



2580-2798 (e)  
2588-6225 (p)

**Inovtek Polbeng: Jurnal Inovasi Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis**  
(Bengkalis State Polytechnic Technology Innovation Journal)

journal homepage: <https://jurnal.polbeng.ac.id/index.php/IP/index>

# ANALISIS *FATIGUE LIFE* TERHADAP ZONA PENGELASAN PADA STRUKTUR *CHASSIS LOWBED TRAILER* DENGAN METODE ELEMEN HINGGA

Rahmah Safitri<sup>1)</sup>, Moh Miftachul Munir<sup>2)</sup>, Muhamad Ari<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Studi D4 Teknik Pengelasan, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya <sup>2)</sup>Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya Jl.Teknik Kimia, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia 60111 <sup>3)</sup>Jurusan Teknik Perkapalan, Politeknik Negeri Bengkalis Jl.Bathin Alam, Sungai Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia 28711

Corresponding Author: [rahmahsafitri21@student.ppns.ac.id](mailto:rahmahsafitri21@student.ppns.ac.id)

## Article Info

## Abstract

### Keywords:

*Chassis lowbed trailer*, Zona Pengelasan, Metode elemen hingga, *Stress range*, *Fatigue life*

*Lowbed trailer chassis*, *Welding zone*, *Finite element method*, *Stress range*, *Fatigue life*

### Article history:

Received: 21/09/24

Last revised: 11/11/24

Accepted: 13/11/20

Available online: 13/11/24

Published: 28/02/24

DOI:[https://](https://doi.org/10.35314/6ekqv38)

<https://doi.org/10.35314/6ekqv38>

## Abstrak

Sebagai komponen utama, *chassis* bertanggung jawab menopang berat truk dan muatan yang diangkut, sehingga aspek kekuatan dan keandalannya menjadi sangat vital. Beban dinamis dapat memicu kelelahan (*fatigue*) yang memengaruhi masa pakai struktur. Oleh karena itu, analisis *fatigue* diperlukan untuk memastikan struktur mampu menahan beban statis maupun dinamis selama operasinya. Penelitian ini melakukan pemodelan 3D *main beam chassis lowbed trailer* menggunakan *software RhinoCeros*, diikuti oleh analisis metode elemen hingga melalui *software ANSYS* untuk menentukan nilai *stress range*. Selanjutnya, melakukan perhitungan manual mengenai umur (*fatigue life*) *main beam* untuk mendapatkan nilai siklus dan umur. Hasil dari simulasi *ANSYS* menunjukkan nilai *stress* sebesar 237,90 MPa dan 277,42 MPa dengan siklus tahunan terkecil 2920 *cycles* yang menghasilkan umur maksimum 102,74 tahun, sementara siklus tahunan terbesar 4380 *cycles* memberikan umur minimum sebesar 41,09 tahun.

## Abstract

As the main structure, the chassis is responsible for supporting the weight of the truck and the cargo being transported, so its strength and reliability are very important. Dynamic loads can lead to fatigue which can affect the life of a structure. Therefore, fatigue analysis is useful to ensure the structure can cope with static and dynamic loads during operation. So 3D modeling of the main beam of the lowbed trailer chassis structure using *RhinoCeros* software was carried out and then analyzed using the finite element method using *ANSYS* software to obtain the stress range value. Then a manual calculation of the fatigue life of the main beam was carried out. The results of the *ANSYS* simulation show a stress of 237.90 Mpa and 277.42 MPa with the smallest cycle per year is 2920 cycles resulting in the longest life of 102.74 years, while the largest cycle value per year is 4380 cycles at 41.09 years.

## 1. PENDAHULUAN

Dengan pertumbuhan industri yang pesat, terutama di bidang logistik dan distribusi, kebutuhan akan alat berat pengangkut seperti *lowbed trailer* semakin meningkat. *Lowbed trailer* digunakan untuk mengangkut muatan alat berat dan membutuhkan struktur yang kokoh dan terdiri dari komponen utama seperti *chassis*, suspensi, ban, dan lantai[1]. *Chassis*, yang terbuat dari rangka baja atau besi, sangat penting untuk menopang berat truk dan muatan. Untuk menghindari kegagalan struktural selama operasi, analisis tegangan diperlukan dalam desain dan konstruksi *chassis*. Ini dilakukan untuk memastikan distribusi tegangan yang tepat.

Penyambungan *chassis lowbed trailer* bergantung pada pengelasan. Pengelasan yang buruk dapat menyebabkan konsentrasi tegangan dan terjadinya kelelahan struktural. Retakan kelelahan umumnya berasal dari sudut las untuk sambungan las yang dipertimbangkan. Namun, kelelahan akar las juga merupakan mode kegagalan yang signifikan, terutama untuk las *fillet* atau las satu sisi[2]. Oleh karena itu, analisis tegangan pada sambungan las sangat penting untuk memastikan keselamatan dan keandalan struktur selama pengoperasian.

Dengan demikian analisis tegangan pada sambungan pengelasan ini perlu dilakukan terutama pada struktur *main beam* yang menopang beban besar. Selama operasi, *chassis* dapat mengalami distribusi tegangan karena adanya beban statis dan dinamis. Oleh sebab itu, maka dilakukan analisis dengan menggunakan metode elemen hingga (MEH) untuk mengetahui distribusi tegangan.

Selain melakukan penelitian terhadap distribusi tegangan yang diterima perlu juga dilakukan perhitungan *fatigue life* dari struktur *main beam chassis lowbed trailer* tersebut untuk mengantisipasi terjadinya kecelakaan yang membahayakan keselamatan transportasi dan biaya perbaikan yang signifikan serta untuk mengetahui umur pakai dari *main beam* tersebut berdasarkan siklus yang dialami. Mengacu pada standar AWS D1.1 maka dilakukan perhitungan *allowable stress range* dan plot kurva S-N untuk mendapatkan umur pakai dari *main beam*. Hal ini berguna untuk memastikan bahwa *main beam* dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang.

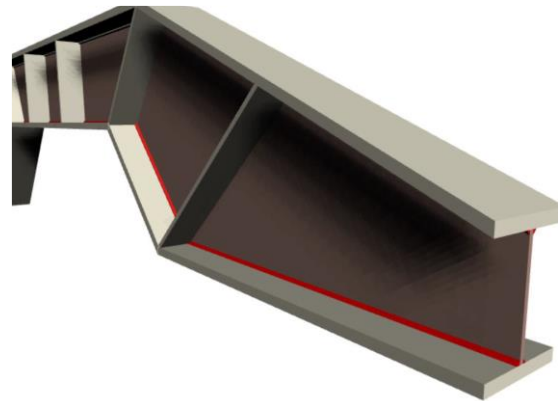
## 2. METODE

### 2.1 Pemodelan 3D

Pemodelan 3D struktur *chassis lowbed trailer* dilakukan dengan menggunakan software RhinoCeros kemudian memasukkan dimensi dan geometri yang telah diidentifikasi sebelumnya. pemodelan *Chassis lowbed trailer* ini akan dilakukan dengan pemodelan pada *main beam* yang disambung dengan pengelasan.



Gambar 1. Main beam



Gambar 2. Sambungan pengelasan

## 2.2 Analisis Distribusi Tegangan

Analisis distribusi tegangan dilakukan dengan menggunakan metode *finite elemen method*. *Main beam* yang dimodelkan dalam *software* merupakan struktur simetri. Oleh karena itu, dalam analisis pada *software* elemen hingga *chassis lowbed trailer* dimodelkan dengan satu sisi struktur yaitu analisis sisi *main beam* dengan kondisi batas, pembebanan dan geometri yang simetris.

Kondisi batas simetri dapat menstabilkan model elemen hingga, membuat analisis FEM lebih sederhana dibandingkan dengan model penuh[3]. Penggunaan mesh yang lebih halus pada model analisis yang direduksi juga dapat menghasilkan hasil yang lebih akurat dibandingkan dengan model penuh yang menggunakan mesh kasar. setelah didapatkan besaran distribusi tegangan, selanjutnya data dianalisis digunakan untuk mengetahui titik tegangan tertinggi dan terendahnya.[4]

## 2.3 Perhitungan *Fatigue Life*

Perhitungan *fatigue life* dibantu dengan menggunakan perangkat lunak ANSYS. Data yang diperoleh dari perangkat lunak tersebut merupakan hasil maksimum tegangan yang terjadi. Data tersebut kemudian menjadi acuan untuk menghitung *fatigue life* yang kemudian dihitung secara manual. Untuk mengetahui umur kelelahan dan umur *main beam*, dapat dilakukan dengan menggunakan S-N diagram.[5]

Perhitungan umur dari *main beam* dilakukan secara manual berdasarkan siklus yang dialami oleh *main beam* perhari. Siklus yang terjadi pada *main beam* diasumsikan pada kondisi *loading and unloading* yang dialami dalam sehari. Banyaknya operasi yang terjadi pada *lowbed trailer* mengalami siklus pembebanan berulang ketika terjadinya bongkar muat excavator dan alat berat lainnya, oleh karena itu dari perhitungan tersebut didapat banyaknya *cycle* yang diterima perhari.[6]

Untuk mengetahui umur pakai *main beam* maka dilakukan perhitungan *allowable stress range* yaitu saat *lowbed trailer* mengalami siklus pembebanan berulang. Perhitungan *allowable stress range* ini mengacu pada standar AWS D1.1 yang dirumuskan pada Persamaan berikut.[7]

$$F_{sr} = (C_f / N)^{0,333} \geq F_{th} \text{ (ksi)} \quad (1)$$

$$F_{sr} = (C_f \times 329 / N)^{0,333} \geq F_{th} \text{ (MPa)} \quad (2)$$

Dimana :

$F_{sr}$  = *Allowable stress range*, (MPa)

$C_f$  = Konstanta dari Tabel AWS. untuk semua kategori kecuali kategori F

$N$  = Angka *cycle* dari *stress range* ( $F_{sr}$ ) untuk mendesain suatu konstruksi las.  
= *Cycle per day* x 365 x *years of design life*.

$F_{th}$  = *Threshold fatigue stress range*, tegangan maksimum yang terjadi untuk batas yang tidak terhingga (*infinite life*).

Besarnya *stress range* aktual yang terjadi kemudian diplotkan pada *S-N curve*, dari *S-N curve* tersebut maka dapat diketahui umur dari sambungan pengelasan dengan cara membagi jumlah *cycle* yang dialami pertahunnya.[8]

$$\text{Umur main beam} = N / \text{cycle day} \times 365 \quad (3)$$

Dimana :

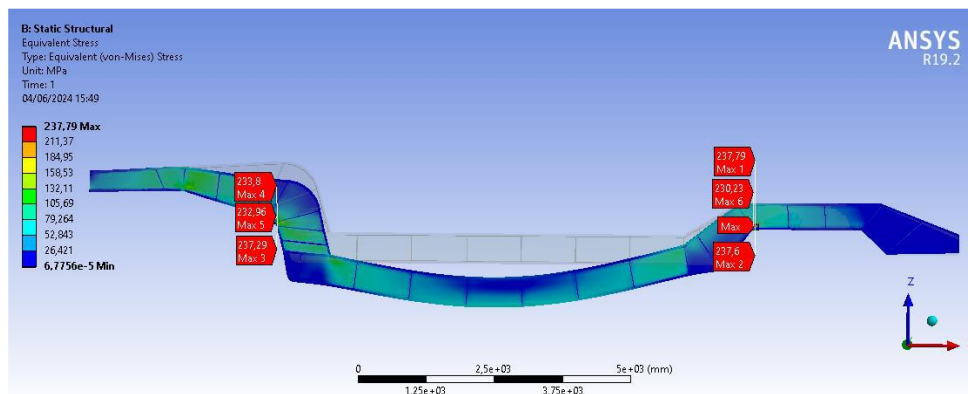
N = nilai *cycle* yang berasal dari *S-N curve*

Cycle = nilai siklus maksimum yang diterima perhari.

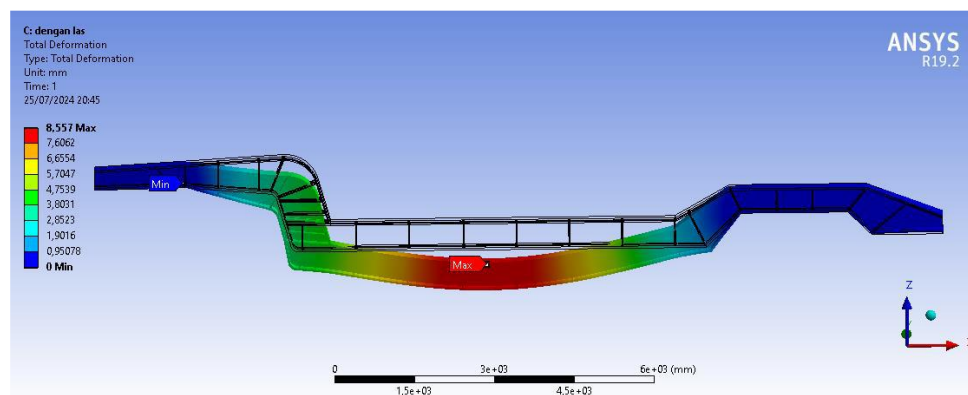
### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Simulasi *Main Beam*

Berdasarkan dari simulasi yang telah dilakukan didapatkan data analisis. Hasil analisis ini berupa data distribusi tegangan von mises yang diterima struktur, data fatigue life pada struktur sebagai berikut.



Gambar 3. *Max von mises stress main beam*



Gambar 4. *Total deformasi main beam*

Dari hasil simulasi FEM yang dilakukan maka didapat *max stress* dan total deformasi yang tertera pada Tabel 1 berikut.[9]

**Tabel 1.** Hasil simulasi FEM

| Beban  | Max stress(MPa) | Total deformasi(mm) |
|--------|-----------------|---------------------|
| 60 ton | 237,79          | 7,33                |
| 70 ton | 277,42          | 8,55                |

Mengacu pada ANSI/AISC 360-16 *Spesification For Structural Steel Buildings*, peraturan untuk batasan defleksi umum. Jika area *main beam* pada *lowbed trailer* serupa dengan lantai yang terkena beban hidup, maka batas defleksi umum yang digunakan ialah 1/360 dari panjang bentang[10].

$$\sigma_{max} = \frac{L}{360} \tag{4}$$

$$\sigma_{max} = \frac{12430}{360}$$

$$\sigma_{max} = 34,52 \text{ mm}$$

Dimana :

$\sigma_{max}$  = defleksi maksimum (mm)

L = panjang batang (mm)

Dari hasil simulasi total deformasi dengan beban 60 ton dan 70 ton diketahui bahwa defleksi struktur masih di bawah batas maksimal, dengan demikian dapat disimpulkan struktur *main beam lowbed trailer* dinyatakan aman.[11]

### 3.2 Prediksi *Fatigue Life*

Prediksi *fatigue life* pada struktur *lowbed chassis trailer* dengan sambungan pengelasan mengacu pada standar AWS D1.1 *for Non-Tubular joint* dengan pendekatan *stress range based S-N curve*. Prediksi *fatigue life* dari hasil tegangan *von mises stress* dari simulasi pembebanan yang ditunjukkan pada Tabel 1 di atas. [12]

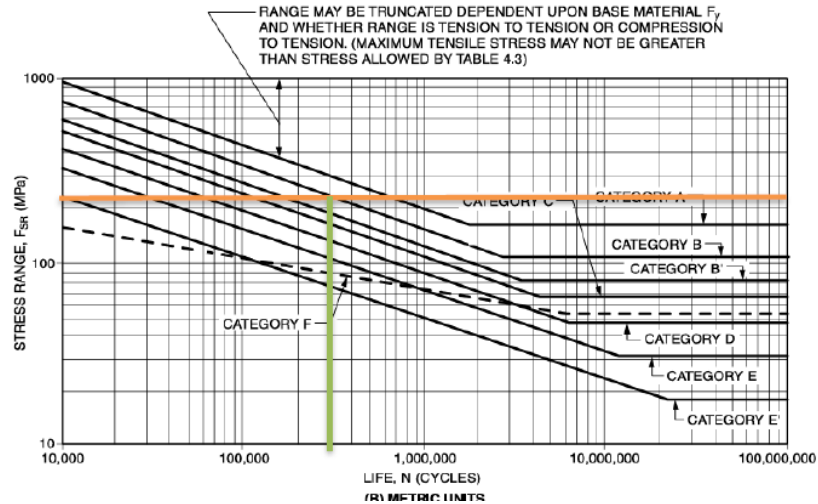
Untuk menghitung umur dari suatu konstruksi pengelasan, langkah pertama adalah menentukan jumlah *cycle* per hari yang diterima *lowbed trailer* dan siklus (N) dengan memplot rentang tegangan pada diagram S-N sesuai AWS D1.1.

Dalam penelitian ini penentuan *cycle* per hari menggunakan variasi *loading unloading* pada *lowbed trailer*. Jumlah *cycle* yang diterima per hari dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.[13]

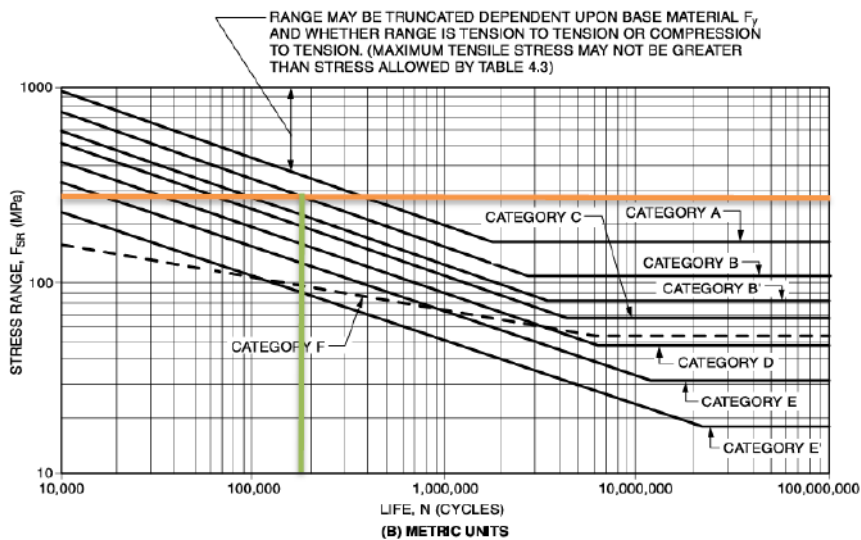
**Tabel 2.** Cycle *lowbed trailer* variasi *loading unloading*

| Jarak tempuh | Siklus / operasi | Banyaknya operasi / hari | Siklus / hari |
|--------------|------------------|--------------------------|---------------|
| 35 km        | 2                | 4                        | 8             |
| 15 km        | 2                | 6                        | 12            |

Untuk penentuan nilai N didapatkan melalui hasil plot grafik S-N dengan menggunakan sambungan tipe B sesuai AWS D1.1. pemilihan sambungan tipe B dapat dilihat pada standar AWS *part C*, parameter desain untuk tegangan *fatigue*. Berikut hasil plot dari grafik S-N dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6.[14]

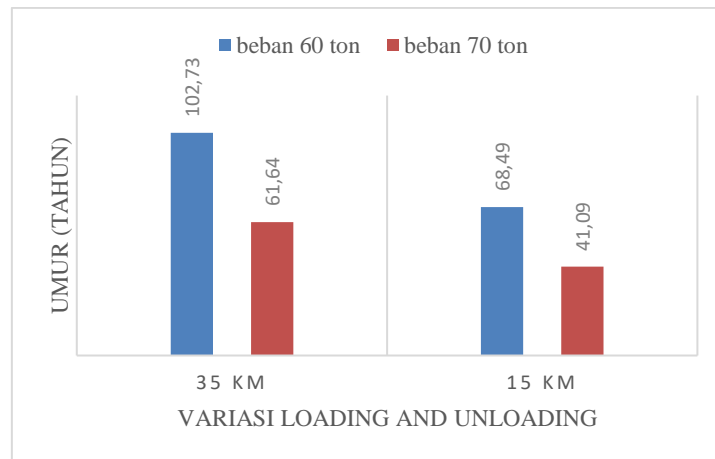


Gambar 5. Hasil plot *stress rangen main beam* tipe B pada beban 60 ton [15]



Gambar 6. Hasil plot *stress range main beam* tipe B pada beban 70 ton [15]

Hasil nilai N dari plotting S-N *curve* diatas ialah 300000 *cycles* dan 180000 *cycles*. Setelah nilai N (siklus) diketahui, umur dari desain *main beam chassis lowbed trailer* (dalam tahun) dapat dihitung menggunakan Persamaan (3). Maka hasil umur *main beam* berdasarkan berdasarkan *loading unloading* dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.[16]



Gambar 7. Bar chart variasi loading unloading

Berdasarkan perhitungan umur pakai pada fluktuasi *loading and unloading* dapat disimpulkan bahwa jarak dan waktu yang dialami oleh *lowbed trailer* sangat berpengaruh pada siklus beban berulang pada *main beam*. Siklus pembebanan yang lebih banyak dialami perhari, maka menghasilkan prediksi umur pakai yang lebih pendek pada *main beam*.

Dengan demikian hasil perhitungan umur desain *main beam chassis lowbed trailer* ini menunjukkan bahwa semakin kecil *cycle* yang terjadi perharinya memiliki umur pakai yang lebih lama dibandingkan dengan nilai *cycle* yang lebih besar.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Pembuatan 3D *modeling main beam chassis lowbed trailer* menggunakan *software RhinoCeros*. Pemodelan ini didesain hanya pada bagian *main beam* dengan panjang 15314 mm dan lebar beam sebesar 250 mm sehingga memperoleh hasil desain 3D dengan perbandingan 1:1. Pemodelan ini dibuat dengan menambah geometri pengelasan pada tiap sambungan.
2. Hasil analisis distribusi tegangan dengan metode elemen hingga yang dilakukan menggunakan *software ANSYS* dari aspek tegangan (*von mises-stress*) pada desain *main beam* dengan pembebanan 60 ton dan 70 ton menunjukkan hasil tegangan maksimum sebesar 237,790 MPa dan 277,420 MPa yang terjadi pada daerah pengelasan *fillet*. Hasil maksimum tegangan ini masih di bawah *yield strength* (690 Mpa). Berdasarkan hasil simulasi desain tersebut, dinyatakan aman untuk menerima beban tersebut.
3. Berdasarkan perhitungan manual *fatigue life* yang telah dilakukan untuk penentuan umur *main beam chassis lowbed trailer*, yang mengacu pada AWS D1.1 ialah dengan menentukan *allowable stress range*. Kemudian didapatkan umur pakai *main beam* sebesar 102,73 tahun. Hasil perhitungan umur tersebut ditinjau berdasarkan tegangan maksimum pada desain, didapatkan *fatigue life* yang paling minimum sebesar 8 *cycles*/hari dari variasi siklus *loading unloading*. Dari perhitungan tersebut maka, *desain main beam* dengan *cycle* terkecil menunjukkan umur pakai yang lebih panjang.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan rasa terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Harapan kami, penelitian ini dapat memberikan manfaat serta diterapkan untuk menyelesaikan berbagai tantangan yang dihadapi.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Friska nur anggraeni, “ANALISIS TEGANGAN PADA STRUKTUR SASIS LOWBED TRAILER DENGAN METODE ELEMEN HINGGA,” surabaya, 2023.
- [2] Y. Dong, Y. Garbatov, and C. G. Soares, “Recent Developments in Fatigue Assessment of Ships and Offshore Structures,” Dec. 01, 2022, *Editorial Board of Journal of Harbin Engineering*. doi: 10.1007/s11804-022-00301-x.
- [3] D. L. Logan, *A first course in the finite element method*. Thomson, 2007.
- [4] A. James E. Brancheau, *Practical-Aspects-of-Finite-Element-Simulation*. 2017.
- [5] E. Hedayati, A. Hedayati, and M. Vahedi, “Critical buckling load analysis of truck chassis using arclength method,” *Journal of Engineering Research*, vol. 3, no. 2, pp. 129–140, Jun. 2015, doi: 10.7603/s40632-015-0018-3.
- [6] H. Fisseha Nega and Y. Hui, “Study of Fatigue Analysis of Vehicle Truck Chassis,” 2013. [Online]. Available: [www.ijsr.net](http://www.ijsr.net)
- [7] M. Ichsan Rosidin Yuniarto, Herman Pratikno, and Dirta Marina Chamelia, “Analisis Pengaruh Variasi Heat Input Pengelasan FCAW pada Sambungan Baja BKI Grade A Terhadap Sifat Mekanik,” *JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 2, (2019) ISSN: 2337-3539 (2301-9271 Print)*, 2019, Accessed: Jan. 21, 2024. [Online]. Available: <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/teknik/article/view/47184/5997>
- [8] Agung Prasetyo Utomo, “Thesis-MO142528 NOTCH-STRESS AND STRESS INTENSITY FACTOR ANALYSIS FOR FATIGUE ASSESSMENT OF GUSSET FILLET WELDED JOINTS AGUNG PRASETYO UTOMO,” 2016. Accessed: Jan. 21, 2024. [Online]. Available: <https://core.ac.uk/reader/291472850>
- [9] W. Wibowo, P. Mulyatno, and A. Trimulyono, “ANALISA FATIGUE KONTRUKSI DOUBLE BOTTOM AKIBAT ALIH FUNGSI FRESH WATER TANK MENJADI RUANG MOORING WINCH PADA KAPAL ACCOMODATION WORK BARGE (AWB) 5640 DWT DENGAN METODE ELEMEN HINGGA,” 2015.
- [10] An American National Standard, “Specification for Structural Steel Buildings Supersedes the Specification for Structural Steel Buildings dated and all previous versions Approved by the Committee on Specifications,” 2016.
- [11] Resti and Nur Arini, “analisa tegangan regangan,” *Jurnal Artesis. Vol. 1(2): 193-198*, 2021.
- [12] A. Iqbal1, S. M. Oak, and R. S. Kharatmal, “Analytical Optimization of Chassis Frame for 40ft Dual-Axle Flatbed Trailer Design,” 2013. [Online]. Available: [www.iosrjournals.org](http://www.iosrjournals.org)
- [13] D. Radaj, “Fatigue strength of welded joints in high tensile steels and aluminum alloys,” in *Design and Analysis of Fatigue Resistant Welded Structures*, Elsevier, 1990, pp. 98–104. doi: 10.1533/9781845698751.98.
- [14] Andreas Garcia, “How to Predict the Fatigue Life of Welds.” Accessed: Jan. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.comsol.com/blogs/how-to-predict-the-fatigue-life-of-welds/>
- [15] American Welding Society. Structural Welding Committee, American Welding Society. Technical Activities Committee, and American National Standards Institute, *Structural welding code--steel*, 24th Edition. America, 2020.



- [16] V. Bhushan, M. Tech, and S. D. Yadav, "DESIGN AND ANALYSIS OF 30 TON TRAILER CHASSIS FRAME TO REDUCE POLLUTION BY DECREASING THE EMISSION THROUGH WEIGHT REDUCTION USING ADVANCED LIGHTWEIGHT MATERIAL," *Article ID: IJMET\_09\_06\_080 Journal of Mechanical Engineering and Technology*, vol. 9, no. 6, pp. 705–722, 2018, [Online]. Available: <http://iaeme.com/Home/journal/IJMET705editor@iaeme.comhttp://iaeme.com/Home/issue/IJMET?Volume=9&Issue=6http://iaeme.com>