

ANALISIS FRAME CHASSIS TRUK MEDIUM DUTY DENGAN PEMODELAN 3D DAN METODE ELEMEN HINGGA UNTUK KEBUTUHAN INDUSTRI

*Alief Fernanda Al Yarham, Djoeli Satrijo², Ojo Kurdi²

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: aliefalyarham@students.undip.ac.id

Abstrak

Medium duty truck merupakan satu kendaraan komersial terkemuka dalam industri otomotif berat. Dalam klasifikasi internasional, truk ini termasuk dalam kelas 4 hingga 6, dengan Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) berkisar antara 16.000 kg hingga 38.000 kg. Dalam upaya untuk meningkatkan performa, keamanan, dan keandalan truk tersebut, penelitian ini difokuskan pada pemodelan 3D dan analisis statis frame chassis truk menggunakan metode elemen hingga. Variabel penelitian ini adalah deformasi, equivalent von mises stress, dan factor keamanan. Pada penelitian ini, model yang digunakan adalah Hino 500 FM 2628 dengan jenis frame chassis yang digunakan adalah ladder frame dengan panjang bagian main member 7.446 mm dan lebar chassis adalah 804 mm. Bagian main member berbentuk beam C section dengan tinggi 298 mm, lebar flange 80mm, dan ketebalan 7mm. penelitian ini ditujukan untuk menganalisis kekuatan frame chassis truck tersebut dengan analisis pembebanan berupa beban vertical bending, beban belok, beban pengereman, beban gaya dorong, dan beban torsional sebagai pembebanan statis. Dan untuk pembebanan low dynamic dibatasi pada modal analysis dengan 5 modus getar. Hasil dari analisis frame chassis medium duty ini akan digunakan untuk mengetahui apakah secara struktural, frame tersebut cukup kuat dan dapat diandalkan.

Kata kunci: chassis; deformasi; fea; medium duty; pembebanan; tegangan; safety factor

Abstract

Medium duty trucks are one of the leading commercial vehicles in the heavy automotive industry. In the international classification, this truck is included in classes 4 to 6, with a Gross Vehicle Weight Rating (GVWR) ranging from 16,000 kg to 38,000 kg. In an effort to improve the performance, safety and reliability of the truck, this research focused on 3D modeling and static analysis truck chassis frame using the finite element method. The variables of this research are deformation, equivalent von mises stress, and safety factors. In this research, the model used is the Hino 500 FM 2628 with the type of chassis frame used being a ladder frame with a main member length of 7,446 mm and a chassis width of 804 mm. The main member is in the form of a C section beam with a height of 298 mm, a flange width of 80 mm and a thickness of 7 mm. This research is aimed at analyzing the strength of the truck chassis frame by analyzing loads in the form of vertical bending loads, turning loads, braking loads, thrust loads, and torsional loads as static loads. And for low dynamic loading it is limited to modal analysis with 5 vibration modes. The results of this medium duty chassis frame analysis will be used to find out whether structurally, the frame is strong enough and reliable.

Keywords: chassis; deformation; fea; loading; medium duty; safety factor; stress

1. Pendahuluan

Industri menurut Undang-Undang Nomor 3 Tahun 2014 adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri.

Dalam dunia industri, yang berkaitan dengan transportasi adalah logistik. Moda transportasi yang biasanya dimanfaatkan dalam dunia industri terutama angkutan barang adalah truk. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 55 Tahun 2012 membahas tentang Kendaraan. Peraturan ini ditetapkan untuk melaksanakan ketentuan yang terdapat dalam Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009 mengenai Lalu Lintas dan Angkutan Jalan. PP no 15 tahun 2012

mengatur mengenai definisi dari kendaraan, pengelompokan kendaraan, ketentuan teknis pada kendaraan, regulasi pendaftaran dan pengujian, dan sanksi serta ketentuan lainnya.

Truk terdiri dari suspensi yang dioperasikan secara hidraulik dengan *chassis* terstruktur. *Chassis* adalah rangka kendaraan yang menopang bodi kendaraan dan beban yang dibawanya. Saat dioperasikan, *chassis* truk akan mengalami dampak pembebanan. Dimana hal ini akan menyebabkan perubahan terhadap elemen struktur yang penting. Pembebanan dan getaran pada *chassis* akan membentuk tegangan pada bagian-bagian tertentu dengan besaran maksimum. Hal ini akan menciptakan kelemahan terhadap struktur kendaraan. Sehingga studi tentang frame *chassis* sangat penting untuk dilakukan.

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan pemodelan 3D frame *chassis* truk *medium duty*
2. Mengetahui dampak pembebanan yang terjadi pada saat *chassis* dibebankan dengan 8 macam variasi pembebanan
3. Mengetahui nilai dan distribusi *equivalent von-mises stress, deformation, dan safety factor* yang terjadi menggunakan metode FEM.
4. Mengetahui perbandingan pembebanan *chassis* Ketika *deadload* dibandingkan beban yang bergerak sesuai sumbu pada *rigid body* sesuai kasus pembebanan

2. Bahan dan Metode Penelitian

Tahap pertama melakukan studi literatur meliputi mengumpulkan sumber informasi yang berkaitan dengan topik tugas akhir *frame chassis*. Studi literatur ini didapatkan dari berbagai sumber seperti buku, tugas akhir, penelitian – penelitian yang memiliki keterkaitan, publikasi-publikasi ilmiah, dan media-media internet yang tervalidasi

Dalam penyusunan tugas akhir, terdapat beberapa sumber buku yang digunakan sebagai acuan. Berikut judul buku yang menjadi acuan buku tersebut berjudul *Theory of Ground Vehicle* dari J. Y. Wong dan *The Automotive Chassis* dari Giancarlo Genta dan Lorenzo Morello. Penelitian ini dilakukan untuk memodelkan dan menganalisis frame *chassis* menggunakan metode elemen hingga dan faktor keamanan yang cukup memadai.

Pertama dilakukan pengumpulan data dengan katalog truk Hino 500 FM 2628 dengan mengambil detail dimensi pada frame *chassis* dan model kendaraan. Kemudian dilakukan perhitungan pada beam calculator untuk mengetahui model awal yang dibuat cukup valid atau tidak. Setelah itu dilakukan pemodelan *frame chassis*. Untuk melakukan analisa metode elemen hingga maka diperlukan pemodelan frame *chassis* yang akan dianalisis menggunakan *software* Altair Hyperworks. Pemodelan *frame chassis* ini menggunakan *software Solidworks 2022*, pemodelan ini akan dibuat dalam beberapa komponen, namun komponen utama yang digunakan untuk analisis hanyalah *frame chassis*.

Data material yang digunakan dalam analisis FEM menggunakan *software* Altair Hyperworks adalah material high strength steel Strenx 700 dengan kekuatan luluh 650 Mpa. Untuk ketebalan *chassis* yang menggunakan material tersebut adalah 7mm untuk bagian *frame chassis*.

Setelah melakukan pemodelan geometri *frame chassis* menggunakan *software* Altair proses selanjutnya adalah melakukan pembentukan *mesh*.

Hasil *meshing* dalam studi ini menghasilkan nilai skewness sebesar rata-rata 0,36 dan dinyatakan *good* pada skala skewness 0-1. *Meshing* yang digunakan adalah jenis quadrilateral dengan ukuran 10 mm.

Sebelum pengujian, langkah selanjutnya adalah melakukan konfigurasi pembebanan dan setup untuk setiap variasi kasus pembebanan dalam *software* Altair Hyperworks.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Uji konvergensi

Uji konvergensi adalah proses analisis yang digunakan untuk menentukan apakah solusi numerik dari suatu masalah akan mendekati nilai sebenarnya seiring dengan peningkatan jumlah elemen dalam *mesh* atau *grid*. Dalam konteks metode elemen hingga (*Finite Element Method/FEM*), setelah dilakukan uji konvergensi, didapatkan bahwa ukuran *mesh* 10mm dengan jumlah elemen 98.796 mendapatkan nilai tegangan maksimum *equivalent von mises* sebesar 299,363 Mpa.

3.2 Hasil Pembebanan Vertical Bending

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan vertikal dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 1,640mm. Tegangan *von-mises* maksimum yang terjadi yaitu sebesar 150, 201MPa. *Safety factor* terkecil adalah 3,994. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 1,533mm. Tegangan *von-mises* maksimum yang terjadi yaitu sebesar 149, 857MPa. *Safety factor* terkecil adalah 4,337.

3.3 Hasil Pembebanan Pengereman

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan pengereman dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 5,307mm. Tegangan *von-mises* maksimum yang terjadi yaitu sebesar 266,249 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,254. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai

deformasi maksimal adalah 5,275mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 286,478 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,269.

3.4 Hasil Pembebanan Longitudinal

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan longitudinal dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 5.112mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 231,324 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,594. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 4,979 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 250,530 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,595.

3.5 Hasil Pembebanan Belok

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan belok kiri dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 12,955mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 154,256 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 3,890. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 12,610 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 182,520 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 3,561.

3.6 Hasil Pembebanan Front Torsion

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan *front torsion* dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 14,723mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 206,531 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 3,518. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 12,980 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 258,155 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 3,647.

3.7 Hasil Pembebanan Rear Torsion

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan rear torsion dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 19,415 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 252,178 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,578. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 16,270 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 283,036 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,297.

3.8 Hasil Pembebanan Cross Torsion

Hasil yang didapat dengan membandingkan pembebanan *cross torsion* dengan variasi sumbu *terconstrain* dan tidak *terconstrain*. Pada Sumbu *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 19,519mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 319,892 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 2,032. Pada Sumbu tidak *terconstrain*, nilai deformasi maksimal adalah 19,239 mm. Tegangan von-mises maksimum yang terjadi yaitu sebesar 452,127 MPa. *Safety factor* terkecil adalah 1,898.

3.9 Hasil Modal Analysis

Hasil dari simulasi *Modal Analysis* yang dilakukan sebanyak 5 modus getar, diperoleh frekuensi natural dari masing—masing modus getar adalah 17,8, 20,3, 26,2 31,5 dan 40,2 dengan eigen value maximal adalah 1,720, 2,469, 2,652, 2,337, dan 4,931. Pada modus getar frekuensi 17,8 dan 40,2 Hz didapat mode deformasi menyerupai *bending*, pada modus getar 20,3 dan 26,2 Hz didapatkan bahwa frekuensi deformasinya menyerupai deformasi *torsion*, dan untuk modus getar 31,5 Hz menyerupai deformasi belok.

4. Kesimpulan

Hasil dari perbandingan simulasi dengan 8 variasi pembebanan menunjukkan bahwa dalam pengujian menggunakan setup yang sama dengan material strenx 700, deformasi pada sumbu yang tidak *terconstrain* sedikit lebih besar dibandingkan dengan jenis pembebanan yang sumbu gerak nya aktif/ tidak *terconstrain*. hal ini mungkin disebabkan karena terbatasnya *degree of freedom* pada sumbu yang *terconstrain*, sehingga mengakibatkan tegangan yang terjadi tidak terlalu tersalurkan dengan merata sehingga deformasi yang sedikit lebih besar pun muncul.

Persebaran tegangan pada kasus variasi pembebanan dengan sumbu yang aktif/ dibebaskan menunjukkan besaran sebaran tegangan yang lebih merata dan sedikit lebih besar dibanding sumbu *terconstrain*. hal ini mungkin terjadi dikarenakan redistribusi tegangan terhadap sumbu beban *deadload* yang mengakibatkan tegangan tersalur sesuai dengan kasus pembebanan yang muncul.

5. Daftar Pustaka

- [1] Crolla, D. A. (2009). *Powertrain, Chassis System and Vehicle Body*. Elsevier.
- [2] Genta, G., & Morello, L. (2009). *The Automotive Chassis, System Design* (Vol. 2). Springer.
- [3] Ghalazy, N. M. (2014). Applications of Finite Element Stress Analysis of Heavy Truck Chassis: Survey and Recent Development. *Journal of Mechanical Design and Vibration*, 2, 69–73
- [4] Prasad, S. A., Laxmaiah, D. G., Reddy, G. H. V., & Reddy, S. (2021). Design and Analysis of Chassis of Heavy Dump truck. *Conference Paper*.
- [5] Riley, W. B., & George, R. A. (2002). Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis. Proceedings of the 2002 SAE Motorsports Engineering Conference and Exhibition (P-382).
- [6] Yusniansyah, Y. Z., & Kurniawan, I. (2023). Optimalisasi Desain Truk Jungkit Caterpillar 777D untuk Pengangkutan Batu Bara. *Jurnal Konversi Energi Dan Manufaktur*, 8(2), 94–103.
- [7] Sadige Akhil prasad, Dr. G. Laxmaiah, G. Harsha Vardhan reddy (2021) Design and Analysis of Chassis of Heavy Dump Truck. ResearchGate.
- [8] J.Y. Wong (2001) *Theory of Ground Vehicles*, Third Edition, 92- 100, 221-227.
- [9] Padmanabhan, S., Reddy, H. V., & Undamatla, S. C. (2020). Design and Structural Analysis of Truck Frame. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* .
- [10] Martello, G. (2016). Discretization Analysis in FEM Models. *MATEC Web of Conferences*.