

## **ANALISIS DESIGN CHASSIS ALAT ANGKUT BUAH SAWIT KAPASITAS 500 KG DENGAN METODE ELEMEN HINGGA**

*Chassis Design Analysis of Oil Palm Fruit Transportation Equipment Capacity 500 kg using Finite Element Method*

**Slamet Yuniadi<sup>1\*</sup>, Iwan Kurniawan<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Teknik Mesin, Universitas Mercu Buana, Jl. Meruya Selatan No. 1 Kembangan, Jakarta Barat, Indonesia.

\* Email Korespondensi : [yuniadislamet@gmail.com](mailto:yuniadislamet@gmail.com)

Artikel Info - : Diterima : 12-01-2023; Direvisi : 28-05-2023; Disetujui : 30-05-2023

### **ABSTRAK**

Saat ini perkebunan kelapa sawit di Indonesia luasnya semakin meningkat. Namun, kondisi perkebunan kelapa sawit umumnya memiliki infrastruktur yang sangat minim. Oleh karena itu, dibutuhkan alat pengangkut buah sawit yang dapat bergerak di wilayah perkebunan yang memiliki infrastruktur yang minim serta memiliki kemampuan untuk berbelok dengan radius belok yang kecil. *Chassis* adalah komponen paling utama pada setiap kendaraan. *Chassis* adalah komponen yang digunakan untuk menopang muatan, *body* kendaraan, mesin, serta pengemudinya. Semakin berkembangnya teknologi di bidang *engineering* mengharuskan desain *chassis* dari suatu kendaraan harus ringan namun kuat. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kekuatan dan faktor keamanan *chassis* dengan menggunakan metode elemen hingga. Adapun *software* yang digunakan dalam analisis ini yaitu *SolidWorks* 2018. Dengan dilakukannya analisis ini, maka akan diketahui *safety factor* pada desain *chassis* yang dibuat. Pada desain ini, besarnya faktor keamanan harus lebih dari dua. Pemodelan 3D dan data material diperlukan untuk menjalankan simulasi analisis kekuatan dan faktor keamanan. Material yang akan digunakan dalam perancangan *chassis* ini yaitu baja ASTM A36. Dari penelitian ini diharapkan *chassis* mampu menahan muatan maksimal seberat 500 kg dan pengemudi maksimal seberat 100 kg. Dari hasil simulasi menggunakan *software SolidWorks* 2018 dapat diketahui hasil *safety factor* ketika melakukan akselerasi sebesar 3, pengereman sebesar 3,4 dan ketika belok sebesar 4,2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa desain *chassis* tersebut dipastikan aman.

**Kata Kunci:** *Chassis, SolidWorks, Analisis, Metode Elemen Hingga*

### **ABSTRACT**

Currently, the area of oil palm plantations in Indonesia is increasing. However, the condition of oil palm plantations generally has very minimal infrastructure. Therefore, a means of transporting palm fruit is needed that can move in plantation areas that have minimal infrastructure and have the ability to turn with a small turning radius. *Chassis* is the most important component in every vehicle. *Chassis* is a component used to support the load, vehicle body, engine, and driver. The development of technology in the field of engineering requires the chassis design of a vehicle to be light but strong. Therefore, this study aims to analyze the strength and safety factor of the chassis using the Finite Element Method. The software used in this analysis is *SolidWorks* 2018. By doing this analysis, the safety factors in the chassis design will be known. In this design, the magnitude of the factor of safety must be more than two. 3D modeling and material data are required to run the simulation of strength and factor of safety analysis. The material that will be used in the design of this chassis is ASTM A36 steel. From this research, it is expected that the chassis can withstand a maximum load of 500 kg and a maximum driver of 100 kg. From this research, it is expected that the chassis can withstand a maximum load of 500 kg and a maximum driver of 100 kg. From the simulation results using the *SolidWorks* 2018 software, it can be seen that the safety factor results when accelerating are 3, braking are 3.4 and when turning are 4.2. So it can be concluded that the chassis design is certainly safe.

**Keywords:** *Chassis, SolidWorks, Analysis, Finite Element Method*

## 1. Pendahuluan

Saat ini perkebunan kelapa sawit di Indonesia luasnya semakin meningkat. Namun, kondisi perkebunan kelapa sawit umumnya memiliki infrastruktur yang sangat minim. Oleh karena itu, dibutuhkan alat pengangkut buah sawit yang dapat bergerak di wilayah perkebunan yang memiliki infrastruktur yang minim serta memiliki kemampuan untuk berbelok dengan radius belok yang kecil.

Kendaraan bermotor mengalami pertumbuhan yang pesat setiap tahunnya, baik kendaraan roda dua maupun kendaraan roda empat. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) [1] dalam kurun waktu tiga tahun yaitu antara tahun 2018 sampai dengan tahun 2020 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data dari BPS [2] dalam kurun waktu tiga tahun terakhir luas perkebunan kelapa sawit di beberapa wilayah di Indonesia juga mengalami peningkatan yang cukup pesat sebut saja Riau, Jambi, Kalimantan Barat.

Selama ini kendaraan besar seperti truk dan mobil tidak bisa menjangkau wilayah perkebunan sawit umumnya memiliki infrastruktur yang sangat buruk. Selain itu medan perkebunan yang kemungkinan berbukit dan juga jarak antar pohon yang sempit. Oleh karena itu, diperlukan kendaraan yang dirancang khusus untuk beroperasi di perkebunan kelapa sawit. Kendaraan tersebut harus berukuran kecil serta mampu bergerak di medan perkebunan yang minim infrastruktur. Nantinya kendaraan itu difungsikan sebagai kendaraan pengumpan atau *feeder* yang membawa buah sawit dari wilayah perkebunan menuju jalan utama dimana kendaraan besar yang akan menampung buah-buah sawit dari kendaraan pengumpan dapat lewat. Dengan demikian diharapkan kendaraan tersebut dapat mempermudah pekerjaan para petani maupun pekerja perkebunan.

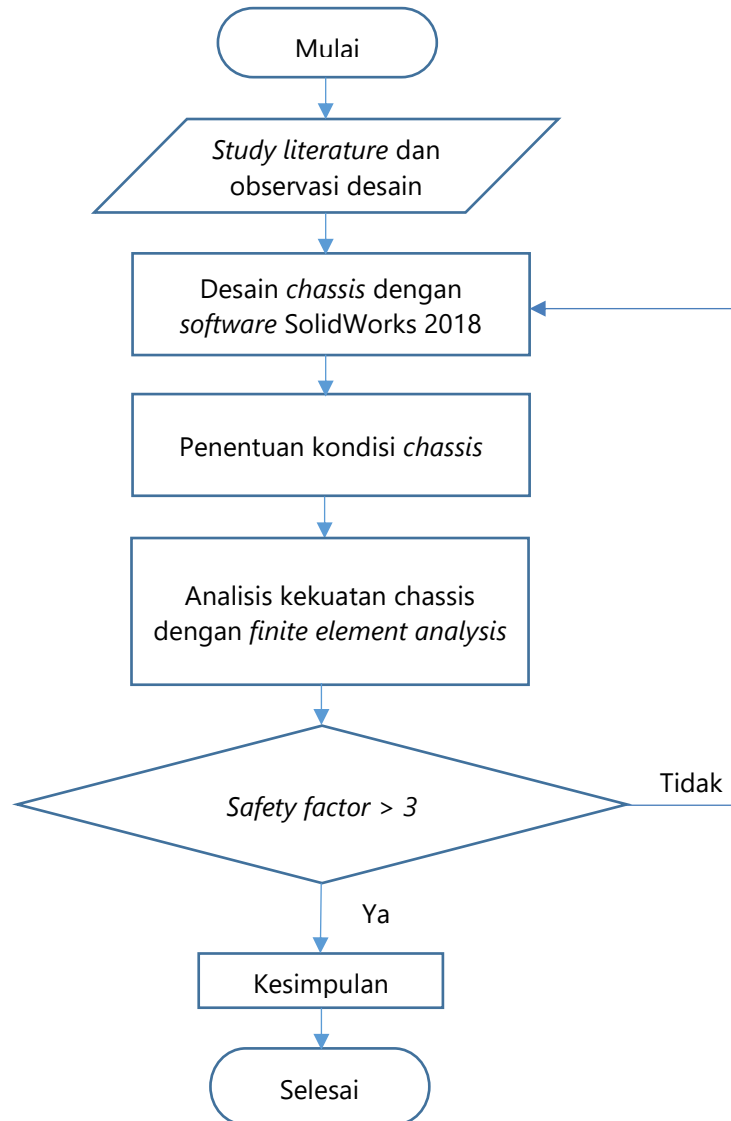
Terdapat beberapa aspek penting yang mempengaruhi performa dari suatu kendaraan ketika melaju di jalan. Beberapa dari aspek tersebut adalah tenaga dari mesin, stabilitas kendaraan, *center of gravity*, dan *reliability* dari kendaraan yang dirancang tersebut. Bagian terpenting dari kendaraan ketika melaju di jalan adalah stabilitasnya. Ketika melakukan akselerasi, deselerasi, maupun ketika berbelok kendaraan harus dalam kondisi stabil [3].

*Chassis* digunakan untuk menopang semua beban kendaraan baik itu penumpang, mesin, sistem kemudi, serta segala komponen pendukung kenyamanan. Maka dari itu semua konstruksi *chassis* harus mampu menahan semua beban dari kendaraan tersebut. Sambungan kaku dari semua batang akan mampu menahan gaya aksial, gaya normal, dan momen [4]. Ada beberapa penelitian *chassis* pada mobil hemat energi [5][6]. Pada penelitian Francis, dkk penggunaan *mild sheet steel*, *aluminium alloy* dan *titanium alloy* untuk rangka mobil *Jeep* dapat diketahui bahwa tegangan gesernya masih berada dibawah nilai yang diizinkan, menunjukkan bahwa material aman untuk digunakan [7]. Penggunaan material AISI 4130 untuk *chassis* TATA LPS 2515 EX memiliki hasil yang lebih baik jika dibandingkan dengan ASTM A710 dan besi cor [8]. Dengan menggunakan material AISI 1020 HR untuk *chassis* dengan jenis *tubular space frame* mampu menahan beban sebanyak 612 kg [9]. Dari penelitian [10] dapat diketahui bahwa penggunaan *chassis* truk *Eicher E2* yang memiliki penampang berbentuk persegi panjang dengan material aluminium *alloy* 6063-T6 memiliki defleksi terkecil, tegangan *Von Mises* dan tegangan geser maksimum jika dibandingkan dengan ASTM A70 dan ASTM A302. Dengan menggunakan penampang persegi *chassis* bermaterial baja lebih kuat jika dibandingkan dengan yang menggunakan penampang C dan I [11].

Saat ini sudah banyak penelitian yang menggunakan metode elemen hingga untuk analisis *chassis*, salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Ghazaly [12]. Dengan referensi penelitian di atas, maka penulis akan melakukan analisis pada desain *chassis* yang telah dibuat dengan menggunakan *software* berbasis elemen hingga. Analisis ini bertujuan untuk menentukan *design chassis* serta dapat mengetahui *safety factor*. Hasil analisis ini diharapkan akan dapat menjadi masukan dalam pembuatan *chassis* yang akan dikembangkan baik dalam pemilihan material maupun dalam *design chassis* alat angkut sawit tersebut.

## 2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini memiliki alur sebagai berikut.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian Gambar 1 di atas dapat dijabarkan sebagai berikut:

1. *Study literature* dan observasi desain  
Penulis menggunakan beberapa jurnal, tugas akhir, *e-book*, artikel, dan modul yang masih berkaitan tentang *chassis* sebagai referensi dalam *study literature*.
2. *Design chassis* dengan menggunakan *Solidworks* 2018  
Dalam hal ini terlebih dahulu penulis membuat sebuah konsep desain yang akan dilakukan analisis. *Software* yang digunakan adalah *Solidworks* 2018.
3. Penentuan kondisi *chassis*  
Penentuan kondisi ini berkaitan dengan penentuan material yang akan digunakan, posisi tumpuan dan juga perhitungan beban yang akan bekerja pada *chassis* baik beban statis maupun beban dinamis.

4. Analisis kekuatan *chassis* dengan *finite element analysis*  
 Pada tahapan ini akan dilakukan analisis dengan menggunakan *finite element analysis* yaitu dengan memasukkan data-data berupa perhitungan beban yang akan terjadi pada *chassis* tersebut.
5. Kesimpulan  
 Setelah dilakukan *finite element analysis* maka akan diketahui besar *safety factor* dari *chassis* tersebut. Jika besar *safety factor* lebih dari kriteria yang ditentukan maka dapat disimpulkan jika *chassis* tersebut aman, namun jika *safety factor* dari *chassis* tersebut berada di bawah kriteria yang ditentukan maka *chassis* tersebut tidak aman dan harus dilakukan desain ulang atau dilakukan perbaikan desain.

Material ASTM A-36 adalah baja *hot rolled* yang kuat, fleksibel, dan mudah dikerjakan. Material ini memiliki kekuatan yang cukup baik, mudah dilakukan pengelasan. Umumnya material ini digunakan sebagai baja struktural. Material ini dapat ditemukan di gedung, jembatan, dan struktur besar lainnya. Industri yang sering menggunakan material ini diantaranya industri otomotif, kedirgantaraan, minyak dan gas, serta industri alat berat [13].

**Tabel 1.** Spesifikasi Baja ASTM A36

| <b>Properties</b>       | <b>Value</b>          | <b>Unit</b>       |
|-------------------------|-----------------------|-------------------|
| <i>Elastic modulus</i>  | $2,00 \times 10^{11}$ | N/m <sup>2</sup>  |
| <i>Poisson's ratio</i>  | 0,26                  | N/A               |
| <i>Shear modulus</i>    | $7,93 \times 10^{10}$ | N/m <sup>2</sup>  |
| <i>Mass density</i>     | 7850                  | kg/m <sup>3</sup> |
| <i>Tensile strength</i> | 400.000.000           | N/m <sup>2</sup>  |
| <i>Yield strength</i>   | 250.000.000           | N/m <sup>2</sup>  |

### 3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

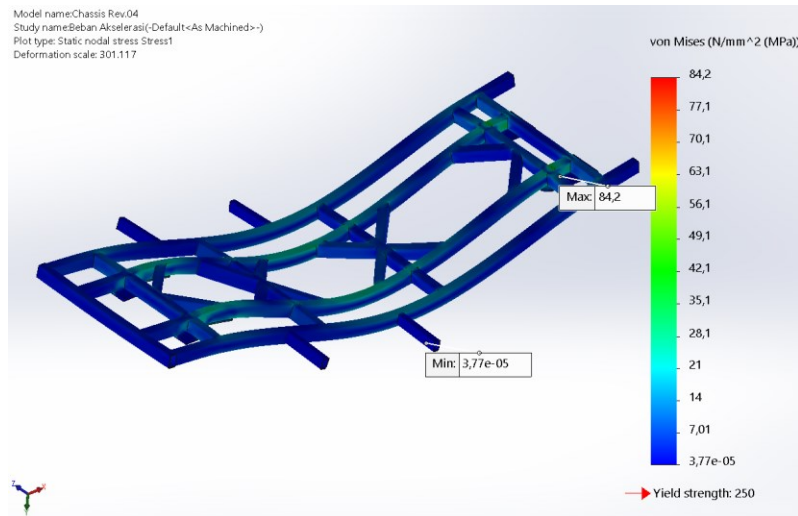
#### 3.1 Beban Akibat Akselerasi

Perhitungan beban saat kendaraan melakukan akselerasi dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini.

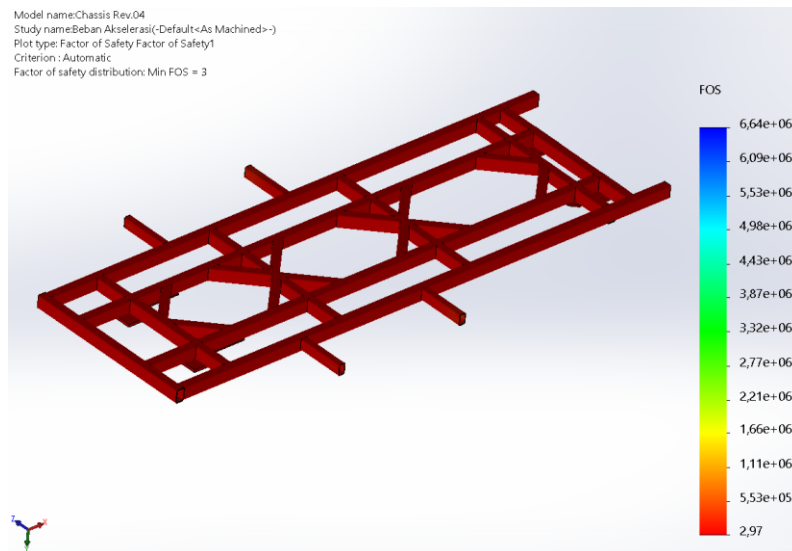
**Tabel 2.** Perhitungan Beban Akibat Akselerasi

| <b>No</b> | <b>Jenis Beban</b> | <b>Massa</b> | <b>Berat</b> | <b>Inersia</b> | <b>Dorong</b> | <b>Longitudinal Transfer Load</b> |
|-----------|--------------------|--------------|--------------|----------------|---------------|-----------------------------------|
| 1         | <i>Chassis</i>     | 84 kg        | 824,04 N     | 12,97 N        | 127,95 N      | 1807,47 N                         |
| 2         | Pengemudi          | 100 kg       | 981 N        | 15,43 N        |               |                                   |
| 3         | Muatan             | 500 kg       | 4905 N       | 77,17 N        |               |                                   |
| 4         | <i>Bucket</i>      | 45 kg        | 441,45 N     | 6,95 N         |               |                                   |
| 5         | <i>Engine</i>      | 100 kg       | 981 N        | 15,43 N        |               |                                   |

Detail *max stress* (akselerasi) dapat dilihat pada Gambar 2, sedangkan *safety factor* (akselerasi) dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 2.** Detail Max Stress (Akselerasi)



**Gambar 3.** Safety Factor (Akselerasi)

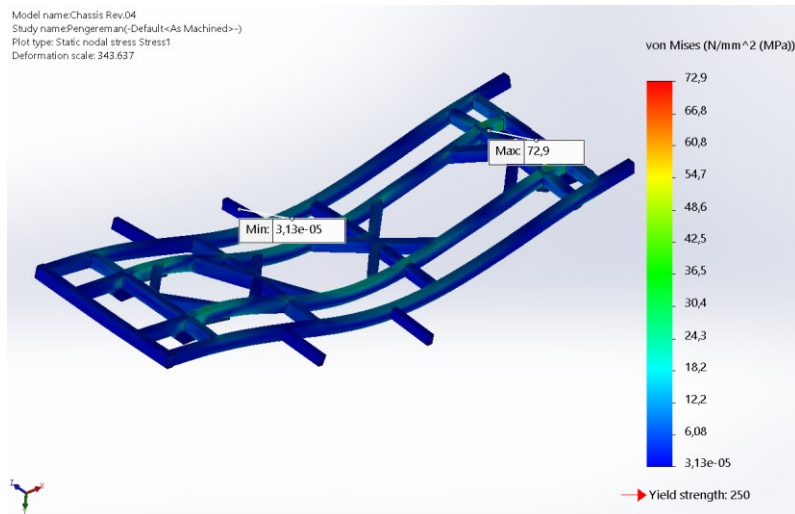
### 3.2 Beban Akibat Pengereman

Perhitungan beban saat kendaraan melakukan pengereman dapat dilihat pada Tabel 3 di bawah ini.

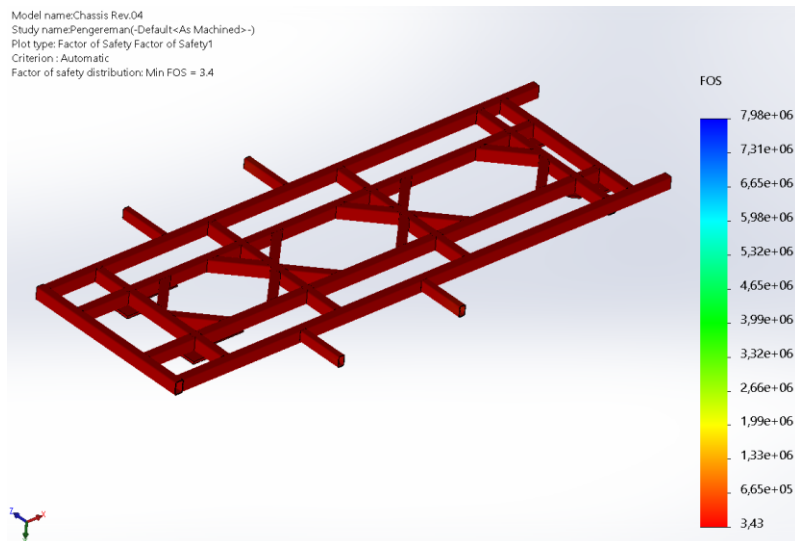
**Tabel 3.** Perhitungan Beban Akibat Pengereman

| No | Jenis Beban | Massa  | Berat      | Inersia  | Pengereman  | Longitudinal Transfer Load |
|----|-------------|--------|------------|----------|-------------|----------------------------|
| 1  | Chassis     | 84 kg  | 824,04 N   | 129,60 N | -1.279,07 N | 2.065,27 N                 |
| 2  | Pengemudi   | 100 kg | 981 N      | 154,29 N |             |                            |
| 3  | Muatan      | 500 kg | 4.905,00 N | 771,45 N |             |                            |
| 4  | Bucket      | 45 kg  | 441,45 N   | 69,43 N  |             |                            |
| 5  | Engine      | 100 kg | 981,00 N   | 154,29 N |             |                            |

Detail max stress (pengereman) dapat dilihat pada Gambar 4, sedangkan safety factor (pengereman) dapat dilihat pada Gambar 5.



**Gambar 4.** Detail Max Stress (Pengereman)



**Gambar 5.** Safety Factor (Pengereman)

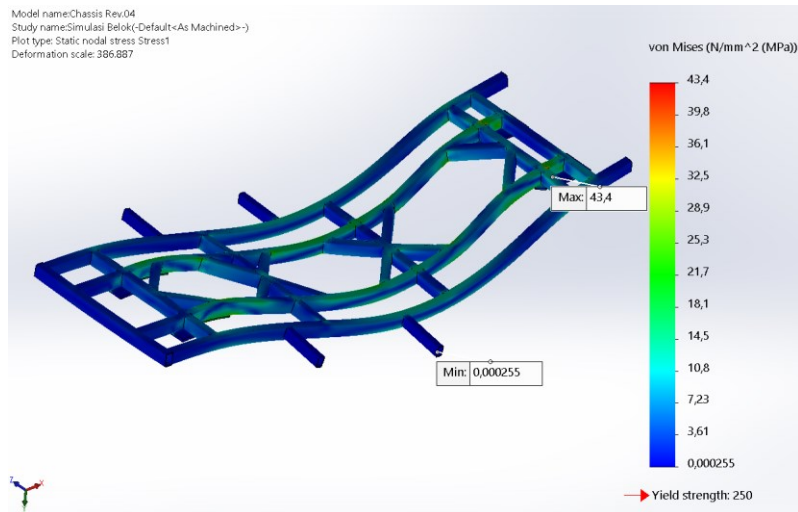
### 3.3 Beban Akibat Belok

Perhitungan beban saat kendaraan melakukan gerakan belok dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

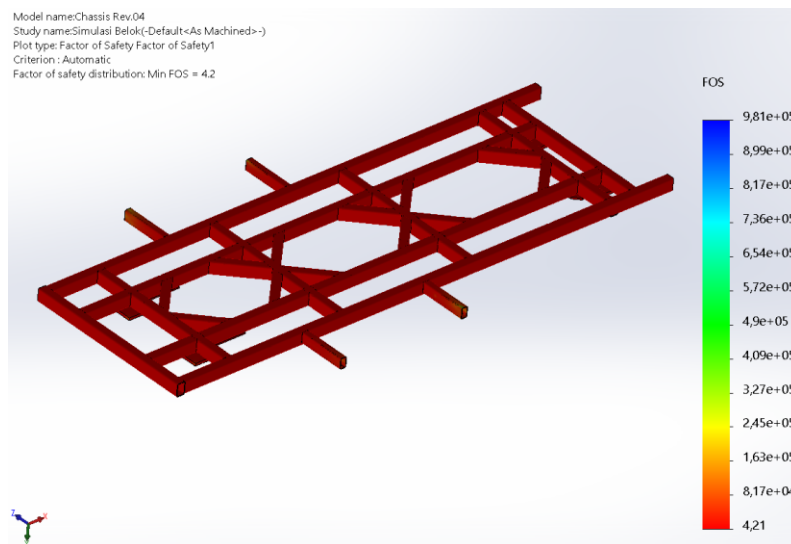
**Tabel 4.** Perhitungan Beban Akibat Belok

| No | Jenis Beban | Massa  | Berat    | Inersia    | <i>Lateral Transfer Load</i>                                    |
|----|-------------|--------|----------|------------|---|
| 1  | Chassis     | 84 kg  | 824,04 N | 700,81 N   | $F_{z3} = 13.002,16 \text{ N}$<br>$F_{z4} = 3.599,45 \text{ N}$ |
| 2  | Pengemudi   | 100 kg | 981 N    | 834,30 N   |   |
| 3  | Muatan      | 500 kg | 4.905 N  | 4.171,50 N |   |
| 4  | Bucket      | 45 kg  | 441,45 N | 375,44 N   |   |
| 5  | Engine      | 100 kg | 981 N    | 834,30 N   |   |

Detail *max stress* (belok) dapat dilihat pada Gambar 6, sedangkan *safety factor* (pengereman) dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 6.** Detail *Max Stress* (Belok)



**Gambar 7.** *Safety Factor* (Pengereman)

### 3.4 Safety Factor

Pada simulasi ini, teori kegagalan yang digunakan adalah teori kegagalan *Von-Misses*. Adapun tabel *safety factor* hasil simulasi dapat dilihat pada Tabel 5 di bawah.

**Tabel 5.** Tabel *Safety Factor*

| Kondisi    | <i>Safety Factor</i> |
|------------|----------------------|
| Akselerasi | 3                    |
| Pengereman | 3,4                  |
| Belok      | 4,2                  |

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil simulasi dan pembahasan yang sudah dilakukan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. *Chassis* tersebut sangat ringan dan mampu mengangkut muatan seberat 500 kg. Hal itu dibuktikan dengan desain *chassis* yang hanya memiliki berat sebesar 83 kg.
2. *Chassis* tersebut dapat dipastikan kuat menahan muatan sebesar 500 kg, beberapa bukti pendukungnya adalah sebagai berikut:
  - a. Tegangan maksimal yang diperoleh *chassis* ketika melakukan akselerasi adalah sebesar 84,2 MPa.
  - b. Tegangan maksimal yang diperoleh *chassis* ketika melakukan pengereman/de-akselerasi 72,5 MPa.
  - c. Tegangan maksimal yang diperoleh *chassis* ketika gerakan belok hanya sebesar 43,4 MPa.
  - d. Adapun *safety factor* yang diperoleh yaitu 3 pada saat akselerasi, 3,4 pada saat melakukan pengereman dan 4,2 pada saat melakukan gerakan belok.

#### 5. Daftar Pustaka

- [1] BPS, "Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor menurut Jenis," Jakarta, 2020.
- [2] BPS, "Luas Tanaman Perkebunan menurut Provinsi (Ribuan Hektar)," Jakarta, 2021.
- [3] G. Genta and L. Morello, *The Automotive Chassis*, Torino: Springer, 2009.
- [4] T. Hidayat, Nazarudin and Syafri, "Perancangan dan Analisis Statik Chassis Kendaraan Shell Eco Marathon Tipe Urban Concept," *Jom FTEKNIK*, vol. 4, no. 2, pp. 1-6, 2017.
- [5] H. Isworo and R. Zakaria, "Analisis Kekuatan Variasi Profil Rangka terhadap Nilai Displacement, Tegangan Normal dan Tegangan Geser pada Chassis Urban Concept Shell Eco Marathon," *ELEMEN: Jurnal Teknik Mesin*, vol. 8, no.1, pp. 70-76, 2021, doi: 10.34128/je.v8i1.159.
- [6] A. Wahab, M. Rohman, A. Saepuddin and M. Sulaiman, "Desain dan Simulasi Uji Kekuatan Chassis Mobil SEM Jenis Prototype menggunakan Material Aluminium Alloy 7075," *Prosiding SNTTM XIX*, Malang, 2021.
- [7] V. Francis, R. K. Rai, A. K. Singh, P. Kumar Singh and H. Yadav, "Structural Analysis of Ladder Chassis Frame for Jeep Using Ansys," *International Journal of Modern Engineering Research (IJMER)*, vol. 4, no. 4, pp. 41-47, 2014.
- [8] A. Sharma, P. Kumar, A. Jabbar and M. M. Khan, "Structural Analysis of a Heavy Vehicle Chassis Made of Different Alloys by Different Cross Sections," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 3, no. 6, pp. 1778-1785, 2014.
- [9] H. Abbas, D. Juma and M. M. R. Jahuddin, "Penerapan Metode Elemen Hingga Untuk Desain dan Analisis Pembebanan Rangka Chassis Mobil Model Tubular Space Frame," *ILTEK : Jurnal Teknologi*, vol. 15, no. 02, pp. 96-102, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i02.32.
- [10] A. H. Kumar and V. Deepanjali, "Design & Analysis of Automobile Chassis," *International Journal of Engineering Science and Innovative Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 187-196, 2016.
- [11] A. Singh, V. Soni and A. Singh, "Structural Analysis of Ladder Chassis for Higher Strength," *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, vol. 4, no. 2, pp. 253-259, 2014.
- [12] N. M. Ghazaly, "Applications of Finite Element Stress Analysis of Heavy Truck Chassis: Survey and Recent Development," *Journal of Mechanical Design and Vibration*, vol. 2, no. 3, pp. 69-73, 2014.
- [13] Matmatch, "ASTM A36 Standard," Matmatch GmbH, [Online]. Available: <https://matmatch.com/learn/standard/astm-a36-standard>. [Diakses 06 10 2022].