

ANALISIS STRUKTUR *UNDERFRAME DUMP TRUCK* KAPASITAS 32 TON DENGAN MENGGUNAKAN *FINITE ELEMENT METHOD*

*Ray Timotius Silalahi, Djoeli Satrijo²Ojo 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: raytimotius@students.undip.ac.id

Abstrak

Transportasi merupakan hal penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Dengan adanya transportasi, pekerjaan manusia menjadi sangat terbantu. Mulai dari perjalanan dari satu tempat ke tempat lainnya dan juga memindahkan barang dapat dengan efisien dilakukan karena adanya transportasi. Bisa dikatakan, kehadiran transportasi dapat membantu bisnis dan juga kelancaran roda ekonomi. Salah satu contoh dari transportasi adalah truk. Komponen yang sangat penting dalam kendaraan adalah sasis. Sasis berfungsi sebagai penopang komponen truk serta menyokong beban dari kendaraan. Sasis biasanya terbuat dari material besi atau baja yang telah didesain khusus sehingga mampu menahan beban yang diterima dan dapat memenuhi segala kebutuhan seperti keamanan dan ketahanan truk itu sendiri. Sasis didesain khusus untuk mampu menahan beban yang ada pada truk, yang mana tegangan akan terjadi pada saat truk dibebani oleh beban truk itu sendiri ataupun saat mendapat beban tambahan dari muatan. Karena sasis berperan penting dalam kendaraan, maka harus dipastikan sasis memiliki struktur yang kuat. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan analisis pada sasis *dump truck* untuk memastikan kualitas dari strukturnya. Hasil dari simulasi statis yang dilakukan pada sasis *dump truck*, didapatkan nilai tegangan *von-mises* sebesar 195,53 MPa untuk pembebanan vertikal, 195,6 MPa untuk pembebanan lateral, 197,51 MPa untuk pembebanan gaya dorong, 139,78 MPa untuk pembebanan pengereman, 221,24 MPa untuk pembebanan masuk lubang, 227,23 MPa untuk pembebanan dua roda masuk lubang, dan 312,36 MPa untuk pembebanan kombinasi. Hasil ini masih tergolong aman karena jauh dibawah kekuatan luluh atau *yield strength* yang memiliki nilai 620,4 MPa.

Kata kunci: deformasi; *safety factor*; sasis; statis; *von-mises stress*

Abstract

Transportation is an important thing in everyday human life. With transportation, human work is greatly assisted. Starting from traveling from one place to another and also moving goods can be done efficiently because of transportation. It can be said that the presence of transportation can help business and also the smooth running of the economy. One example of transportation is a truck. A very important component in a vehicle is the chassis. The chassis functions as a support for truck components and supports the load of the vehicle. The chassis is usually made of iron or steel material that has been specially designed so that it is able to withstand the load received and can meet all needs such as the safety and durability of the truck itself. The chassis is specially designed to be able to withstand the load on the truck, where stress will occur when the truck is loaded by the load of the truck itself or when it receives additional load from the load. Because the chassis plays an important role in the vehicle, it must be ensured that the chassis has a strong structure. Therefore, in this study, an analysis was carried out on the dump truck chassis to ensure the quality of its structure. The results of the static simulation carried out on the dump truck chassis, obtained von-mises stress values of 195.53 MPa for vertical loading, 195.6 MPa for lateral loading, 197.51 MPa for thrust loading, 139.78 MPa for braking loading, 221.24 MPa for loading entering the hole, 227.23 MPa for loading two wheels entering the hole, and 312.36 MPa for combined loading. These results are still relatively safe because they are far below the yield strength which has a value of 620.4 MPa.

Keywords: chassis; deformation; *safety factor*; static; *von-mises stress*

1. Pendahuluan

Transportasi merupakan hal penting dalam kehidupan manusia sehari-hari. Dengan adanya transportasi, pekerjaan manusia menjadi sangat terbantu. Mulai dari perjalanan dari satu tempat ke tempat lainnya dan juga memindahkan barang dapat dengan efisien dilakukan karena adanya transportasi. Bisa dikatakan, kehadiran transportasi dapat membantu bisnis dan juga kelancaran roda ekonomi. Salah satu contoh dari transportasi adalah truk.

Industri truk telah mengalami permintaan tinggi di pasar terutama di Indonesia. Ada banyak sektor industri yang menggunakan truk untuk transportasi mereka seperti logistik, pertanian, pabrik-pabrik dan industri lainnya. Namun, pengembangan dan produksi industri truk di Indonesia saat ini banyak bergantung pada teknologi asing dan kadang-kadang tidak memenuhi permintaan pasar dalam jangka biaya, driving performance dan efisiensi transportasi. Maka untuk mempersiapkan pasar, diperlukan penelitian tentang sasis guna memenuhi tantangan desain yaitu kebutuhan konsumen (Subagio et al., 2017).

Sasis berfungsi sebagai penopang komponen truk serta menyokong beban dari kendaraan. Sasis biasanya terbuat dari material besi atau baja yang telah didesain khusus sehingga mampu menahan beban yang diterima dan dapat memenuhi segala kebutuhan seperti keamanan dan ketahanan truk itu sendiri. Sasis terdiri dari beberapa type yaitu *Ladder Chassis*, *Backbone Chassis*, *Monocoque Chassis*. Sasis didesain khusus untuk mampu menahan beban yang ada pada truk, yang mana tegangan akan terjadi pada saat truk dibebani oleh beban truk itu sendiri ataupun saat mendapat beban tambahan dari muatan (Saragih dan Kristyadi, 2022).

Tugas akhir ini bertujuan untuk melakukan analisis pada sasis truk berkapasitas 32 ton. Pemodelan sasis menggunakan perangkat lunak Solidworks 2021. Untuk proses analisis dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Ansys 2020 R2.

Analisis yang dilakukan berupa analisis statis berupa pembebanan vertikal, pembebanan saat bongkar muatan, lateral, gaya dorong, pengereman, masuk lubang, dua roda masuk lubang, pembebanan kombinasi dan analisis frekuensi pribadi pada sasis. Analisis ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keamanan dari sasis truk berdasarkan parameter yang diperoleh melalui simulasi pada perangkat lunak Ansys 2020 R2. Analisis ini disimulasikan menggunakan metode elemen hingga (*Finite Element Method*). Dengan demikian hasil dari simulasi dapat ditampilkan dan memudahkan interpretasi hasilnya. Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan pemodelan 3D sasis dump truck.
2. Mengetahui nilai dan distribusi deformasi, tegangan, dan *safety factor* pada sasis *dump truck* terhadap pembebanan statis yang dilakukan pada sasis *dump truck* menggunakan metode FEM.
3. Mengetahui frekuensi pribadi dan modus getar pada sasis *dump truck* terhadap pembebanan dinamik yang diberikan.

2. Bahan dan Metode Penelitian

Tahap pertama melakukan studi literatur meliputi mengumpulkan sumber informasi yang berkaitan dengan topik tugas akhir sasis *dump truck*. 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. Pertama dilakukan pemodelan geometri dari sasis *underframe dump truck*. Model sasis yang digunakan adalah DAF CF 410. Salah satu hal yang penting adalah data material yang digunakan pada analisis FEM menggunakan software ansys. Material yang digunakan adalah *Alloy Steel*.

Setelah melakukan pemodelan geometri *dump truck* menggunakan *software* ansys proses selanjutnya adalah melakukan pembentukan *mesh*. Setelah itu dilakukan pembebanan gravitasi dengan arah -y, *fixed support* pada bagian *mounting* suspensi dari *dump truck*. Lalu dilakukan pembebanan vertikal yang terdiri dari mesin, transmisi, tangki bahan bakar serta bodi dan muatan. Untuk variasi pembebanan yaitu pembebanan lateral, pembebanan saat *dump truck* menurunkan muatan, pembebanan gaya dorong yang diaplikasikan ke roda penggerak, pembebanan pengereman, pembebanan torsional saat memasuki lubang, dan pembebanan kombinasi.

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 nilai menjadi stabil ketika jumlah element 299,562 dengan total deformasi 14.239 mm.

3.2 Total Deformasi

Pada hasil dari simulasi statis yang dilakukan pada sasis *dump truck*, didapatkan nilai deformasi maksimal sebesar 14.438 mm untuk pembebanan vertikal, 13.213 mm untuk pembebanan saat menurunkan muatan, 14.438 mm untuk pembebanan lateral, 14.12 mm untuk pembebanan gaya dorong, 18.392 mm untuk pembebanan pengereman, 15.102 mm untuk pembebanan masuk lubang, 14.847 mm untuk pembebanan dua roda masuk lubang, dan 14.033 mm untuk pembebanan kombinasi.

3.3 Tegangan Von-Mises

Pada hasil dari simulasi statis yang dilakukan pada sasis *dump truck*, didapatkan nilai tegangan von-mises maksimal sebesar 195,38 MPa untuk pembebanan vertikal, 200.82 MPa untuk pembebanan saat menurunkan muatan, 195.38 MPa untuk pembebanan lateral, 203.89 MPa untuk pembebanan gaya dorong, 239.35 MPa untuk pembebanan pengereman, 203.84 MPa untuk pembebanan masuk lubang, 218.17 MPa untuk pembebanan dua roda masuk lubang, dan 299.9 MPa untuk pembebanan kombinasi.

3.4 Safety Factor

Safety factor adalah rasio dari tegangan luluh dengan tegangan yang bekerja. Pada hasil dari simulasi statis yang dilakukan pada sasis *dump truck*, didapatkan nilai *safety factor* minimum sebesar 3.3381 untuk pembebanan vertikal, 3.2477 untuk pembebanan saat menurunkan muatan, 3.3381 untuk pembebanan lateral, 3.1988 untuk pembebanan gaya dorong, 2.72 untuk pembebanan pengereman, 3.1996 untuk pembebanan masuk lubang, 2.9894 untuk pembebanan dua roda masuk lubang, dan 2.17 untuk pembebanan kombinasi.

3.5 Frekuensi Pribadi

Hasil simulasi frekuensi Natural menggunakan *software Ansys* menghasilkan output nilai dari frekuensi natural. Berikut hasil simulasi dan beberapa *mode shape* yang dihasilkan. Nilai frekuensi natural yang dihasilkan pada *mode shape* 1 bernilai 4.0182 Hz, *mode shape* 2 bernilai 6.3074 Hz, *mode shape* 3 bernilai 8.1126 Hz, *mode shape* 4 bernilai 8.5085 Hz, *mode shape* 5 bernilai 8.6931 Hz, *mode shape* 6 bernilai 12.938 Hz, *mode shape* 7 bernilai 13.077 Hz, dan *mode shape* 8 bernilai 20.853 Hz.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis didapatkan untuk hasil simulasi total deformasi mendapatkan nilai maksimum 18.392 mm pada gaya pembebanan pengereman, sedangkan untuk tegangan Von-mises maksimal sebesar 299.9 MPa pada pembebanan kombinasi dapat dikatakan aman karena masih dibawah *yield strength* sebesar 620.4 MPa dan *safety factor* sebesar 2.17. Untuk frekuensi pribadi didapatkan 4.0182 Hz.

5. Daftar Pustaka

- [1] Babu, Venkatesh. Kumar, K. Satish (2017) Design and Fabrication of Dump Truck Tilting System. International Journal of Pure and Applied Mathematics, 116(14).
- [2] Bayan, Fawzi P., dkk. (2009). Brake Timing Measurements for a Tractor-Semitrailer Under Emergency Braking. SAE International Journal of Commercial Vehicle.
- [3] Dabair, M. (2020). Design and Analysis of Truck Chassis. International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology, 4(12).
- [4] Dwinanto, Yudistira, A., Fadhil B. M. (2015). Analisis Karakteristik Bodi dan Chassis pada Prototype Kendaraan Listrik. Jurnal Rekayasa Mesin Vol.6, No.2 Tahun 2015: 119-126. Malang.
- [5] Ellianto, M., Nurcahyo, Y. (2020). Rancang Bangun dan Simulasi Pembebanan Statik pada Sasis Mobil Hemat Energi Kategori Prototype. Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material, 4(2). 53-58.
- [6] Fei Song et al. (2002). Lightweight Design and Test of Electric Experimental Car. Journal of Physics: Conference Series.
- [7] Happian-Smith, J. (2001). An Introduction to Modern Vehicle Design
- [8] Hibbeler, R. (2005). Mechanics of Materials 14th Ed. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- [9] Ismail, Rifky., dkk. (2018). Analisis Displacement dan Tegangan von Mises Terhadap Chassis Mobil Listrik Gentayu. ROTASI, Vol. 20 No. 4. Hal. 231-236.
- [10] Juvinal, Robert C. & Marshek, Kurt M. (2012). Fundamentals of Machine Component Design. Danvers: John Wiley & Sons.
- [11] Kawade, R., Student, P. (2015). Chassis Frame Torsional Stiffness Analysis. IJSRD-International J. Sci. Res. Dev., vol. 3, no. 08, pp. 2321–0613.
- [12] Krzikalla, D. M. (2019). Analysis of Torsional stiffness of the Frame of a Formula Student Vehicle.
- [13] Kumar, A., Deepanjali, V. (2016). Design & Analysis of Automobile Chassis. International Journal of Engineering Science and Innovative Technology, 5(1).
- [14] Kurdi, O., Prahasto, T., Satriyo, D., Widodo, A., Ardynugraha, I. (2021) Analisis Tegangan Bus Chassis Untuk Kendaraan Buruh Tani Menggunakan Metode Elemen Hingga. Simposium Nasional Rapi XX.
- [15] Puspitasari, N., Marsono, Nugraha, M. (2021) Simulasi Stress Analysis Pembebanan Statis Dengan Bantuan Software Solidworks Pada Hasil Perancangan Ladder Frame Chassis Mobil Listrik Menggunakan Material AISI 4340.

-
- [16] Riley, W., George, A. (2002). Design, Analysis and Testing of a Formula SAE Car Chassis. Cornell University.
[17] Saragih M., Kristyadi T. (2021). Analisa Kekuatan Chassis Truck Bertenaga Listrik. Prosiding Diseminasi FT.