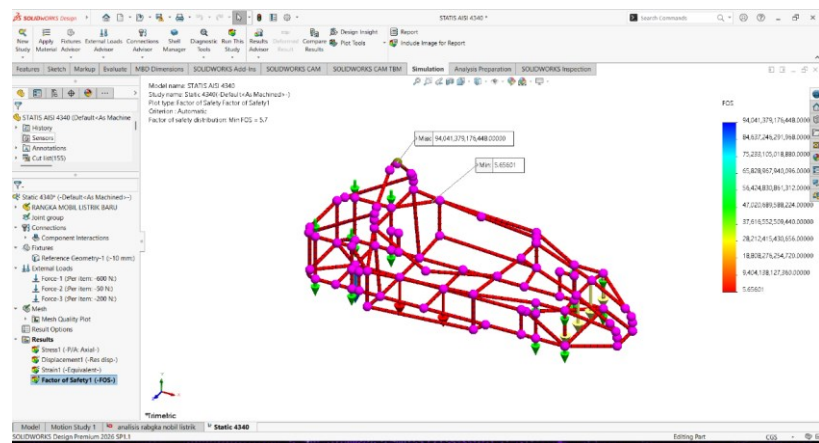
$$\Delta = \frac{\sigma \times L}{E} = \frac{5,8847 \times 1372,78}{205.000} = 0,039406 \text{ mm}$$

$$\Delta = \frac{\sigma \times L}{E} = \frac{5,8847 \times 450}{205.000} = 0,012917 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \Delta_{rata - rata} &= \frac{0,039406 + 0,012917}{2} \\ &= 0,0458645 \text{ mm} \approx 0,004585645 \text{ cm} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan sistematis diatas, diperoleh nilai sebesar 0,00458645cm. Hasil tersebut berada dibawah nilai minimum dan maksimum dari proses simulation displacement, hal ini disebabkan perhitungan manual menggunakan pendekatan tegangan aksial sederhana dengan mengambil dari penjang batang terpendek dan Panjang batang terpanjangnya, sedangkan simulasi solidworks menggunakan metode FEA (*Finite Elements Analysis*) yang mempertimbangkan deformasi secara kompleks dan 3 dimensi, namun perhitungan manual tetap dijadikan acuan validasi secara teori bahwa chassis tidak mudah terdeformasi.

c. Hasil Simulasi *Factor of safety* Baja AISI 4340

Gambar 4. 3 Hasil *Simulation Factor of Safety* Baja AISI 4340

Berdasarkan hasil *simulation Factor of Safety* pada desain chasis diatas yang menggunakan baja AISI 4340 didapatkan nilai minimum 5,65601 dan maksimum $9,40 \times 10^{13}$. Dibawah ini merupakan perhitungan sistematis pada *simulation factor of safety* :

Dimana :

σ_y = kekuatan luluh

σ_{maks} = tegangan aksial

$$FOS = \frac{\sigma_y}{\sigma_{maks}} = \frac{710}{0,58847} = 1.206,518$$

Berdasarkan perhitungan sistematis diatas, diperoleh nilai sebesar 1.206,518. Hasil tersebut berada diantara nilai minimum dan maksimum dari proses *simulation factor of safety*, yang menunjukkan bahwa bahan baja AISI 4340 memiliki keamanan struktural yang sangat baik dan aman.

5. Perbandingan

Penelitian ini memiliki keunikan tersendiri jika ditinjau dari penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Abror *et al.* [4] melakukan perbandingan antara dua jenis aluminium (6061-T6 dan 6063-T1) pada chasis mobil listrik 2KW tipe tubular dengan perangkat lunak SolidWorks, di mana aluminium 6061-T6 menunjukkan performa yang lebih unggul. Puspitasari dan Nugraha [5] berfokus pada pengujian material AISI 4340 pada *ladder frame* chasis mobil listrik SUV dengan hasil FOS minimum 6,9, sedangkan Purnawan dan Mufarida [6] mengevaluasi dua varian baja karbon rendah (AISI 1015 dan AISI 1020) pada chasis mobil golf. Penelitian ini hadir untuk melengkapi kajian tersebut dengan berfokus secara spesifik pada analisis baja AISI 4340 yang diaplikasikan pada chasis mobil listrik kompetisi berdimensi kecil, yakni Bharata 2KW.

Berdasarkan hasil simulasi yang diperoleh, tegangan aksial tercatat sebesar 0,58847 N/cm², *displacement* rata-rata sebesar 0,00458645 cm, dan nilai FOS sebesar 1.206,52, yang menunjukkan angka jauh lebih besar dibandingkan temuan Puspitasari dan Nugraha [5] meskipun menggunakan material yang identik. Selisih yang cukup besar pada nilai FOS tersebut dapat dijelaskan oleh ukuran chasis Bharata 2KW yang lebih kecil dan beban operasional yang relatif ringan (850 N), sehingga struktur memiliki cadangan keamanan yang

jauh lebih tinggi. Hal ini membuktikan bahwa baja AISI 4340 dengan kekuatan luluh 710 MPa sangat sesuai digunakan sebagai material chassis kendaraan listrik kompetisi, dan hasil penelitian ini dapat menjadi rujukan dalam proses seleksi material chassis pada kompetisi KMLI.

6. Kesimpulan

Universitas Muhammadiyah Jember, dengan chassis sebagai komponen struktural utama yang menahan beban statis. Pemilihan material chassis yang tepat menjadi sangat kritis, sehingga penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh nilai *stress*, *displacement*, dan faktor keamanan (FOS) pada baja AISI 4340 untuk menentukan kelayakan material tersebut sebagai chassis yang optimal. Metode yang digunakan adalah simulasi beban statis dengan *SolidWorks* pada satu desain chassis menggunakan material baja AISI 4340, dilengkapi perhitungan sistematis untuk validasi. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material tersebut menghasilkan tegangan aksial sebesar 0,58847 N/cm² dan *displacement* rata-rata sebesar 0,00458645 cm, mengindikasikan ketahanan deformasi yang baik pada kondisi pembebanan statis. Nilai *Factor of Safety* (FOS) yang diperoleh sebesar 1.206,52, jauh melampaui batas aman minimum. Dengan demikian, baja AISI 4340 terbukti valid dan optimal sebagai material chassis Mobil Listrik Bharata 2KW karena memiliki kekuatan luluh tertinggi dan FOS terbesar, sehingga memberikan keamanan struktural terbaik.

Kontribusi Penulis: Konseptualisasi: Aqilah Zulfa Azzahra dan Nely Ana Mufarida; Metodologi: Nely Ana Mufarida; Perangkat Lunak: Aqilah Zulfa Azzahra; Validasi: Nely Ana Mufarida, Irawati, dan Nurhalim; Analisis formal: Aqilah Zulfa Azzahra dan Nely Ana Mufarida; Investigasi: Aqilah Zulfa Azzahra; Sumber daya: Irawati dan Nurhalim; Kurasi data: Aqilah Zulfa Azzahra; Penulisan—persiapan draf asli: Aqilah Zulfa Azzahra; Penulisan—peninjauan dan penyuntingan: Nely Ana Mufarida, Irawati, dan Nurhalim; Visualisasi: Aqilah Zulfa Azzahra; Supervisi: Nely Ana Mufarida; Administrasi proyek: Nely Ana Mufarida; Akuisisi pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pendanaan: Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal.

Pernyataan Ketersediaan Data: Tidak ada data baru yang dibuat atau dianalisis dalam penelitian ini. Data yang mendukung temuan penelitian ini seluruhnya berasal dari hasil simulasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2022 dan perhitungan analitik manual yang telah disajikan secara lengkap dalam naskah. Model desain chassis serta rincian simulasi tersedia dari penulis korespondensi atas permintaan yang wajar.

Ucapan Terima Kasih: Penulis menyampaikan terima kasih kepada Laboratorium Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember atas penyediaan fasilitas dan bantuan teknis selama penelitian berlangsung. Penghargaan juga disampaikan kepada tim pengembangan Mobil Listrik Bharata 2KW atas kerja sama serta penyediaan data awal desain.

Konflik Kepentingan: Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan. Tidak ada hubungan pribadi atau kepentingan keuangan yang dapat dianggap mempengaruhi representasi atau interpretasi hasil penelitian yang dilaporkan. Penelitian ini tidak menerima pendanaan eksternal, sehingga penyandang dana tidak memiliki peran dalam desain studi; pengumpulan, analisis, atau interpretasi data; penulisan naskah; maupun keputusan untuk menerbitkan hasil.

Referensi :

- [1] M. A. Zulkarnain, "Penggunaan Kendaraan Listrik di Indonesia dan Relevansinya dengan Ajaran Konservasi Lingkungan dalam al-Qur'an," *Al-Adabiya J. Kebud. dan Keagamaan*, vol. 19, no. 2, pp. 153–174, 2024, doi: 10.37680/adabiya.v19i2.6144.
- [2] dkk Dzulfian Syafrian, "Analisis Struktur Kovariansi terhadap Indikator Kesehatan pada Lansia yang Tinggal di Rumah dengan Fokus pada Persepsi Kesehatan Subyektif," *Sustain.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–14, 2025, [Online]. Available: http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

-
- [3] A. Rianto, W. Apriani, and E. M. Sundari, "Analisis Statis Design Prototype Chassis Tubular Space Frame Kendaraan Listrik Berjenis Buggy," vol. 1, no. 1, pp. 22–29, 2023.
 - [4] W. J. Joost, "Reducing Vehicle Weight and Improving U . S . Energy Efficiency Using Integrated Computational Materials Engineering," vol. 64, no. 9, 2012, doi: 10.1007/s11837-012-0424-z.
 - [5] I. Abror, A. Abidin, M. H. Bahri, and M. Z. Ridlo, "Perancangan dan Analisis Chasis Mobil listrik 2KW Tipe tubular menggunakan Software 3D Solidwork," vol. 3, no. 1, pp. 261–268, 2024.
 - [6] N. A. Puspitasari and M. P. Nugraha, "Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis Dengan Bantuan Software SolidWorks Pada Hasil Perancangan Ladder Frame Chassis Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340," no. November, pp. 25–33, 2021.
 - [7] G. Purnawan and N. A. Mufarida, "JOURNAL OF APPLIED MECHANICAL ENGINEERING AND RENEWABLE ENERGY (JAMERE) Desain dan Analisis Pengujian Statik pada Chassis Mobil Golf Menggunakan Software Solidworks 2020," vol. 5, no. 2, pp. 77–82, 2025.
 - [8] E. C. Tsirogiannis, G. E. Stavroulakis, and S. S. Makridis, "Electric Car Chassis for Shell Eco Marathon Competition : Design , Modelling and Finite Element Analysis," pp. 1–13, 2019, doi: 10.3390/wevj10010008.
 - [9] C. Durand, "Structural Analysis of Chassis using AISI 4130 and AA 7068 Structural Analysis of Chassis using AISI 4130 and AA 7068," 2021, doi: 10.1088/1757-899X/1059/1/012034.
 - [10] D. B. Prasetya and W. Sumbodo, "Analisis Statis Desain Chassis Kendaraan Listrik 2 Penumpang," vol. 18, no. 3, pp. 329–334, 2023.
 - [11] A. Aldo *et al.*, "Rancang bangun chassis prototipe mobil listrik," 2023.
 - [12] S. D. M. Ellianto and Y. Eko Nurcahyo, "Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype," *J. Engine Energi, Manufaktur, dan Mater.*, vol. 4, no. 2, pp. 53–58, 2020.
 - [13] T. Jurnal, S. Dan, I. Muhlisin, and N. Feblidiyanti, "Comparison of strength and stability of bicycle frames made from 6061- T6 Aluminum (SS) and Commercially Pure CP-Ti UNS R50700 Grade 4 (SS) materials," vol. 20, no. 01, pp. 132–140, 2024.
 - [14] S. Sukarni, "Vehicle Chassis," vol. 8, no. 2, pp. 353–368, 2025.
 - [15] P. Y. Arianto *et al.*, "STUDI PROSES PEMBUATAN DAN PEMASANGAN LADDER PADA," vol. 2, no. 2, pp. 149–157, 2024.