

ANALISIS STRUKTURAL *CHASSIS* BUS MENGGUNAKAN *SOFTWARE* SOLIDWORKS

*Muhammad Alfian Hidayat¹, Ismoyo Haryanto², Budi Setiyana²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²Dosen Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Sudharto, SH., Tembalang-Semarang 50275, Telp. +62247460059

*E-mail: alfanhidayat679@gmail.com

Abstrak

Analisis struktural *Chassis* bus menggunakan *software* SolidWorks dilakukan untuk mengidentifikasi material yang paling efisien dan kuat dalam pembuatan *Chassis* bus. Penelitian ini menekankan pada lima variasi material, yakni Aluminium 6061-T6 dan Aluminium 7075-T6. Melalui metode elemen hingga, dilakukan simulasi untuk mengevaluasi tegangan von Mises, deformasi maksimum, faktor keamanan, dan frekuensi natural pada berbagai kondisi beban. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Aluminium 7075-T6 merupakan material yang paling efisien dan memiliki performa terbaik untuk digunakan sebagai bahan pembuatan *Chassis* bus, dengan keunggulan pada aspek kekuatan dan efisiensi berat dibandingkan material lainnya. Temuan ini memberikan kontribusi penting dalam desain dan pengembangan *Chassis* bus yang lebih aman dan efisien.

Kata kunci: analisis struktural; *chassis* bus; *finite element method*

Abstract

The structural analysis of bus *Chassis* using SolidWorks software was conducted to identify the most efficient and strong material for bus *Chassis* manufacturing. This research focused on five material variations, namely Aluminum 6061-T6 and Aluminum 7075-T6. Through the Finite Element Method, simulations were performed to evaluate von Mises stress, maximum deformation, safety factor, and natural frequency under various load conditions. The results of the study indicate that Aluminum 7075-T6 is the most efficient material and has the best performance for use as bus *Chassis* material, with advantages in strength and weight efficiency compared to other materials. These findings provide significant contributions to the design and development of safer and more efficient bus *Chassis*.

Keywords: bus chassis; finite element method; structural analysis

1. Pendahuluan

Teknologi di bidang transportasi berkembang pesat, hal ini disebabkan oleh peningkatan mobilitas manusia. Oleh karena itu perlu dikembangkan suatu sistem transportasi yang memenuhi kriteria keselamatan, kecepatan, ekonomi, dan kenyamanan [1]. Dalam pandangan Lopes, sektor transportasi sedang dalam pengembangan bertahap guna meningkatkan efisiensi dalam angkutan penumpang [2]. Sektor transportasi berperan penting dalam memastikan kelancaran dan keamanan pergerakan manusia dan barang dengan cepat. Kelancaran dan keamanan pergerakan tersebut memiliki dampak positif dalam mempercepat proses pembangunan. Karena pentingnya peran sektor transportasi dalam proses pembangunan, sudah selangkahnya sistem transportasi dikaji secara serius dan terpadu guna meningkatkan pelayanan kepada masyarakat [3]. Sebagian besar aktivitas masyarakat berkaitan dengan pemanfaatan sarana transportasi karena memberikan kemudahan bagi mereka dalam memindahkan barang atau individu ke tujuan yang dituju [4]. Informasi tersebut terlihat melalui data yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik Indonesia, dimana pada tahun 2020 terdapat sekitar 15.797.745 kendaraan mobil penumpang, 233.261 unit bus, dan 5.083.405 mobil barang. Angka-angka tersebut terus meningkat seiring waktu. Salah satu opsi transportasi yang efisien, hemat biaya, dan nyaman adalah menggunakan bus. Keuntungan ini disebabkan oleh kapasitas bus yang mampu mengangkut banyak penumpang, sehingga dapat mengurangi penggunaan kendaraan pribadi di jalan raya.

Selain mempertimbangkan kenyamanan, keamanan bus juga menjadi aspek yang perlu diperhatikan. Dalam proses pembuatan bus, desain *Chassis* memiliki peranan penting dalam menjamin keselamatan bagi pengemudi dan penumpang. *Chassis* merupakan bagian krusial dari kendaraan yang dirancang untuk memastikan kenyamanan pengemudi melalui koneksinya dengan komponen gardan, suspensi, power train, kabin, rem, mesin, dan sebagainya [5]. Sebagai kerangka utama, *Chassis* berfungsi untuk menopang semua komponen kendaraan. Dalam memasang semua bagian kendaraan, perlu dilakukan dengan hati-hati untuk mencapai keseimbangan yang optimal dan menghindari perubahan berat kendaraan yang tidak diinginkan [6]. Rangka yang digunakan pada mobil harus kokoh, kuat, ringan, dan tahan terhadap guncangan yang diterima dari berbagai kondisi jalan [7].

Di industri otomotif, penelitian tentang *Chassis* merupakan tantangan besar dalam mendapatkan komponen yang ringan dan juga berkualitas [8]. Pemilihan material untuk *Chassis* dapat membantu mengoptimalkan beban dan kekuatan *Chassis* itu sendiri. Jika material terkena beban yang berlebihan, kemungkinan terjadi deformasi melebihi batas tegangan

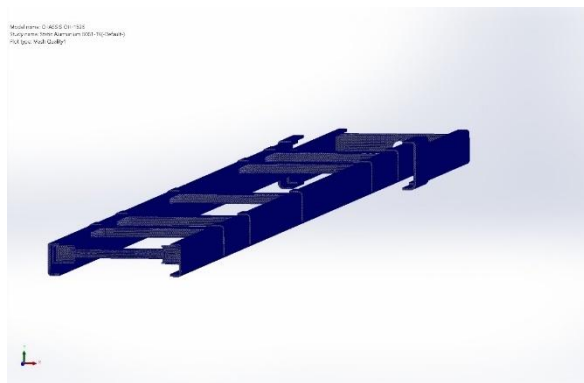
luluh dan menyebabkan kegagalan [9]. Oleh karena itu, analisis dengan menggunakan metode elemen hingga perlu dilakukan terhadap beberapa variasi material yang digunakan [10].

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Meshing

Dalam konteks simulasi FEM (*Finite Element Method*), elemen mesh digunakan untuk membagi domain menjadi subdomain yang lebih kecil, di mana persamaan diferensial diterapkan dan dipecahkan secara numerik. Meshing yang baik penting untuk memastikan akurasi dan kestabilan solusi numerik serta mengoptimalkan waktu komputasi. Dalam proses meshing, penentuan ukuran elemen merupakan faktor penting untuk memastikan validitas analisis. Pada penelitian ini, penulis memilih ukuran elemen maksimal 10 mm dan minimal 6 mm berdasarkan hasil dari grid independence test.

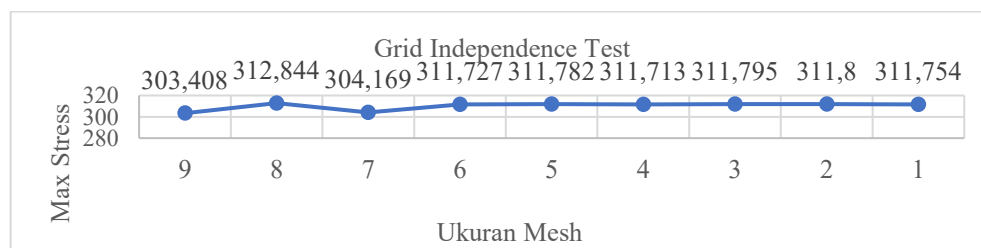
Grid independence test adalah metode yang digunakan dalam analisis numerik untuk mengevaluasi ketergantungan hasil analisis terhadap ukuran elemen mesh. Tujuan dari test ini adalah untuk memastikan bahwa solusi numerik tidak dipengaruhi oleh ukuran elemen mesh yang digunakan. Hasil analisis dianggap stabil jika tidak berubah secara signifikan saat ukuran mesh diperkecil, menunjukkan bahwa solusi telah mencapai kestabilan dan independensi dari ukuran elemen mesh. Dengan ukuran elemen maksimal 10 mm dan minimal 6 mm, diperoleh 1.734.268 nodes dan 878.622 elemen, yang menunjukkan model mesh yang digunakan dalam penelitian ini. Gambar 1 menunjukkan model mesh yang digunakan, sedangkan hasil dari grid independence test dapat dilihat pada Tabel 1 dan juga Gambar 2.



Gambar 1. Model Mesh dan Chassis

Table 1. Grid Independence Test

Ukuran Minimum Mesh	Ukuran Maksimal Mesh	Max Stress
9	10	303,408
8	10	312,844
7	10	304,169
6	10	311,727
5	10	311,782
4	10	311,713
3	10	311,795
2	10	311,8
1	10	311,754



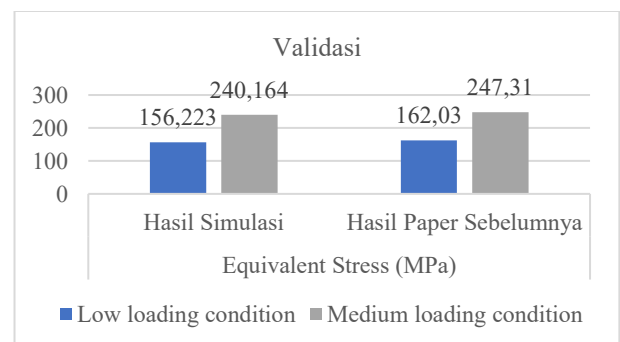
Gambar 2. Grid Independence Test

2.2 Validasi

Validasi metode elemen hingga dilakukan dengan mengacu pada studi sebelumnya yang telah menerapkan metode tersebut dalam analisis struktur Chassis bus [6]. Simulasi dilakukan dengan dua variasi beban, yaitu *low loading condition* 71292N dan *medium loading condition* 109598N. Hasil dari simulasi yang dilakukan dapat ditemukan pada Tabel 2 dan Gambar 3.

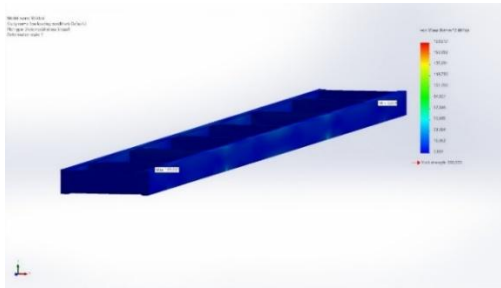
Table 2. Validasi

Variasi	Equivalent Stress (MPa)		Perbandingan
	Hasil Simulasi	Hasil Paper Sebelumnya	
Low loading condition	156,223	162,03	3,71%
Medium loading condition	240,164	247,31	2,89%

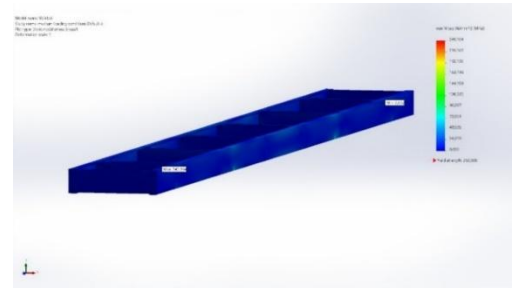


Gambar 3. Validasi

Dari Tabel 3, terlihat bahwa hasil yang diperoleh tidak memiliki perbedaan yang signifikan dengan paper sebelumnya. Pada low loading condition diperoleh nilai Equivalent Stress sebesar 156,223 MPa, sedangkan dalam studi sebelumnya diperoleh nilai Equivalent Stress sebesar 162,03 MPa. Oleh karena itu, perbandingannya adalah 3,71%. Sedangkan pada medium loading condition diperoleh nilai Equivalent Stress sebesar 240,164 MPa, sementara dalam studi sebelumnya diperoleh nilai Equivalent Stress sebesar 247,31 MPa. Dengan demikian, perbandingannya adalah 2,89%. Validasi ini memberikan bukti yang kuat bahwa metode elemen hingga yang digunakan dalam penelitian ini mampu secara akurat menggambarkan deformasi struktur baja dan dapat diandalkan. Hasil validasi ini dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Validasi Low Loading Condition



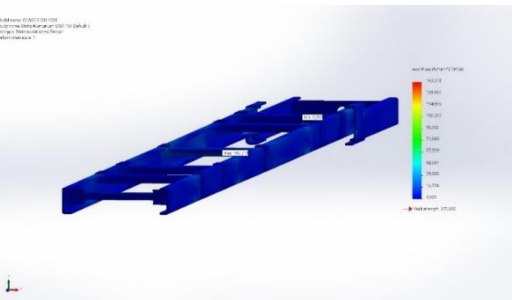
Gambar 5. Validasi Medium Loading Condition

3. Hasil dan Pembahasan

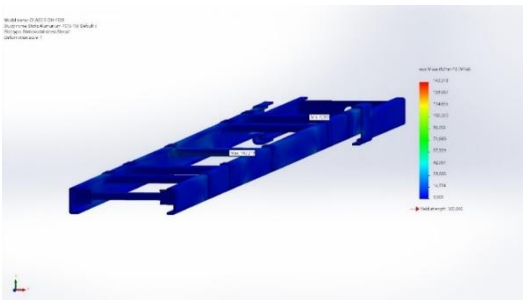
3.1 Hasil Pengujian Chassis Asli

3.1.1 Pengujian Beban Statis

Analisis yang dilakukan adalah mencari nilai Equivalent Stress, Deformasi, dan juga Safety Factor dari material yang sudah dipilih. Dalam analisis ini, diberikan dua pembebanan yaitu 96000N pada bagian body dan 5400N pada bagian engine.



Gambar 6. Equivalent Stress Aluminium 6061-T6



Gambar 7. Equivalent Stress Aluminium 7075-T6

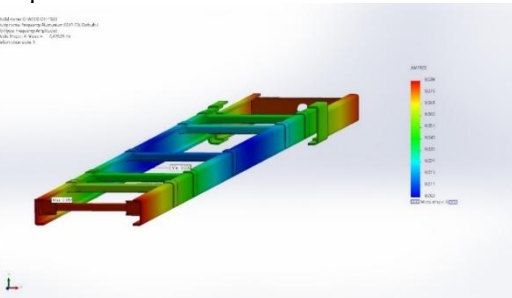
Dari analisis yang sudah dilakukan, didapatkan data mengenai *Safety Factor*, *Von Mises Stress*, Deformasi Maksimum dan bobot. Tabel 3 berikut menunjukkan hasil analisis yang sudah dilakukan.

Table 3. Hasil Pengujian Statis Chassis Asli

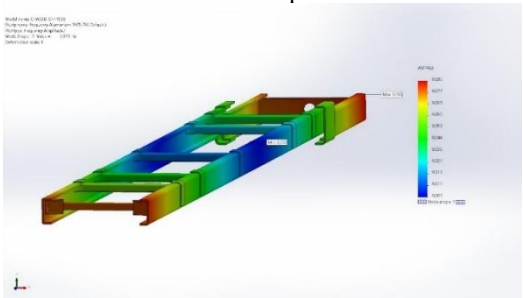
Material	Safety Factor	Von Mises Stess (Mpa)	Deformasi Maksimum (mm)	Bobot (kg)
Alumunium 6061-T6	1,9	143,318	4,273	430,21
Alumunium 7075-T6	3,5	143,318	4,212	442,96

3.1.2 Pengujian Frekuensi

Pengujian dinamik pada Chassis Mercedes Benz OH 1526 dilakukan menggunakan Solidworks 2023 untuk mendapatkan data Frekuensi Natural kelima material yang dipilih pada 6 bentuk modus elastis pertama.



Gambar 8. Frekuensi Natural Modul Elastis pertama Aluminium 6061-T6



Gambar 9. Frekuensi Natural Modul Elastis pertama Aluminium 7075-T6

Beberapa data yang signifikan telah berhasil diperoleh dari serangkaian analisis mendalam yang telah dilakukan. Data-data ini mencakup berbagai parameter penting yang telah dievaluasi dan diukur secara teliti. Untuk memudahkan pemahaman dan interpretasi, data-data tersebut akan disusun dan ditampilkan dalam bentuk tabel yang rinci dan terstruktur. Tabel 4 akan memberikan gambaran yang jelas mengenai hasil analisis, memungkinkan pembaca untuk melihat dan membandingkan informasi dengan mudah. Berikut adalah tabel yang memuat data hasil analisis tersebut.

Table 4. Pengujian Frekuensi *Chassis* Asli (Hz)

Alumunium 6061-T6	0,62509	3,0398	3,5907	4,0452	9,7336	10,723	12,983
Alumunium 7075-T6	0,871	2,1949	4,2365	5,4667	8,824	9,4056	12,924

4. Kesimpulan

Berdasarkan analisis terhadap lima material yaitu Alumunium 6061-T6, Alumunium 7075-T6, beberapa poin penting dapat disimpulkan bahwa material yang lebih efisien untuk digunakan menjadi bahan pembuatan *Chassis* bus adalah Alumunium 7075-T6.

5. Daftar Pustaka

- [1] S. Nandhakumar, S. Seenivasan, A. M. Saalih, and M. Saifudheen, "Weight optimization and structural analysis of an electric bus chassis frame," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2020, pp. 1824–1827. doi: 10.1016/j.matpr.2020.07.404.
- [2] R. Lopes, B. V. Farahani, F. Q. de Melo, N. V. Ramos, and P. M. G. P. Moreira, "A numerical dynamic analysis of a multi-body bus," in *Procedia Structural Integrity*, Elsevier B.V., 2021, pp. 81–88. doi: 10.1016/j.prostr.2022.01.062.
- [3] A. S. Mulyawan, "PENENTUAN PRIORITAS KEBIJAKAN UNTUK MENGATASI KEMACETAN DI KOTA BEKASI," 2012.
- [4] I. A. Majid, F. B. Laksono, H. Suryanto, and A. R. Prabowo, "Structural assessment of ladder frame chassis using FE analysis: A designed construction referring to ford AC cobra," in *Procedia Structural Integrity*, Elsevier B.V., 2021, pp. 35–42. doi: 10.1016/j.prostr.2021.10.006.
- [5] A. Agarwal and L. Mthembu, "Weight optimization of heavy-duty truck chassis by optimal space fill design using light weight Graphite Al GA 7-230 MMC," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2022, pp. 1278–1287. doi: 10.1016/j.matpr.2021.11.053.
- [6] A. Kerebih Jembere, V. Paramasivam, S. Tilahun, and S. K. Selvaraj, "Stress analysis of different cross-section for passenger truck chassis with a material of ASTM A148 Gr 80-50," in *Materials Today: Proceedings*, Elsevier Ltd, 2021, pp. 7304–7316. doi: 10.1016/j.matpr.2020.12.985.
- [7] H. Isworo, A. Ghofur, G. R. Cahyono, and J. Riadi, "ANALISIS DISPLACEMENT PADA CHASSIS MOBIL LISTRIK WASAKA," *ELEMEN: JURNAL TEKNIK MESIN*, vol. 6, no. 2, p. 94, Dec. 2019, doi: 10.34128/je.v6i2.103.
- [8] I. Widiyanto, S. Sutimin, F. B. Laksono, and A. R. Prabowo, "Structural assessment of monocoque frame construction using finite element analysis: A study case on a designed vehicle chassis referring to ford GT40," in *Procedia Structural Integrity*, Elsevier B.V., 2021, pp. 27–34. doi: 10.1016/j.prostr.2021.10.005.
- [9] I. D. Gunawan, I. Haryanto, and G. D. Haryadi, "ANALISIS STRUKTUR CHASSIS SEMI-MONOCOQUE BUS LISTRIK MEDIUM DENGAN METODE ELEMEN HINGGA," 2021.
- [10] R. Ismail, Z. Kurniawan Ahmad, A. Priharyoto Bayuseno, and J. Sudharto Kampus UNDIP Tembalang Semarang, "Analisis Displacement dan Tegangan von Mises Terhadap Chassis Mobil Listrik Gentayu," 2018.