

Available online at: <https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/JOTI>

Jurnal Optimasi Teknik Industri

| ISSN (Print) 2656-3789 | ISSN (Online) 2657-0181 |



Perancangan Alat Penyimpanan Rebung Ergonomis Menggunakan Metode Reverse Engineering pada UMKM Pengolahan Rebung

Khoirul Annas^{1}, Diella Neysa Efonda², Faizal Latif³, Nur Islahudin⁴*

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Industri, Universitas Dian Nuswantoro, Semarang

*Corresponding author: khoirulans53@gmail.com

ARTICLE INFORMATION

Received: 4 Februari 2024
Revised: 20 Februari 2024
Accepted: 28 Februari 2024
Available online: 30 Maret 2024

KATA KUNCI

Ergonomi
Reverse Engineering
Von Mises Stress
Displacement
Safety Factor

ABSTRAK

Perancangan Alat Penyimpanan Rebung Ergonomis Menggunakan Metode Reverse Engineering pada UMKM Pengolahan Rebung. UMKM ini salah satu pemasok rebung rebung bambu petung dan ampel yang diolah pada alat penyimpanan yang konvensional dan sederhana. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat sesuai dengan kebutuhan user needs dalam meningkatkan kualitas rebung. Metode perancangan menggunakan reverse engineering dengan penunjang konsep antropometri untuk perancangan desain yang ergonomis. Konsep antropometri dilakukan pada alat konvensional dengan uraian tinggi berdiri tegak, jangkauan tangan ke depan, tinggi bahu berdiri. Hasil penelitian ini kemudian dilakukan rancangan desain dan analisis pengujian simulasi desain untuk uji beban rangka. Analisis von mises stress mendapatkan hasil maksimal tegangan pada area pertama sebesar 186.609 MPa. Area kedua dengan nilai sebesar 20.027 MPa dan area ketiga dengan nilai sebesar 5.058 MPa.

I. PENDAHULUAN

Ibu kota Semarang merupakan salah satu kota imigrasi Etnis Tionghoa karena memiliki *Feng Shui* yang menarik. Salah satunya kuliner dengan ikonik lumpia rebung. Rebung yang dijadikan isian lumpiah berasal dari tunas bambu muda yang diawetkan pada tempat penyimpanan. Selain digunakan isian lumpiah, dapat dijadikan olahan makanan lain seperti, sayur lodeh dan menu makanan lainnya. Karena rebung mempunyai cita rasa yang lezat dan memiliki kaya akan nutrisi dan serat. Rebung mengandung berbagai protein, karbohidrat, thiamin, lemak, riboflavin, mineral serta vitamin A dan C [1]. Sehingga rebung dijadikan potensi besar perekonomian di kota Semarang yang diproduksi dan diolah di berbagai UMKM kota Semarang. Salah satunya adalah UMKM Pengolahan Rebung Ibu SZ.

UMKM pengolahan rebung ibu SZ berlokasi di Desa Karangumpul RT 03/RW 01 merupakan salah satu pemasok rebung dengan berbagai macam rebung seperti, rebung bambu petung dan rebung bambu ampel yang diolah di rumah produksi ibu SZ. Pengolahan dalam penyimpanan pada rumah produksi masih bersifat sederhana dan *perishable*, mudah membusuk dalam waktu relatif singkat.

Berdasarkan hasil pengamatan dan observasi pada UMKM pengolahan rebung ibu SZ pembusukan yang dialami disebabkan oleh pengaruh adanya sirkulasi udara luar ke dalam tempat penyimpanan, pemerataan bahan pengawet rebung berupa trawas yang tidak merata, dan kejernihan air yang dapat merubah warna rebung. Permasalahan ini mampu merugikan UMKM hingga 3 ton, sehingga berdasarkan alasan tersebut penulis ingin merancang alat yang sederhana dengan mekanisme yang sama

untuk mengantisipasi kerugian dan meningkatkan kualitas rebung.

Reverse Engineering merupakan metode yang sesuai untuk melakukan perancangan dengan analisis suatu produk sesuai dengan kebutuhan konsumen untuk perancangan produk sejenis [2]. Proses desain dengan mempertimbangkan *user needs* dan fungsi produk yang spesifik [3].

Software fusion 360 merupakan pengembangan dari Autodesk untuk merancang dan menguji produk. Aspek dari *software* ini berupa fitur yang spesifik dan fungsional, keandalan dalam evaluasi desain yang kompleks, cepat dalam merepons input pengguna[4]. Sehingga penelitian ini penulis menggunakan *software fusion 360* dalam merancang desain.

II. METODE

Perancangan berdasarkan aspek ergonomis sebagai acuan desain dalam menentukan ukuran suatu produk menggunakan data *antropometri* sebagai penunjang dalam perancangan alat menggunakan *reverse engineering* [5].

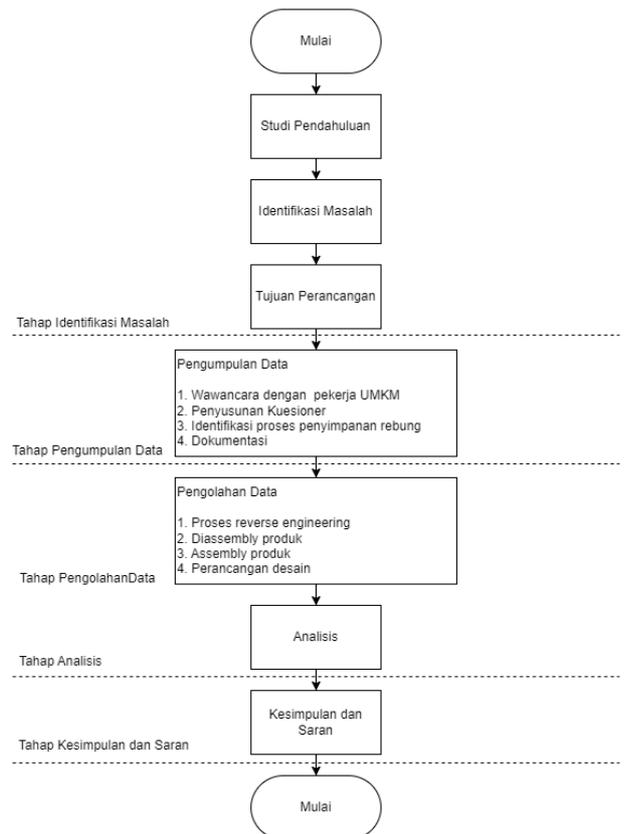
1. Aspek Ergonomi

Aspek ergonomi diartikan sebagai aturan dari sistem kerja untuk mencegah cedera akibat menurunkan atau mengangkat beban, serta mengolah kerja dalam meningkatkan kualitas kerja. Tujuan dari aspek ergonomi merupakan untuk meningkatkan kesejahteraan fisik dan meminimalkan kerusakan alat akibat *human error*[6]. Sehingga untuk menganalisis suatu sistem kerja diperlukan analisis antropometri untuk mengukur dimensi tubuh pekerja. Pemilihan dimensi meliputi:

- Tinggi Berdiri Tegak (TBT) untuk mengetahui ukuran dari tinggi frame produk
- Jangkauan Bahu Berdiri (JTD) untuk mengetahui lebar dari tutup penyimpanan
- Tinggi Bahu Berdiri (TBB) untuk mengetahui ukuran tinggi drum filter dan drum tawas pada produk

2. Metode *Reverse Engineering*

RE merupakan duplikasi produk dengan model geometri CAD dari model yang sudah ada dengan cara pemindahan [7].



Gambar 1. Flowchart Proses Penelitian

a. Identifikasi masalah

Penelitian dilakukan pada UMKM Pengolahan Rebung Ibu SZ dengan mengidentifikasi masalah secara wawancara dan observasi langsung dengan pemilik UMKM.

b. Pengumpulan data

Pengumpulan data dilakukan dengan studi lapangan dan studi literatur. Penyusunan kuisisioner juga dilakukan untuk mendapatkan *user need* dan memperkuat perancangan desain produk

c. Pengolahan data

Data yang didapatkan diolah dengan perhitungan antropometri untuk mendapatkan hasil desain yang ergonomis. Kemudian merancang dengan metode *reverse engineering*.

d. Tahap analisis

Dari hasil desain dengan metode duplikasi, maka dilakukan uji rangka dengan analisis von mises stress, displacement, dan *safety factor* untuk memastikan tahap *reverse engineering* sesuai dan aman digunakan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuisisioner

Pengisian kuisisioner diberikan kepada rumah produksi pengolah rebung dengan tujuan mengetahui

user needs, kemudian *user needs* dikonversikan menjadi atribut sebagai prediksi fungsional produk. *User need* dapat dilihat pada (Tabel 1)

Tabel 1. Respon Teknis

No	Respon Teknis	Spesifikasi
1	Bahan	Bahan dasar plastik dilengkapi penutup yang kedap udara
2	Design	Rancangan desain modern
3	Ukuran	Ukuran sesuai dengan pengguna atau pekerja di UMKM Ibu SZ
4	Biaya	Biaya produksi alat dibawah 5 juta
5	Sistem	Dapat dimonitor dan dikendalikan jarak jauh

Dengan adanya *user needs*, perancangan desain yang ergonomis untuk kenyamanan dan kepuasan pengguna dapat diukur dengan data antropometri untuk mengurangi resiko cedera karena produk yang tidak sesuai dengan dimensi tubuh dan perancangan yang ergonomis [8][9].

Data Antropometri

Berikut ini merupakan tabel data dimensi antropometri pekerja yang ada di UMKM Ibu SZ dapat dilihat pada (Tabel 2)

Tabel 2. Dimensi Antropometri

TBT	JTD	TBB
145,00	65,00	135,00
150,00	68,00	145,00
155,00	70,00	148,00

Uji Kecukupan Data

Berikut ini merupakan contoh perhitungan N' dimensi TBT

$$N' = \left[\frac{k / s \sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2}}{\sum X} \right]^2$$

$$N' = \left[\frac{2 / 0,05 \sqrt{3 \times 202500 - (489,90)^2}}{489,90} \right]^2$$

$$N' = 1,19$$

$$N' < N$$

1,19 < 3, maka data dinyatakan cukup.

Keterangan :

Tingkat kepercayaan = 95%

Maka, $k = 2$

Apabila $N' < N$, maka data dinyatakan **CUKUP**

Hasil uji kecukupan data dapat dilihat pada (Tabel 3), yang kemudian diolah dengan hasil (Tabel 4) dan didapat pemilihan ukuran (Tabel 5)

Tabel 3. Uji Kecukupan Data

Dimensi	N	N'	Hasil
TBT	3	1,19	Cukup
JTD	3	1,48	Cukup
TBB	3	2,43	Cukup

Tabel 4. Pengolahan Data Antropometri

Keterangan	TBT	JTD	TBB
Std Deviasi	10,00	2,52	14,98
Rata-Rata	150,00	67,67	142,67
Xbar	150,00	67,67	142,67
BKA	170,00	72,70	172,62
BKB	130,00	62,63	97,74
N'	1,19	1,48	2,43
P5	113,55	58,49	73,11

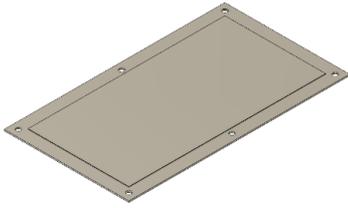
Tabel 5. Pemilihan Ukuran

	P5	Alasan pilih dimensi	Alasan pilih persentil
TBT	113	Tinggi berdiri tegak digunakan untuk mengetahui ukuran dari tinggi produk penyimpanan rebung berbasis IoT dari frame hingga box trawas dan filter	Tinggi berdiri tegak menggunakan persentil 5, dikarenakan menyesuaikan ukuran tubuh pekerja terpendek, agar semua pekerja dapat menggunakan dengan baik
JTD	58	Jangkauan tangan kedepan digunakan untuk mengetahui lebar box penyimpanan rebung berbasis IoT	Jangkauan tangan ke depan menggunakan persentil 5, karena diambil dari penyesuaian pekerja terpendek
TBB	73	Tinggi bahu berdiri digunakan untuk mengetahui ukuran tinggi frame	Tinggi berdiri tegak menggunakan persentil 5, dikarenakan menyesuaikan ukuran tubuh pekerja terpendek, agar semua pekerja dapat menggunakan dengan baik

Konsep Desain

1. Modifikasi Tutup Penyimpanan

Penggunaan tutup sebelum perbaikan desain hanya menggunakan plastik yang direkatkan menggunakan karet. Hal ini mengakibatkan masih adanya cela sirkulasi udara luar masuk. Modifikasi desain tutup penyimpanan pada gambar 2.

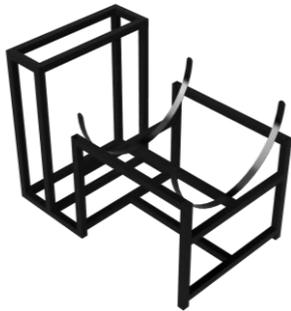


Gambar 2. Tutup Drum

Pada desain terbaru penutup dibuat dengan bahan besi & Stainless untuk memaksimalkan kerapatan penutup.

2. Penambahan *Frame*

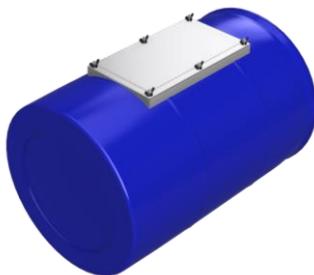
Dari hasil diskusi dengan pengguna produk sebelumnya tempat penyimpanan tanpa adanya *frame*, mengakui dapat menyebabkan cedera tubuh akibat pengambilan dan penaruhan rebung. Penambahan *frame* alat penyimpanan pada gambar 3.

Gambar 3 Modifikasi *Frame*

Hasil modifikasi desain dengan penambahan *frame* dapat memberi dukungan tubuh yang optimal dengan penyesuaian pengguna.

3. Modifikasi Posisi Drum Penyimpanan

Drum pada penyimpanan konvensional masih dalam posisi vertikal, hal ini dapat diakui pengguna kesulitan dalam akses bagian terbawah drum dan butuhnya tekanan pada tubuh ketika posisi badan membungkuk. Sehingga dari pengakuan pengguna penulis memodifikasi drum penyimpanan dengan keadaan horizontal untuk distribusi beban yang merata. Modifikasi posisi drum penyimpanan pada gambar 4.



Gambar 4. Desain Posisi Drum Horizontal

4. Penambahan Drum Tawas dan Filter

Penyimpanan konvensional sebelum modifikasi tidak adanya pemisah tawas dan penyaringan air keruh, hal ini salah satu penyebab dari perubahan warna rebung yang sebagian konsumen menganggap bahwa rebung busuk. Sehingga dari diskusi pengguna diperlukan drum tawas dan drum filter air pada alat penyimpanan untuk membantu menjaga kualitas air, selain itu pengguna juga mudah mengakses alat dalam membersihkan atau mengganti isi drum. Penambahan drum tawas dan filter pada gambar 5.



(a)

(b)

Gambar 5. (a) Desain Drum tawas, (b) Desain Drum Filter

5. Penambahan Pembuangan Air

Pada drum penyimpanan konvensional tidak adanya pembuangan air yang mengharuskan proses pembuangannya mengangkat drum besar yang dapat menyebabkan cedera pada tubuh dan membutuhkan tenaga ekstra saat proses pembuangan air. Penambahan pembuangan air pada gambar 6.



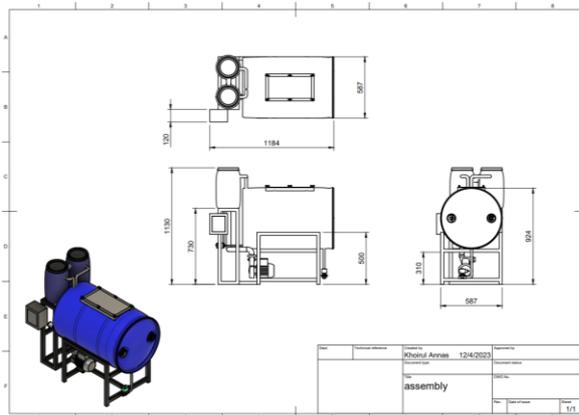
Gambar 6. Pembuangan Air

Hasil Desain

Hasil perancangan desain dengan metode reverse engineering menggunakan *software fusion 360* dapat dilihat pada (Gambar 7) dengan desain 2D (Gambar 8)



Gambar 7. Desain Alat Penyimpanan Rebung



Gambar 8. Desain 2D

Perancangan alat penyimpanan rebung ini menggunakan komponen rangka besi *hollow*. Spesifikasi alat penyimpanan rebung sebagai berikut:

1. Jenis alat : Penyimpanan
2. Rangka alat : Besi hollow
3. Ukuran : 118 x 58 x 113
4. Penyimpanan : 200 liter
5. Trawas : 30 liter
6. Berat : > 20 kg

Bahan Pembuatan

Berikut merupakan bahan yang diperlukan dalam perancangan produk alat penyimpanan rebung dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6 Bahan Pembuatan

No	Komponen	Bhn	Uk	Des
1	Frame	Besi Hollow	118 x 58 x 113	Buat
2	Drum	Plastik	200 liter	Beli
3	Drum Trawas	Plastik	30 liter	Beli
4	Drum Filter	Plastik	30 liter	Beli
5	Panel Box	Stainless	40 x 15 x 30	Beli
6	Solenoid Valve	Brass	½ inch	Beli
7	Pipa	Plastik	1 inch	Beli

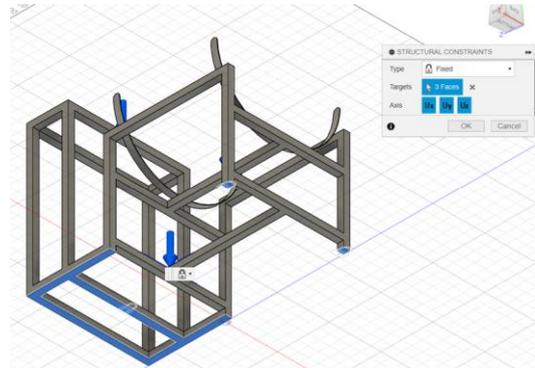
8	Water Pump	Iron	-	Beli
9	Pump Filter	Plastik	-	Beli
10	Selang	Karet	-	Beli
11	Tutup	Besi & Stainless	46 x 26	Buat
12	Wing Nut	Stainless	M8	Beli
13	Bolt	Stainless	M8	Beli
14	Knee Pipa	Pvc	1 inch	Beli
15	Karet	Karet	-	Beli

Analisis dan Evaluasi Hasil Uji Beban Rangka

Setelah melakukan perancangan desain, sebelum alat diproduksi langkah selanjutnya adalah melakukan uji kelayakan desain dengan melakukan simulasi pada fusion 360 [10].

1. Fixture

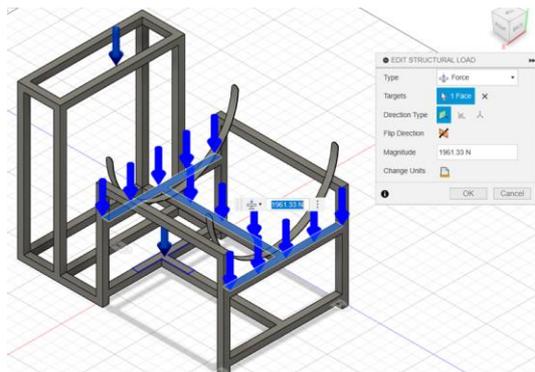
Pencekaman proses analisis awal dalam pengujian suatu desain yang dikembangkan. Pengujian menggunakan simbolisasi pada bagian yang fixed atau dibuat tidak bergerak, seperti bagian kaki rangka [4]. Proses fixture pada perancangan desain ditempatkan pada empat kaki rangka pada gambar 9.



Gambar 9. Pemberian Fixture

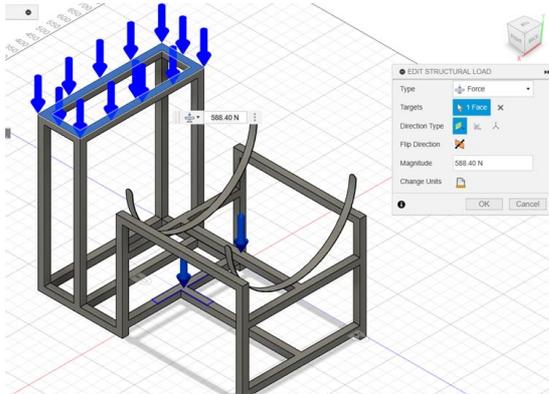
2. Force (Pemberian Beban)

Uji beban dilakukan pada rangka atas yang menumpu komponen drum penyimpanan rebung dengan beban total 1961.33 N yang dapat dilihat pada gambar 10.



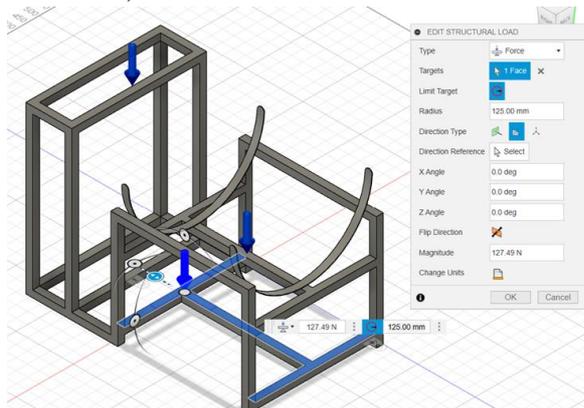
Gambar 10. Pemberian Beban Area 1

Pemberian beban rangka area 2 dilakukan pada area rangka sisi kiri. Area ini menumpu komponen drum tawas dan drum *filter* dengan total beban 588.40 N (Gambar 11)



Gambar 11. Pemberian Beban Area 2

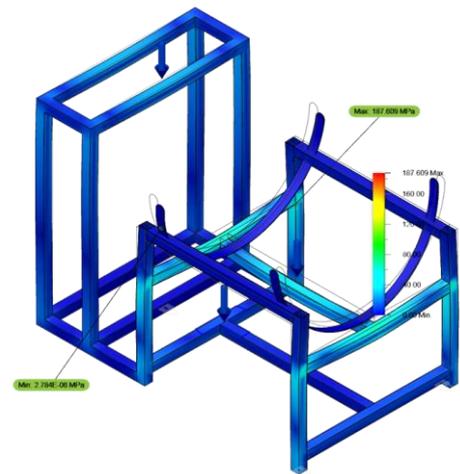
Dan uji beban rangka area 3 pada rangka bawah frame dengan berat beban 127.49 N dan radius 125 mm. Bagian ini menumpu komponen water pump (Gambar 12)



Gambar 12 Pemberian Beban Area 3

3. Analisis *Von Mises Stress*

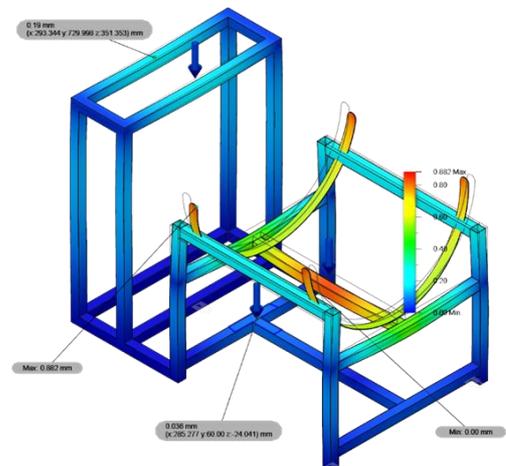
Dari hasil uji beban dari ketiga area pemberian beban berdasarkan diagram warna hasil simulasi yang terlihat pada gambar 13 menunjukkan hasil tegangan maksimal rangka alat sebesar 186.609 MPa. Area kedua dengan nilai sebesar 20.027 MPa dan area ketiga dengan nilai sebesar 5.058 MPa. Hal ini dapat dianalisis bahwa nilai tegangan maksimum yang terjadi masih berada dibawah nilai *yield strength* material rangka alat penyimpanan rebung [11].



Gambar 13. Simulasi *Von Mises Stress*

4. Analisis *Displacement*

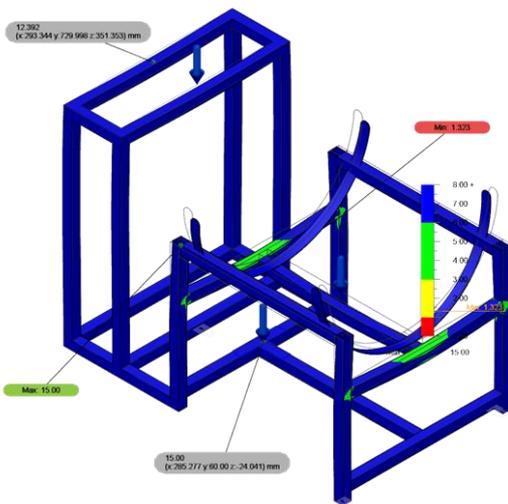
Dari hasil simulasi pada gambar dibawah menunjukkan hasil perubahan bentuk pada rangka alat penyimpanan rebung. Hasil perubahan bentuk nilai maksimalnya yaitu 0.882 mm. Pada gambar dibawah area yang mengalami perubahan maksimalnya terjadi akibat pembebanan suatu komponen pendukung pada drum penyimpanan[12]. Hasil simulasi displacement dapat dilihat pada gambar 14.



Gambar 14 Simulasi *Displacement*

5. *Safety Factor*

Faktor keamanan dipilih untuk memastikan tegangan maksimal yang diijinkan tidak melebihi ukuran batas tegangan untuk material, tetapi pertimbangan secara umum akan dipengaruhi nilai faktor keamanan tersebut. Hasil simulasi *safety factor* dapat dilihat pada gambar 15.



Gambar 15. Simulasi *Safety Factor*

Dari hasil simulasi *safety factor* dimana warna biru dinyatakan aman sedangkan warna merah yang menunjukkan daerah tersebut memiliki nilai *safety factor* yang paling rendah, pada hasil simulasi didapatkan warna kuning dengan nilai terendah sebesar 1,32 dan warna biru dengan nilai maksimal 15 maka frame alat penyimpanan rebung dinyatakan aman dengan *safety factor* tersebut. Dari hasil analisa dengan material frame yang digunakan Steel ASTM A36 yang memiliki *yield strength* sebesar 248.225 Mpa dan angka maksimal von mises sebesar 187.609, maka nilai *safety factor* untuk frame alat penyimpanan rebung dinyatakan aman.

Tabel 7. Material Steel ASTM A36

Parameter	Nilai
Density	7.850E-06 kg / mm ³
Young's Modulus	199959.00 MPa
Poisson's Ratio	0.30
Yield Strength	248.225 MPa
Ultimate Tensile Strength	399.90 MPa
Thermal Conductivity	0.045 W / (mm C)
Thermal Expansion Coefficient	1.170E-05 /C
Specific Heat	480.00 J / (kg C)

IV. SIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dari olah data dan analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perancangan alat penyimpanan rebung menggunakan metode reverse engineering dapat dijadikan cover untuk meningkatkan kualitas rebung dengan rancangan modifikasi desain yang sesuai dengan *user need* dalam menunjang proses penyimpanan rebung. Spesifikasi akhir dari

rancangan desain mampu menampung 125 kg rebung dengan ukuran 118 x 58 x 113 Bahan yang digunakan berupa besi hollow dan drum, kemudian dilakukan simulasi untuk menghasilkan *factor safety*. Dimana hasil simulasi dapat menopang beban hingga 200 kg. Ini adalah hasil yang cukup terbilang aman dalam perancangan desain sesuai dengan grafik warna pada pengujian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Naulandari and R. Kurniatuhadi, "Fermentasi Rebung Bambu Apus (*Gigantochloa apus*) Secara Spontan dan Karakter Hasil Yang Difermentasi," vol. 11, pp. 77–80, 2022.
- [2] B. I. Cahyana, R. Fitriadi, P. Setiawan, J. T. Industri, F. Teknik, and U. M. Surakarta, "Issn : 2337 - 4349," pp. 32–37, 2009.
- [3] Y. Yazid and H. Rachmat, "Desain Dampier Barebow Panahan Menggunakan Metode Reverse Engineering," *eProceedings ...*, vol. 7, no. 2, pp. 5312–5317, 2020, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/view/12354%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/engineering/article/viewFile/12354/12132>
- [4] E. Prasetyo, R. Hermawan, M. Naufal, I. Ridho, and I. I. Hajar, "Analisis Kekuatan Rangka pada Mesin Transverse Ducting Flange (TDF) Menggunakan Software Solid Works," vol. 13, no. 3, pp. 299–306, 2020.
- [5] Ley 25.632, "濟無No Title No Title No Title," vol. 3, no. 1, pp. 1–27, 2002.
- [6] P. Eka, D. Karunia, H. Murnawan, M. Pisau, and P. Kentang, "Perancangan alat pembuat mata pisau mesin pemotong singkong dengan mempertimbangkan aspek ergonomi," vol. 9, no. 1, 2022.
- [7] S. S. Syah, "PERANCANGAN MESIN PENAKAR TEPUNG OTOMATIS BERBASIS REVERSE," pp. 63–70.
- [8] I. G. B. Susana, I. B. Alit, and W. Aryadi, "Aplikasi Ergonomi Berdasarkan Data Antropometri Pekerja Pada Desain Alat Kerja Ergonomics Applications Based on Worker Anthropometry Data on Work Tool Design," *J. Energy, Mater. Prod. Des.*, vol. 1, no. 1, pp. 28–34, 2022.
- [9] S. Sinambela, D. S. Mirawan, and M. Irvan, "Analisa Postur Pekerja Dengan Metode Rula-Reba dan NASA-TLX Sebagai Dasar Re-Design Mesin dan Fasilitas Kerja Di PT. AMA," *J. Optimasi Tek. Ind.*, vol. 5, no. 2, p. 87, 2023, doi: 10.30998/joti.v5i2.19698.

- [10] H. Irawan and B. Suhayat, “Analisis Desain Kerangka Mesin Pengering Padi Rotary Dryer Dengan Empat Bantalan Rol Menggunakan Software CAD,” *Mek. J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 1, pp. 14–17, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.untag-sby.ac.id/index.php/MEKANIKA/article/view/4030>
- [11] M. Alharbi, I. Kong, and V. I. Patel, “Simulation of uniaxial stress–strain response of 3D-printed polylactic acid by nonlinear finite element analysis,” *Appl. Adhes. Sci.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–10, 2020, doi: 10.1186/s40563-020-00128-1.
- [12] M. Choifin and C. A. Putra, “Analisis Displacement Dan Tegangan Von Mises Rangka Mobil Listrik Type Ranger Raptor,” *Mechonversio Mech. Eng. J.*, vol. 5, no. 1, pp. 31–35, 2022, doi: 10.51804/mmej.v5i1.12231.