

DESAIN DAN SIMULASI CHASSIS MOBIL KMHE MODEL SPACE FRAME

DESIGN AND SIMULATION OF KMHE CAR CHASSIS SPACE FRAME MODEL

I Made Susanto¹⁾, Lia Agustina¹⁾, I Wayan Wawan Mariki¹⁾

¹⁾Politeknik Batulicin, Tanah Bumbu, Indonesia

email: susantomade153@gmail.com*, lia.agustina158@gmail.com, wayan@politeknikbatulicin.ac.id

Abstract

Received:
22 November
2025

Accepted:
29 November
2025

Published:
30 November
2025

This study aims to design and simulate the KMHE car chassis using Autodesk Inventor and ANSYS software. The KMHE car chassis is designed using a space frame model with the main material being black steel hollow. Technical parameters such as tensile tests, deformation, stress, and safety factor were used to support the simulation process and analysis of the KMHE vehicle's mechanical performance. The results showed that tensile tests using black hollow steel as the primary material for the KMHE chassis yielded a yield strength of ± 317.5 MPa, an ultimate tensile strength of ± 393.6 MPa, and a modulus of elasticity of $\pm 19,226$ MPa. These results indicate that the material possesses strong and stiff mechanical properties, making it suitable for use as the primary structure of a light vehicle chassis. Analysis of deformation, stress, and safety factor using ANSYS software yielded a maximum deformation of 40.05 mm, a maximum stress of 7.24 MPa, and a safety factor of 43.86. These results indicate that the structure is very safe for use under static loading conditions in KMHE vehicles.

Keywords: ANSYS, Chassis, KMHE, Simulation, Space Frame

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan chassis mobil KMHE menggunakan perangkat lunak Autodesk Inventor dan software ANSYS. Chassis mobil KMHE yang dirancang menggunakan model space frame dengan material utama hollow baja hitam. Parameter teknis seperti uji tarik, deformasi, tegangan dan safety factor digunakan untuk mendukung proses simulasi dan analisis performa mekanik chassis mobil KMHE. Hasil penelitian menunjukkan pada uji tarik material hollow baja hitam sebagai bahan utama chassis KMHE diperoleh nilai yield strength sebesar $\pm 317,5$ MPa dan ultimate tensile strength sebesar $\pm 393,6$ MPa, serta modulus elastisitas sebesar ± 19.226 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa material tersebut memiliki sifat mekanik yang kuat, kaku, dan layak digunakan sebagai struktur utama chassis kendaraan ringan. Pada analisis deformasi, tegangan, dan safety factor menggunakan perangkat lunak ANSYS diperoleh nilai deformasi maksimum sebesar 40,05 mm, tegangan maksimum sebesar 7,24 MPa serta menghasilkan safety factor sebesar 43,86. Hasil ini menandakan struktur sangat aman untuk digunakan dalam kondisi pembebanan statis pada kendaraan KMHE.

Kata Kunci: ANSYS, Chassis, KMHE, Simulasi, Space Frame

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v7i1

How to cite: Susanto, I. M., Agustina, L., & Mariki, I. W. W., "Desain Dan Simulasi Chassis Mobil KMHE Model Space Frame". JTAM ROTARY, 8(1), 13-24, 2025.

PENDAHULUAN

Di zaman modern sekarang ini tentu sangat erat kaitannya dengan kemajuan dan perkembangan teknologi salah satunya adalah perkembangan teknologi otomotif dan transportasi. Transportasi berperan sangat penting untuk kegiatan-kegiatan manusia diberbagai bidang perekonomian, seperti sarana pengiriman barang dan angkutan umum dan lain sebagainya. Transportasi berperan penting terhadap pertumbuhan ekonomi suatu kota dengan meningkatkan mobilitas masyarakat (Sinaga & Pranoto, 2020).

Seiring dengan perkembangan zaman, munculnya teknologi transportasi dinilai mulai menimbulkan beberapa permasalahan khususnya dalam penggunaan bahan bakar, salah satu sumber energi saat ini yang diolah dan sebagian besar negara di dunia memanfaatkannya yaitu sumber energi yang dihasilkan oleh alam berupa minyak dan gas atau dikenal dengan sebutan energi fosil. Perkembangan teknologi transportasi dan kenaikan harga minyak bumik global mendorong setiap produsen otomotif untuk mengembangkan teknologi otomotif yang efisien bahan bakar dan ramah lingkungan serta tetap mempertahankan performa mesin yang tetap optimal tanpa mengubah dimensi kendaraan, seiring dengan peningkatan penggunaan bahan bakar dan harga bahan bakar dunia meningkat maka penelitian dilakukan untuk menciptakan mobil yang hemat bahan bakar dengan desain khusus yang dapat mengurangi konsumsi bahan bakar dan tidak mengurangi performa mesin serta mengurangi emisi polutan (Pangestu dkk., 2024).

Dalam pengembangan mobil hemat energi dan ramah lingkungan, chassis merupakan komponen penting dalam perhitungan kekuatan untuk menahan beban yang ada pada kendaraan. Chassis merupakan komponen utama dalam menopang seluruh kendaraan, chassis memiliki peran yang sangat penting agar kendaraan tetap kokoh dalam kondisi menerima getaran atau guncangan dari jalan. Dalam pembuatan chassis mobil efisien dan ramah lingkungan membutuhkan pemilihan material yang ringan dan tahan korosi, supaya mendapatkan chassis yang Tangguh, ringan dan tahan terhadap korosi. Fokus utama dari penelitian ini adalah pengujian dengan simulasi desain dengan metode pembebanan statis dan dimensi kekuatan chassis yang didesain berdasarkan dimensi mobil.

Kendaraan Mobil Hemat Energi (KMHE)

KMHE (Kendaraan Mobil Hemat Energi) adalah kendaraan yang dirancang untuk menghemat konsumsi bahan bakar, tidak menghasilkan polusi udara dan mengurangi emisi gas rumah kaca karena tidak membutuhkan bahan bakar fosil sebagai penggerak utamanya (Tadjuddin dkk., 2017).



Gambar 1. Kendaraan Mobil Hemat Energi

Chassis

Chassis pada mobil merupakan komponen utama dan sangat penting, dimana *Chassis* ini yang menopang *axle*, kemudi untuk mengatur arah kendaraan, roda, ban dan rem untuk menghentikan kendaraan saat berjalan (Supriadi dkk., 2024). *Chassis* tidak hanya

berfungsi sebagai penopang tetapi *Chassis* juga berfungsi sebagai tempat atau dudukan dari seluruh komponen yang ada pada kendaraan seperti mesin, *battery*, interior, bodi, suspensi dan komponen komponen lainnya (Ledi dkk., 2024). Fungsi lain dari *Chassis* yaitu sebagai kerangka atau pelindung bagi pengendara yang berada di dalam kendaraan. Untuk bisa sebagai pelindung dari pengendara, tentunya *Chassis* haruslah terbuat dari material yang memiliki daya tahan yang kuat dan juga kokoh.



Gambar 2. *Chassis* Mobil KMHE

Space Frame

Chassis space frame adalah desain *Chassis* yang menggunakan struktur pipa-pipa yang terhubung untuk menciptakan kerangka yang ringan, kuat dan kaku. Desain ini memungkinkan distribusi beban yang merata, meningkatkan stabilitas dan mengurangi berat kendaraan (Marzuki dkk., 2015).

Uji Tarik

Uji Tarik (*Tensile Test*) merupakan suatu pengujian mekanik yang dilakukan untuk mengetahui kemampuan suatu material dengan menahan gaya tarik (gaya yang berusaha meregangkan material) hingga material tersebut mengalami deformasi hingga patah. Uji tarik sendiri bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik/nilai properties material, memastikan kualitas dan kesesuaian material dengan standar teknik, membantu perancangan struktur atau produk teknik dan mengetahui gaya tarik terbesar yang dapat ditanggung bahan sebelum patah (Wilujeng dkk., 2024).



Gambar 3. Alat Uji Tarik

Deformasi

Dalam ilmu material, deformasi atau canggaan adalah perubahan bentuk atau ukuran dari sebuah objek karena: Sebuah diterapkan gaya (tenaga deformasi dalam hal ini ditransfer melalui kerja) atau. Perubahan suhu (tenaga deformasi dalam hal ini ditransfer melalui panas). Benda yang dikenai beban mengalami perubahan dari bentuk aslinya baik berupa perubahan bentuk atau ukuran, maupun deformasi. Peningkatan ukuran suatu objek karena stres disebut peregangan atau peregangan. Sebaliknya, jika ukuran suatu benda

berkurang setelah beban diserap, itu disebut sebagai pemendekan atau kontraksi. Proses deformasi akan menyebabkan beban menyerap energi dikarenakan gaya yang bekerja. Hal tersebut akan membuat benda berubah bentuk dan dimensinya sebanyak 32 kali. Deformasi fisik benda dapat terbagi menjadi perubahan elastis dan perubahan plastis. Elastisitas suatu bahan ditentukan oleh modulus young, umumnya dikenal sebagai modulus elastisitas (Saputra, dkk. 2017).

Tegangan

Tegangan (*Stress*) adalah reaksi yang timbul diseluruh bagian spesimen dalam rangka menahan beban yang diberikan. Tegangan atau *stress*, dengan σ lambang, dan satuannya N/m². Tegangan dapat dimisalkan sebagai batang prismatik yang mendapatkan gaya aksial. Batang prismatis merupakan elemen struktural lurus dengan penampang konstan sepanjang panjangnya, sedangkan gaya aksial adalah beban dengan arah yang bertepatan dengan sumbu elemen sehingga bidang mengalami tarik atau tekan. (Saputra, dkk. 2017).

Safety Factor

Faktor keamanan (*safety factor*) Faktor keamanan adalah suatu nilai atau angka yang digunakan untuk menentukan atau mengevaluasi struktur dasar suatu mesin untuk menentukan keselamatan. Faktor keamanan dihasilkan dari hasil pengujian atau perhitungan Secara teoritis, industri telah menentukan nilai faktor keamanan yang digunakan yaitu minimal 4 (Bahri dkk., 2024). Aturan berikut dapat digunakan sebagai pedoman untuk menentukan angka keamanan pada rencana struktur:

- Faktor keamanan 1,25-2,0 pada desain struktur yang dibebani secara statis dengan keandalan tinggi untuk semua data desain.
- Faktor keamanan 2,0-2,5 pada desain elemen mesin yang dimuat secara berubah-ubah, mempunyai tingkat kepercayaan sedang pada semua data desain.
- Faktor keamanan 2,5-4,0 dalam desain struktur tetap atau elemen mesin yang mengalami pembebanan berubah-ubah oleh pembebanan, sifat material, analisis tegangan, dan ketidakpastian lingkungan.
- Faktor keamanan 4,0 atau lebih saat mendesain struktur tetap atau elemen mesin yang mengakomodasi beban dinamis dengan kombinasi beban berganda, sifat material, analisis tegangan, atau ketidakpastian lingkungan.

Autodesk Inventor Profesional

Autodesk Inventor merupakan sebuah program CAD (Computer Aided Design) dengan kemampuan pemodelan tiga dimensi solid untuk proses pembuatan objek prototipe 3D secara visual, simulasi dan drafting beserta dokumentasi data-datanya. Dalam Inventor, seorang desainer bisa membuat sketsa 2D produk, memodelkannya menjadi 3D untuk dilanjutkan dengan proses pembuatan prototipe visual atau bahkan yang lebih kompleks lagi, yaitu simulasi. Autodesk Inventor yang dikembangkan oleh perusahaan perangkat lunak yang berbasis di AS Autodesk adalah merupakan perangkat lunak CAD mekanik desain 3D untuk membuat prototipe digital 3D yang digunakan dalam desain, visualisasi dan simulasi produk (Himawan, 2021).

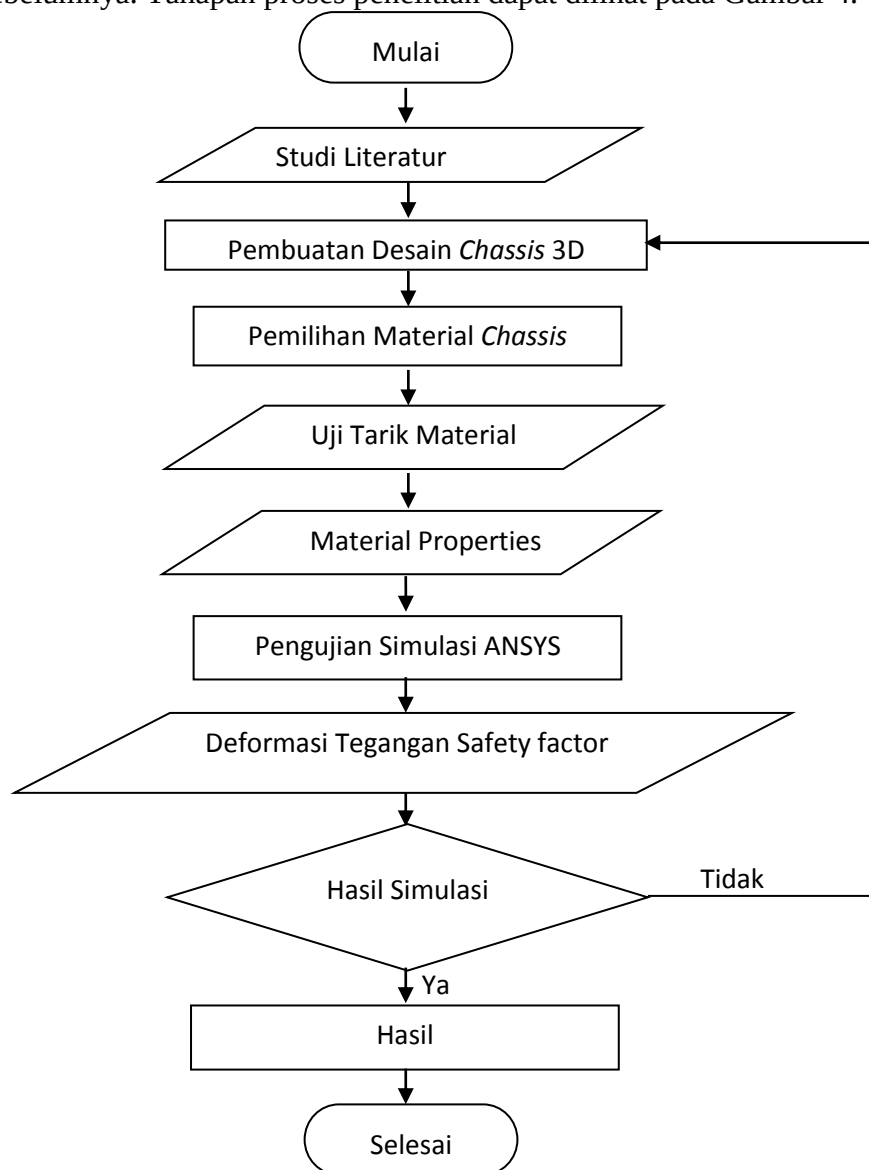
ANSYS

ANSYS merupakan software berbasis *finite element analysis* (FEA). Penggunaan ANSYS mencakup simulasi struktur, panas, dinamika fluida, akustik, dan elektromagnetik. Software CFD yang digunakan pada penelitian ini adalah Ansys Workbench Student version dengan *ansys fluid flow (fluent) solver* sebagai sarana simulasi *Ansys workbench*

2020R2 student version serta dapat digunakan untuk menganalisa dengan berbasis metode elemen untuk masalah – masalah rekayasa (*Engineering*). *Ansys workbench student version* dapat berkolaborasi dengan perangkat lunak CAD sehingga memudahkan pengguna untuk merancang desain atau model geometri dengan berbagai perangkat lunak CAD (Nurchahyo dkk., 2021).

METODE PENELITIAN

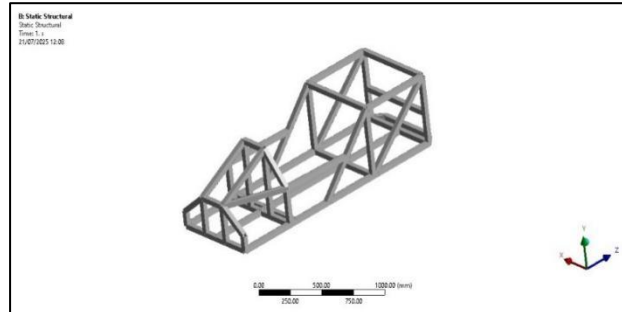
Metode penelitian diawali dengan beberapa perencanaan seperti studi literatur dan analisis chasis mobil hemat energi, kemudian mendesain chasis mobil hemat energi tipe space frame dengan *software Autodesk Inventor*, pemilihan material untuk chasis, uji tarik material chasis, kemudian proses uji pembebanan statis menggunakan *software ANSYS* guna untuk mengetahui deformasi, tegangan dan *safety factor* pada *chasis*. Langkah selanjutnya yaitu pembuatan chasis mobil KMHE sesuai dengan desain yang telah dirancang sebelumnya. Tahapan proses penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

Pembuatan *Desain*

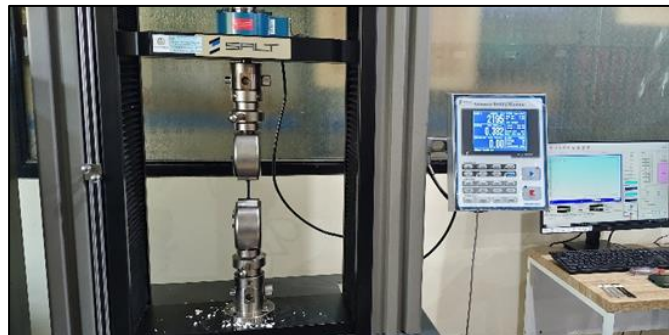
Pembuatan desain model *Chasis* 3D dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk inventor Profesional 2021* pada Gambar 2 melibatkan serangkaian proses yang kompleks dan terintegrasi terhadap desain dan dimensi.



Gambar 5. Desain *Chasis Space Frame*

Uji Tarik

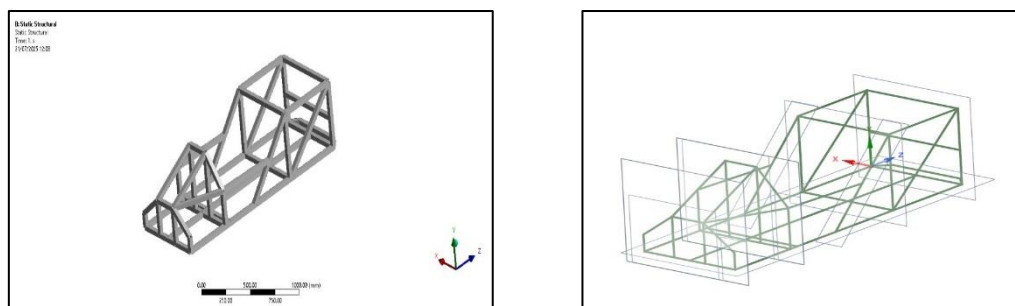
Material yang digunakan untuk *Chasis* yaitu hollow hitam. Standar uji Tarik yang digunakan yaitu E8/E8M dengan dimensi Panjang total 100 mm, lebar 10 mm dengan tebal 1.8 mm. Mesin uji Tarik yang digunakan adalah *Universal Testing Machin* dengan kapasitas 10 kN seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Mesin Uji Tarik

Model Simulasi ANSYS

Pembuatan model pada simulasi dengan menggunakan *software ANSYS*, jenis elemen yang digunakan adalah elemen beam dengan cara mengubah elemen solid menjadi beam di *ANSYS SpaceClaim* seperti Gambar 7.



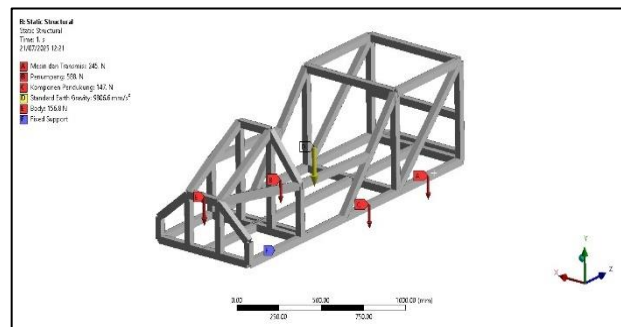
Gambar 7. Elemen solid ke elemen Beam

Boundary Conditions

Setup Boundary Conditions terdiri beberapa beban seperti *fix* beban yang dinilai tidak berubah terhadap waktu dan posisinya tetap, *Support* gaya atau reaksi yang diberikan oleh penyangga terhadap struktur untuk menahan beban eksternal, dan *Gravity* gaya yang bekerja pada suatu benda atau struktur akibat pengaruh gravitasi bumi.

Tabel 1. Jenis nilai pembebanan pada *chassis*

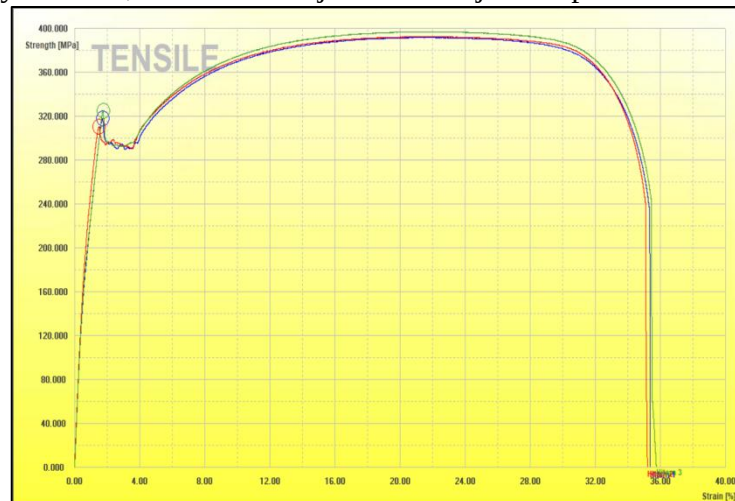
Jenis Beban	Nilai (N)
Penumpang	588
Engine dan Transmisi	245
Body	156.8
Komponen Pendukung	147



Gambar 8. *Boundary condition*

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis kekuatan *chassis* meliputi bahan yang digunakan untuk simulasi *chassis* yaitu *hollow* baja hitam, dimana *hollow* baja hitam dilakukan pengujian tarik (*tensile test*) untuk mencari propertis material dan kekuatan material. Uji Tarik material dilakukan sebanyak 3 kali, Grafik hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar 9.



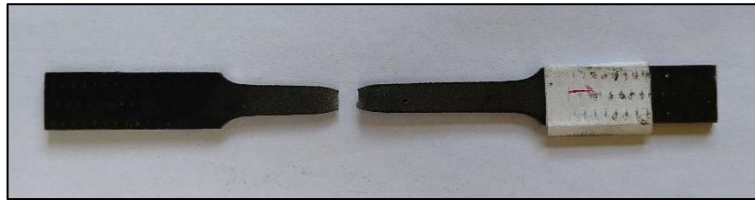
Gambar 9. Grafik Hasil Uji Tarik Material *Hollow*

Data hasil uji Tarik material *hollow* baja hitam seperti ditampilkan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil uji tarik pada besi hollow baja hitam

Sampel	<i>Poisson's Ratio</i>	<i>Young's Modulus (Mpa)</i>	<i>Yield Strength (Mpa)</i>	<i>Ultimate Tensile Strength (Mpa)</i>	<i>Density (kg/m³)</i>
Sampel 1	0,33	18577	317,667	391,778	7,850
Sampel 2	0,33	20537	310,112	392,444	
Sampel 3	0,33	18565	324,889	396,778	
Rata-rata	0,33	19226,33	317,556	393,6667	

Patahan hasil pengujian spesimen ditunjukkan pada Gambar 10, 11, dan 12 berikut.



Gambar 10. Spesimen 1



Gambar 11. Spesimen 2



Gambar 12. Spesimen 3

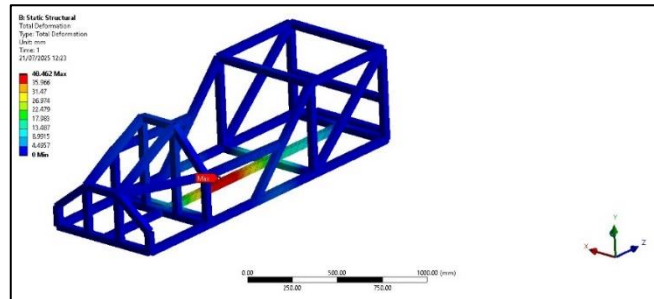
Hasil Simulasi ANSYS

Material yang digunakan dalam uji tarik yaitu *hollow* baja hitam agar didapat hasil simulasi yang sesuai dipilihlah material *structural steel* pada simulasi ANSYS. Hasil simulasi dari ANSYS pada Tabel 3 berupa *Deformation (mm)*, *Maximum Elastic Strain (mm)*, *Equivalent Stress (MPa)*, *Direct Stress (MPa)*, *Minimum Combined Stress (MPa)*, *Maximum Combined Stress (MPa)*, dan *Minimum Safety Factor*.

Tabel 3. Hasil Simulasi Dengan ANSYS

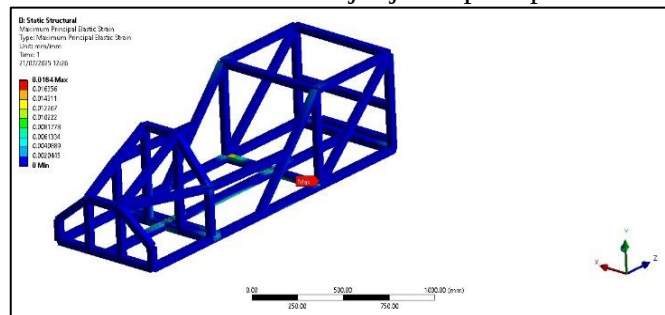
Parameter	Rata-rata	Maksimum
Total Deformation (mm)	3.00	40.05
Maximum Elastic Strain (mm)	0.000055	0.00120
Equivalent Stress (MPa)	0.43	7.24
Direct Stress (MPa)	0.0198	0.39
Minimum Combined Stress (MPa)	0.45	0.013
Maximum Combined Stress	0.41	7.19
Minimum Safety Factor	43.86	

Hasil simulasi total *Deformasi (mm)* yang diperoleh yaitu maksimum sebesar 40.05 mm dengan rata-rata 3.00 mm, seperti pada Gambar 13 berikut



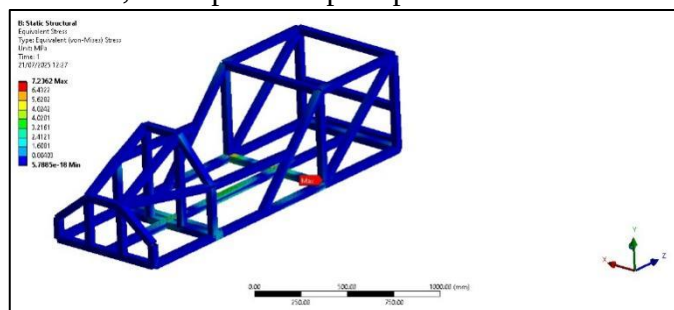
Gambar 13. Total *Deformation Chassis*

Hasil dari *Maximum Elastic Strain (mm)* yaitu maksimum sebesar 0.00120 mm dan rata-rata 0.000055 mm untuk lebih detail ditunjukkan seperti pada Gambar 14 berikut.



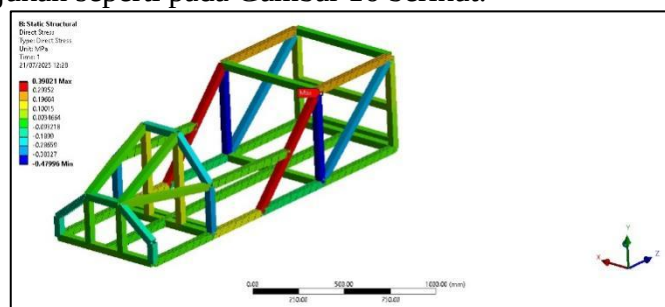
Gambar 14. *Maximum elastic strain chassis*

Hasil simulasi untuk *Equivalent Stress (MPa)* yang didapat sebesar, maksimum 7.24 MPa dan rata-rata 0.43 MPa, ditampilkan seperti pada Gambar 15 berikut.



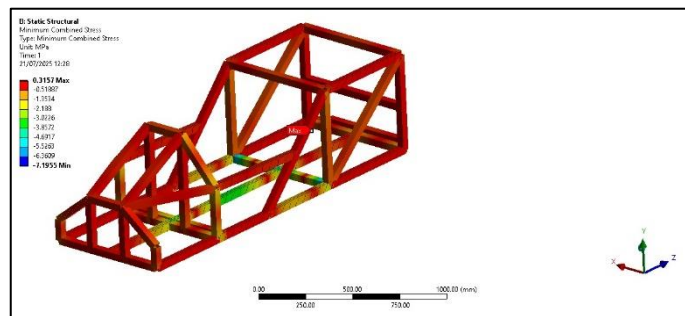
Gambar 15. *Equivalent stress chassis*

Hasil simulasi pada *Direct Stress (MPa)* maksimum sebesar 0.39 MPa dan rata-rata 0.0198 MPa, ditunjukkan seperti pada Gambar 16 berikut.



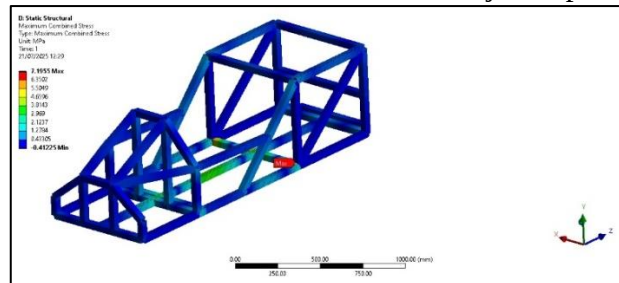
Gambar 16. *Direct stress chassis*

Sedangkan hasil simulasi untuk *Minimum Combined Stres (MPa)* yaitu sebesar, maksimum 0.032 MPa dengan rata-rata 0.41 MPa, seperti ditunjukkan pada Gambar 17 berikut.



Gambar 17. *Minimum combined stress chassis*

Sedangkan pada *maximum Combined Stress (MPa)* yang didapat sebesar, maximum 7.19 MPa dengan rata-rata 0.41 MPa untu lebih detail ditunjukkan pada Gambar 18 berikut.



Gambar 18. *Maximum combined stress chassis*

Analisis Deformasi

Berdasarkan data hasil simulasi menggunakan perangkat lunak ANSYS seperti yang ditampilkan pada tabel 3, bahwa *Chasis* KMHE tipe *Space Frame* mengalami total deformasi maksimum sebesar 40.05 mm dan rata-rata deformasi sebesar 3.0 mm. besaran deformasi tersebut menunjukkan seberapa besar perubahan bentuk pada struktur *Chasis* akibat pembebanan statis seperti penumpang dan komponen kendaraan lainnya.

Darti hasil simulasi nilai deformasi yang dihasilkan masih tergolong rendah dan aman, kerana berada jauh dibawah batas toleransi deformasi untuk struktur kendaraan ringamn. Dalam konteks perancangan *Chasis*, deformasi maksimum yang dapat ditoleransi berkisar antara 10-20 mm tergantung jenis material dan fungsinya. Artinya *Chasis* masih mampu menahan beban tanpa mengalami perubahan bentuk yang berlebihan atau menyebabkan gangguan fungsional. Deformasi yang rendah mencerminkan *Chasis* tersebut memiliki kekakuan yang sangat baik, dan diperkuat dengan hasil uji Tarik pada material hollo baja hitam dengan *Young's Modulus* rata-rata 19.226 MPa. Nilai modulus ini menunjukkan bahwa material sangat kaku terhadap regangan sehingga tidak mudah berubah bentuk.

Analisis Tegangan

Tegangan pada struktur *Chasis* merupakan ukuran seberapa besar gaya internal yang terjadi akibat pembebanan. Berdasarkan hasil simulasi ANSYS pada *Chasis* mobil KMHE tipe *Space Frame* yang diatampilkan pada tabel 3 diperoleh nilai tegangan *Equivalent Stress* maksimum sebesar 7.24 MPa dengan nilai rata-rata sebesar 0.43 MPa. Selain itu nilai *Direct Stress* maksimum sebesar 0.39 MPa, yang juga sangat rendah, nilaitegangan tersebut tergolongan jahu dibawah *yield strength* material yaitu 317.556 MPa berdasarkan

uji tarik hollo baja hitam pada tabel 2. *Chasis* hanya mengalami tegangan sekitar 7% dari batas maksimum material dapat menahan gaya tanpa deformasi permanen.

Tegangan yang rendah ini menunjukkan bahwa *Chasis* tidak mengalami konsentrasi gaya berlebih pada titik tertentu yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktur (Kurniawan & Wailanduw, 2025). Hal ini menjadi indikator bahwa desain *Chasis* memiliki penyebaran beban yang merata. Dengan nilai tegangan jauh dibawah ambang batas dan dikombinasikan dengan hasil *safety factor* sebesar 43.86 dapat disimpulkan bahwa *Chasil* memiliki daya tahan yang sangat tinggi terhadap gaya-gaya yang bekerja selama penggunaan normal, yang berarti tidak ada risiko kegagalan struktural pada kondisi operasional normal, performa mekanis sangat stabil, toleransi terhadap beban tak terduga (*variability, shock load, fatigue*) sangat baik (Nisbett & Budynas, 2011).

Analisis Safety Factor

Safety factor atau faktor keamanan adalah perbandingan antara kekuatan maksimum material dengan beban maksimum yang bekerja pada struktur. Nilai ini digunakan untuk memastikan bahwa struktur tetap aman meskipun terjadi variasi beban atau kondisi ekstrem selama penggunaan. Berdasarkan hasil simulasi ANSYS, *chassis* mobil KMHE tipe *Space Frame* memiliki minimum *safety factor* sebesar 43,86. Nilai ini menunjukkan bahwa *chassis* mampu menahan beban lebih dari 13 kali lipat dari beban maksimum yang dirancang dalam simulasi. Dalam dunia teknik, *safety factor* ideal untuk struktur kendaraan biasanya berada pada kisaran 1,5 hingga 3, tergantung pada jenis aplikasi dan tingkat risiko. Dengan demikian nilai 43,86 dapat dikategorikan sangat aman dan bahkan tergolong konservatif.

Tingginya nilai *safety factor* ini dipengaruhi oleh dua hal utama: pertama, penggunaan material hollow baja hitam yang memiliki *yield strength* tinggi yaitu sekitar 317 MPa; dan kedua, tegangan kerja aktual pada struktur hanya sekitar 23 MPa, yang jauh di bawah batas kekuatan material. Dengan demikian, kemungkinan *chassis* mengalami kegagalan struktural selama pemakaian atau saat menghadapi kondisi ekstrem (misalnya, beban benturan, getaran, atau pergerakan dinamis) sangat kecil (Radaj, 1990). Disimpulkan bahwa *chassis* KMHE yang dirancang tidak hanya kuat dan kaku, tetapi juga memiliki tingkat keamanan yang sangat tinggi sehingga dapat digunakan pada ajang kompetisi kendaraan hemat energi.

Untuk kendaraan hemat energi, pengurangan berat total kendaraan sangat penting karena berat yang lebih ringan mengurangi kebutuhan daya untuk menggerakkan kendaraan. Dalam kendaraan berbahan bakar konvensional (seperti bensin atau diesel) atau kendaraan listrik, pengurangan berat akan meningkatkan jarak tempuh dan mengurangi konsumsi bahan bakar. Baja hitam hollow menawarkan keseimbangan antara kekuatan dan berat yang baik, tetapi lebih berat dibandingkan dengan material seperti aluminium atau komposit berbasis karbon, yang sering digunakan pada kendaraan super-hemat energi atau kendaraan listrik. Namun, untuk kendaraan hemat energi yang tidak menuntut bobot se-ekstrem kendaraan listrik, baja hitam hollow masih bisa menjadi pilihan yang tepat.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Hasil uji tarik material *hollow* baja hitam sebagai bahan utama *chassis* KMHE diperoleh nilai *yield strength* sebesar $\pm 317,5$ MPa dan *ultimate tensile strength* sebesar $\pm 393,6$ MPa, serta modulus elastisitas sebesar ± 19.226 MPa. Hasil ini menunjukkan bahwa material tersebut memiliki sifat mekanik yang kuat, kaku, dan

- layak digunakan sebagai struktur utama chassis kendaraan ringan.
2. Hasil analisis deformasi, tegangan, dan *safety factor* menggunakan perangkat lunak ANSYS diperoleh nilai deformasi maksimum sebesar 40,05 mm, tegangan maksimum sebesar 7,24 MPa serta menghasilkan *safety factor* sebesar 43,86. Hasil ini menandakan struktur sangat aman untuk digunakan dalam kondisi pembebanan statis pada kendaraan KMHE.

REFERENSI

- Bahri, M. H., Kosjoko, K., Abidin, A., & Nurhalim, N. (2024). Analisis Material Rollbar Terhadap Keamanan Driver Mobil Listrik Tipe Prototype. *National Multidisciplinary Sciences*, 3(1), 283-289.
- Himawan, Veri. Desain Dan Analisis Tegangan Statis Pada Rangka Mobil KMHE Kategori Prototype (Software Autodesk Inventor PRO 2017). Diss. Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.
- Kurniawan, E. B., & Wailanduw, A. G. (2025). Analisis Struktur Pada Desain Chassis Mobil Listrik Roda Tiga Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 89-94.
- Ledi, S. A. P., Utama, F. Y., Widoretno, Y. S., & Wulandari, D. (2024). Analisis Pembebanan Statis Chassis Ladder Frame pada Mobil Hemat Energi Tipe Urban GARNESA. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(01), 277-283.
- Marzuki, M. A. B., Bakar, M. A. A., & Azmi, M. F. M. (2015). Designing space frame race car chassis structure using natural frequencies data from ANSYS Mode shape analysis. *International journal of information systems and engineering*, 3(1), 54-63.
- Nisbett, J. K., & Budynas, R. G. (2011). *Shigley's mechanical engineering design* (pp. 593-598). New York: McGraw-Hill.
- Nurchahyo, Y. E., & Wahyudi, P. L. (2021). Rancang Bangun Body Fibercarbon dan Simulasi Aerodinamis dengan Ansys untuk Mobil Hemat Energi Kategori Prototype. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 5(2), 90-96.
- Pangestu, E. A., Fahrudin, A. R., Akbar, A., Firdaus, R., & Suryaman, N. N. (2024). Prototype Energy Saving Car Chassis Design and Analysis Using 6061 Aluminum Material: Perancangan Desain dan Analisa Chassis Mobil Hemat Energi Tipe Prototype dengan Material Aluminium 6061. *REM (Rekayasa Energi Manufaktur) Jurnal*, 9(2), 151-162.
- Radaj, D. (1990). *Design and analysis of fatigue resistant welded structures*. Woodhead Publishing.
- Saputra, I. N. A. A., Dantes, K. R., & Nugraha, I. N. P. (2017). Analisis Tegangan Statik pada Rancangan Frame Mobil Listrik Ganesha Sakti (GASKI) Menggunakan Software SolidWorks 2014. *J. Pendidik. Tek. Mesin*, 8(2).
- Sinaga, S., & Pranoto, H. (2020). Analisis Kebutuhan Energi Motor Listrik pada Mobil Hybrid Urban KMHE 2018. *Jurnal Teknik Mesin*, 9(3), 180.
- Supriadi, A. S., Taufiqurrahman, M., & Ivanto, M. Perancangan Chassis Mobil Listrik KMHE Menggunakan Metode Pahl and Beitz. *JTRAIN: Jurnal Teknologi Rekayasa Teknik Mesin*, 5(2), 14-18.
- Tadjuddin, M., Aulia, U., Firsia, T., & Alfurqan, R. (2017, September). Strategi Mengemudi Mobil Listrik Pada Kontes Mobil Hemat Energi (KMHE). In *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin* (Vol. 16, p. 2017).
- Wilujeng, A. D., Suwanto, E., Annafiyah, A., & Abdi, F. I. (2024). Studi Eksperimen Variasi Paduan Al-Si pada Rangka Urban Diesel KMHE. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9(01), 302-307.