

DESAIN DAN ANALISIS CHASIS MOBIL LISTRIK 2KW TIPE TUBULAR MENGGUNAKAN SOFTWARE 3D SOLIDWORK

¹Krisna Budi Kusuma Eka Putra, ²Nely Ana Mufarida, ³Kosjoko

¹Program Studi Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jember
krisnabudi202@gmail.com

²Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jember
nelyana@unmuhjember.ac.id

³Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah Jember
Kosjoko@unmuhjember.id

Article history:

Received 3th of June 2025

Revised 11th of June 2025

Accepted 17th of June 2025

Abstract

The automotive industry continues to evolve with a focus on energy efficiency and emission reduction, driving the development of electric vehicles as a sustainable transportation solution. One crucial aspect of electric vehicle design is the chassis, which serves as the primary structural support for the vehicle and its electrical system. However, selecting the optimal material remains a key challenge in ensuring safety, strength, and efficiency. This study aims to evaluate the Tubular Space Frame Chassis Design using Finite Element Analysis (FEA) in SolidWorks 2020 to analyze stress, deformation, and the factor of safety (FOS) across three primary materials: Aluminum A6061, Aluminum 6061-T6, and Plain Carbon Steel. Simulations were conducted under operational load conditions, revealing a maximum stress of 47,839 N/m² and a minimum of 4,783 N/m², indicating uniform stress distribution and resistance to excessive stress concentration. The maximum displacement of 1.55 mm and minimum of 0.15 mm demonstrates good structural rigidity, while the FOS results confirm Aluminum 6061-T6 as the most optimal material, achieving the highest FOS value of 5.7. This material selection enhances safety while maintaining a lightweight structure, contributing to improved energy efficiency in electric vehicles. Thus, this research supports advancements in robust, safe, and efficient chassis designs, providing a valuable reference for further innovations in sustainable electric vehicle development.

Keywords: Aluminum 6061-T6, Electric Vehicle Chassis, Finite Element Analysis, Safety Factor, SolidWorks 2020.

Pendahuluan

Industri otomotif berkembang pesat dengan fokus pada efisiensi energi dan pengurangan emisi [1]. Kendaraan berbahan bakar fosil berkontribusi terhadap pemanasan global dan pencemaran udara, menyebabkan dampak kesehatan serius [2], [3]. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah Indonesia menerbitkan Peraturan Presiden No. 55 Tahun 2019 guna mempercepat adopsi kendaraan listrik berbasis baterai [4]. Mobil listrik memiliki keunggulan dalam mengurangi emisi, namun tantangan utama terletak pada pengembangan infrastruktur, pengisian daya, serta keberlanjutan sistem tenaga listrik [5], [6]. Oleh karena itu, inovasi kendaraan listrik mendapat perhatian dari akademisi dan industri, termasuk melalui kompetisi seperti KMLI, KMHE, IEMC, dan ICE [7], [8], [9].

Dalam pengembangan kendaraan listrik, chasis berperan penting terhadap stabilitas, keamanan, dan performa. Pemilihan material harus mempertimbangkan kekuatan dan ketahanan terhadap beban [10], dengan studi terdahulu menunjukkan bahwa Aluminium 6061-T6 lebih unggul dibandingkan Aluminium A6061 dan Plain Carbon Steel [11]. Penelitian ini menganalisis desain chasis pada kendaraan listrik tipe tubular, dengan membandingkan Aluminium A6061, Aluminium 6061-T6, dan Plain Carbon Steel menggunakan SolidWorks 2020 dan Finite Element Analysis (FEA) untuk mengevaluasi *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS) [12]. Sebagai bagian dari optimalisasi desain, penelitian ini mempertimbangkan aspek karakteristik pembebanan dan pemilihan material sesuai standar keselamatan otomotif [13], [14]. Hasil penelitian diharapkan memberikan rekomendasi desain chasis yang kokoh, ringan, dan aman, serta berkontribusi terhadap inovasi kendaraan listrik yang berkelanjutan [15], [16].

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan membuat desain chasis mobil listrik tipe tubular menggunakan tiga material berbeda: Aluminium A6061, Aluminium 6061-T6, dan Plain

Carbon Steel. Pengujian dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat lunak SolidWorks 2020 untuk mengevaluasi nilai *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS). Hasil dari simulasi ini dianalisis untuk menentukan material yang memberikan performa terbaik dalam aspek kekuatan dan keamanan kendaraan.

Bahan dan Alat Penelitian

Desain chasis yang digunakan dalam penelitian ini dibuat berdasarkan regulasi Kompetisi Mobil Listrik Indonesia (KMLI 2024), dengan dimensi ideal yang sesuai untuk menopang beban kendaraan dan pengemudi. Simulasi dilakukan pada desain ini untuk mengevaluasi karakteristik mekanik dari masing-masing material.

Perangkat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop ASUS TUF GAMING A15, yang memiliki spesifikasi tinggi untuk mendukung simulasi komputasi menggunakan SolidWorks 2020.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap utama seperti berikut:

1. Pengumpulan Data dan Analisis Kebutuhan

Data dikumpulkan dari berbagai referensi ilmiah seperti jurnal, buku, dan artikel terkait perancangan chasis. Selain itu, dilakukan observasi terhadap kendaraan listrik yang telah digunakan dalam kompetisi untuk memastikan desain memenuhi standar teknis.

2. Analisis Kebutuhan dan Persyaratan

Data yang diperoleh dianalisis guna memastikan kesesuaian desain dengan regulasi KMLI 2024, serta aspek keselamatan dan efisiensi kendaraan.

3. Pembuatan Model 3D

Model chasis dibuat menggunakan SolidWorks 2020, dengan geometri yang mempertimbangkan aspek kekuatan, efisiensi, dan posisi komponen utama kendaraan.

4. Input Dimensi dan Material

Material yang digunakan untuk simulasi adalah Aluminium A6061, Aluminium 6061-T6, dan *Plain Carbon Steel*, dengan spesifikasi:

- Rangka utama: $\text{Ø } 3.20 \text{ mm} \times 26.90 \text{ mm} \times 20.50 \text{ mm}$
- Rangka tambahan: $\text{Ø } 2.30 \text{ mm} \times 21.30 \text{ mm} \times 16.70 \text{ mm}$.

5. Simulasi dan Analisis

Simulasi dilakukan untuk mengevaluasi *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS). Uji *stress* bertujuan menganalisis distribusi gaya yang bekerja pada chasis akibat beban operasional, memastikan struktur dapat menahan tekanan tanpa mengalami kegagalan lokal. Uji *displacement* digunakan untuk menilai deformasi maksimum dan minimum yang terjadi pada chasis, menentukan tingkat kekakuan material terhadap pembebanan yang diberikan. Uji *factor of safety* (FOS) menilai batas keamanan desain terhadap beban maksimum sebelum mengalami kegagalan, memastikan material yang digunakan memenuhi standar keselamatan kendaraan listrik.

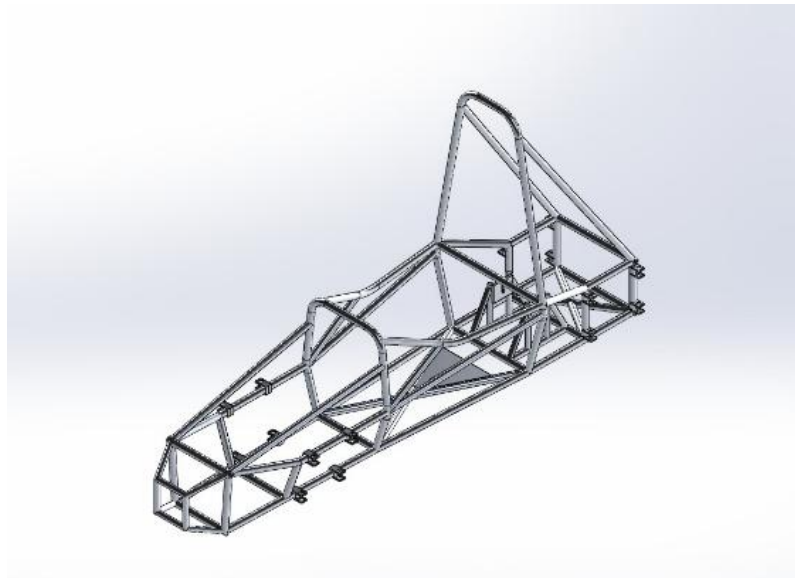
6. Evaluasi dan Interpretasi Data

Data simulasi dianalisis untuk menentukan material dan desain chasis yang paling optimal berdasarkan parameter *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS). Jika hasil memenuhi standar keamanan, desain direkomendasikan untuk implementasi lebih lanjut. Jika tidak, perlu dilakukan modifikasi guna meningkatkan performa mekanik chasis

Hasil dan Pembahasan

Hasil Desain

Desain chasis mobil listrik dibuat menggunakan software 3D SolidWorks 2020. Proses perancangan dilakukan dengan mempertimbangkan aspek kekuatan, keamanan, dan kenyamanan dalam berkendara. Chasis yang dirancang menggunakan tipe *tubular space frame*, yang memiliki karakteristik kokoh serta tahan terhadap berbagai beban. Simulasi dilakukan untuk menilai performa chasis terhadap pembebanan statis dengan menggunakan tiga jenis material, yaitu Aluminium A6061, Aluminium 6061-T6, dan *Plain Carbon Steel*.

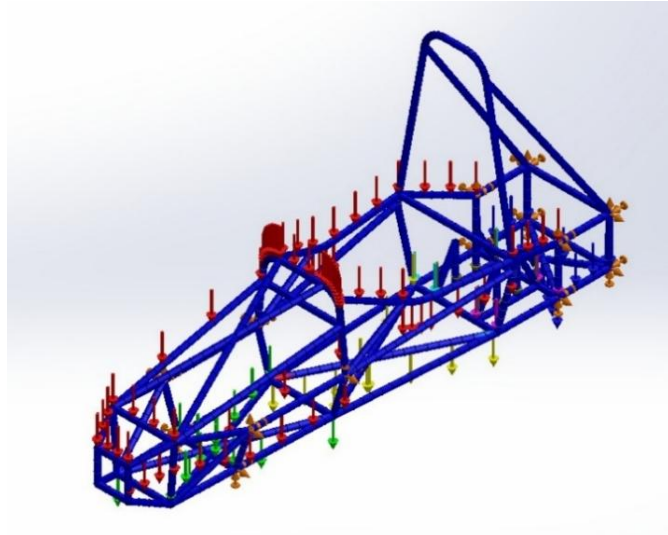


Gambar 1. Desain Chasis Tipe *Tubular Space Frame*

Titik Pembebanan

Proses simulasi pembebanan dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai aspek mekanikal kendaraan listrik. Dalam penelitian ini, chasis diasumsikan menerima beban dari beberapa komponen utama kendaraan yang berkontribusi terhadap distribusi tegangan dan deformasi pada struktur rangka. Beban yang diberikan meliputi pengemudi sebesar 540 N, sistem kemudi (*steering*) sebesar 50 N, baterai dengan massa yang menghasilkan 120 N, serta kontroler dengan beban sebesar 50 N. Selain itu, bodi kendaraan yang menjadi bagian integral dari rangka memberikan beban sebesar 145 N, sedangkan sistem gardan dan motor listrik masing-masing menyumbang beban sebesar 294 N dan 49 N. Pembagian beban ini digunakan untuk menguji ketahanan chasis terhadap gaya yang bekerja secara statis pada berbagai titik kritis kendaraan, memastikan integritas strukturalnya di bawah berbagai kondisi operasional.

Dalam simulasi, titik pembebanan diberi warna yang berbeda untuk membedakan setiap komponen, sehingga memudahkan analisis visual dalam perangkat lunak SolidWorks 2020. Warna yang digunakan dalam simulasi antara lain kuning untuk pengemudi, hijau untuk sistem kemudi, ungu untuk baterai, biru untuk kontroler, merah untuk bodi kendaraan, biru tua untuk gardan, serta coklat untuk motor listrik (PLDC). Dengan pendekatan ini, evaluasi desain dapat dilakukan secara lebih sistematis untuk menentukan area yang mengalami tegangan maksimum dan minimum. Hasil pengujian ini memberikan wawasan mengenai distribusi gaya pada chasis serta dampaknya terhadap keselamatan dan performa kendaraan listrik yang dirancang.



Gambar 2. Simulasi Pembebanan pada Desain Chasis

Titik Tumpuan

Penentuan titik tumpuan dilakukan pada mounting suspensi roda depan maupun belakang, karena berfungsi sebagai penopang beban utama chasis. Jenis tumpuan yang digunakan dalam simulasi adalah *Fix Support*, yang memungkinkan analisis terhadap distribusi beban.

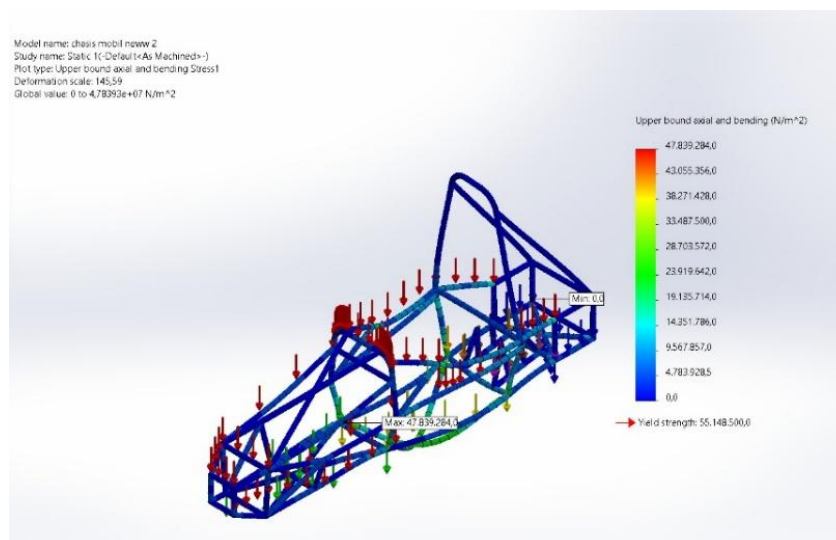
Hasil Simulasi

Hasil simulasi diperoleh melalui analisis statis yang dilakukan pada software 3D SolidWorks 2020. Nilai *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS) dianalisis untuk menentukan kekuatan dan keamanan desain chasis.

1. Stress

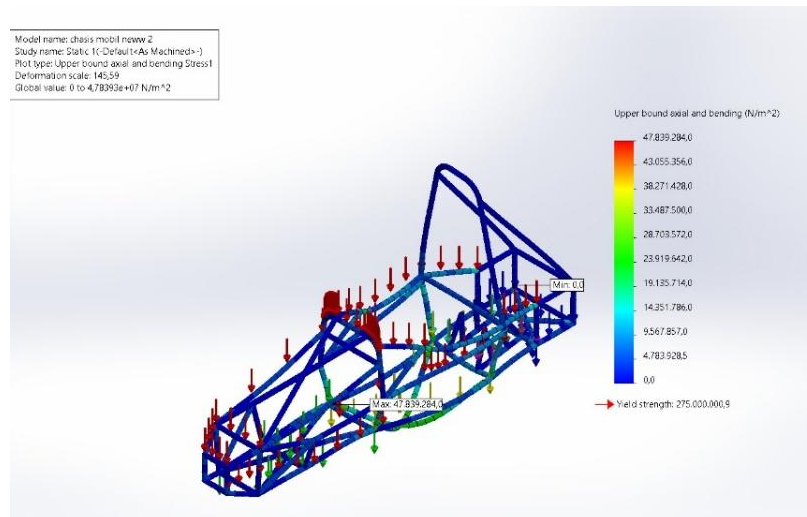
Uji *stress* dilakukan untuk menilai distribusi tegangan pada chasis yang dihasilkan dari pembebanan yang diberikan. Hasil analisis menunjukkan perbedaan dalam nilai tegangan maksimum dan minimum berdasarkan jenis material yang digunakan. Aluminium A6061:

Tegangan maksimum 47.839 N/m², tegangan minimum 4.783 N/m².



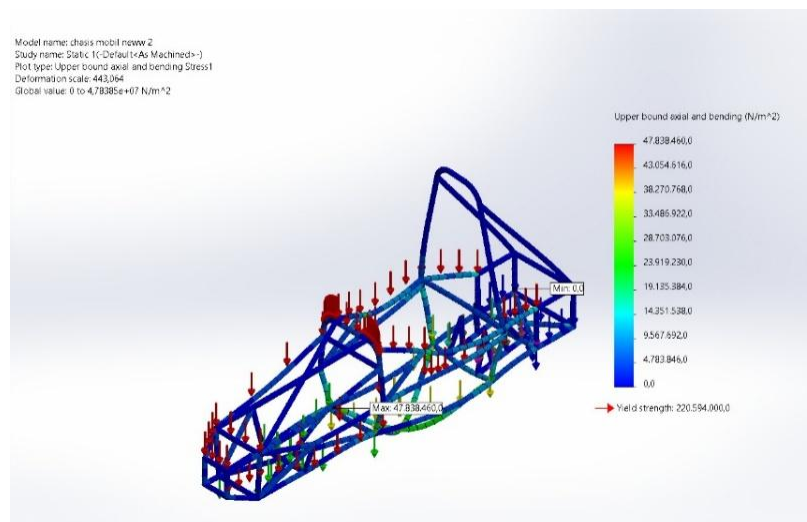
Gambar 3. Uji Stress Chasis Material Aluminium A6061

Aluminium 6061-T6: Tegangan maksimum 47.839 N/m², tegangan minimum 4.783 N/m².



Gambar 4. Uji Stress Chasis Material Aluminium 6061-T6

Plain Carbon Steel: Tegangan maksimum 47.838 N/m², tegangan minimum 4.783 N/m².



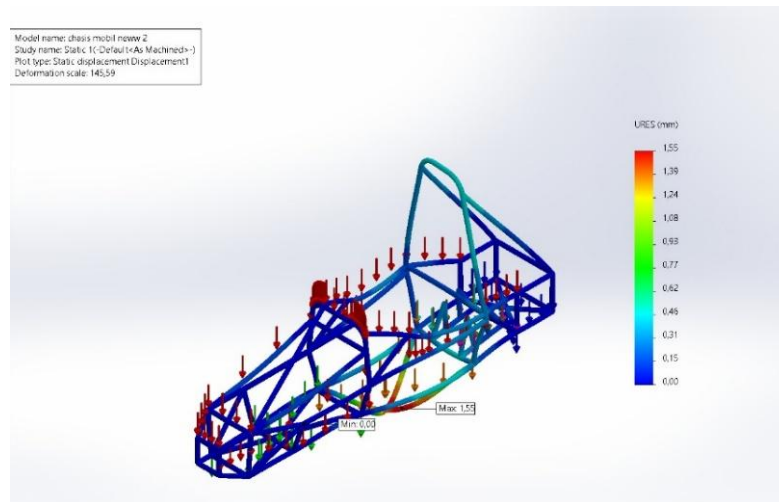
Gambar 5. Uji Stress Chasis Material Plain Carbon Steel

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum sebesar 47.839 N/m² dan tegangan minimum 4.783 N/m² terjadi secara merata pada setiap material yang diuji. Hal ini menunjukkan bahwa desain chasis mampu menahan beban dengan distribusi tegangan yang stabil, menghindari konsentrasi tegangan berlebihan yang dapat menyebabkan kegagalan struktural. Material dengan distribusi tegangan lebih merata akan mengurangi risiko deformasi dan meningkatkan durabilitas kendaraan.

2. Displacement

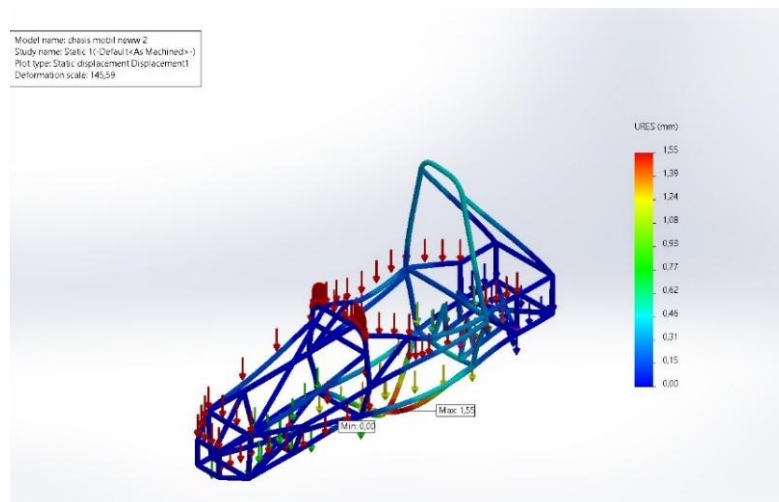
Uji *displacement* dilakukan untuk mengetahui deformasi maksimal dan minimal yang dialami chasis saat menerima beban. Nilai displacement yang lebih kecil menunjukkan bahwa material memiliki tingkat kelenturan yang lebih baik.

Aluminium A6061: *Displacement* maksimum 1,55 mm, minimum 0,15 mm.



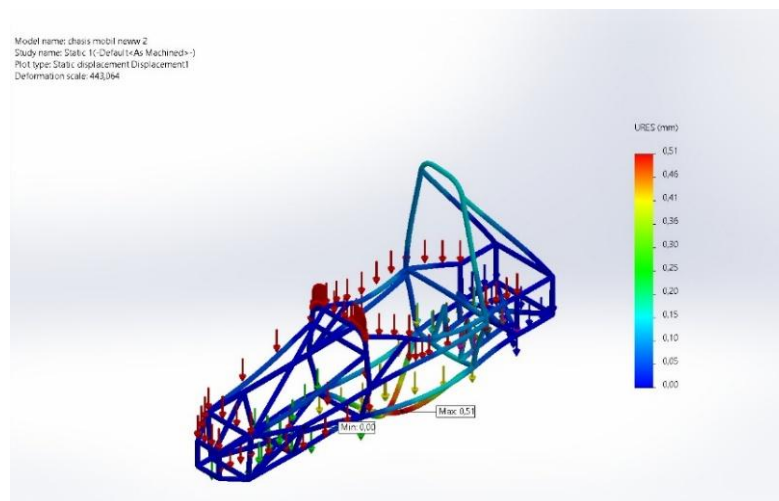
Gambar 6. Uji Displacement Chasis Material Aluminium A6061

Aluminium 6061-T6: Displacement maksimum 1,55 mm, minimum 0,15 mm.



Gambar 7. Uji Displacement Chasis Material Aluminium 6061-T6

Plain Carbon Steel: Displacement maksimum 0,51 mm, minimum 0,05 mm.



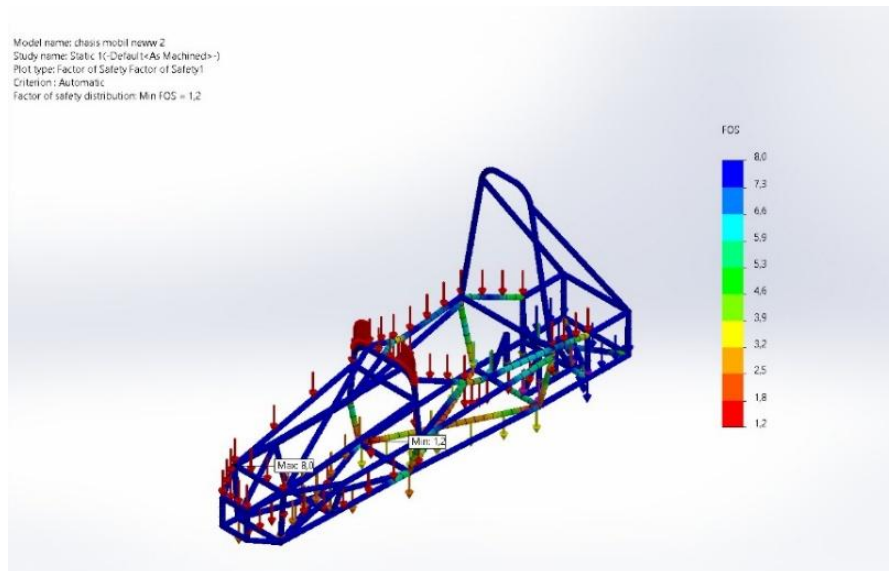
Gambar 8. Uji Displacement Chasis Material Plain Carbon Steel

Hasil simulasi menunjukkan *displacement* maksimum sebesar 1,55 mm dan minimum 0,15 mm pada material aluminium, sedangkan *Plain Carbon Steel* memiliki *displacement* maksimum lebih kecil, yaitu 0,51 mm dan *displacement* minimum 0,05 mm. Perbedaan *displacement* ini menunjukkan bahwa *Plain Carbon Steel* memiliki kekakuan lebih tinggi dibandingkan aluminium, sehingga mengalami deformasi lebih kecil. Namun, bobot yang lebih besar pada material ini menjadi faktor yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan material optimal untuk kendaraan listrik, karena dapat mempengaruhi efisiensi energi.

3. Factor of Safety (FOS)

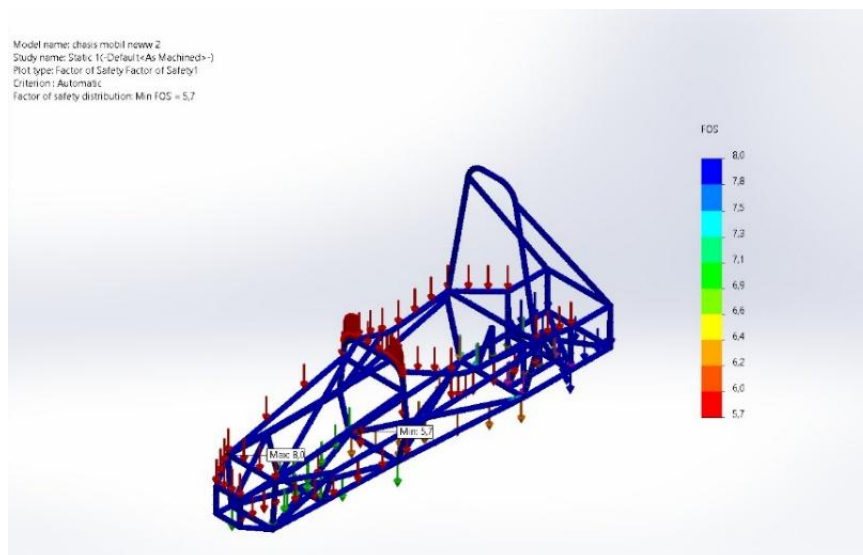
Uji *factor of safety* dilakukan untuk menentukan margin keamanan desain chasis terhadap beban maksimum yang dapat ditahan sebelum mengalami kegagalan. Nilai FOS lebih dari 1 menunjukkan bahwa desain chasis aman digunakan.

Aluminium A6061: FOS 1,2.



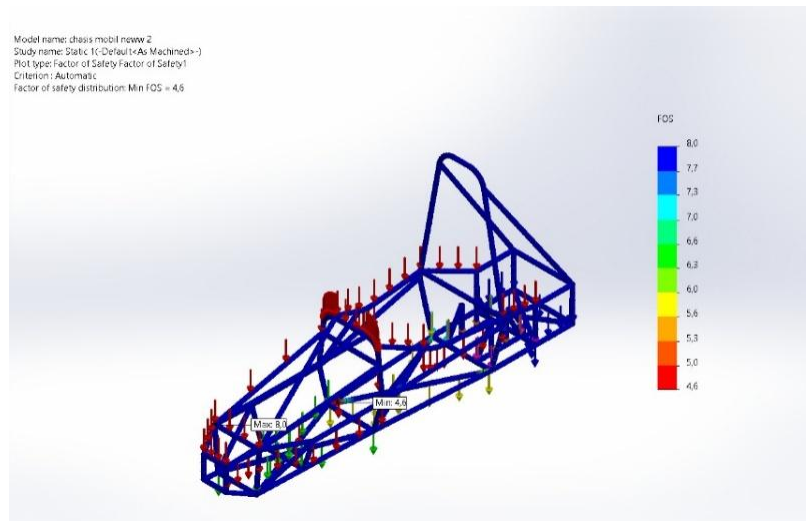
Gambar 9. Uji FOS Chasis Material Aluminium A6061

Aluminium 6061-T6: FOS 5,7.



Gambar 10. Uji FOS Chasis Material Aluminium 6061-T6

Plain Carbon Steel: FOS 4,6.



Gambar 11. Uji FOS Chasis Material *Plain Carbon Steel*

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai FOS tertinggi terdapat pada Aluminium 6061-T6, yaitu sebesar 5,7, sedangkan *Plain Carbon Steel* memiliki FOS sebesar 4,6 dan Aluminium A6061 hanya 1,2. Nilai FOS yang lebih tinggi menunjukkan cadangan keamanan yang lebih besar sebelum material mengalami kegagalan struktural. Dengan FOS sebesar 5,7, Aluminium 6061-T6 menjadi material yang paling ideal untuk digunakan dalam chasis kendaraan listrik, karena menawarkan kombinasi kekuatan tinggi, bobot ringan, dan tingkat deformasi yang masih dalam batas aman.

Kesimpulan

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi desain chasis kendaraan listrik tipe tubular guna menentukan material yang paling optimal berdasarkan analisis *stress*, *displacement*, dan *factor of safety* (FOS). Hasil simulasi menunjukkan bahwa chasis mampu menahan beban dengan distribusi tegangan yang merata, serta memiliki deformasi dalam batas aman, memastikan stabilitas struktural kendaraan dalam kondisi operasional. Dari tiga material yang diuji, Aluminium 6061-T6 memberikan kinerja terbaik karena memiliki faktor keamanan tertinggi, yaitu 5,7, yang menunjukkan ketahanan optimal terhadap beban dan risiko kegagalan struktural yang lebih rendah dibandingkan Aluminium A6061 dan *Plain Carbon Steel*. Pemilihan material ini tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga mempertahankan bobot kendaraan tetap ringan, sehingga mendukung efisiensi energi yang lebih baik dalam pengembangan kendaraan listrik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap inovasi desain chasis yang lebih kokoh, aman, dan efisien, serta dapat dijadikan sebagai acuan bagi pengembangan kendaraan listrik yang lebih berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] A. Fathonisyam and M. A. Ahmad Arbi Trihatmojo, “DESAIN ANALISI CHASSIS MOBIL HEMAT ENERGI TYPE URBAN,” vol. 10, no. 1, pp. 1–52, 2022, doi: 10.21608/pshj.2022.250026.
- [2] A. Elvan, E. Pradana, A. Mufarida, and A. Finali, “PENGARUH VARIASI CELAH BUSI TERHADAP EMISI GAS BUANG PADA MESIN TIPE K3-DE THE EFFECT OF SPARK PLUG GAP VARIATION ON EMISSION OF EXHAUST GAS IN K3-DE ENGINE,” pp. 1–5, 2019.
- [3] K. E. Palupi, T. Sukmadi, and D. .Denis, “PERANCANGAN SISTEM KONTROL KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK DENGAN PENGGERAK MOTOR INDUKSI TIGA FASA,” *Transient J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 4, pp. 627–635, 2020, doi: 10.14710/transient.v9i4.627-635.
- [4] M. B. Pradana, M. H. Bahri, N. A. Mufarida, and M. Z. Ridlo, “ANALISA AERODINAMIKA MOBIL LISTRIK MENGGUNAKAN ANSYS (STUDI KASUS MOBIL BHARATA),” vol. 3, no. 1, pp. 24–33, 2024.

- [5] R. Din, N. A. Mufarida, N. Z. Ridlo, and A. Abidin, “ANALISA SISTEM Pengereman Mobil Listrik 2 KW,” vol. 3, no. 1, pp. 438–443, 2024.
- [6] J. R. Material and M. Energi, “SISTEM ORIENTASI TEGANGAN PADA CHASIS AISI 4130 GOKART PHEV PLATFORM BATERAI–SOLAR PANEL,” *J. Rekayasa Mater. Manufaktur dan Energi*, vol. 6, no. 1, pp. 48–53, 2023, doi: 10.30596/rmme.v6i1.13807.
- [7] 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.
- [8] P. S. Maharajati, M. H. Bahri, N. A. Mufarida, and A. Abidin, “ANALISA PERILAKU ARAH KENDARAAN DENGAN VARIASI BERAT DRIVER , SUDUT BELOK DAN KECEPATAN PADA MOBIL LISTRIK 2KW,” vol. 3, no. 1, pp. 238–245, 2024.
- [9] A. A. A. Triadi, T. Rachmanto, I. M. Mara, I. G. N. K. Yudhyadi, and N. Kaliwantoro, “PERANCANGAN CHASIS KENDARAAN LISTRIK UNIVERSITAS MATARAM,” *Energy, Mater. Prod. Des.*, vol. 2, no. 1, pp. 93–98, 2023, doi: 10.29303/empd.v2i1.1956.
- [10] M. F. Santosa, M. H. Bahri, and M. Z. Ridlo, “ANALISIS DESAIN KABIN DRIVER PADA MOBIL LISTRIK 2KW MENGGUNAKAN METODE RAPID UPPER LIMB ASSESSMENT (RULA),” vol. 3, no. 1, pp. 246–253, 2024.
- [11] A. Efendi, “PERANCANGAN DAN ANALISIS PERHITUNGAN RANGKA MESIN MOBIL LISTRIK SULA POLITEKNIK NEGERI SUBANG,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 15, no. 2, p. 107, 2020, doi: 10.32497/jrm.v15i2.1843.
- [12] D. T. Udara, A. F. Thalib, N. A. Mufarida, R. Shofiyah, and A. Abidin, “ANALISIS TRAKSI BAN MOBIL LISTRIK 2 KW TERHADAP PERBEDAAN BEBAN,” vol. 3, no. 1, pp. 231–237, 2024.
- [13] M. W. Kahfi and N. A. Mufarida, “A r m a t u r :,” vol. 4, no. January, pp. 18–30, 2023.
- [14] I. S. Wahyudi and N. A. Mufarida, “DESAIN DAN ANALISIS KEKUATAN MODEL LADDER FRAME DENGAN BAHAN BAJA AISI 1015 1018 1020,” vol. 9, no. 2, 2024.
- [15] D. B. Prasetya, W. Sumbodo, and R. Setiadi, “ANALISIS STATIS DESAIN CHASSIS KENDARAAN LISTRIK 2 PENUMPANG,” *J. Rekayasa Mesin*, vol. 18, no. 3, p. 329, 2023, doi: 10.32497/jrm.v18i3.3704.
- [16] A. Anggraista, N. A. Mufarida, and A. F. P. Nusantara, “STRENGTH ANALYSIS OF MATERIAL STEEL S45C ON THE ARM AND CANTILEVER SHAFT REAR DISC BRAKE PLANNING,” vol. 3, no. 1, pp. 2–5, 2018.