

Pengaruh Material Pada Analisa Kekuatan *Chassis* Mobil Hemat Energi Terhadap Pembebanan Statis

Oleh:

Muhammad Zakky Al Yaminy 221020200052

Dosen pembimbing : Dr. A'rasy Fahrudin, S.T., M.T.

Progam Studi Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Desember, 2025



Pendahuluan

Perkembangan teknologi kendaraan ramah lingkungan semakin pesat seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya energi alternatif dan upaya pengurangan emisi gas buang. Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE) merupakan sebuah ajang kompetisi yang diselenggarakan dengan tujuan mendapatkan efisiensi yang sempurna dan konsumsi energi yang rendah untuk mobil masa depan.

Pemilihan material *chassis* yang tepat sangat berpengaruh terhadap kinerja kendaraan, terutama pada mobil hemat energi yang mengutamakan efisiensi bahan bakar.

Penelitian ini fokus pada perancangan *chassis* mobil hemat energi serta analisa kekuatan material *chassis* terhadap pembebanan statis menggunakan metode simulasi berbasis CAD. Penelitian ini diperlukan distribusi tegangan statik dan tegangan maksimum yang terjadi pada setiap pembebanan dengan cara melakukan analisis menggunakan *Software Autodesk Inventor 2024*.

Rumusan Masalah

“Bagaimana pengaruh variasi desain dan material terhadap kekuatan *chassis* mobil hemat energi dan kemampuannya dalam memenuhi standar kekuatan pada pembebanan statis?”

Batasan Masalah

1. *Chassis* dalam penelitian ini hanya dirancang untuk kendaraan mobil hemat energi berbasis satu penumpang.
2. Analisa dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor 2024* berbasis metode elemen hingga (*finite element method*).
3. Pembebanan yang dianalisa hanya berupa pembebanan statis tanpa memperhitungkan beban dinamis.
4. Material yang digunakan untuk *chassis* disesuaikan dengan standar material ringan seperti aluminium, *carbon fiber* dan titanium.

Tujuan Penelitian

“Penelitian ini bertujuan merancang *chassis* mobil hemat energi yang optimal, menganalisis kekuatan terhadap pembebanan statis menggunakan *software* CAD, serta memperoleh kemampuan dan pengaruh variasi material (Aluminium 6061, *Carbon Fiber*, dan Titanium) dalam mendukung efisiensi dan kekuatan struktur kendaraan.”

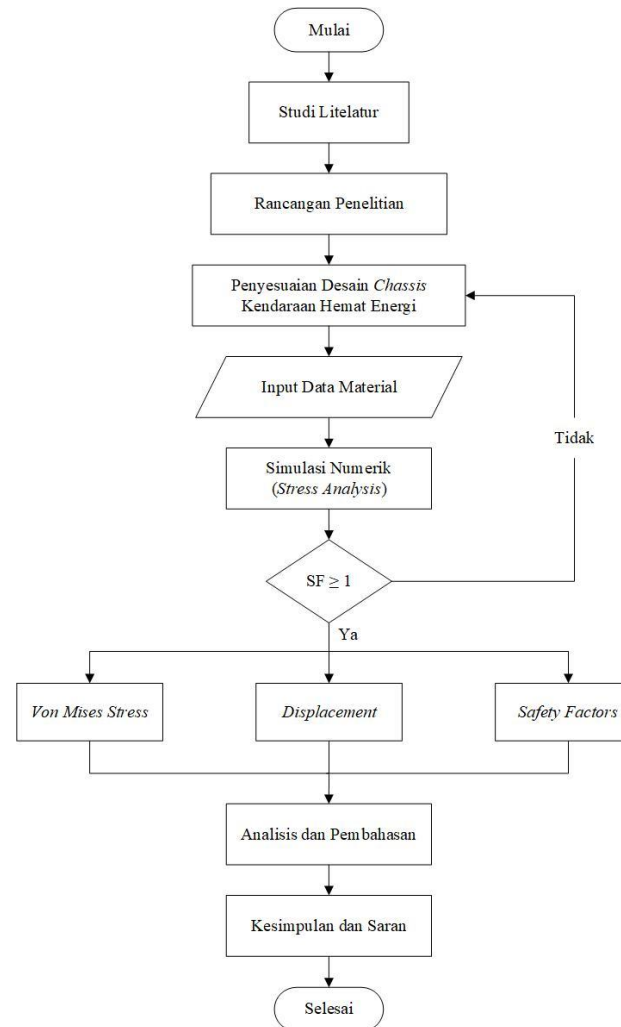
Dasar Teori

Finite Element Method (FEM) adalah prosedur numeris yang digunakan dalam menyelesaikan analisis distribusi tegangan dan deformasi pada *chassis* akibat pembebanan statis pada bidang rekayasa, dengan menggunakan *meshing* yang dapat membagi model 3D menjadi elemen-elemen kecil. (R. Kresna, N. Suprpto, E L. A. Nendra Wibawa, “*Desain Dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga*”, Vol. 5, No 1, 2021.)

Metode Penelitian

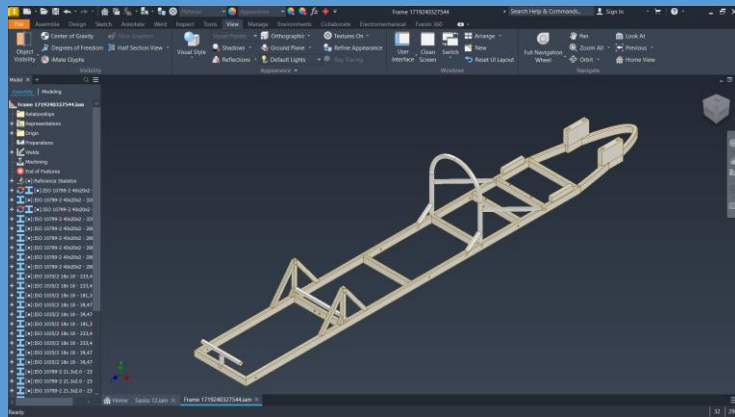
Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan kuantitatif eksperimental berbasis simulasi komputer. Analisis dilakukan dengan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*) melalui perangkat lunak *Autodesk Inventor 2024* dengan menganalisis tiga parameter yaitu *Von Mises Stress*, *Displacement*, dan *Safety Factor*.

Diagram alir penelitian

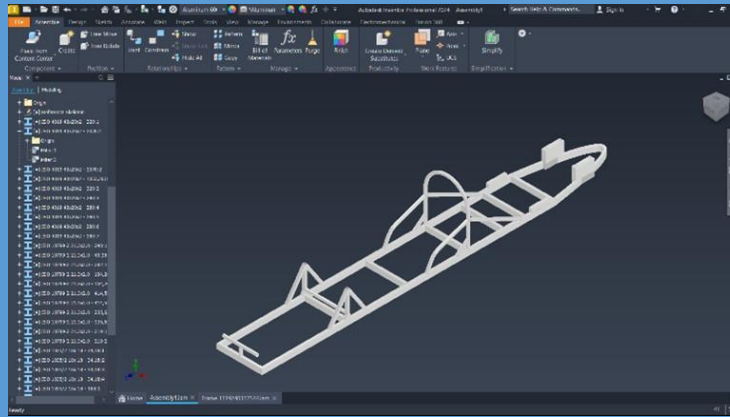


Desain *Chassis*

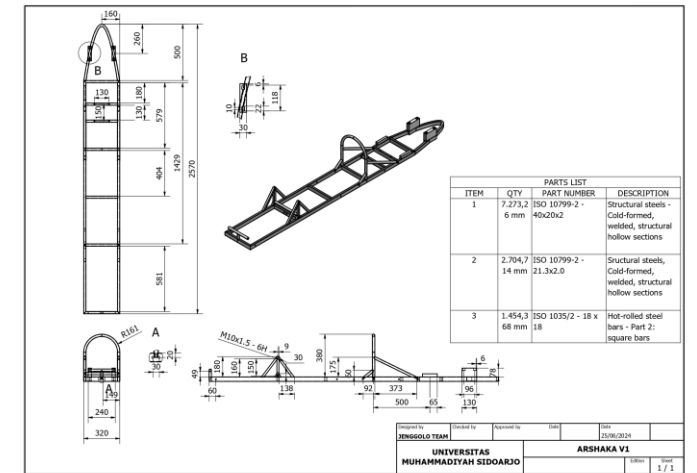
Pada penelitian ini digunakan 2 Variabel desain *chassis* kendaraan hemat energi. Variabel desain tersebut memiliki dimensi yang sama dengan mengacu pada Regulasi KMHE 2024 dan memiliki perbedaan dalam penyangga pada bagian depan *Rollbar*.



Desain A



Desain B



Material

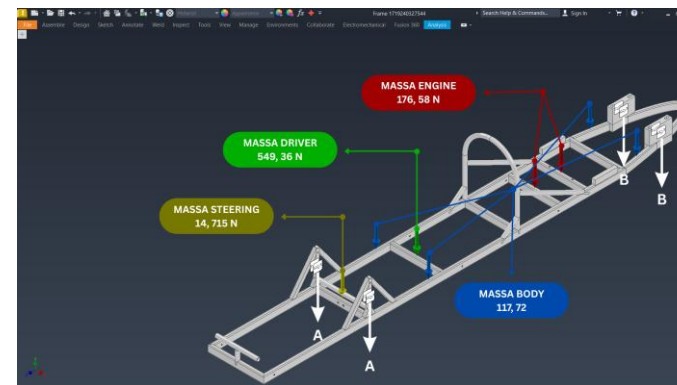
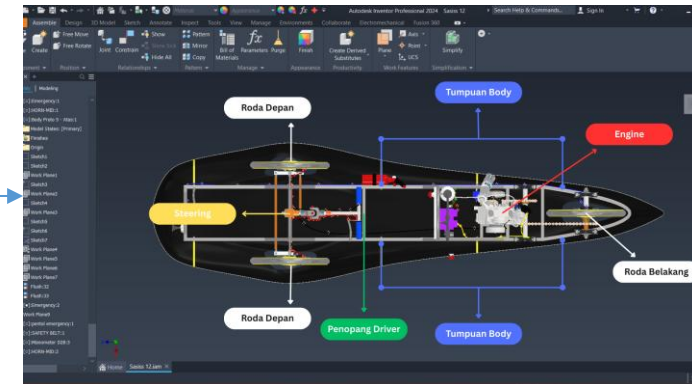
Material	Yield Strength (Kekuatan Luluh)	Young's Modulus (Modulus Elastisitas)	Mass Density (Kepadatan Massa)	Poisson's Ratio (Rasio Poison)
Aluminium 6061	275 MPa	68,9 GPa	2714 kg/m ³	0,33
Carbon Fiber	350 MPa	72 Gpa	1606 kg/m ³	0,28
Titanium	275,6 MPa	102,8 GPa	4512 kg/m ³	0,36

Konsep	Massa		
	Aluminium 6061	Carbon Fiber	Titanium
Desain A	8,344 Kg	4,944 Kg	13,937 Kg
Desain B	8,528 Kg	5,053 Kg	14,244 Kg

Pembebanan (*Loads*)

Pembebanan pada *Stress Analyst* dengan menerapkan konsep FEA (*Finite Element Analysis*) dalam *Autodesk Inventor 2024* dibutuhkan dalam bentuk Newton (N) digunakan rumus : $\text{Massa} \times 9,81 \text{ m/s}^2$

Komponen	Massa	Total Massa
<i>Body</i>	12 Kg	117,72 N
<i>Steering</i>	1,5 Kg	14,715 N
<i>Driver</i>	56 Kg	549,36 N
<i>Engine</i>	18 Kg	176,58 N



Simulasi Numerik

Finite Element Analysis merupakan proses pengimplementasian dari Finite Element Method (FEM) dengan membagi objek 3D menjadi elemen-elemen kecil. Adapun proses dari simulasi numerik FEA :

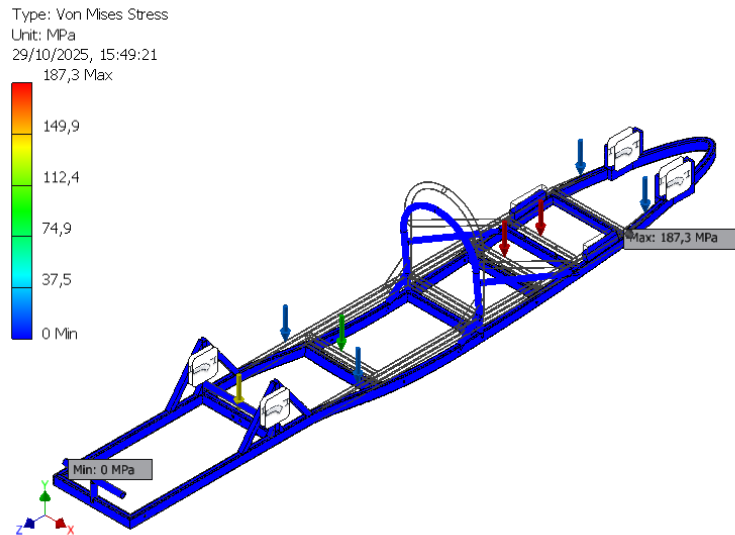


Von Misses Stress	Displacement	Safety Factors
Tegangan ekuivalen yang digunakan untuk menentukan apakah material akan luluh atau gagal di bawah beban. Jika nilainya melebihi <i>yield strength</i> , material dianggap tidak aman.	Menunjukkan perpindahan atau deformasi yang terjadi pada struktur akibat beban. Nilai <i>displacement</i> menunjukkan seberapa besar perubahan bentuk dari posisi awal.	Perbandingan antara kekuatan maksimum material (<i>yield strength</i>) dan tegangan kerja aktual. Nilai > 1 berarti aman, semakin besar nilai <i>safety factor</i> , semakin aman struktur tersebut.

Von Misses Stress

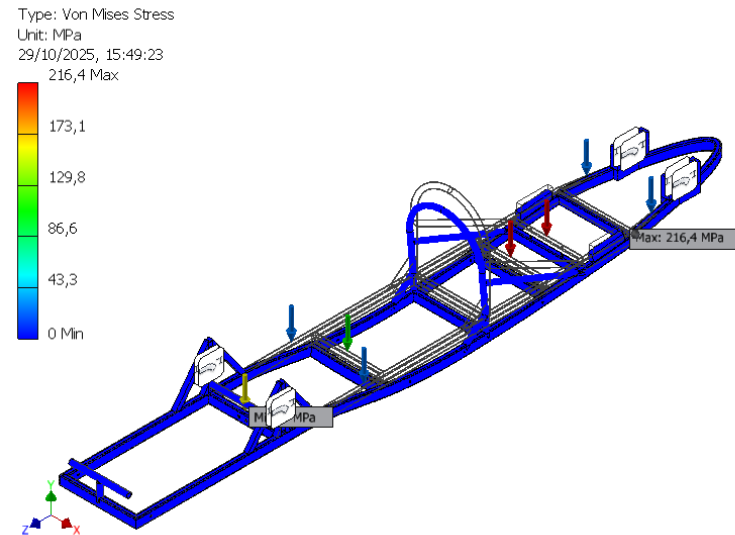
Desain A

Alluminium 6061



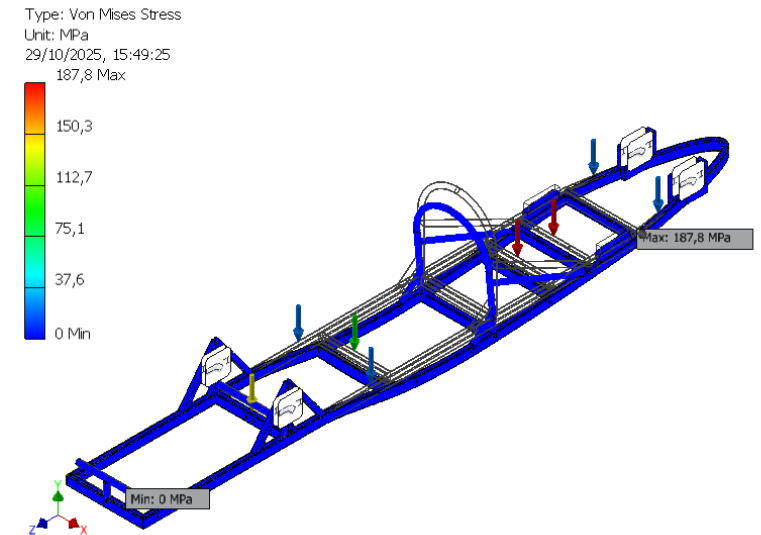
187,3 MPa

Carbon Fiber



216,4 MPa

Titanium

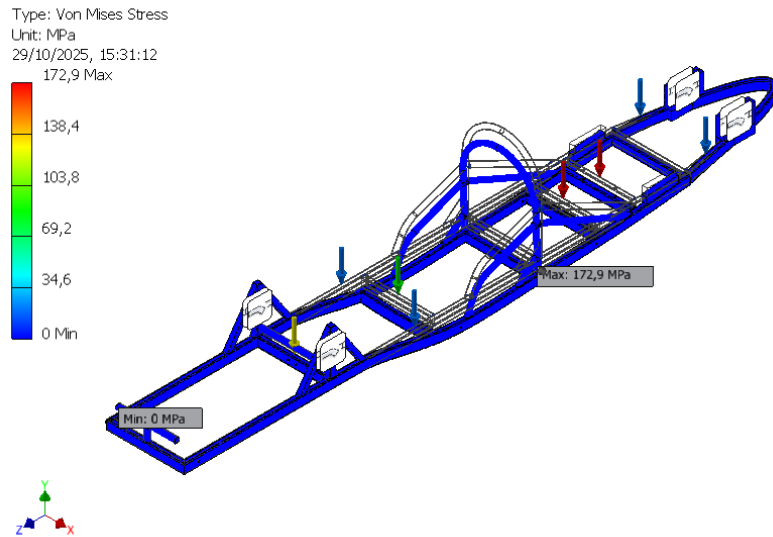


187,8 MPa

Von Mises Stress

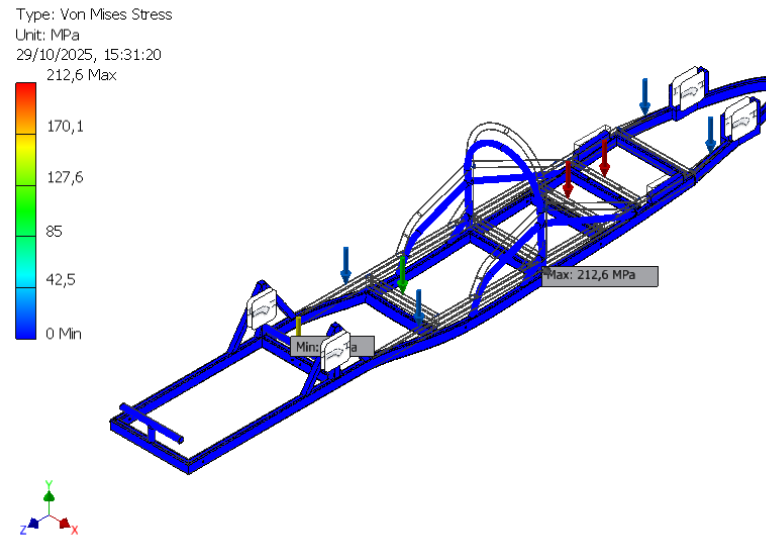
Desain B

Alluminium 6061



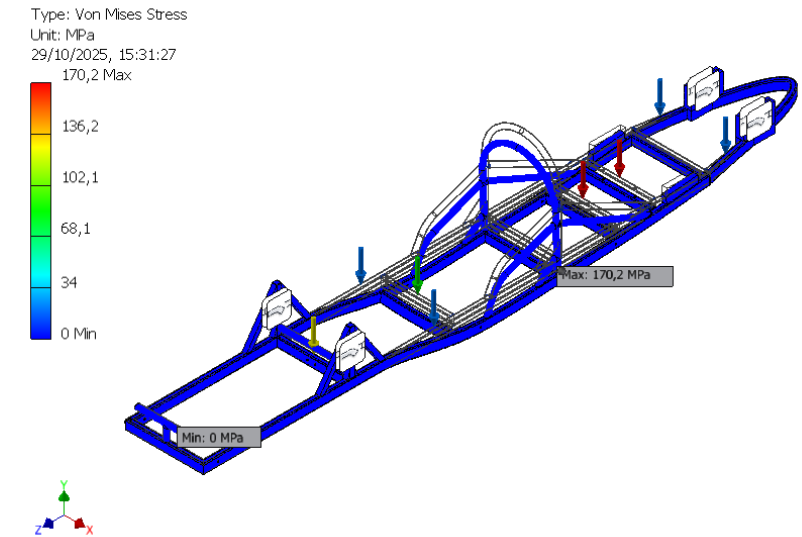
172,9 MPa

Carbon Fiber



212,6 MPa

Titanium

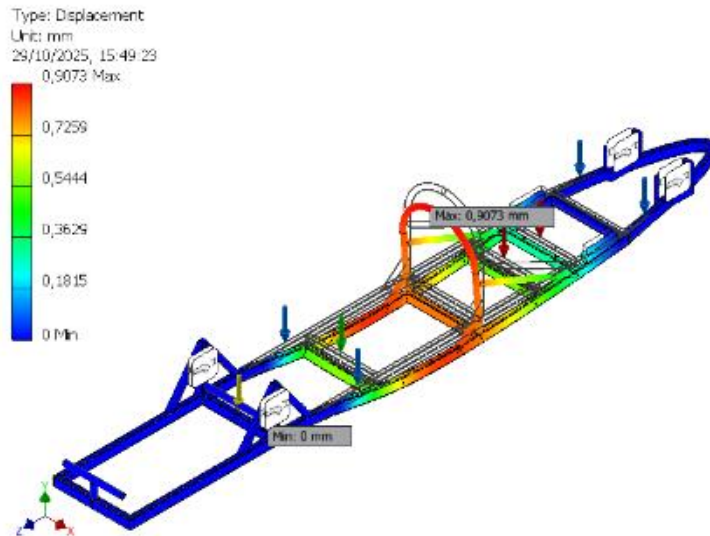


170,2 MPa

Displacement

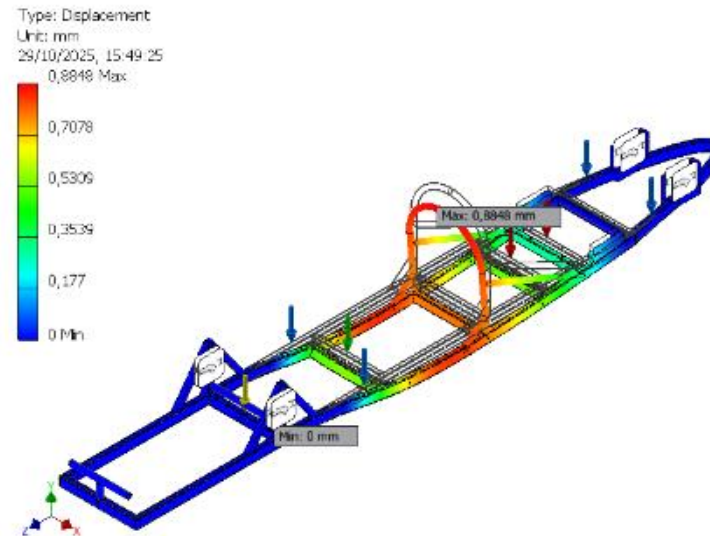
Desain A

Alluminium 6061



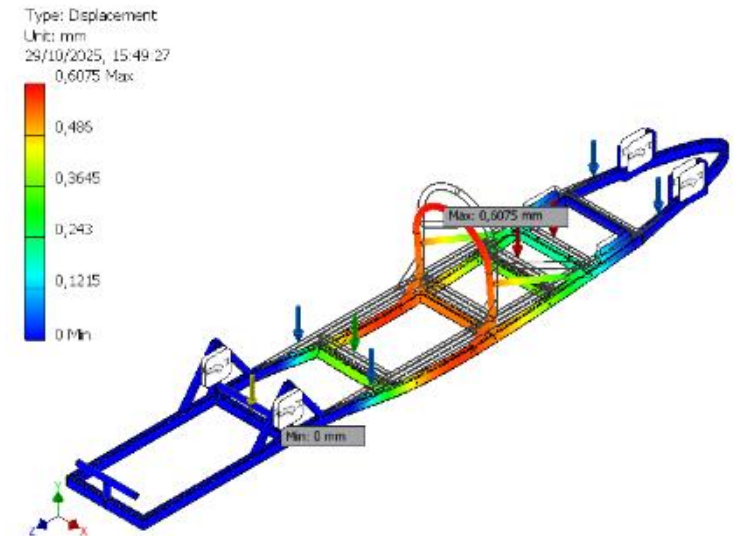
0,9073 mm

Carbon Fiber



0,8848 mm

Titanium

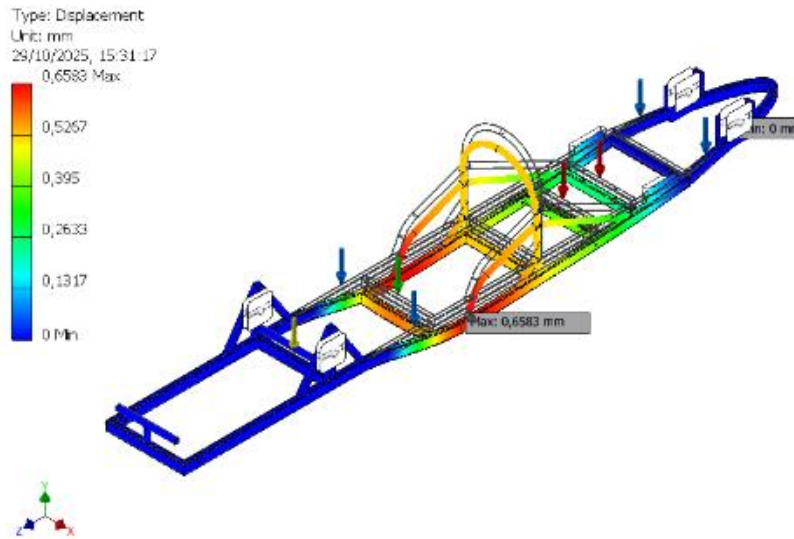


0,6075 mm

Displacement

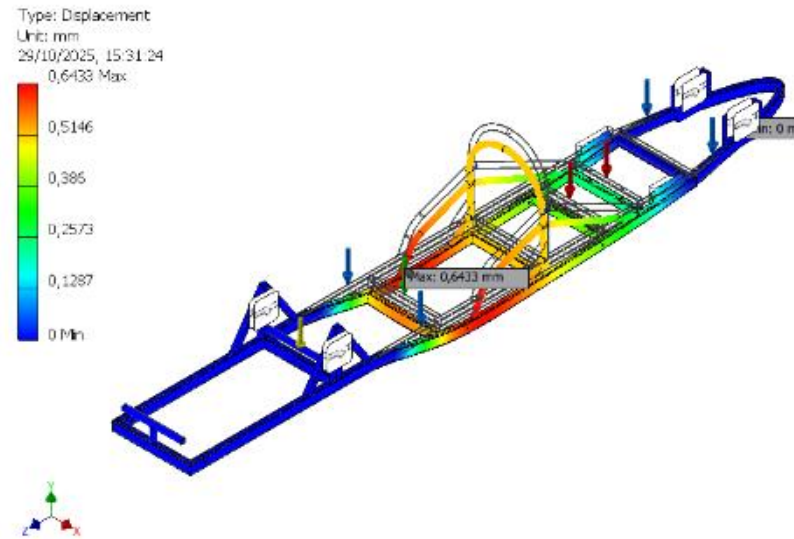
Desain B

Alluminium 6061



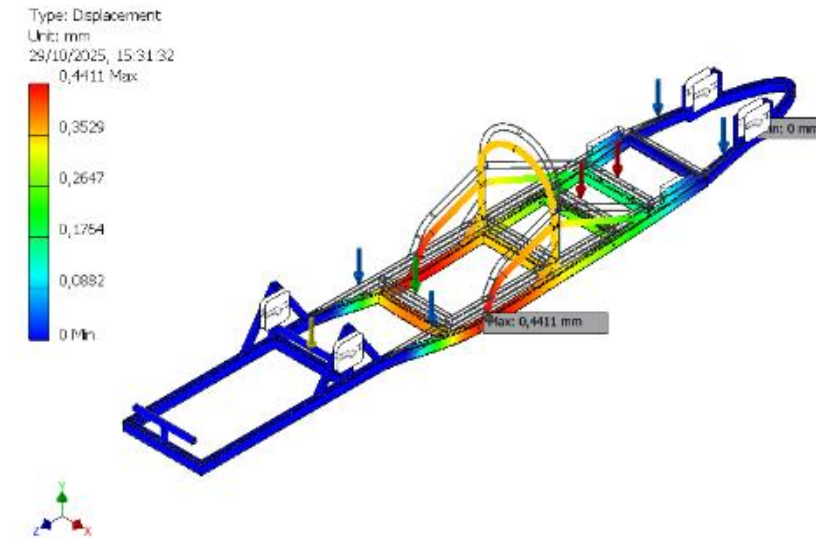
0,6583 mm

Carbon Fiber



0,6433 mm

Titanium



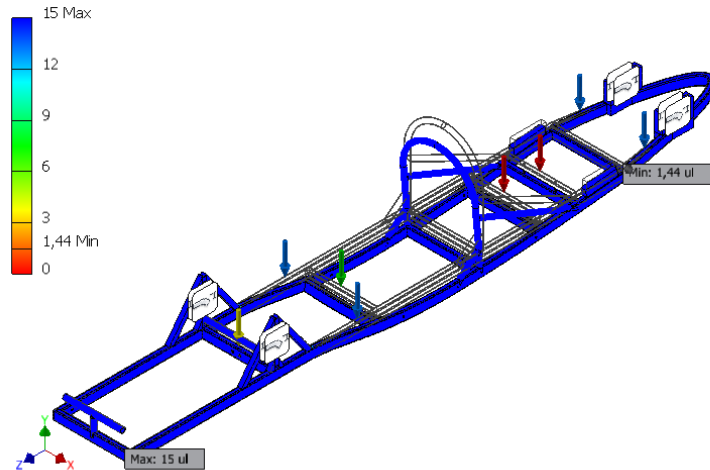
0,4411 mm

Safety Factor

Desain A

Alluminium 6061

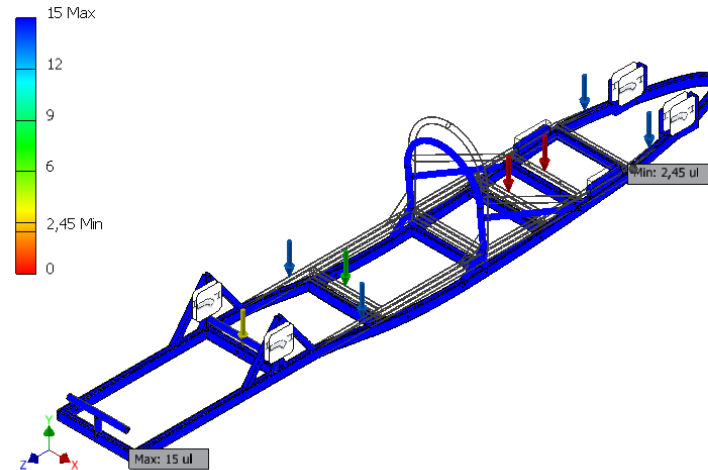
Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:49:22



1,44 ul

Carbon Fiber

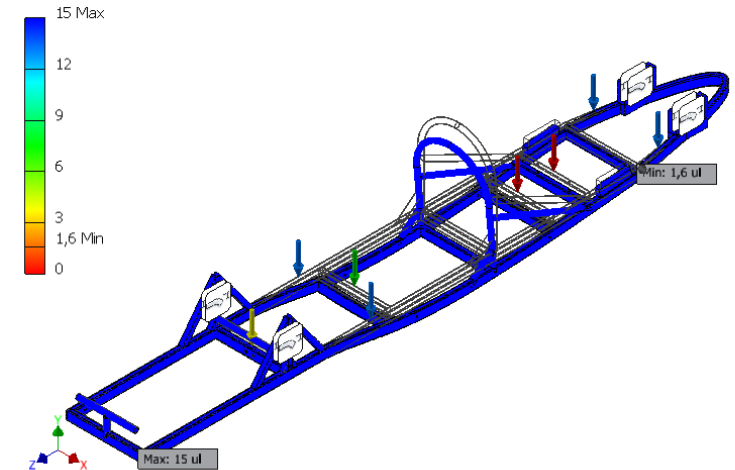
Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:49:24



2,45 ul

Titanium

Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:49:26



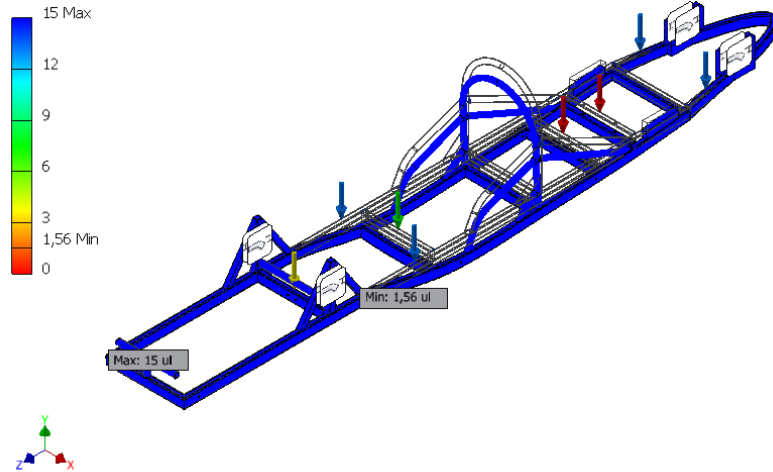
1,6 ul

Safety Factor

Desain B

Alluminium 6061

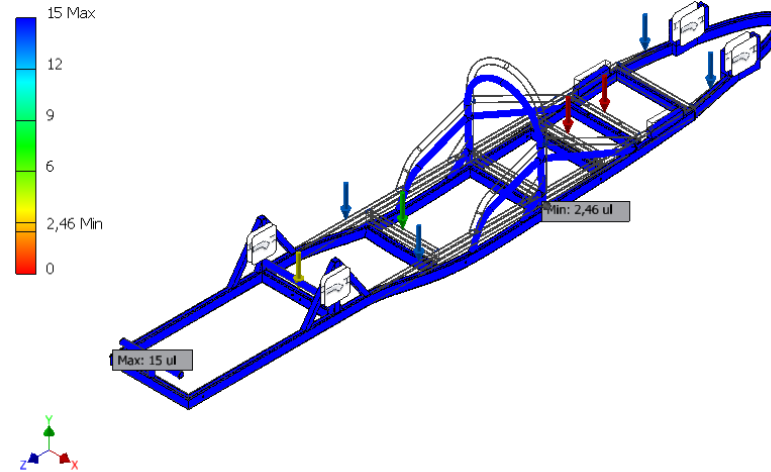
Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:31:15



1,56 ul

Carbon Fiber

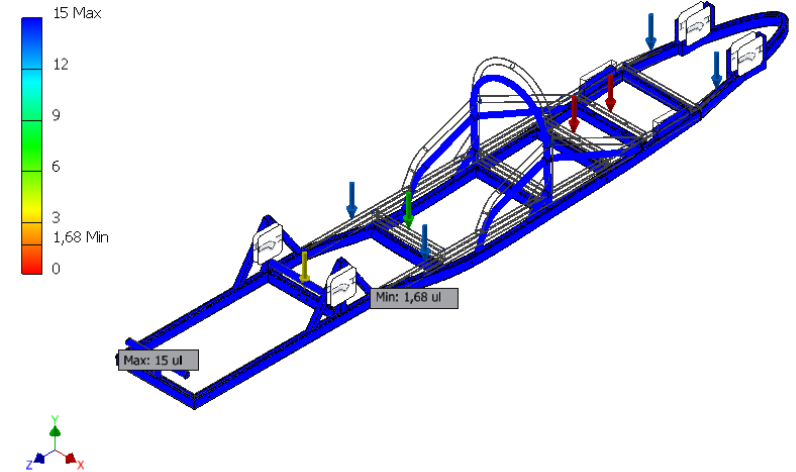
Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:31:22



2,46 ul

Titanium

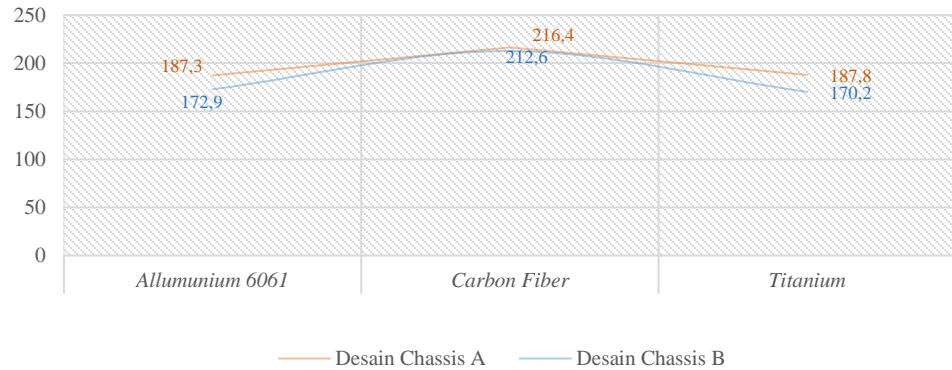
Type: Safety Factor
Unit: ul
29/10/2025, 15:31:29



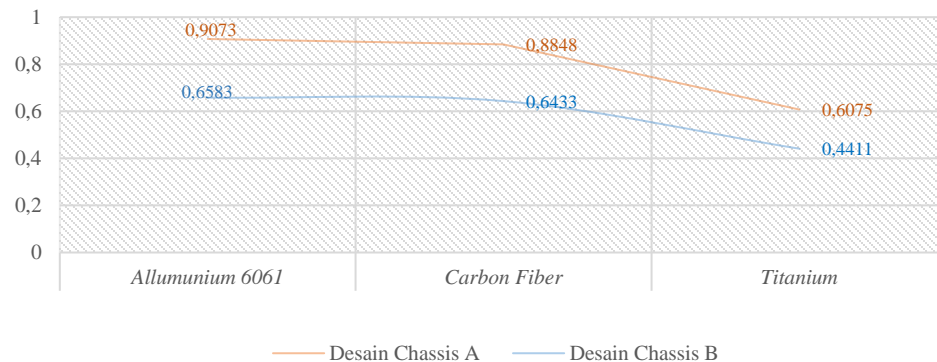
1,68 ul

Grafik Hasil Simulasi

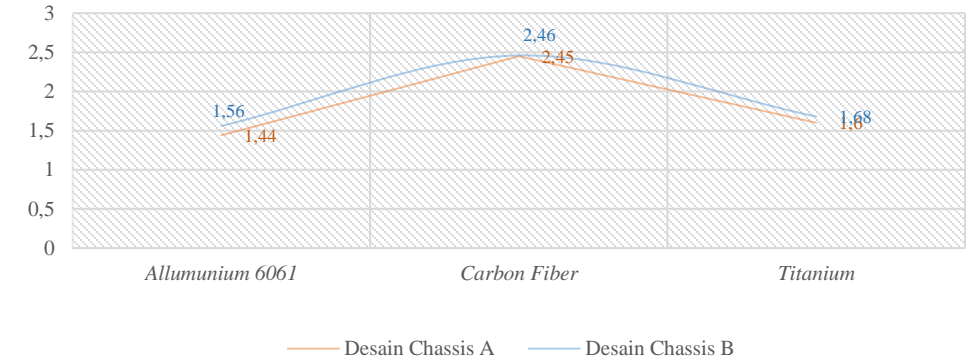
Visualisasi hasil Analisa dalam bentuk grafik



Von Misses Stress



Displacement



Safety Factor

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis *stress analyst* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa konsep *chassis* B memiliki kinerja yang lebih unggul dibandingkan konsep *chassis* A pada seluruh jenis material yang diuji,. Keunggulan ini didasarkan pada kemampuan *chassis* B dalam menghasilkan nilai tegangan von mises yang lebih rendah, yang menunjukkan efektivitas dalam mengurangi konsentrasi tegangan, serta nilai perpindahan (*displacement*) yang lebih kecil, yang mengindikasikan bahwa desain tersebut lebih kaku atau *rigid*. Selain itu, konsep *chassis* B secara konsisten memiliki faktor keamanan (*safety factor*) yang lebih tinggi, sehingga lebih aman terhadap risiko kegagalan struktur dibandingkan desain A.

Dalam hal pemilihan material, titanium menjadi pilihan yang paling aman karena menghasilkan tegangan yang relatif rendah dan memiliki tingkat kekakuan tertinggi dengan nilai deformasi paling minimal. Di sisi lain, *carbon fiber* menawarkan keunggulan dalam aspek efisiensi massa karena merupakan material paling ringan namun tetap menjamin keamanan struktur dengan faktor keamanan tertinggi sebesar 2,46 ul. Meskipun terdapat variasi performa, seluruh kombinasi desain dan material dalam penelitian ini dinyatakan aman untuk digunakan karena nilai faktor keamanannya berada di atas batas minimal 1 ul. Secara keseluruhan, kombinasi konsep *chassis* B dengan material titanium terbukti sebagai pilihan paling optimal untuk mendapatkan struktur dengan deformasi paling minim dan integritas struktural yang sangat tinggi.

