

ANALISIS *FATIGUE LIFE* PADA *CHASSIS SIDE DUMP TRUCK* 085 DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Azkaf Nur¹, Muhamad Ari², Eriek Wahyu Restu Widodo³

Program Studi Teknik Pengelasan, Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya,
Surabaya 60111^{1*}

Email: azkafnur@gmail.com¹

Abstract –. *Side dump trucks must be ensured to be in good condition and able to safely support the load. Usually, in the transportation process, repetitive stresses occur that can cause fatigue over a period of time, which affects the construction life. This journal objective is to analyze and evaluate the fatigue life value of the chassis frame to understand its effect on stress location, highest stress value, and construction life using Ansys workbench software. Modeling is carried out using Autodesk Inventor software and converted into Ansys for simulation so that the stress range value is obtained for each loading. Furthermore, manual fatigue life calculations were carried out with reference to AWS D1.1. The simulation results showed that the highest stress occurred within the area inside the support hanger. The highest stress range occurs in 95 tons loading which is 125.57 MPa, that has a life of 75.93 years. While, the lowest stress range occurs in 85 tons loading which is 112.35 MPa, that has a lifespan of 106.04 years. The result of this study show that the greater the load the smaller the construction life.*

Keyword: *side dump truck, bracket, fatigue life, finite element method, stress range*

1. PENDAHULUAN

Dalam konstruksi dan pengoperasian *side dump truck* harus dipastikan kendaraan memiliki kondisi yang baik dan dapat menompang beban dengan aman. Untuk menompang beban tersebut dibutuhkan kerangka yang kuat, *chassis frame* (kerangka bawah kendaraan) merupakan kerangka utama suatu kendaraan dan kerangka yang akan menjadi pusat pembebanan. Sering terjadi kerusakan dalam kerangka kendaraan ketika pengoperasian dikarenakan terjadi beban yang berulang dalam kurun waktu tertentu, maka kerangka kendaraan akan mengalami *fatigue*. Kegagalan *fatigue* dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain, nilai tegangan tarik maksimum yang relatif tinggi, fluktuasi beban yang cukup besar, dan jumlah siklus yang signifikan [2]. Hal ini dapat menimbulkan kerugian berupa biaya dan waktu. Maka dari itu diperlukan penguian untuk mengevaluasi suatu *chassis frame* tersebut.

Chassis frame merupakan bagian terpenting yang menyediakan daya dan keteguhan pada kendaraan saat menghadapi berbagai kondisi [6] yang mengintegrasikan sebagian besar sistem komponen seperti gandar, suspensi, persneling, kabin dan trailer, dan biasanya dipengaruhi oleh beban kabin, isinya, dan gaya inersia yang diakibatkan oleh jalan yang kasar. permukaan, antara lain yaitu pembebanan statis, dinamis, dan siklik [4].

Pengujian keamanan *chassis frame* melibatkan uji tegangan dan kelelahan untuk mengevaluasi kekuatan dan daya tahannya.

Adapun dilakukan uji puntir dengan memutar *chassis* menggunakan gaya tertentu untuk mengumpulkan data kekuatan, sementara uji kelelahan menilai daya tahan *chassis* dalam jangka waktu tertentu setelah pembebanan. Meskipun hasil uji laboratorium dianggap valid karena menggunakan objek nyata dengan metode ini memakan biaya tinggi dan waktu yang lama. Sebagai alternatif, analisis komputasi menggunakan Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method/FEM*) yang dapat digunakan untuk mengevaluasi struktur secara lebih efisien.

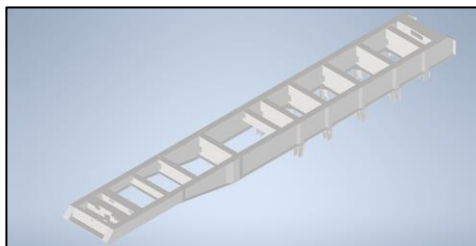
Metode Elemen Hingga (*Finite Element Method/FEM*) merupakan suatu pendekatan numerik yang digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam bidang fisika dan teknik. Metode ini mendekritisi bahan elastis menjadi elemen-elemen yang saling terhubung, memungkinkan kalkulasi defleksi pada setiap titik berdasarkan pembebanan, properti material, dan faktor lainnya [5]. Beberapa perangkat lunak bantu FEM terkemuka termasuk ANSYS, Abaqus, COMSOL Multiphysics, LS-DYNA, dan banyak lagi. Ansys workbench dikenal sebagai solusi simulasi yang mencakup berbagai aspek fisika Ansys termasuk analisis *structural* [3].

Penelitian ini dilakukan pada *chassis side dump truck* 085 atau disebut SDT 085 dirancang dan diciptakan dengan *working load* (WL) sebesar 85 ton. Model tersebut juga dianalisis seberapa lama umur (*fatigue life*) dari *chassis frame* tersebut. Penambahan variasi kapasitas sebesar 95 ton bertujuan untuk memberikan informasi

tentang kemampuan *chassis frame* ini untuk menanggung beban seberat itu. Oleh karena itu, perhitungan diperlukan untuk mengevaluasi tingkat keamanan dan umur lelah (*fatigue life*) dari *chassis frame* tersebut.

2. METODOLOGI

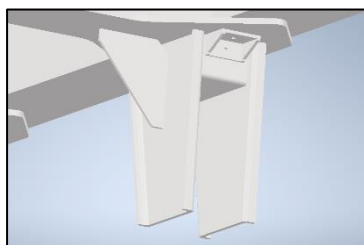
Proses pembuatan model konstruksi *chassis side dump truck* 085 pada Gambar 1 dilakukan menggunakan *software Autodesk Inventor Professional*. Model ini harus dirancang dengan teliti agar dapat mencerminkan kondisi yang sebenarnya, kemudian direplikasi dalam bentuk 3D untuk menciptakan representasi yang mirip dengan aslinya.



Gambar 1 Chassis Side Dump Truck 085

Ukuran secara garis besar yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut :

Panjang Rangka : 13950 mm
 Lebar Rangka : 1770 mm
 Tinggi Rangka : 1430 mm

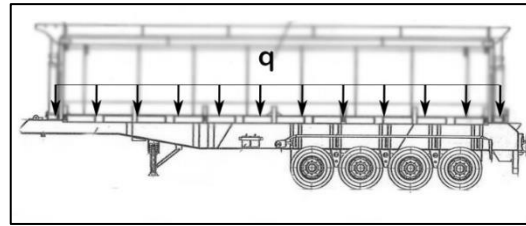


Gambar 2 Support Hanger, Stiffener dan bracket

Gambar 2 di atas merupakan desain support hanger yang diberikan stiffener pada bagian kanan support hanger dan 2 *bracket* berbentuk segitiga yang diberikan *doubler plate* untuk sambungan menuju *longeron* dengan penambahan lubang, pada bagian depan *support hanger*. *Stiffener* dan *bracket* yang dipasang pada desain ini bertujuan untuk mengurangi tegangan yang di dapatkan pada sambungan *support hanger* dengan *longeron*

2.1 Pembebanan

Pada saat melakukan simulasi, Pembebanan dilakukan dengan pembebanan statis pada *chassis frame* dengan beban yang telah ditentukan, yaitu pembebanan dengan, 85 ton, dan 95 ton. Dengan pembebanan merata yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pembebanan

2.2 Perhitungan Fatigue Life pada Chassis Frame

Penentuan usia kelelahan dan usia konstruksi *chassis frame*, dapat dilakukan melalui S-N diagram Kisaran tegangan didefinisikan sebagai besarnya tegangan fluktuasi yang dihasilkan dari aplikasi beban berulang (*cyclic load*) yang terjadi per harinya dari suatu konstruksi. Fluktuasi beban terjadi ketika truk mengalami proses *loading* dan *unloading* dalam sehari. Berikut waktu operasi yang dilakukan pada *chassis frame* :

1. Waktu Operasional = 8 jam/hari
2. Jarak tempuh = 25 km
3. Kecepatan = 50 km/jam
4. Waktu bongkar = 1.5 menit
5. Waktu muat = 0.25 menit per 5 ton

Waktu operasi,

- 85 Ton = 35.75 menit
- 95 Ton = 36.25 menit

Dalam menentukan umur suatu konstruksi pengelasan dapat dilakukan melalui penentuan N (*cycle*) terlebih dahulu dengan cara plot stress range pada S-N diagram AWS D1.1. Setelah ditentukan nilai N (*cycle*) ditentukanlah umur (dalam satuan tahun) masing-masing desain dengan menggunakan persamaan 1 sebagai berikut.

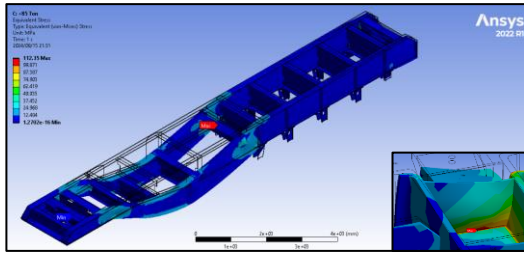
$$\text{Umur} = \frac{N}{\text{Cycle per day} \times 365} \quad (1)$$

Dengan:

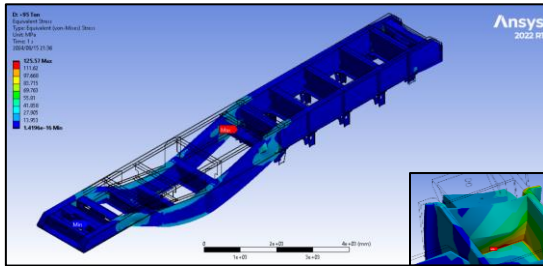
N = Nilai *Cycles* berasal dari Diagram
Cycles = Nilai siklus maksimum yang diterima konstruksi per hari

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan dari simulasi yang telah dilakukan dengan menggunakan *Ansys workbench* di dapatkan hasil analisis. Hasil analisis ini berupa distribusi tegangan *von mises* yang diterima oleh struktur. Hasil titik tegangan maksimum didapatkan dengan melakukan simulasi yang dilakukan pada setiap pembebanan sebagai berikut :



Gambar 4 Max Equivalent (Von-Mises) Desain 2 (85 Ton)



Gambar 5 Max Equivalent (Von-Mises) Desain 2 (95 Ton)

Hasil analisis tegangan *von mises* pada Gambar 4, dan Gambar 5 terhadap struktur *chassis side dump truck 085* pada desain yang telah dibuat, dengan mempertimbangkan kondisi pembebanan tertentu, menunjukkan nilai maksimum dan minimum yang terjadi pada area di dalam *support hanger*, tepatnya di sekitar daerah lengkungan depan pada dalam rangka *support hanger* serta memiliki nilai seperti yang tertera pada Tabel 1.

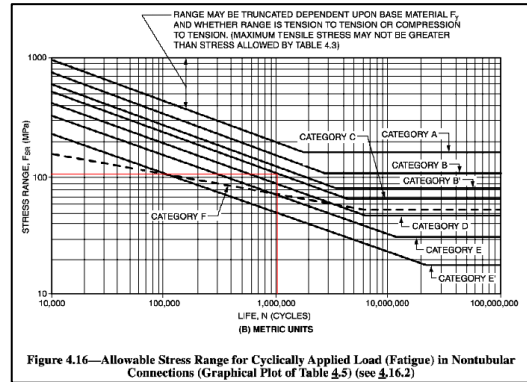
Tabel 1 Hasil Nilai Tegangan

Beban (Ton)	Tegangan Maksimum (MPa)	Tegangan Minimum (MPa)	Stress range
85	112.35	1.2702×10^{-16}	112.35
95	125.57	1.4196×10^{-16}	125.57

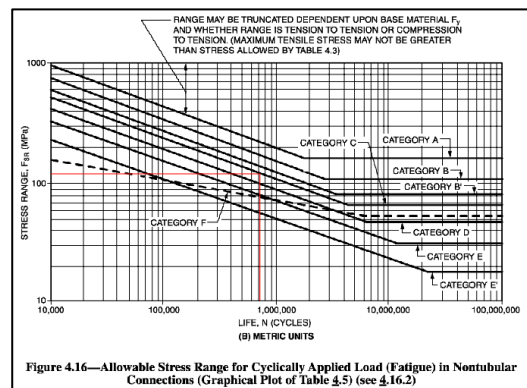
Diketahui dari Tabel 1 di atas, data analisis menunjukkan hubungan linier antara beban yang diberikan dan tegangan maksimum yang dihasilkan pada struktur. Seiring bertambahnya beban dari 85 ton menjadi 95 ton, tegangan maksimum juga meningkat secara signifikan dari 112.35 MPa menjadi 125.57 MPa. Tegangan minimum yang mendekati nol mengindikasikan bahwa struktur sebagian besar mengalami tegangan tarik. Hasil ini menunjukkan bahwa struktur tersebut berperilaku elastis hingga batas beban yang diuji [1].

Stress range yang diketahui pada setiap pembebanan, kemudian diperlukan nilai *N (Cycle)* yang digunakan untuk menghitung umur dari sebuah konstruksi. Penentuan nilai *N* di dapatkan melalui hasil plot diagram S-N dengan merujuk pada nilai *stress range* yang di dapatkan menggunakan sambungan tipe C pada diagram S-N dalam AWS D1.1. Untuk penentuan nilai *N* di

dapatkan melalui hasil plot diagram S-N pada Gambar 6 dan Gambar 7 berikut:



Gambar 6 Hasil Plot Stress Range (85 Ton)



Gambar 7 Hasil Plot Stress Range (95 Ton)

Perhitungan umur dilakukan berdasarkan siklus *loading* dan *unloading*. Pada kondisi ini *side dump truck* mengalami fluktuasi bongkar muat berdasarkan perjalanan yang ditempuh per hari. Oleh karena itu dilakukan perhitungan maksimum fluktuasi yang terjadi dalam sehari dan prediksi umur dari struktur *chassis frame* tersebut. Dengan demikian *side dump truck* melakukan bongkar muat ketika beroperasi dari mine site ke *stockpile*. Dari terjadinya bongkar muat tersebut didapatkan banyaknya siklus/*cycle* yang diterima oleh *side dump truck* per hari yang dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2 Siklus Bongkar Muat

Beban	Jarak tempuh	Waktu operasi (menit)	Siklus / operasi	Banyak operasi /hari	Siklus/hari
85 ton	25 km	35.75	2	13	26
95 ton	25 km	36.25	2	13	26

Setelah nilai siklus diketahui, umur dari *chassis frame* dihitung menggunakan persamaan 1 dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3 Umur Chasis Frame

Beban	Siklus/hari	N	Umur (Tahun)
85	26	1006401.9	106.04868
95		720589.5	75.93145

Berdasarkan perhitungan umur pakai pada fluktuasi *loading* dan *unloading* dapat disimpulkan bahwa beban dan waktu operasi yang dialami oleh *side dump tuck* sangat berpengaruh pada siklus beban berulang. Siklus pembebanan yang lebih banyak dialami setiap harinya menghasilkan prediksi umur yang lebih pendek pada setiap desainnya.

4. KESIMPULAN

Stress range yang lebih rendah akan menghasilkan nilai N (*Cycle*) yang lebih tinggi sehingga umur pakai konstruksi akan menjadi lebih lama. Sebaliknya, *stress range* yang lebih tinggi akan menghasilkan nilai N (*Cycle*) yang lebih rendah sehingga umur pakai konstruksi menjadi lebih rendah.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan berkat-Nya sehingga dapat menyelesaikan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.

7. PUSTAKA

- [1] Fleck, N.A. dan Hutchinson, J.W., 1997. *Elastic behavior of materials under load. Journal of the Mechanics and Physics of Solids*, 45(5), pp.635-652.
- [2] George E. Dieter, J., 1961. *Mechanical Metallurgy, Metallurgy and Metallurgical Engineering Series*. s.l.:s.n.
- [3] Kohnke, 2016. *Electromagnetic Effects Of Steel Cased Wells. Colorado School of Mines*.
- [4] N. G. & D. P. A. S., 2021. *Design And Structural Analysis Of Truck Chassis*.
- [5] Puspitorini, 2017. *Analysis of Residual Fatigue life on UW-Pro Platform Using Using Cummulative Damage and Fracture Mechanics Methods*.
- [6] Vijayakumar, M.D., 2024. *Finite Element Analysis of Automotive Truck Chassis. Chennai Institute of Technology, Chennai, India*.