

# Rancang Bangun Rangka Mesin Pengolah Kompos Kapasitas 5kg/Menit

Diterima:

10 Juni 2024

Revisi:

10 Juli 2024

Terbit:

1 Agustus 2024

<sup>1\*</sup>Mufidh'ainun Mustaqim, <sup>2</sup>Yasinta Sindy Pramesti, <sup>3</sup>Irwan Setyowidodo

<sup>1-3</sup>Universitas Nusantara PGRI Kediri

<sup>1</sup>[mufidhainunmustaqim@gmail.com](mailto:mufidhainunmustaqim@gmail.com), <sup>2</sup>[yasintasindy@unpkediri.ac.id](mailto:yasintasindy@unpkediri.ac.id)

**Abstrak**—Mesin pengolah kompos ini memiliki kemampuan untuk menghancurkan atau mencacah kotoran kambing menjadi ukuran yang relatif halus sesuai dengan kebutuhan pupuk kompos. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kekuatan rangka pada mesin pengolah kompos, yang dimana bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan (*stress*) dan nilai *safety factor* pada rangka, apakah nilai analisis rangka mesin pengolah kompos ini melebihi batas *yield strength* dan aman untuk digunakan ataupun sebaliknya. Pada perancangan mesin pengolah kompos ini mempunyai dimensi  $P = 110$  cm,  $L = 40$  cm,  $T = 130$  cm. Pada perancangan mesin pengolah kompos ini menggunakan besi siku 50 x 50 mm tebal 3 mm. Berdasarkan hasil analisis penelitian didapatkan nilai maksimum *von misses stress* 79,58 MPa kurang dari nilai *yield strength* yang bernilai 250 MPa dan dinyatakan aman, *displacement* tidak ada yang berwarna indikator merah pada rangka, dan nilai minimum *safety factor* 3,86 ul melebihi dari nilai 1 ul dan dinyatakan aman.

**Kata Kunci**— *analisis kekuatan rangka; besi siku; faktor keamanan; pupuk kompos; rangka mesin; tegangan.*

**Abstract**— *This compost processing machine has the ability to crush or chop goat manure into a relatively fine size according to compost fertilizer needs. This research was conducted to analyze the frame strength of the compost processing machine, which aims to determine the stress value and safety factor value of the frame, whether the analysis value of the compost processing machine frame exceeds the yield strength limit and is safe for use or vice versa. In the design of this compost processing machine, the dimensions  $P = 110$  cm,  $L = 40$  cm,  $T = 130$  cm. In designing this compost processing machine, 50 x 50 mm angle iron with a thickness of 3 mm is used. Based on the results of the research analysis, it was found that the maximum value of von misses stress was 79.58 MPa, less than the yield strength value which was 250 MPa and was declared safe, the displacement had no red indicator on the frame, and the minimum safety factor value of 3.86 ul exceeded the value of 1 ul and declared safe.*

**Keywords**— *analysis of frame strength; angle iron; safety factors; compost fertilizer; machine frame; stress.*

---

## Penulis Korespondensi:

Mufidh'ainun Mustaqim,  
Universitas Nusantara PGRI Kediri,  
Universitas Nusantara PGRI Kediri,  
Email: [mufidhainunmustaqim@gmail.com](mailto:mufidhainunmustaqim@gmail.com)  
ID Orcid: [<https://orcid.org/register>]  
Handphone: 087858425794

---

## I. PENDAHULUAN

Dunia pertanian mempunyai peranan sangat penting dalam kehidupan masyarakat suatu negara. Ketersediaan pangan, daging dan *energy* terbaharukan tidak lepas dengan bidang pertanian. Posisi yang sangat strategis dunia pertanian dalam penyediaan bahan baku pangan

terkoneksi langsung pada pertumbuhan *sector* ekonomi suatu negara. Selain itu pada negara agraris sektor pertanian sangat menyerap tenaga kerja dalam penanggulangan pengangguran, pengurangan kriminalitas dan peningkatan kesejahteraan masyarakat tani dari hulu sampai hilir. Tugas berat yang diemban sektor pertanian terus didukung kebijakan yang pro pada sektor pertanian dan *derivatnya*. Diperkirakan pada tahun 2050 penduduk Indonesia sudah pada posisi kelima di dunia dengan populasi 322 juta jiwa, dibawah Cina, India, Negeria dan Amerika [1].

Pengembangan pertanian organik di Kabupaten Kediri dimulai sejak tahun 2013. Wilayah yang dikembangkan yaitu kecamatan kepung. Rata-rata kepemilikan lahan kelompok tani yang dibina berkisar 0.5-1 hektar. Jumlah kelompok tani secara bertahap berkembang. Direncanakan daerah pengembangan akan diperluas pada tahun 2016 hingga pertengahan tahun 2018. Sasaran daerah pengembangan selanjutnya adalah meliputi empat kelompok wilayah yaitu yang termasuk wilayah Barat yaitu di wilayah Kecamatan Semen, wilayah Utara yaitu Kecamatan Purwoasri dan wilayah Selatan yaitu Kecamatan Kras. Terdapat dua kelompok yang sedang melaksanakan sistem pertanian padi organik, baik yang masih dalam tahap transisi maupun yang telah sepenuhnya organik, sedangkan yang satu kelompok masih dalam awal pembinaan [2].

Pada umumnya, kotoran hewan mengandung unsur hara lengkap yang dibutuhkan tanaman. Pupuk kandang mengandung unsur hara makro dan mikro. Pupuk kandang padat banyak mengandung fosfor. Sementara itu, nitrogen dan kalium banyak diperoleh dari urine ternak. Unsur hara yang terkandung dalam pupuk kandang di antaranya kalsium, magnesium, belerang, natrium, besi, tembaga, dan molibdenum. Kandungan nitrogen dalam urine ternak tiga kali lebih besar dibandingkan dengan nitrogen dalam kotoran padat. Sementara itu, kandungan kalium dalam urine lebih besar lima kali lipatnya. Kotoran kambing mengandung nitrogen dan kalium lebih tinggi dibandingkan kotoran sapi. Sementara itu, kadar air pada kotoran kambing lebih rendah dibandingkan dengan kotoran sapi. Tekstur kotoran kambing yang khas sangat berpengaruh dalam proses dekomposisi, sehingga kotoran kambing lebih baik digunakan setelah dikomposkan [3].

Pupuk organik sebagai salah satu unsur penting dalam peningkatan produksi dan produktivitas sudah sejak lama dikenal dan dimanfaatkan petani. Selain mampu menyediakan berbagai unsur hara bagi tanaman, pupuk organik juga berperan penting dalam memelihara sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Seiring dengan perkembangannya, peluang memproduksi pupuk organik terbuka luas karena selain bahan bakunya melimpah dan bersifat terbarukan, jenis pupuk ini bisa dibuat dan diproduksi oleh berbagai kalangan termasuk pengusaha kecil-menengah (UKM) dengan memanfaatkan berbagai sumber limbah pertanian *insitu* (seperti sisa tanaman, sisa panen) dan limbah peternakan [4].

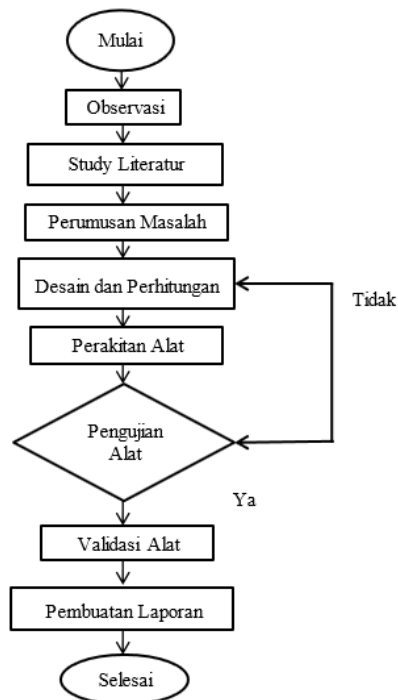
Mesin pengolah pupuk kompos kapasitas 5kg/menit dapat menjadi solusi untuk petani dalam menyiapkan pupuk kompos dengan cepat dan efisien. Mesin ini memiliki kemampuan untuk menghancurkan atau mencacah kotoran kambing menjadi ukuran yang relatif halus sesuai dengan kebutuhan pupuk kompos. Komponen utama mesin pengolah pupuk kompos kapasitas 5kg/menit adalah motor bakar (diesel), rangka, transmisi, pisau, dan pengaduk. Dengan menggunakan mesin pengolah pupuk kompos kapasitas 5kg/menit, petani dapat menghemat waktu dan tenaga dalam proses persiapan pupuk kompos.

Perancangan rangka dan struktur mesin sebagian besar merupakan seni dalam hal mengakomodasi komponen-komponen mesin. Tentu saja persyaratan teknis harus terpenuhi, ada beberapa parameter perancangan yang lebih penting meliputi hal-hal, antara lain: kekuatan, penampilan, ketahanan korosi, ukuran, pembatasan getaran, kekakuan, biaya manufaktur, berat, reduksi kebisingan, dan umur [5].

Berdasarkan pembahasan diatas, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kekuatan rangka pada mesin pengolah kompos, yang dimana bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan (*stress*) dan nilai *safety factor* pada rangka, apakah nilai analisis rangka mesin pengolah kompos ini melebihi batas *yield strength* dan aman untuk digunakan ataupun sebaliknya. Sekecil apapun gaya yang bekerja, maka benda akan mengalami perubahan bentuk dan ukuran.

## II. METODE

Penelitian ini dimaksudkan untuk merancang standar kekuatan rangka pada mesin pengolah kompos dengan proses analisa simulasi menggunakan *software autodesk inventor* dan perhitungan manual mengikuti literatur ataupun teori-teori untuk menghitung kekuatan rangka dari tegangan (*stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*). Alur proses analisa simulasi kekuatan rangka berbasis analisis *software* dan perhitungan secara aktual untuk mendapatkan nilai tegangan (*stress*), lendutan (*displacement*), dan faktor keamanan (*safety factor*) dapat dilihat pada Gambar 1.

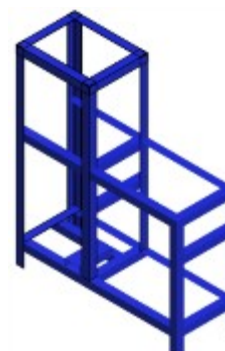
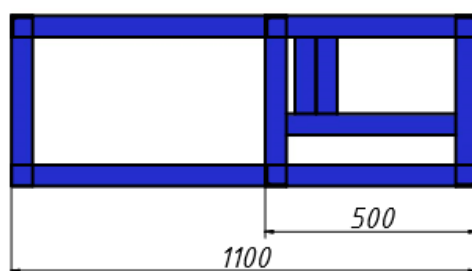


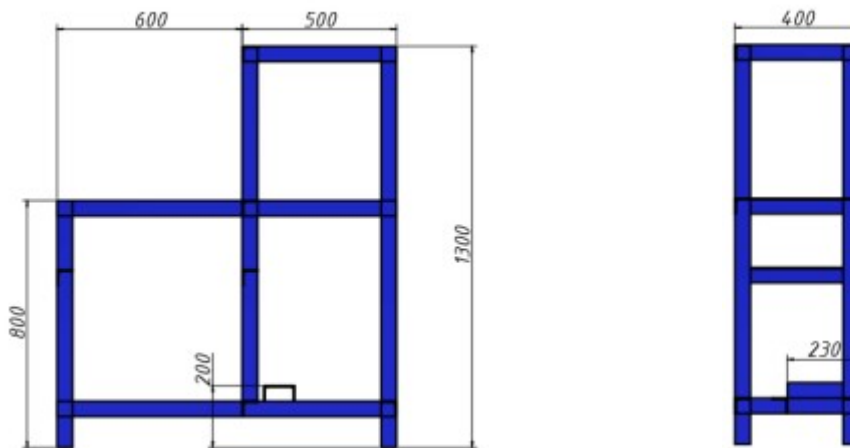
Gambar 1. *Flowchart* Prosedur Perancangan

### A. Desain Perancangan

Adapun desain perancangan meliputi dimensi rangka mesin pengolah kompos adalah sebagai berikut:

Dimensi ( $P \times L \times T$ ) atau ukuran rangka mesin pengolah kompos yaitu  $110\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 130\text{ cm}$ . Hasil dari desain rangka mesin pengolah kompos diperlihatkan pada gambar 2.





Gambar 2. Rangka Mesin Pengolah Kompos

### B. Pemilihan Material Rangka Mesin Pengolah Kompos

Pada perancangan mesin pengolah kompos ini menggunakan besi 50 x 50 mm tebal 3 mm karena menurut hasil perhitungan didapatkan nilai safety factor 3,22. Berdasarkan dobrovolsky dalam buku “machine element” rentang safety factor untuk beban dinamis adalah 2,0 – 3,0, maka untuk nilai safety factor pada besi siku 50 x 50 tebal 3 mm dinilai aman untuk perancangan karena melebihi dari nilai rentang safety factor untuk beban dinamis.

Tabel 1. Sifat Fisik Material

| Spesifikasi Besi Siku |                                     |
|-----------------------|-------------------------------------|
| Density               | 7,80 g/cc (7800 kg/m <sup>3</sup> ) |
| Tensile strength      | 60.200 – 74.700 Psi                 |
| Yield Strength        | 250 N/mm <sup>2</sup> (250 MPa)     |
| Elastic Modulus       | 200000 N/mm <sup>2</sup>            |

### C. Analisa Menggunakan Perangkat Lunak Autodesk Inventor

Analisa *Von Mises Stress* (Tegangan *Von Mises*) Teori tegangan maksimum menyatakan bahwa kegagalan akan terjadi bila tegangan utama maksimum dalam suatu komponen mencapai nilai tegangan maksimum pada batas elastis. Teori ini digunakan untuk memprediksi kegagalan material getas. Namun, pada benda elastis yang berlaku beban tiga dimensi, tegangan kompleks bakal terjadi, yang berarti bahwa pada setiap titik di dalam benda ada tekanan yang bekerja dalam berbagai arah. Kriteria *von mises* menghitung apakah kombinasi tegangan pada titik tertentu akan menyebabkan kegagalan. Tegangan *von mises* juga disebut sebagai tegangan setara atau ekuivalen [6].

Analisa *Displacement* (Perpindahan) Hasil perpindahan menunjukkan bentuk model yang cacat dari representasi skala, berdasarkan kondisi beban spesifik. Kegunaan hasil perpindahan untuk menentukan lokasi dan luasnya komponen yang akan ditekuk dan berapa banyak gaya yang dibutuhkan untuk menekuk model dengan jarak tertentu.

Analisa *Safety Factor* (Faktor Keamanan) Faktor keamanan dihitung sebagai kekuatan luluh dari materi yang dibagi dengan tegangan prinsip. Ini menunjukkan area model yang cenderung gagal di bawah kondisi bahan spesifik. Faktor keamanan yang dihitung ditunjukkan pada balok warna yang diikuti nilai minimum. Faktor keamanan kurang dari 1 menunjukkan hasil atau kegagalan permanen.

*Safety factor* dapat dicari menggunakan rumus dari buku "*Machine Element*" sebagai berikut :

- 1 Jika patokan adalah nilai dari *yield strength* digunakan,

$$SF = \frac{\text{yield strength}}{\text{max von mises stress}}$$

- 2 Jika patokan adalah nilai dari *ultimate tensile strength* digunakan,

$$SF = \frac{\text{ultimate tensile strength}}{\text{max principal stres}}$$

Menurut Dobrovolsky dari buku berjudul "*Machine Element*" tahun 1989. Rentang *safety factor* (SF) berdasarkan jenis beban adalah

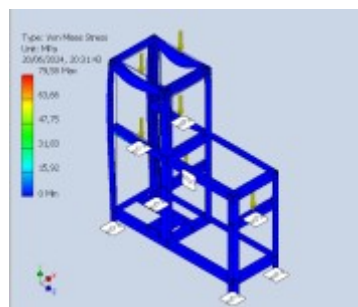
|               |              |
|---------------|--------------|
| Beban statis  | : 1,25 – 2,0 |
| Beban dinamis | : 2,0 – 3,0  |
| Beban kejut   | : 3,0 – 5,0  |

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Output* dari hasil penelitian ini adalah akan memperlihatkan hasil perbandingan perhitungan antara analisis simulasi pada *software* dan perhitungan secara aktual yang meliputi bagian perhitungan dari von misses (tegangan), displacement (lendutan), safety factor (faktor keamanan) pada rangka mesin penggiling sekam padi. Hasil perbandingan perhitungan antara analisis simulasi pada *software* dan perhitungan secara aktual adalah sebagai berikut:

#### A. Hasil Penelitian Simulasi Menggunakan *Software Autodesk Inventor* dan perhitungan teoritis

Simulasi *Von Misses Stress* yaitu tegangan yang nilainya dapat dari teori kegagalan energi distorsi. Nilai *von misses* tidak boleh lebih dari *yield strength* material, jika melebihi *yield strength* maka desain tersebut dinyatakan gagal. Hasil dari analisis simulasi *von misses* (tegangan) maksimum didapat sebesar 79,58 MPa ditandai dengan diagram berwarna merah yang berarti mendekati batas maksimum kekuatan material. Tegangan *von misses* minimum didapat sebesar 0 MPa ditandai dengan diagram berwarna biru yang berarti titik dimana tidak terjadi pembebanan. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material dan desain rangka mampu dalam menahan beban 100 kg dikarenakan hasil nilai maksimum *von misses stress* 79,58 MPa kurang dari nilai *yield strength* yang bernilai 250 MPa dan dinyatakan aman. Hasil dari simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Hasil Simulasi Tegangan *Von Misses*

Sedangkan hasil perhitungan teoritis adalah sebagai berikut:

Gaya Pembebanan

Perhitungan gaya pembebanan dengan massa atau beban total kurang lebih 100 kg pada mesin pengolah kompos adalah :

$$F = m \times g \quad (1)$$

$$\hat{=} 100 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}$$

$$\hat{=} 981 \text{ N}$$

Pembebanan Luas Permukaan

$$A = P \times L \quad (1)$$

$$\hat{=} 1100 \text{ mm} \times 400 \text{ mm}$$

$$\hat{=} 440000 \text{ mm}^2$$

Tegangan Geser

$$M = F \times \frac{1}{2} \text{ panjang rangka mesin} \quad (2)$$

$$\hat{=} 981 \text{ N} \times 550 \text{ mm}$$

$$= 539550 \text{ Nmm}$$

$$\tau_{xy} = \frac{M}{2 \cdot A \cdot b} \quad (4)$$

$$\hat{=} \frac{539550 \text{ Nmm}}{2 \times 440000 \text{ mm}^2 \times 3 \text{ mm}}$$

$$\hat{=} \frac{539550 \text{ Nmm}}{2640000 \text{ mm}^3}$$

$$\hat{=} 0,204 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Titik Berat Besi siku

Panjang dari plat siku (h) = 50 mm, sehingga untuk mencari nilai titik berat (c) adalah sebagai berikut :

$$c = \frac{h}{2} \quad (3)$$

$$\hat{=} \frac{50 \text{ mm}}{2}$$

$$\hat{=} 25 \text{ mm}$$

Momen Inersia (I)

$$I = \frac{b \times h^3}{36} \quad (4)$$

$$I = \frac{50 \text{ mm} \times (50 \text{ mm})^3}{36}$$

$$I = \frac{50 \text{ mm} \times 125000 \text{ mm}^3}{36}$$

$$I = \frac{6250000 \text{ mm}^4}{36}$$

$$I = 173611,11 \text{ mm}^4$$

Tegangan Normal ( $\sigma_t, \sigma_x$ )

$$(\sigma_t) \hat{=} \frac{539550 \text{ Nmm} \times 25 \text{ mm}}{173611,11 \text{ mm}^4}$$

(7)

$$i \frac{13488750 \text{ Nmm}^2}{173611,11 \text{ mm}^4}$$

$$i 77,70 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$i 77,70 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_t = i \sigma_x$$

Maka didapat nilai  $\sigma_x$  sebesar 77,70 MPa.

Tegangan Maksimum *Von Mises* ( $\sigma_{max}$ )

$$(\sigma_{max}) = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x - \sigma_y}{2}\right)^2 + (T_{xy})^2} \quad (5)$$

$$(\sigma_{max}) = \frac{77,70 \text{ Mpa} + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{77,70 - 0}{2}\right)^2 + (0,204)^2}$$

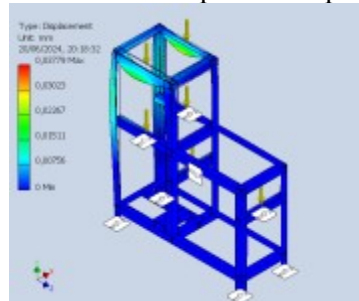
$$(\sigma_{max}) = 38,85 + \sqrt{1509,3225 + 0,041616}$$

$$(\sigma_{max}) = 38,85 + \sqrt{1509,364116}$$

$$(\sigma_{max}) = 38,85 + 38,85$$

$$(\sigma_{max}) = 77,70 \text{ Mpa}$$

Simulasi *Displacement* Hasil *displacement* maksimum pada rangka mesin pengolah kompos menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0,038 mm ditandai dengan diagram berwarna merah dimana pada titik tersebut terjadi pembebanan yang cukup besar. Nilai *displacement* minimum sebesar 0 ditandai dengan diagram berwarna biru dimana pada titik tersebut tidak terjadi pembebanan berlebih. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material aman dari segi *displacement* dikarenakan di gambar analisis tidak ada yang berwarna merah. Hasil *displacement* pada *software autodesk inventor* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Kontur *Displacement* pada Rangka

Sedangkan hasil perhitungan teoritis adalah sebagai berikut:

*Displacement*

$$\delta = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I} \quad (9)$$

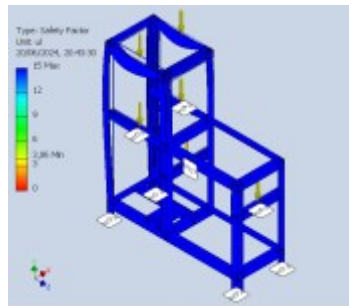
$$\delta = \frac{981 \text{ N} \times (400)^3}{48 \times 200000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \times 173611,11 \text{ mm}^4}$$

$$\delta = \frac{981 \text{ N} \times 64000000 \text{ mm}^3}{1666666656000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\delta = \frac{62784000000 \text{ Nmm}^3}{1666666656000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}}$$

$$\delta = 0,038 \text{ mm}$$

Simulasi *Safety Factor* Hasil simulasi menggunakan *software autodesk inventor* pada rangka mesin pengolah kompos didapat nilai *safety factor* minimum sebesar 3,86 ul. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material dan desain rangka mampu dalam menahan beban 100 kg dikarenakan hasil nilai minimum *safety factor* 3,86 ul melebihi dari nilai 1 ul dan dinyatakan aman. Hasil simulasi *safety factor* pada *software autodesk inventor* dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 5. Nilai *Safety Factor* pada rangka

Sedangkan hasil perhitungan teoritis adalah sebagai berikut:

*Safety Factor*

$$SF = \frac{S_y}{\sigma_{max}} \tag{10}$$

$$SF = \frac{250 \text{ Mpa}}{77,70 \text{ Mpa}}$$

$$SF = 3,22$$

B. Hasil Analisis Perhitungan Teoritis dan Simulasi

Perhitungan secara teoritis dan software ini amatlah penting untuk memastikan selisih kesalahan dari kedua perhitungan tersebut sebagai pendukung dari hasil perhitungan yang dilakukan. Tabel hasil berdasarkan perhitungan teoritis dan hasil simulasi beban statik menggunakan *software autodesk inventor* ditunjukkan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Perhitungan dan Simulasi Rangka

| N0 | Analisa yang dilakukan     | Hasil perhitungan teori | Hasil simulasi <i>software autodesk inventor</i> |
|----|----------------------------|-------------------------|--|
| 1  | Tegangan <i>Von Misses</i> | 77,70 MPa               | 79,58 MPa  |
| 2  | <i>Displacement</i>        | 0,038 mm                | 0,038 mm   |
| 3  | <i>Safety Factor</i>       | 3,22                    | 3,86   |

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil perancangan ini diharapkan dapat membantu petani dalam masalah menyiapkan pupuk kompos. Hasil perancangan ini dapat disimpulkan bahwa konstruksi rangka mesin pengolah kompos kapasitas 5kg/menit yang terbuat dari besi siku sangat kuat dan aman.

Dapat disimpulkan bahwa rangka mesin pengolah kompos memiliki dimensi ukuran keseluruhan rangka panjang 110cm, lebar 40cm, tinggi 130cm dengan jenis material besi siku



dengan ukuran 5cm x 5cm tebal 3 mm. Dengan hasil perhitungan tegangan *von misses* mendapat nilai 77,70 MPa, *displacement* mendapat nilai 0,038 mm dan *safety factor* mendapat nilai 3,22 ul. Sedangkan hasil simulasi menggunakan *software autodesk inventor* mendapatkan hasil perhitungan tegangan *von misses* 79,58 MPa, *displacement* mendapat nilai 0,038 mm dan *safety factor* mendapat nilai 3,86 ul. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material dan desain rangka mampu dalam menahan beban 100 kg dikarenakan hasil nilai maksimum *von misses stress* 79,58 MPa kurang dari nilai *yield strength* yang bernilai 250 MPa dan dinyatakan aman. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material aman dari segi *displacement* dikarenakan di gambar analisis tidak ada yang berwarna merah. Hasil simulasi menunjukkan bahwa material dan desain rangka mampu dalam menahan beban 100 kg dikarenakan hasil nilai minimum *safety factor* 3,86 ul melebihi dari nilai 1 ul dan dinyatakan aman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. S. Latumahina, H. Hafid, P. Hadi, A. Mutolib, Y. Arifien, M. asir, C. M. Wattimena, V. Sarasi, A. K. H. Hasibuan, L. N. Afifah, Azhar, P. K. Widyaputra dan A. P. Sujalu, *Pertanian, Kehutanan dan Kemakmuran Petani*, Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung, 2021.
- [2] W. Artini, “Kebutuhan Petani Untuk Pengembangan Usaha Tani Padi Organik (Studi Kasus Terhadap Kelompok Petani Padi Organik di Kabupaten Kediri),” *Jurnal Agrinika*, vol. 1, no. 1, pp. 12-26, 2017.
- [3] A. S. Parnata, *Meningkatkan Hasil Panen dengan Pupuk Organik*, Jakarta Selatan: PT AgroMedia Pustaka, 2010.
- [4] V. Darwis dan B. Rachman, “Potensi Pengembangan Pupuk Organik Insitu Mendukung Percepatan Penerapan Pertanian Organik,” *Forum Penelitian Agro Ekonomi*, vol. 31, no. 1, pp. 51-65, 2013.
- [5] R. Nur dan M. A. Suyuti, *Perancangan Mesin-Mesin Industri*, Yogyakarta: Deepublish, 2018.
- [6] L. A. N. Wibawa, *Simulasi Kekuatan Komponen Sarana Pengujian Roket Menggunakan Autodesk Inventor Professional 2017*, solo: bukukatta, 2018.
- [7] M. A. D. Pratama, “Rancang Bangun Rangka Mesin Pencacah Plastik Kemasan,” *Universitas Sebelas Maret*, 2012.
- [8] Gunawan, A. Arifin, I. Yani, D. K. Pratiwi, Barlin dan D. Adanta, “Pemanfaatan Mesin Pengolahan Multifungsi Pada Usaha Ternak Kambing Yang Dikelola Petani Karet,” *Jurnal Pengabdian Community*, vol. 3, no. 3, pp. 76-80, 2021.
- [9] Jasman, E. Indriawan, Primawan, B. Rahim dan C. Andriani, “Aplikasi Tepat Guna Mesin Penggiling Kotoran Kambing,” *IRPI Publisher*, vol. 3, no. 2, pp. 90-100, 2023.
- [10] H. Suropto, Sukarman, Aprizal, Y. Rizal dan S. Anwar, “Pembuatan Mesin Pencacah Single Blade Kapasitas 100 kg/jam dengan Metode Pahl & Beitz,” *APTEK*, vol. 13, no. 2, pp. 83-89, 2021.