

# Penerapan Simulasi Elemen Hingga untuk Pengujian Kekuatan Sasis Mobil BAJA SAE

Ahmad Saepuddin\*<sup>1</sup>, Priyo Heru Adiwibowo<sup>2</sup>, Handini Novita Sari<sup>3</sup>, Masykur<sup>4</sup>

<sup>1,2,3</sup> Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

<sup>4</sup>Prodi Teknik Mesin Universitas Teuku Umar

E-mail: \*<sup>1</sup>[ahmadsaepuddin06@gmail.com](mailto:ahmadsaepuddin06@gmail.com), [priyoheruadiwibowo@unesa.ac.id](mailto:priyoheruadiwibowo@unesa.ac.id), [handinisari@unesa.ac.id](mailto:handinisari@unesa.ac.id),  
[masykur@utu.ac.id](mailto:masykur@utu.ac.id)

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan struktur sasis kendaraan kompetisi BAJA SAE menggunakan metode Finite Element Analysis (FEA). Simulasi dilakukan untuk mengukur tegangan Von Mises, deformasi total, dan faktor keamanan pada berbagai skenario pembebanan, seperti tabrak depan, tabrak belakang, tabrak samping, dan terguling. Hasil simulasi menunjukkan bahwa sasis kendaraan memiliki performa yang memadai dengan nilai tegangan Von Mises maksimal 263 MPa pada uji tabrak samping dan deformasi total terbesar sebesar 3,42 mm. Faktor keamanan (FoS) berkisar antara 2,0 hingga 5,5, mengindikasikan desain sasis yang mampu menahan berbagai beban tanpa mengalami kerusakan. Berdasarkan hasil ini, desain sasis BAJA SAE dipastikan aman, kokoh, dan memenuhi standar kompetisi.

**Kata kunci:** Sasis BAJA SAE, Analisis Elemen Hingga, Faktor Keamanan, Tegangan Von Mises, Deformasi Total.

## Abstract

This study aims to analyze the structural strength of the BAJA SAE competition vehicle chassis using the Finite Element Analysis (FEA) method. Simulations were conducted to evaluate Von Mises stress, total deformation, and factors of safety under various loading scenarios, such as front impact, rear impact, side impact, and rollover. The results indicate that the chassis exhibits adequate performance, with a maximum Von Mises stress of 263 MPa in the side impact test and the highest total deformation of 3.42 mm. factors of Safety (FoS) ranged from 2.0 to 5.5, indicating that the chassis design can withstand various loads without failure. Based on these findings, the BAJA SAE chassis design is deemed safe, robust, and compliant with competition standards.

**Keyword:** BAJA SAE Chassis, Finite Element Analysis, Safety Factor, Von Mises Stress, Total Deformation

## 1. PENDAHULUAN

Dalam industri otomotif, pengembangan dan inovasi sasis kendaraan merupakan salah satu aspek krusial untuk memastikan kinerja, keselamatan, dan efisiensi. Salah satu kendaraan yang memerlukan perhatian khusus dalam perancangan sasis adalah mobil BAJA SAE, yang dirancang untuk menghadapi berbagai kondisi medan ekstrem [1]. Dalam proses perancangan ini, analisis kekuatan struktur sasis menjadi sangat penting guna memastikan bahwa sasis mampu menahan beban dan tegangan yang diakibatkan oleh dinamika kendaraan selama beroperasi [2]. Pengujian fisik secara langsung seringkali memerlukan biaya tinggi serta waktu yang lama, sehingga muncul kebutuhan akan metode analisis yang lebih efisien dan efektif. Salah satu pendekatan yang kian berkembang adalah penerapan simulasi elemen hingga (Finite Element Analysis atau FEA) [3], sebuah teknik yang memungkinkan perhitungan distribusi tegangan dan

deformasi pada komponen-komponen sasis secara virtual [4]. Metode ini tidak hanya memberikan gambaran yang akurat mengenai performa struktural sasis, tetapi juga mempercepat proses pengujian dan pengembangan desain. Melalui penerapan simulasi elemen hingga, perancangan sasis mobil BAJA SAE dapat dilakukan dengan lebih tepat, mengurangi risiko kegagalan.

Selain itu, penerapan simulasi elemen hingga juga menawarkan fleksibilitas dalam mengevaluasi berbagai skenario pembebanan yang mungkin sulit direplikasi dalam pengujian fisik [5]. Dalam konteks sasis mobil BAJA SAE [6], beban-beban yang dihasilkan oleh medan kasar, guncangan mendadak [7], hingga lompatan dalam kecepatan tinggi dapat dianalisis secara mendetail dengan simulasi ini [8]. Melalui pemodelan matematis yang cermat, sifat-sifat material, geometri sasis, serta interaksi antar komponen dapat diintegrasikan untuk menghasilkan prediksi perilaku yang realistis. Hal ini sangat membantu dalam mengidentifikasi titik-titik kritis atau potensi kegagalan pada sasis, sehingga modifikasi desain yang tepat dapat dilakukan sebelum prototipe fisik dibuat. Dengan demikian, simulasi elemen hingga menjadi alat yang strategis dalam mempercepat siklus desain, mengurangi biaya produksi, dan meningkatkan kualitas keseluruhan sasis mobil BAJA SAE [9].

Pendekatan desain yang teliti dan simulasi yang akurat sangat diperlukan untuk menciptakan desain kendaraan yang optimal. Pada proses simulasi, digunakan Metode Elemen Hingga (MEH) atau Finite Element Analysis (FEA), yaitu teknik komputasi numerik yang dirancang untuk menyelesaikan model matematis yang kompleks [10]. Pendekatan ini bekerja dengan membagi struktur menjadi elemen-elemen kecil yang saling terhubung, memungkinkan solusi yang lebih presisi dan konvergen.

Dalam analisis MEH, beberapa parameter penting yang sering dianalisis mencakup deformasi total, tegangan ekuivalen Von Mises, dan faktor keamanan [11]. Deformasi total menunjukkan perubahan bentuk yang terjadi pada struktur akibat beban, sedangkan tegangan Von Mises digunakan untuk menilai apakah suatu material akan mengalami deformasi permanen atau gagal ketika dikenai beban tertentu. Tegangan Von Mises sangat relevan untuk material ulet seperti logam, dengan kriteria bahwa bila tegangan mencapai atau melampaui batas luluh material, maka material tersebut akan mengalami kerusakan [12]. Selain itu, faktor keamanan adalah perbandingan antara kuat luluh material dengan tegangan kerja yang diterapkan pada komponen struktur, yang berfungsi untuk memastikan keamanan struktur tersebut.

Wahab [13] menerapkan MEH untuk merancang rangka tipe space frame pada mobil listrik satu pemumpang yang akan diikuti dalam kompetisi SEM. Mereka melakukan 2 pengujian pembebanan pembebanan statis, pengujian fatik. Dari analisis tersebut, mereka memperoleh data mengenai tegangan maksimum dan perpindahan maksimum untuk setiap jenis pembebanan yang diuji.

Abbas [14] juga menggunakan MEH dalam perancangan mobil ramah lingkungan dengan rangka type In wheel. Mereka melakukan analisis modal yang bertujuan untuk menganalisa statis mekanik dan analisa kelelahan pada rangka. Hasil penelitian menunjukkan data tegangan elemen dan hubungannya dengan factor keamanan dan factor kelelahan yang alami rangka.

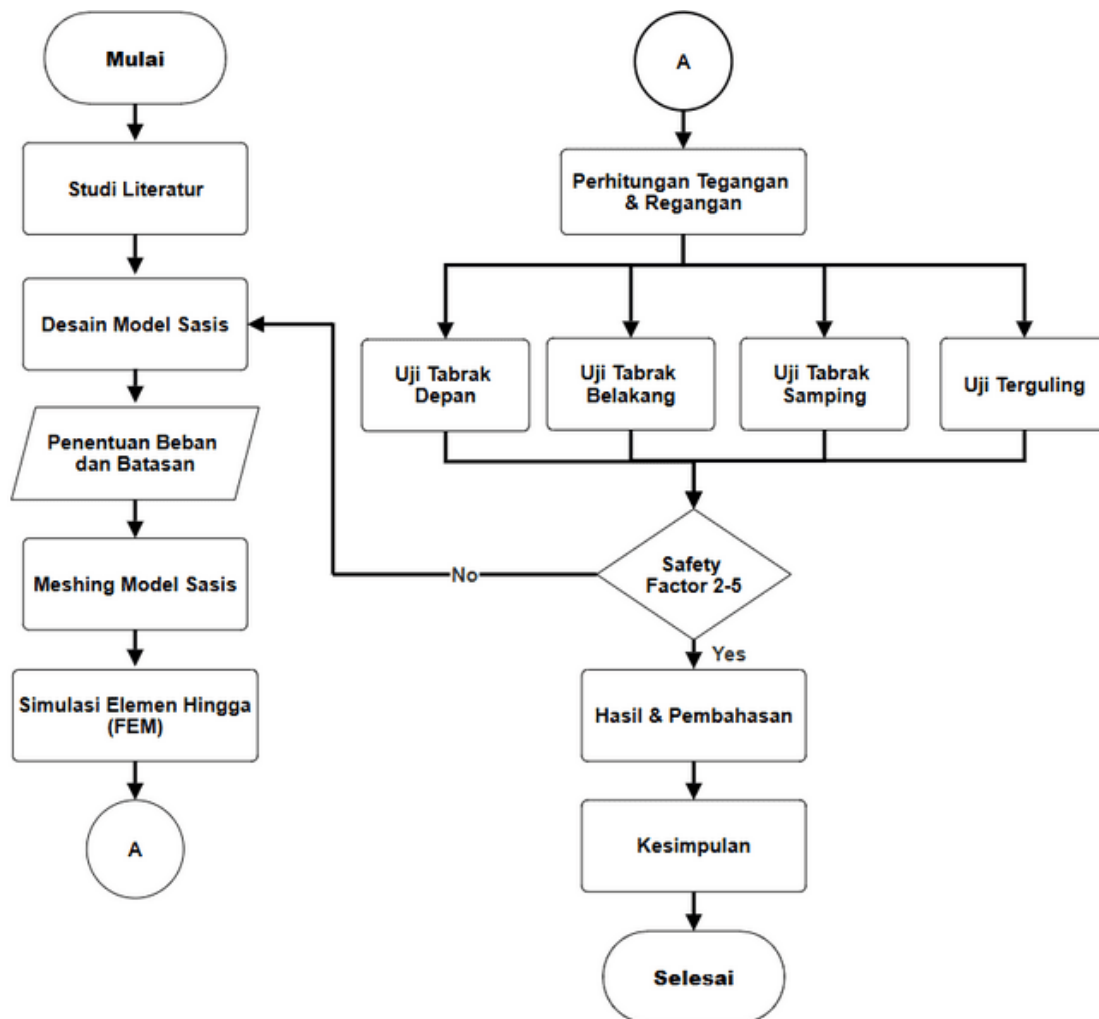
Rianto [15] merancang rangka space frame untuk mobil listrik berjenis Buggy. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kekuatan sasis tubular space frame serta membandingkan kinerja berbagai jenis material yang digunakan. Hasil uji yaitu stress, displacement, dan safety factor dengan berat bersih rangka tersebut mencapai 3000 newton, dengan tambahan beban sebesar 1500 N. Penelitian ini menghasilkan data mengenai tegangan maksimum dan minimum, serta informasi tentang perpindahan, regangan, dan tegangan Von Mises pada dua fase pembebanan dinamis.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi distribusi tegangan, deformasi, serta titik-titik kritis pada sasis yang berpotensi mengalami kerusakan saat menerima beban dinamis. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengoptimalkan desain sasis melalui simulasi berbagai skenario pembebanan ekstrem, sehingga dapat meminimalkan risiko kegagalan struktural sebelum pembuatan prototipe fisik. Selain itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam mengurangi biaya dan waktu pengujian, serta meningkatkan efisiensi penggunaan material, sehingga menghasilkan sasis yang lebih kuat, aman, dan ekonomis sesuai dengan standar kompetisi BAJA SAE.

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Deskripsi Penelitian

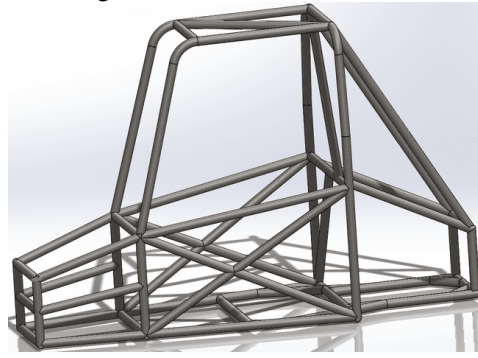
Penelitian ini berfokus pada analisis kekuatan sasis mobil **BAJA SAE** melalui pendekatan **Finite Element Analysis (FEA)**, dengan penekanan pada perhitungan beban statis, faktor keamanan, serta analisis dampak (tabrakan) dari berbagai arah (depan, belakang, samping kanan dan kiri), dan analisis terguling (rolling). Simulasi yang dilakukan menggunakan software Solidwork 2023. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan informasi lebih rinci tentang kemampuan struktur sasis dalam menahan beban sekaligus mengidentifikasi area kritis yang berisiko mengalami kegagalan. Tahapan dalam metode penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 2.2 Desain Kerangka Kendaraan

Model sasis yang digunakan dalam penelitian ini telah dirancang sebelumnya, sebagaimana ditampilkan pada Gambar 2. Material yang digunakan adalah baja AISI 1045 berbentuk tabung melingkar. Untuk mempermudah proses simulasi dan pembuatan, pipa ini memiliki diameter luar 32,6 mm dan ketebalan 2 mm. Material tersebut memiliki kekuatan luluh (Yield Strength) sebesar 530 MPa dan kekuatan tarik maksimum (Ultimate Tensile Strength) sebesar 625 MPa.

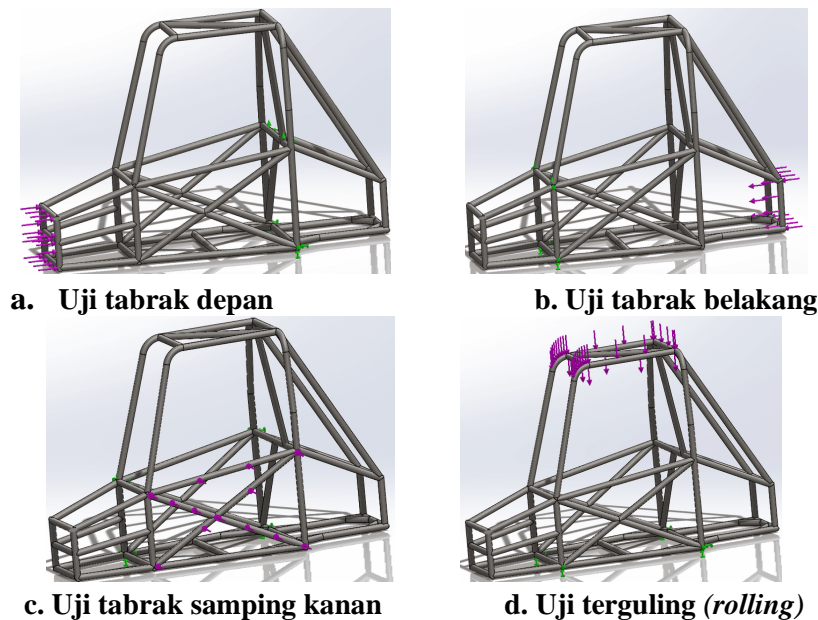


**Gambar 2.** Desain Model Kerangka Kendaraan

Sasis kendaraan ini memiliki bobot sekitar 30 kg, sedangkan berat total kendaraan termasuk pengemudi mencapai 250 kg. Oleh karena itu, sasis ini tergolong ringan karena hanya berkontribusi sekitar 12% terhadap total massa kendaraan.

### 2.3 Mesh, Titik Beban, dan Titik Tumpuan Sasis

Proses pengaturan mesh dilakukan secara otomatis menggunakan aplikasi Ansys dengan ukuran mesh sebesar 22 mm. Beban diberikan untuk mensimulasikan efek kondisi yang akan diuji.



**Gambar 3.** Posisi Titik Beban dan Titik Tumpuan pada struktur sasis.

### 2.4 Penentuan Pembebanan Tabrak Depan

Pembebanan tabrak depan pada kendaraan off-road dirancang untuk mensimulasikan kondisi benturan langsung di bagian depan kendaraan. Simulasi ini dilakukan untuk mengevaluasi deformasi struktur rangka dan tegangan yang terjadi akibat gaya benturan. Dalam analisis ini, beban dihitung berdasarkan asumsi massa total kendaraan beserta pengemudi, yaitu 250 kg, dengan kecepatan maksimum benturan 18 m/s. Gaya benturan dihitung menggunakan rumus

$$F = m \cdot a \dots \dots \dots 1$$

Dimana percepatan  $a$  ditentukan dari perubahan kecepatan selama waktu benturan. Beban yang diperoleh kemudian diterapkan secara merata pada rangka depan kendaraan dengan titik tumpuan pada suspensi belakang.

**Parameter Simulasi:**

- Massa kendaraan beserta pengemudi: **250 kg**
- Kecepatan maksimum: **18 m/s**
- Waktu benturan: **0,2 detik**

**Perhitungan:**

- Percepatan,  $a = \frac{vf-vi}{t} = \frac{0-18}{0,2} = -90 \frac{m}{s^2}$
- Gaya,  $F = m \cdot a = 250 \cdot 90 = 22500N \approx 22,5 kN$

Beban sebesar 22.5 kN didistribusikan secara merata pada rangka bagian depan, dengan titik suspensi belakang dijadikan tumpuan tetap.

**2.5 Penentuan Pembebanan Tabrak Belakang**

Pembebanan tabrak belakang bertujuan untuk mensimulasikan dampak benturan dari bagian belakang kendaraan. Analisis ini penting untuk memastikan perlindungan komponen-komponen penting seperti baterai, Mesin dan sistem penggerak. Beban dihitung dengan parameter yang sama seperti tabrak depan, yaitu massa total **250 kg**, kecepatan **18 m/s**, dan waktu benturan **0,2 detik**. Beban hasil perhitungan didistribusikan secara merata pada rangka belakang kendaraan, dengan titik tumpuan berada di suspensi depan. Simulasi ini membantu memverifikasi kekuatan rangka dalam menahan benturan sekaligus melindungi sistem vital kendaraan.

**Parameter Simulasi:**

- Massa kendaraan beserta pengemudi: **250 kg**
- Kecepatan maksimum: **18 m/s**
- Waktu benturan: **0,2 detik**

**Perhitungan:**

- Percepatan,  $a = \frac{vf-vi}{t} = \frac{0-18}{0,2} = -90 \frac{m}{s^2}$
- Gaya,  $F = m \cdot a = 250 \cdot 90 = 22500N \approx 22,5 kN$

Beban sebesar 22,5 kN didistribusikan merata pada rangka belakang, dengan titik suspensi depan dijadikan tumpuan tetap.

**2.6 Penentuan Pembebanan Tabrak Samping**



Analisis pembebanan tabrak samping dilakukan untuk mempelajari efek benturan dari arah samping kendaraan. Dalam skenario ini, momentum tambahan dipertimbangkan karena sisi kendaraan yang berlawanan dengan titik benturan tidak sepenuhnya terkunci. Dengan asumsi waktu benturan **0,3 detik**, beban dihitung menggunakan massa total **250 kg** dan kecepatan **18 m/s**. Gaya benturan ini kemudian didistribusikan pada rangka sisi benturan (Side Impact Members, SIM) dan rangka bawah sisi kendaraan (Lower Frame Side, LFS). Simulasi ini memastikan rangka kendaraan mampu menahan deformasi yang terjadi dan memberikan perlindungan bagi pengemudi.

#### Parameter Simulasi:

- Massa kendaraan beserta pengemudi: **250 kg**
- Kecepatan maksimum: **18 m/s**
- Waktu benturan: **0,3 detik**

#### Perhitungan:

- Percepatan,  $a = \frac{vf-vi}{t} = \frac{0-18}{0,3} = -60 \frac{m}{s^2}$
- Gaya,  $F = m \cdot a = 250 \cdot 60 = 15000N \approx 15 kN$

Beban sebesar 15 kN diterapkan pada rangka sisi benturan (SIM) dan rangka sisi bawah (LFS).

### 2.7 Penentuan Pembebanan Terguling

Analisis terguling dirancang untuk memvalidasi kekuatan rangka kendaraan dalam kondisi ekstrim, seperti perlombaan off-road yang melibatkan medan berbatu atau perlombaan ketahanan. Simulasi ini mempertimbangkan gaya benturan akibat roll-over dengan menghitung 20% dari gaya benturan depan. Beban hasil perhitungan diterapkan secara merata pada empat anggota utama struktur atas rangka kendaraan sepanjang sumbu Z negatif. Titik tumpuan ditetapkan pada suspensi untuk memastikan simulasi merepresentasikan kondisi sebenarnya. Analisis ini membantu memastikan keselamatan pengemudi dalam skenario terguling dan integritas struktur rangka kendaraan tetap terjaga.

#### Parameter Simulasi:

- Gaya benturan terguling ,  
 $F = 0,20 \cdot F \text{ Front Impact} = 0,2 \cdot 22,5 kN = 4,5 kN$

Beban sebesar 4.5 kN didistribusikan secara merata sepanjang sumbu Z negatif pada empat anggota atas struktur RHO, dengan titik pemasangan suspensi dijadikan tumpuan tetap.

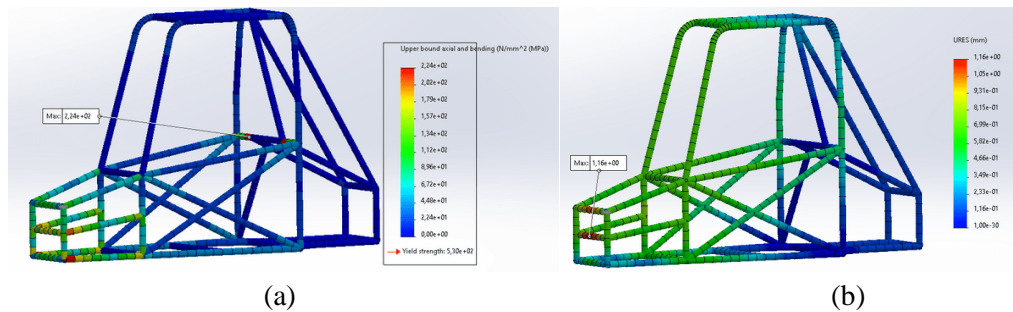
Posisi titik beban (load point) dan titik tumpuan (support point) dapat dilihat pada Gambar 3.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi dilakukan menggunakan perangkat lunak SolidWorks untuk menganalisis tegangan (Von Mises), total deformasi, dan faktor keamanan (factor of safety). Simulasi ini menggunakan berat kendaraan sebesar **250 kg** dengan pembebanan sebagai berikut: tabrak depan dan belakang **22,5 kN**, tabrak samping **15 kN**, dan terguling **4,5 kN**. Data hasil simulasi ini digunakan untuk mengevaluasi kekuatan dan ketahanan sasis. Hasil analisis menunjukkan performa sasis yang dirancang berdasarkan data output dari SolidWorks.

### 3.1 Uji Tabrak Depan

Uji tabrak depan dilakukan untuk mensimulasikan kondisi saat kendaraan menabrak objek di depannya atau menerima benturan dari arah depan. Dalam simulasi ini, diterapkan beban sebesar **22.500 N** pada bagian depan kendaraan. Hasil simulasi menunjukkan tegangan ekuivalen mencapai **224 MPa** dan total deformasi struktur sebesar **1,16 mm**.

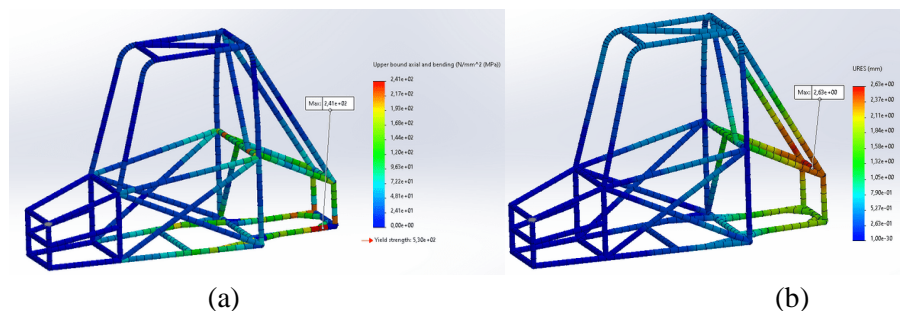


**Gambar 4.** (a) Tegangan ekuivalen (Equivalent Stress) (b) Total deformasi pada struktur.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa struktur rangka sasis kendaraan mampu menahan benturan dari arah depan tanpa mengalami deformasi. Hal ini disebabkan oleh nilai tegangan ekuivalen pada struktur yang masih lebih rendah dibandingkan nilai batas leleh material (*yield strength*). Dengan demikian, sasis tetap utuh dan tidak mengalami kerusakan meskipun terkena benturan.

### 3.2 Uji Tabrak Belakang

Pada pengujian ini, disimulasikan skenario tabrakan dari belakang. Untuk merepresentasikan kondisi tersebut, diterapkan beban sebesar 22.500 N pada bagian belakang kendaraan. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 5, di mana nilai equivalent stress tercatat sebesar 241 MPa dengan deformasi total sebesar 2,63 mm.



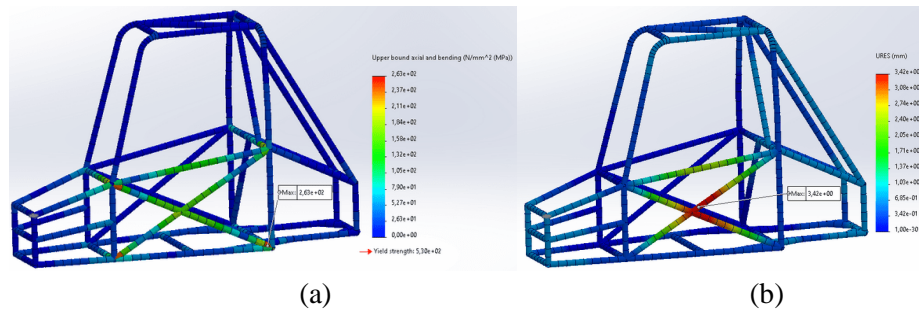
**Gambar 5.** (a) Tegangan ekuivalen (Equivalent Stress) (b) Total deformasi pada struktur.

Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur sasis kendaraan mampu menahan benturan dari belakang tanpa mengalami perubahan bentuk. Hal ini disebabkan oleh nilai equivalent stress yang masih berada di bawah yield strength material, sehingga sasis tidak mengalami patah atau kerusakan saat terjadi benturan.

### 3.3 Uji Tabrak Samping

Pada uji tabrak samping, simulasi dilakukan untuk menggambarkan kondisi saat kendaraan mengalami benturan dari samping. Beban sebesar 15.000 N diaplikasikan pada sisi kanan dan kiri

kendaraan. Dari simulasi ini, diperoleh equivalent stress sebesar 263 MPa dan deformasi sebesar 3,42 mm di kedua sisi.

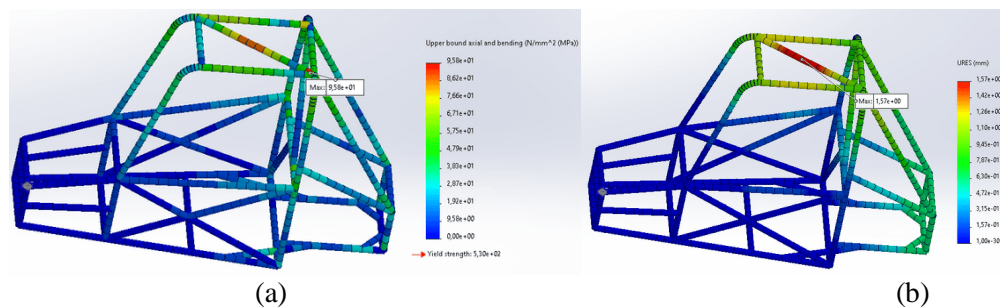


**Gambar 6.** (a) Tegangan ekuivalen (Equivalent Stress) (b) Total deformasi pada struktur.

Berdasarkan Gambar 6, nilai equivalent stress masih berada di bawah yield strength, sehingga deformasi yang terjadi tidak menyebabkan patah pada sasis.

### 3.4 Uji Terguling (*Rolling*)

Untuk uji terguling, simulasi dirancang untuk mengukur kekuatan sasis ketika kendaraan terguling. Beban sebesar 4.500 N diberikan pada bagian atap kendaraan.



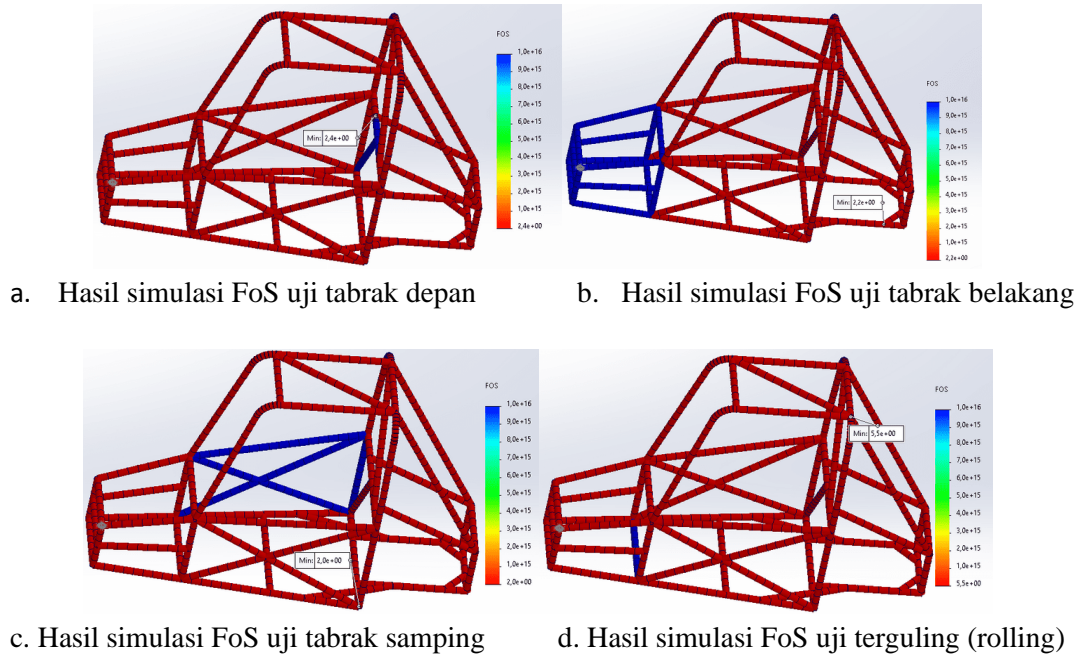
**Gambar 7.** (a) Tegangan ekuivalen (Equivalent Stress) (b) Total deformasi pada struktur.

Hasil simulasi menunjukkan equivalent stress sebesar 95,8 MPa dengan total deformasi 1,57 mm (Gambar 7). Nilai equivalent stress yang masih di bawah yield strength material menunjukkan bahwa struktur sasis tetap kokoh dan tidak mengalami patah meskipun terkena benturan.

### 3.5 Hasil Simulasi Safety Factor Pada Sasis

Faktor keamanan adalah aspek penting dalam desain struktur untuk memastikan kemampuan struktur menahan beban tanpa melebihi kapasitasnya. Dalam desain material, nilai FoS yang aman biasanya berkisar antara 2 hingga 5. Semakin tinggi nilai FoS, semakin baik tingkat keamanan struktur, meskipun seringkali berdampak pada peningkatan biaya produksi dan berat kendaraan. Dari hasil simulasi uji tabrak depan: FoS sebesar 2,4 poin, uji tabrak belakang: FoS sebesar 2,3 poin, uji tabrak samping (kiri dan kanan): FoS sebesar 2,0 poin, uji terguling: FoS sebesar 5,5 poin





**Gambar 8.** Hasil simulasi factor of safety pada Sasis.

Berdasarkan gambar 8, Hasil simulasi menunjukkan Nilai FoS tertinggi diperoleh pada uji terguling (**5,5 poin**), sedangkan nilai terendah terdapat pada uji tabrak samping (**2 poin** di kedua sisi). Semakin tinggi nilai FoS, semakin aman desain struktur kendaraan. Untuk detail lebih lanjut mengenai hasil simulasi, dapat dilihat pada Gambar 8.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan, desain sasis kendaraan BAJA SAE menunjukkan kinerja struktur yang baik dengan hasil sebagai berikut: didapatkan nilai tegangan Von Mises tabrak depan (224 MPa), tabrak belakang (241 MPa), tabrak samping kiri dan kanan (263 MPa), uji terguling (95,8 MPa). Didapatkan juga nilai total deformasi sebagai berikut: tabrak depan (**1,16 mm**), tabrak belakang (**2,63 mm**), tabrak samping kiri dan kanan (**3,42 mm**), uji terguling (**1,57 mm**).

Dari hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa desain sasis kendaraan kompetisi BAJA SAE memiliki kekuatan dan faktor keamanan yang memadai. Nilai tegangan dan deformasi yang dihasilkan menunjukkan bahwa struktur sasis aman untuk digunakan dalam kondisi perlombaan, termasuk pada kecepatan tinggi. Dengan demikian, sasis ini memenuhi standar keamanan dan diharapkan dapat diandalkan untuk digunakan pada kompetisi BAJA SAE.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. T. Yan Kondo *et al.*, *SISTEM PENERUS DAYA KENDARAAN RINGAN*. Nas Media Pustaka, 2024.

- 
- [2] M. A. Hendrawan, P. I. Purboputro, M. A. Saputro, and W. Setiyadi, "Perancangan Chassis Mobil Listrik Prototype ' Ababil ' dan Simulasi Pembebanan Statik dengan Menggunakan Solidworks Premium 2016," *7th Univ. Res. Colloq.* 2018, pp. 96–105, 2018.
- [3] H. Permana, W. Dwi Prasetyo, D. Hermawan, and T. Farudin, "Kekuatan Sudu Turbin Angin Savonius Dengan Analisa Elemen Hingga Savonius Wind Turbine Blade Power With Finite Element Analysis," *J. Baut dan Manufaktur*, vol. 5, no. 2, pp. 46–56, 2023.
- [4] M. A. Shidiq, "Pengaruh Pembebanan Statis Pada Struktur Rangka CNC Laser CO2 dengan Desain Simulasi Defleksi," *J. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 1–11, 2023.
- [5] Munadi, I. Haryanto, and M. Irvan Dian Surya, "Rancang Bangun Dan Manufaktur Chassis Robot Automated Guided Vehicle (Agv) Sebagai Prototipe Alat Transportasi Barang Pada Perusahaan Garmen," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 10, no. 2, pp. 197–206, 2022.
- [6] R. K. Kustanto, M. N., Triono, A., Chadafid, A., Hardiatama, I., & Koentjoro, "Analisis Front Crash Impact Desain Rangka Mobil Listrik Jenis Spaceframe Untuk Kendaraan Kompetisi," *Momentum*, vol. 18, no. 1, pp. 57–61, 2022.
- [7] T. Shantika, E. T. Firmansyah, and G. P. Utama, "Perancangan Frame Crawler Track pada Kendaraan Ringan," *J. Rekayasa Energi dan Mek.*, vol. 2, no. 1, p. 10, 2022, doi: 10.26760/jrem.v2i1.10.
- [8] H. Agamas, "Analisa Struktur Sasis Kendaraan Mobil Listrik Baja SAE Dengan Metode Elemen Hingga (MEH)," vol. 07, no. 02, pp. 111–115, 2023, doi: 10.22441/jitkom.v7i2.009.
- [9] I. D. Gunawan, I. Haryanto, and G. D. Haryadi, "Analisis Struktur Chasis Semi-Monocoque Bus Listrik Medium Dengan Metode Elemen Hingga," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 9, no. 2, pp. 273–282, 2021.
- [10] Ahmad Saepuddin, Luchyto Chandra Permadi, and Priyo Heru Adiwibowo, "Analisis Kekuatan Tabung Gas Lpg Kapasitas 12 Kg Berbahan Cast Carbon Steel Menggunakan Metode Elemen Hingga," *Steam Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 24–33, 2023, doi: 10.37304/jptm.v5i1.10963.
- [11] RizalFahmi-Technopex, "Berdasarkan Variasi Material Pada Prototipe," no. 2022, pp. 32–48, 2023.
- [12] N. F. W. Tanjung, "PERANCANGAN DAN PEMBUATAN SAMBUNGAN BOTTOM BRACKET SEPEDA MENGGUNAKAN 3D PRINTER," 2022.
- [13] A. Wahab, M. Rohman, A. Saepuddin, and M. Sulaiman, "Desain Dan Simulasi Uji Kekuatan Chassis Mobil Sem Jenis Prototype Menggunakan Material Aluminium Alloy 7075," *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 17, no. 1, pp. 78–85, 2022, doi: 10.36289/jtmi.v17i1.297.
- [14] H. Abbas, D. Juma, and M. R. Jahuddin, "Penerapan Metode Elemen Hingga Untuk Desain Dan Analisis Pembebanan Rangka Chassis Mobil Model Tubular Space Frame," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 15, no. 02, pp. 96–102, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i02.32.
- [15] A. Rianto, E. Erwin, W. Apriani, and E. M. Sundari, "Analisis Statis Design Prototype Chassis Tubular Space Frame Kendaraan Listrik Berjenis Buggy," *Mek. J. Tek. Mesin Pertan.*, vol. 1, no. 1, pp. 22–29, 2023, doi: 10.47767/mechanisasi.v1i1.566.
-