

# ANALISIS TEGANGAN VON MISES, DISPLACEMENT, DAN SAFETY FACTOR PADA RANGKA SHEEP HANDLER

<sup>1</sup>Muhammad Sultan Muzdakhi Izzuddin, <sup>2</sup>Ari Dwi Nur Indriawan Musyono

<sup>1,2</sup>Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229, Jawa Tengah

<sup>1</sup>hakisultan97@students.unnes.ac.id <sup>2</sup>ari.kecil@mail.unnes.ac.id

## Abstrak

*Sheep handler adalah alat yang dirancang untuk membantu dalam kegiatan perawatan domba sehingga menghemat waktu dan tenaga. Alat ini bekerja dengan membatasi gerakan domba untuk memudahkan dalam perawatannya. Tujuan penelitian ini yaitu untuk menentukan nilai tegangan von mises, displacement, dan safety factor dari rangka sheep handler menggunakan metode elemen hingga atau Finite Element Method (FEM) dengan software Autodesk Inventor. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan membandingkan variasi ketebalan material. Variasi hollow galvanis yang digunakan dengan ketebalan 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm, dengan beban variabel 50 kg, 75 kg, dan 100 kg. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai tegangan von mises tertinggi adalah 169,5 MPa, dan nilai perpindahan relatif kecil dengan nilai tertinggi adalah 0,8425 mm. Nilai safety factor pada ketebalan 1,2 mm dan 1,4 mm memenuhi syarat karena nilainya lebih dari 2.*

**Kata Kunci:** deformasi, faktor keamanan, FEM, sheep handler, von mises.

## Abstract

*The sheep handler is a tool to assist in sheep care activities so as saving time and effort. It works by restricting the movement of sheep to facilitate their care. This study aims to determine value of von mises stress, displacement and safety factor of the sheep handler frame using finite element method using Autodesk Inventor. The research method used quantitative descriptive by comparing variation in thickness of material. Galvanized hollow variations are used in thicknesses of 1 mm, 1.2 mm, and 1.4 mm, with variable load is 50 kg; 75 kg; and 100 kg. According to the research results, the largest von Mises stress value was 169.5 MPa, and the displacement value was relatively small with the highest value is 0.8425 mm. The safety factor values at thickness variations of 1.2 mm and 1.4 mm passes the criteria because it exceeds 2.*

**Keyword:** displacement, FEM, safety factor, sheep handler, von mises

## PENDAHULUAN

Peternakan merupakan segala aktivitas manusia yang berkaitan dengan pemeliharaan hewan ternak untuk diambil manfaat dari ternak tersebut guna memenuhi kebutuhan hidup manusia [1]. Salah satu produk pangan asal ternak yang menjadi komoditas utama peternakan yaitu telur, susu, dan daging [2]. Produk pangan tersebut merupakan hasil dari

ternak yang dapat diambil manfaat untuk kebutuhan hidup manusia [3].

Pekerjaan perawatan ternak seperti pemotongan kuku, pemeriksaan kesehatan, dan penimbangan berat ternak untuk saat ini sebagian besar masih dilakukan secara manual sehingga akan memakan waktu yang lama, terlebih pada peternakan skala besar yang memiliki ternak dalam jumlah besar [4]. Masalah yang sering dihadapi dalam

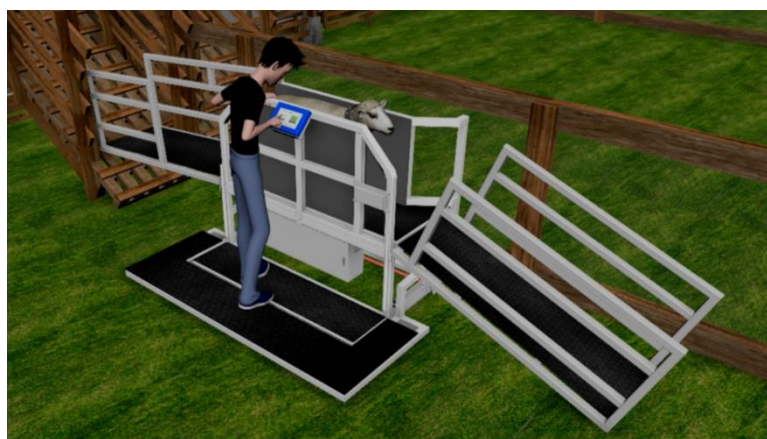
melakukan perawatan yaitu karakteristik ternak yang cenderung akan memberontak apabila bersentuhan dengan manusia. Oleh karena itu, proses perawatan ternak memerlukan alat yang dapat meminimalisir ternak bersentuhan dengan manusia.

*Sheep handler* adalah sebuah alat yang digunakan untuk membantu proses perawatan domba seperti pada Gambar 1. Kegiatan perawatan ternak yang dapat dilakukan dengan bantuan *sheep handler* yaitu pemotongan kuku, pengecekan gigi, dan penimbangan bobot domba. Mekanisme *sheep handler* yaitu dengan menjepit domba yang akan dilakukan perawatan sehingga tidak akan memberontak. Karakteristik pada domba yang cenderung berkelompok akan mempersulit mengetahui antara domba yang telah dilakukan perawatan dan yang belum dilakukan perawatan.

Faktor penting yang diperlukan dalam pembuatan sebuah benda yaitu kekuatan

terhadap pembebanan luar (*external load*) dan kelelahan material [5]. Analisis tegangan penting dalam mengetahui tegangan, deformasi kelelahan (*fatigue*) dan prediksi masa pakai yang dialami komponen untuk menentukan titik stress tertinggi atau titik kritis yang mengawali kegagalan [6].

Pada penelitian sebelumnya, FEM digunakan untuk mengetahui kekuatan perancangan rangka *gantry crane single girder* menggunakan material AISI 1045, dengan diberikan variasi pembebanan yaitu 1 Ton, 2 Ton, dan 3 Ton. Pada penelitian tersebut menghasilkan nilai *safety factor* berturut-turut sebesar 4.064 ul, 3.032 ul dan 1,774 ul. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tegangan maksimum berturut-turut sebesar 205 MPa, 410 MPa, dan 616 MPa. Berdasarkan hasil tersebut dinyatakan bahwa pembebanan 3 Ton tidak memenuhi syarat karena hasil tegangan maksimum melebihi nilai *yield strength* material AISI 1045 sebesar 530 MPa [7].



Gambar 1. Penggunaan *Sheep Handler*

Simulasi pembebanan juga dilakukan untuk menganalisis rangka pada *surgery smart chair* yang digunakan dokter bedah laparoskopi untuk mengetahui kekuatan struktur dengan hasil nilai *safety factor* 4,114 [8]. Penelitian lain yang dilakukan pada perancangan mesin *grading fish* jenis ikan lele menggunakan simulasi pembebanan yang bertujuan untuk mengetahui nilai *von mises*, *displacement*, dan *safety factor* pada rangka, sehingga rangka pada mesin tersebut sesuai dengan standar yang ditentukan [9].

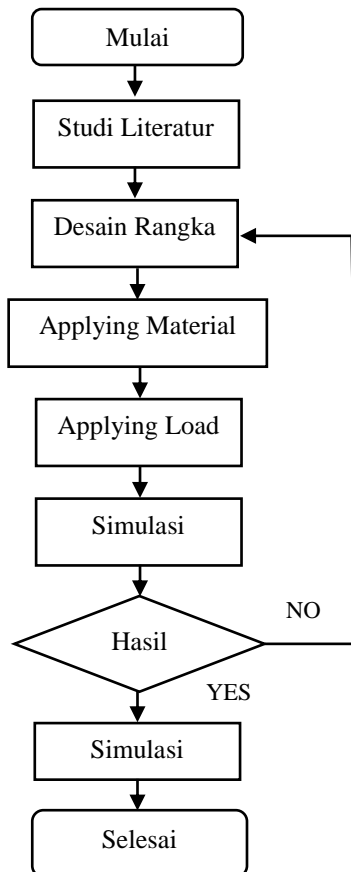
Oleh sebab itu, perlu dilakukan analisis kekuatan menggunakan metode eksperimental guna mengetahui kekuatan rangka *sheep handler* terhadap gaya statis yang terjadi. Metode eksperimental yang digunakan untuk mengetahui kekuatan desain rangka *sheep handler* berupa nilai tegangan *von mises*, *displacement*, dan *safety factor* yang dalam pengujian ini menggunakan FEM. FEM sering digunakan untuk memecahkan permasalahan dalam bidang *engineering* dengan melakukan perhitungan analisis kegagalan [10]. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui nilai *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor* pada rangka *sheep handler* dengan material hollow galvanis.

## METODE PENELITIAN

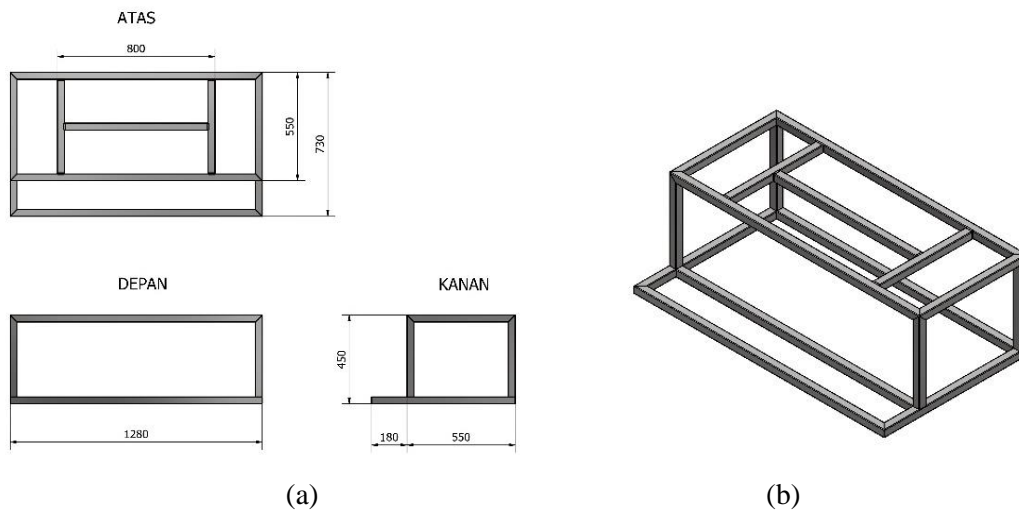
Penelitian ini dilakukan dengan bantuan *software* Autodesk Inventor 2023 yang berbasis *Finite Elemen Analysis*. FEM

merupakan metode simulasi untuk melakukan analisis struktural dan optimisasi desain [11]. FEM digunakan untuk melakukan simulasi elemen-elemen secara signifikan untuk mendapatkan hasil yang akurat [7]. FEM digunakan untuk memahami perilaku material yang berbeda dan nilai tegangan *von mises*, sehingga dapat mengetahui perilaku material dengan akurat [12]. Tegangan *von mises* digunakan untuk melakukan analisis kriteria kegagalan suatu material yang dilihat pada titik luluh material [13]. *Displacement* adalah perubahan bentuk yang terjadi pada suatu benda akibat pengaruh gaya [14]. *Safety factor* merupakan sebuah metode untuk dapat mengevaluasi desain struktur sehingga dapat diketahui kondisi struktur dapat mengalami kelelahan dan patah ketika dikenai beban [15]. Pada penelitian ini dilakukan simulasi pembebanan pada rangka *sheep handler* yang menggunakan *software* Autodesk Inventor dengan material hollow galvanis dengan ukuran 35 mm × 35 mm dengan variasi ketebalan 1 mm, 1,2 mm, dan 1,4 mm. Selanjutnya, dilakukan simulasi pembebanan pada rangka dengan variasi beban yaitu 50 kg, 75 kg, dan 100 kg.

Gambar 2 merupakan alur proses penelitian. Penelitian dimulai dengan melakukan pengumpulan data terkait dengan *sheep handler* yang telah ada. Selanjutnya dilakukan proses desain dari data yang didapatkan. Kemudian dilakukan pembebanan pada rangka sesuai dengan variasi beban yang telah ditentukan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3. Desain Rangka : (a) Dimensi Rangka, (b) Tampak Isometri/3D

Tabel 1. Sifat Material *Hollow Galvanized*

No	Properties	Steel galvanized
1.	Density ( $g/cm^3$ )	7,86
2.	Poisson's Ratio	0,3
3.	Young Modulus (GPa)	200,01
4.	Tensile Strength (MPa)	345
5.	Yield Strength (MPa)	207
6.	Shear Modulus (GPa)	75,84

Pada Gambar 3 ditunjukkan desain dari rangka *sheep handler* yang akan diberikan beban. Pada Gambar 3 (a) desain rangka disajikan dengan ukuran dari rangka, sedangkan Gambar 3 (b) merupakan desain rangka dalam 3 dimensi. Material yang digunakan yaitu *hollow galvanis* dengan ukuran 35 mm × 35 mm. Tabel 1 menunjukkan sifat material *hollow galvanis*.

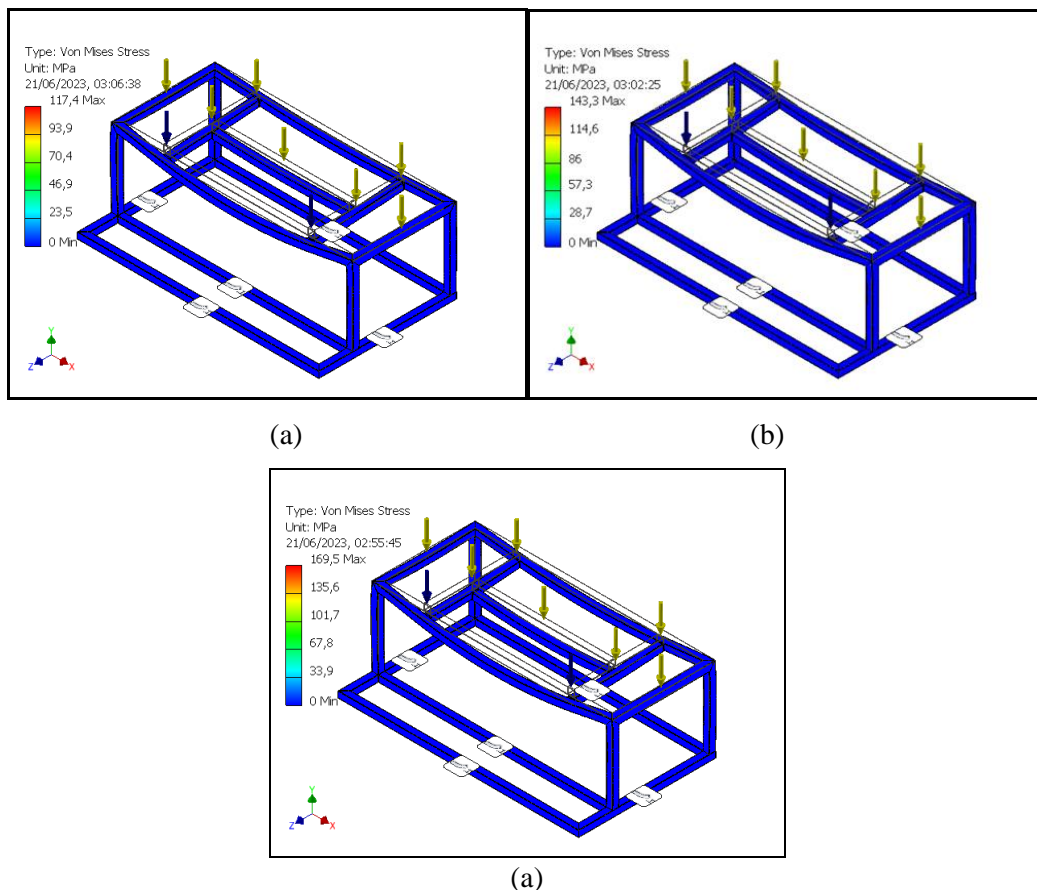
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil simulasi menunjukkan rangka

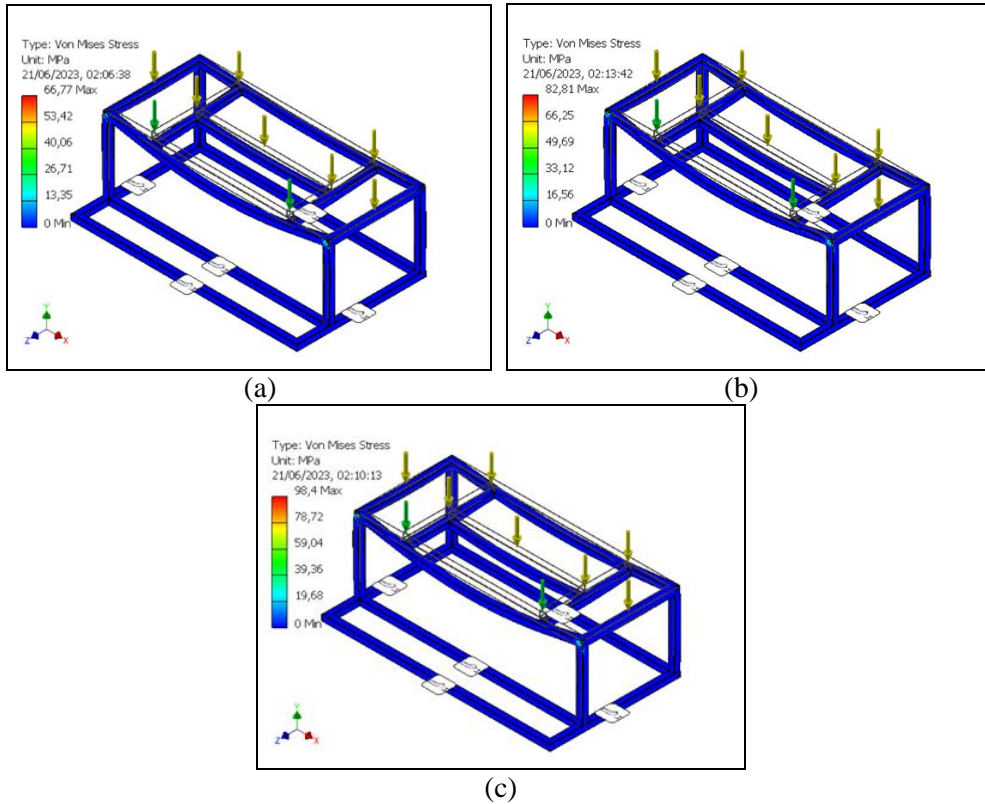
*sheep handler* menggunakan material hollow galvanis dengan ketebalan 1 mm tidak mampu menahan beban, dikarenakan nilai *safety factor* belum memenuhi standar.

### Hasil Von Mises Stress

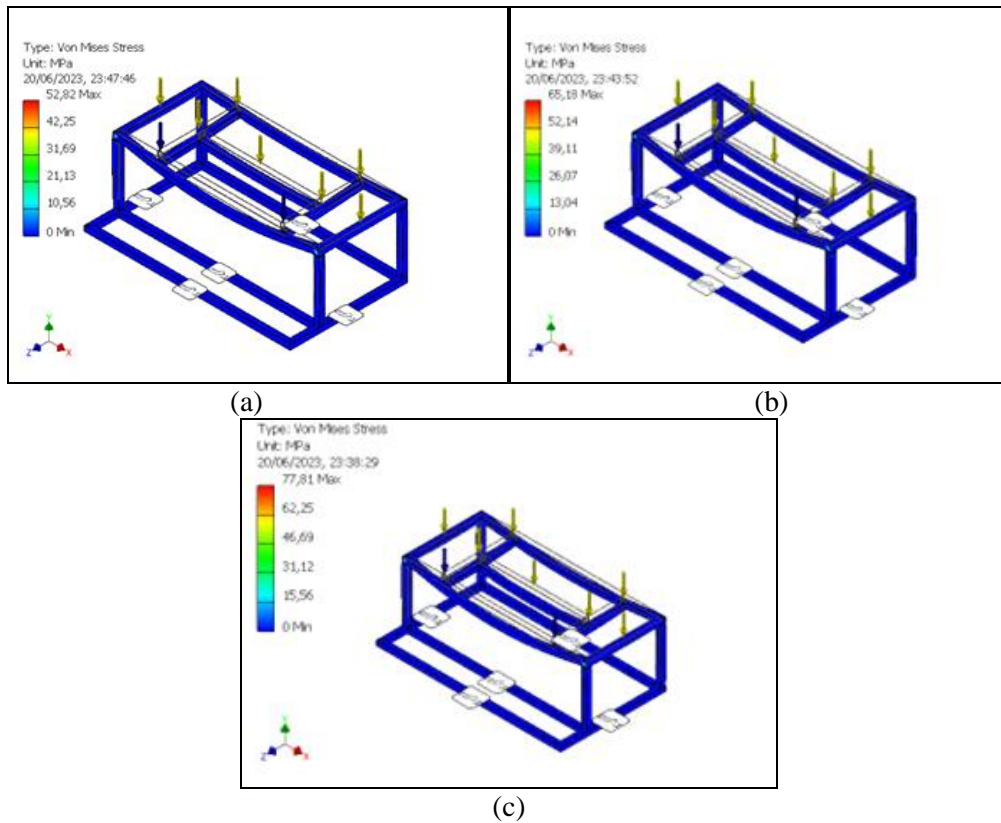
Gambar 4 menunjukkan hasil simulasi *von mises stress* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1 mm terhadap variasi beban. Nilai *von mises stress* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 117,4 MPa, 143 MPa, dan 169,5 MPa.



Gambar 4. *Von Mises Stress* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg



Gambar 5. Von Mises Stress Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg



Gambar 6. Von Mises Stress Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg



Gambar 5 menunjukkan hasil simulasi *von mises stress* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,2 mm terhadap variasi beban. Nilai *von mises stress* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 66,77 MPa, 82,81 MPa, dan 98,4 MPa.

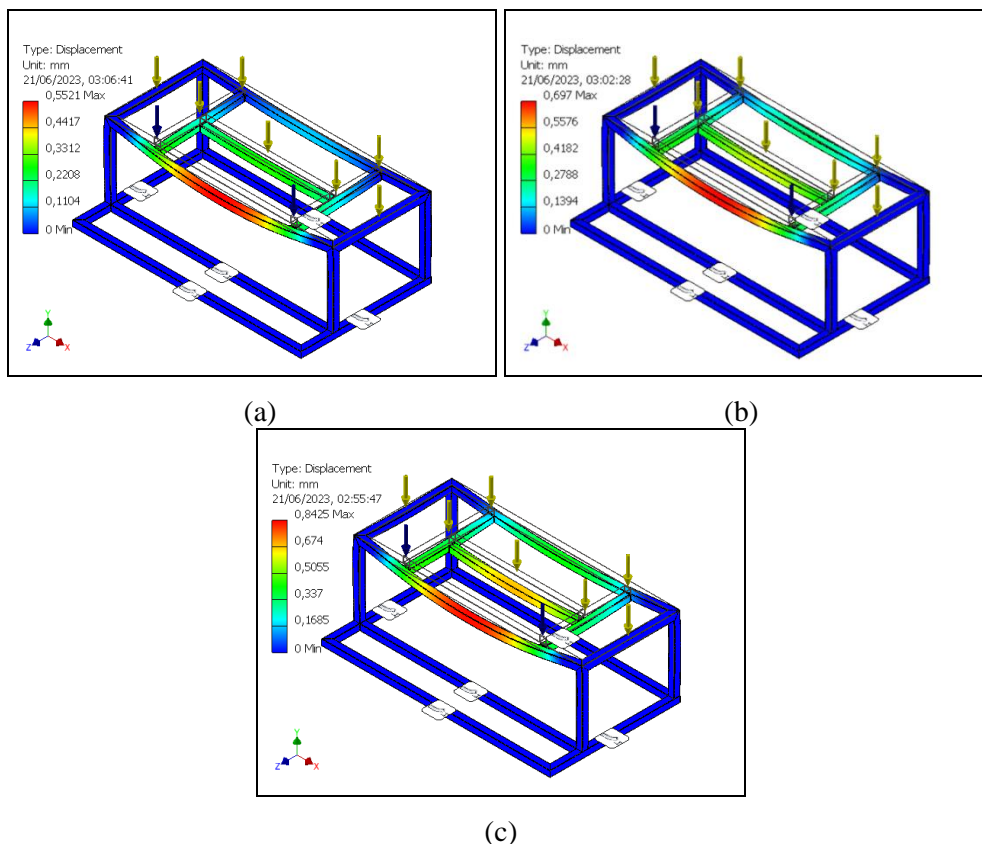
Gambar 6, menunjukkan hasil simulasi *von mises stress* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,4 mm terhadap variasi beban. Nilai *von mises stress* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 52,82 MPa, 66,18 MPa, dan 77,81 MPa.

Berdasarkan hasil simulasi pada rangka *sheep handler* pada setiap variasi ketebalan

material menunjukkan nilai *von mises stress* masih berada dibawah kekuatan luluh (*yield strength*) material hollow galvanis, yaitu sebesar 207 MPa. Nilai tegangan *von mises* yang berada dibawah batas kekuatan luluh (*yield strength*) maka dapat dikatakan aman [16].

### Hasil Displacement

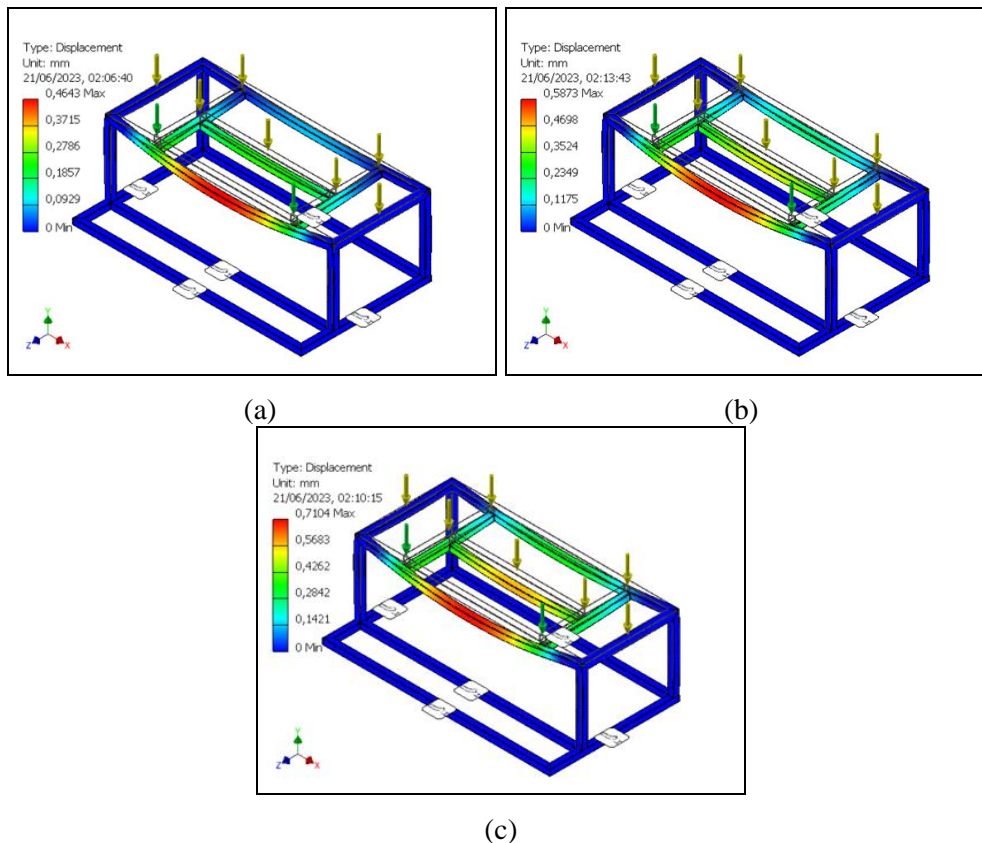
Gambar 7 menunjukkan hasil simulasi *displacement* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1 mm terhadap variasi beban. Nilai *displacement* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 0,5521 mm, 0,697 mm dan 0,8425 mm.



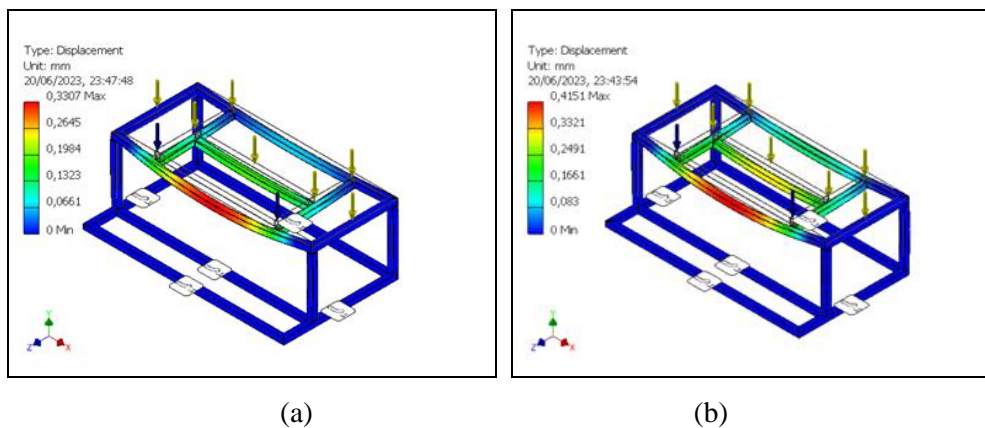
Gambar 7. *Displacement* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg

Gambar 8 menunjukkan hasil simulasi *displacement* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,2 mm terhadap variasi beban. Nilai *displacement* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 0,4643 mm, 0,5873 mm, dan 0,7104 mm.

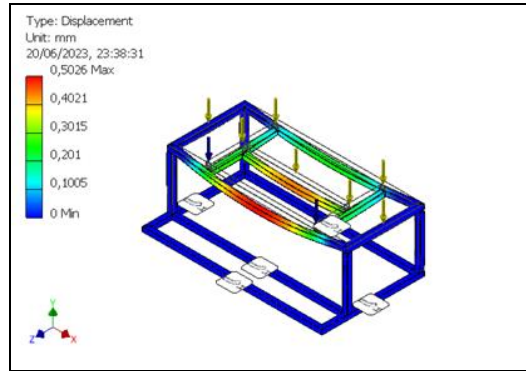
Gambar 9 menunjukkan hasil simulasi *displacement* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,4 mm terhadap variasi beban. Nilai *displacement* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 0,3307 mm, 0,4151 mm, dan 0,5026 mm.



Gambar 8. *Displacement* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg

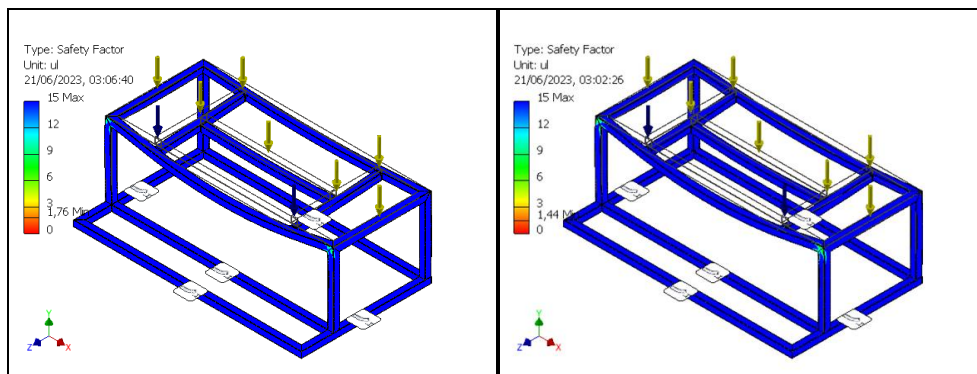






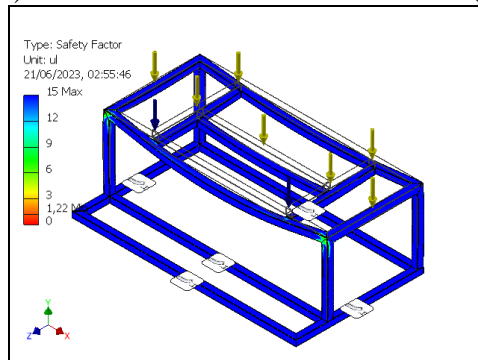
(c)

Gambar 9. *Displacement* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg



(a)

(b)



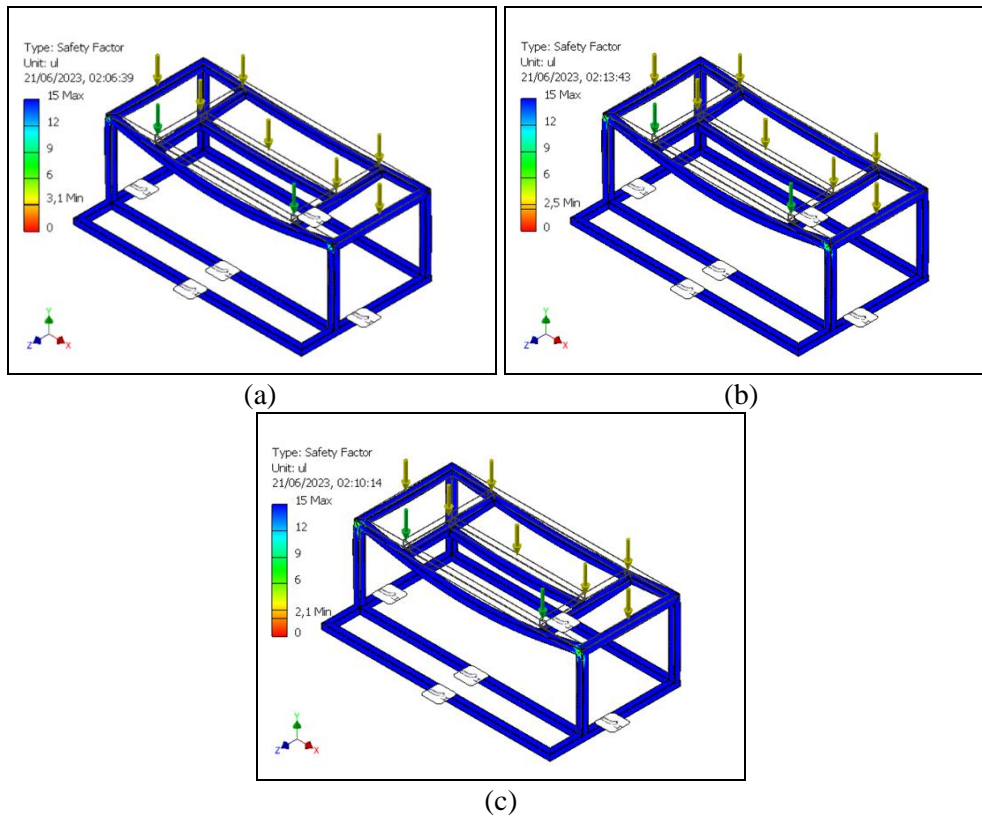
(c)

Gambar 10. *Safety Factor* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg

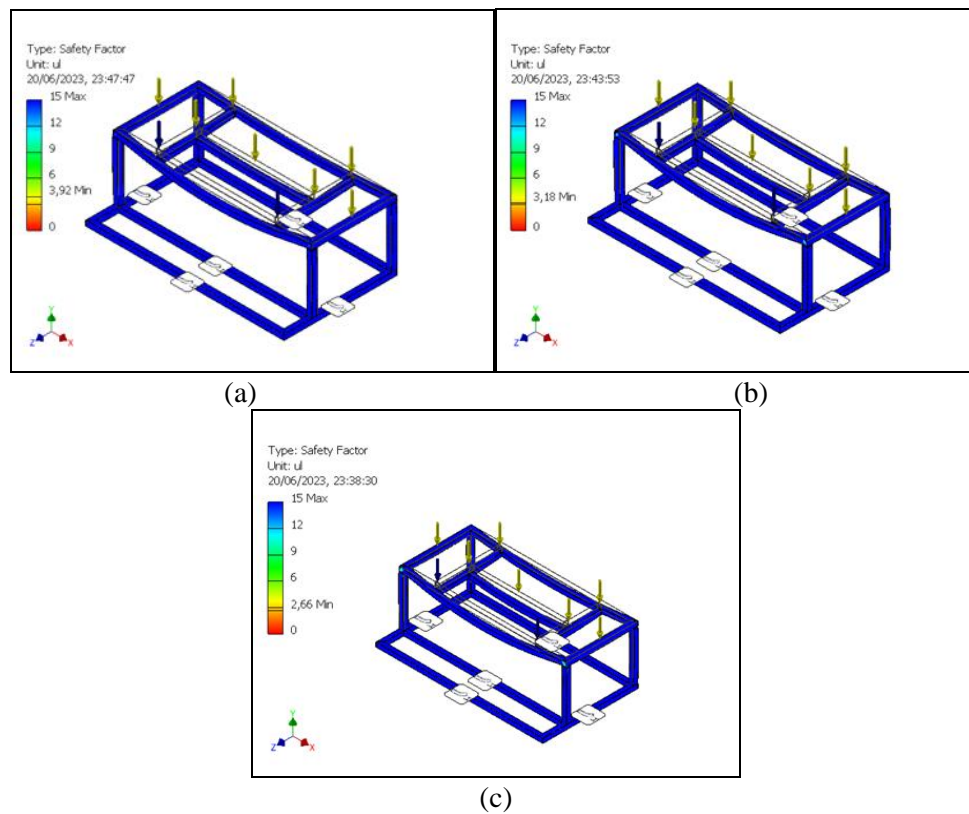
### Hasil *Safety Factor*

Gambar 10 menunjukkan hasil simulasi *safety factor* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1 mm terhadap variasi beban. Nilai *safety factor* minimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 1,76 ul, 1,44 ul, dan 1,22 ul.

Gambar 11 menunjukkan hasil simulasi *safety factor* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,2 mm terhadap variasi beban. Nilai *safety factor* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 3,1 ul, 2,5 ul, dan 2,1 ul.



Gambar 11. *Safety Factor* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg



Gambar 12. *Safety Factor* Rangka Tebal 1 mm (a) Terhadap Beban 50 kg, (b) Terhadap Beban 75 kg, (c) Terhadap Beban 100 kg

Gambar 12 menunjukkan hasil simulasi *safety factor* rangka *sheep handler* dengan ketebalan material 1,4 mm terhadap variasi beban. Nilai *safety factor* maksimal untuk beban 50 kg, 75 kg, dan 100 kg berturut-turut sebesar 3,92 ul, 3,18 ul, dan 2,66 ul.

Berdasarkan hasil simulasi pada rangka *sheep handler* menunjukkan nilai *safety factor* pada rangka dengan ketebalan material 1 mm berada dibawah standar yang dipersyaratkan untuk menerima beban dinamis. Beban dinamis yang dapat dialami oleh rangka *sheep handler* berasal dari domba yang bergerak di atas *sheep handler*. Syarat dari suatu komponen untuk dikatakan mampu menahan beban dinamis yaitu nilai *safety factor* minimalnya adalah 2 [17].

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat diperoleh kesimpulan bahwa, hasil simulasi pembebanan pada rangka *sheep handler* dengan FEM menggunakan *software* Autodesk Inventor menunjukkan rangka dengan ketebalan material 1,2 mm dan 1,4 mm masih memenuhi standar keamanan, dimana hasil pembebanan pada rangka dengan ketebalan material 1,2 mm nilai tegangan *von mises* maksimum terbesar yaitu sebesar 98,4 MPa, *displacement* sebesar 0,7104 mm dan nilai *safety factor* sebesar 2,1 ul, sedangkan hasil pembebanan pada rangka dengan ketebalan material 1,4 mm nilai tegangan *von mises* maksimum terbesar yaitu

sebesar 77,81 MPa, *displacement* sebesar 0,5026 mm dan nilai *safety factor* sebesar 2,66 ul. Pada rangka dengan ketebalan material 1 mm, hasil nilai tegangan maksimum melebihi nilai kekuatan luluh (*yield strength*) material hollow galvanis sebesar 207 MPa, sehingga tidak memenuhi standar keamanan. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan analisis lebih banyak terhadap material yang akan digunakan, sehingga dapat mengetahui kekuatan struktur yang lebih baik.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. S. Putri, "Usaha peternakan," *Kementrian Pertanian*, 2019.
- [2] C. Talib, I. Inounu, and A. Bamualim, "Restrukturisasi peternakan di Indonesia," *Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan*, pp. 1–14, 2007.
- [3] P. Sampurna, *Ilmu peternakan ternak besar*, no. 1. Bali, 2018.
- [4] P. M. N. Manege, E. K. Allo, and Bahrin, "Timbangan digital dengan kapasitas 20 kg berbasis microcontroller," *Jurnal Teknik elektro dan komputer*, vol. 6, no. 1, pp. 57–62, 2017.
- [5] E. Febrianto, J. Šístek, P. Kûs, M. Kecman, and F. Cirak, "A three-grid high-order immersed finite element method for the analysis of cad models," *CAD Computer Aided Design*, vol. 173,

- Aug. 2024, doi: 10.1016/j.cad.2024.103730.
- [6] F. A. Budiman, A. Septiyanto, Sudiyono, A. D. N. I. Musyono, and R. Setiadi, "Analisis tegangan von mises dan safety factor pada chassis kendaraan listrik tipe in-wheel," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 100–108, 2021.
- A. A. Kharisma and D. M. Yanuar, "Simulasi kekuatan rangka gantry crane single girder menggunakan metode elemen hingga (finite element analysis)," *Jurnal Ilmiah Teknologi dan Rekayasa*, vol. 28, no. 2, pp. 146–158, 2023, doi: 10.35760/tr.2023.v28i2.4606.
- [7] M. L. Ridlwan, J. Jamari, and M. Tauviqirrahman, "Analisis pembebanan tekanan pada rangka bawah surgery smart chair untuk dokter bedah laparoskopi dengan solidworks," 2022.
- [8] Badruzzaman, T. Endramawan, M. Rahmi, and J. Susandi, "Analisis kekuatan pembebanan rangka pada perancangan mesin grading fish jenis ikan lele menggunakan simulasi solidworks," *Prosiding The 11th Industrial Research Workshop and National Seminar*, pp. 259–262, 2020.
- [9] S. Capula-Colindres, G. Terán, J. C. Velázquez, A. Caballero-Rosas, E. Torres-Santillán, and D. Angeles-Herrera, "Mechanical behavior of X60 pipelines containing pitting corrosion defects based on finite element method," *Forces in Mechanics*, vol. 16. Elsevier B.V., Aug. 01, 2024. doi: 10.1016/j.finmec.2024.100278.
- [10] G. P. Kannan, K. V. Nagaraja, J. K. Madhukesh, R. S. V. Kumar, and R. N. Kumar, "An effective higher order finite element computation method for analyzing the eddy current losses in induction motors using subparametric transformations," *Partial Differential Equations in Applied Mathematics*, vol. 9, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.padiff.2024.100652.
- [11] S. H. Park, A. B. Kareem, W. J. Joo, and J. W. Hur, "FEA assessment of contact pressure and von mises stress in gasket material suitability for PEMFCs in electric vehicles," *Inventions*, vol. 8, no. 5, Oct. 2023, doi: 10.3390/inventions8050116.
- [12] M. Naufal and T. Indah Winarni, "Analisis von mises stress hip hoint pada individu usia lanjut menggunakan metode elemen hingga," *Jurnal Teknik Mesin S-I*, vol. 11, no. 1, pp. 156–159, 2023.
- [13] S. Suryady and E. A. Nugroho, "Simulasi hasil tegangan (von mises stress) pada rangka," *Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–48, 2022.
- [14] S. Simbolon and B. Kurniawan, "Simulasi kekuatan rangka mesin press papan komposit dengan variasi tekanan

- menggunakan software solidworks,”  
*Piston: Journal of Technical Engineering*,  
vol. 6, no. 1, pp. 59–67, 2022.
- [15] Z. F. Emzain, U. S. Amrullah, and A. M. Mufarrih, “Analisis elemen hingga untuk siklus berjalan pada model prostetik lentur pergelangan kaki,”  
*Jurnal Polimesin*, vol. 18, no. 2, pp. 91–98, 2020.
- [16] L. A. N. Wibawa, “Desain dan analisis kekuatan rangka meja kerja (workbench) balai lapan garut menggunakan metode elemen hingga,” *Jurnal Teknik Mesin ITI*, vol. 3, no. 1, pp. 13–17, 2019.