

# Rancang Bangun Dan Analisa Rangka Mesin Pemecah Pelet Dengan Kapasitas 40 Kg/Jam

<sup>1\*</sup>M. Abdur Rojib, <sup>2</sup>Fatkur Rhohman

<sup>1,2</sup>Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-mail: <sup>1</sup>[ocitbintoro@gmail.com](mailto:ocitbintoro@gmail.com), <sup>2</sup>[Fatkurrohman@unpkediri.ac.id](mailto:Fatkurrohman@unpkediri.ac.id)

Penulis Korespondens : M. Abdur Rojib

**Abstrak**— Ikan lele (*Clariidae*) merupakan ikan ini cukup banyak dibudidayakan di Negara Indonesia dan memiliki minat konsumsi yang tergolong tinggi. Oleh sebab itu kebutuhan pakan alternatif berupa pelet yang sesuai untuk pembibitan ikan lele apa lagi saat musim kemarau saat kadar *pH* air lebih cepat berubah. Oleh sebab itu penyediaan mesin pengolah pelet sangat dibutuhkan. Dengan didasari permasalahan tersebut maka dilakukanlah perancangan mesin pemecah pelet dengan kapasitas 40 Kg/Jam. Yang tentunya menggunakan sebuah rangka mesin sebagai penopang dari semua komponen. Tujuan dari penelitian ini mengetahui nilai *Von Misses*, *Displacement*, *Safety Factor* dari rangka yang akan dibuat dari besi hollow JIS G 3466 guna memenuhi standar yang baik. Dari percobaan yang dilakukan menggunakan simulasi ataupun perhitungan secara Aktual didapatkan hasil *Von Misses Stress* secara simulasi menunjukkan nilai sebesar 13032,070 MPa sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil sebesar 10137,08 MPa serta presentase galatnya sebesar 22,22% atau sebesar 2894,99 MPa. Nilai *Displacement* secara simulasi menunjukkan hasil nilai *Displacement* minimal sebesar 0.000 mm dan *Displacement* maksimal sebesar 0,409 mm sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil maksimal sebesar 0,4464 mm serta presentase galatnya sebesar 9.14% atau sebesar 0,0374 mm. Nilai *Safety Factor* secara simulasi menunjukkan hasil sebesar 1,345 MPa sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil sebesar 2,0118 MPa serta nilai galatnya sebesar 40,49 % atau sebesar 0,5798 MPa.

**Kata Kunci:** Pemecah Pelet, Rangka, Analisa *Von Misses*, *Displacement*, *Safety Factor*

**Abstract**— Catfish (*Clariidae*) is a fish that is quite widely cultivated in Indonesia and has a relatively high consumption interest. Therefore, the need for alternative feed in the form of pellets that are suitable for catfish breeding, especially during the dry season when the *pH* level of the water changes more quickly. Therefore, the provision of a pellet processing machine is needed. Based on these problems, a pellet breaker machine with a capacity of 40 Kg / Hour was designed. Which of course uses a machine frame as a support for all components. The purpose of this study is to determine the value of *Von Misses*, *Displacement*, *Safety Factor* of the frame to be made of JIS G 3466 hollow iron in order to meet good standards. From the experiments carried out using simulations or actual calculations, the results of the *Von Misses Stress* simulation showed a value of 13032.070 MPa, while the actual calculation obtained a result of 10137.08 MPa and the percentage error was 22.22% or 2894.99 MPa. The *Displacement* value in simulation shows a minimum *Displacement* value of 0.000 mm and a maximum *Displacement* of 0.409 mm, while in the Actual calculation the maximum result is 0.4464 mm and the error percentage is 9.14% or 0.0374 mm. The *Safety Factor* value in simulation shows a result of 1.345 MPa while in the Actual calculation the result is 2.0118 MPa and the error value is 40.49% or 0.5798 MPa.

**Keywords:** Pellet Breaker, Frame, Analisa *Von Misses*, *Displacement*, *Safety Factor*

This is an open access article under the CC BY-SA License.



## I. PENDAHULUAN

Negara Indonesia memiliki pulau yang mempunyai jumlah penduduk yang sangat banyak yaitu Pulau Jawa. Di Pulau Jawa jumlah kepadatan penduduk hingga lebih dari setengah jumlah penduduk yang ada di Negara Indonesia [1]. Dengan kebutuhan akan bidang pangan dalam segi konsumsi lauk pauk yang layak pada ikan lele bisa menjadi salah satu solusi untuk memenuhi kebutuhan lauk pauk tersebut karena ikan lele atau bernama latin (*Clariidae*) merupakan salah satu ikan yang memiliki kandungan protein yang cukup tinggi dan memiliki yang relatif terjangkau di pasaran [2]. Oleh sebab itu maka kebutuhan ikan lele yang siap untuk dikonsumsi terbilang cukup tinggi.

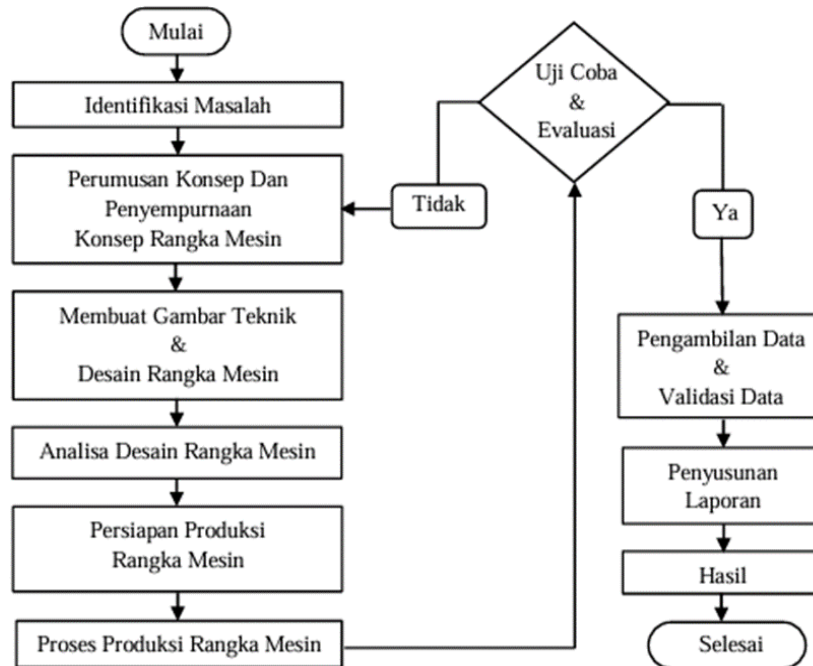
Tetapi saat musim kemarau para pembudidaya sering terkendala oleh kadar ammonia ( $NH_3$ ) terlalu tinggi yang disebabkan oleh sisa pakan yang mengendap di dasar kolam. Akibatnya kadar  $pH$  pada air kolam menjadi rusak dan tidak sesuai dengan kriteria. Untuk kadar  $pH$  pada air yang sesuai untuk pembibitan ikan lele kisaran 6,5 sampai 8,5. Jika terjadi perubahan pada kadar  $pH$  pada air kolam dapat mengganggu pertumbuhan bibit ikan lele [3]. Oleh sebab itu maka pembudidaya memiliki metode untuk memecahkan permasalahan ini dengan cara membuat pelet ukuran kecil sendiri sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Akan tetapi proses pemecahan pelet masih manual dan memerlukan waktu yang terbilang cukup lama. Untuk memecah satu karung pelet dengan berat 10 Kg membutuhkan waktu sekitar 30 menit.

Menurut para pembudidaya sebenarnya pelet merupakan salah satu pakan yang sangat baik untuk pertumbuhan ikan air tawar. Dari hasil survei pembudidaya ikan air tawar mengatakan bahwa pakan pelet baik untuk pertumbuhan ikan karena memiliki kadar protein yang cukup tinggi dan memiliki harga yang bervariasi serta lebih praktis untuk proses pemberian pakan [4]. Dengan seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi maka sebagai peneliti harus memiliki skill, kemampuan, pengetahuan dan harus berani untuk menciptakan inovasi-inovasi baru serta dapat menyelesaikan masalah-masalah yang sedang dialami dengan cara memiliki target dan melakukan inovasi terkait dengan rantai manufaktur maupun digitalisasi [5].

Dari permasalahan atau kendala yang sedang dialami, peneliti mempunyai solusi untuk membuat sebuah alat pemecah pelet yang dapat membantu kinerja para pembudidaya maupun pembibit ikan lele. Mesin pemecah pelet dengan kapasitas 40 Kg/Jam dilengkapi dengan mekanisme pemisah butiran-buturan pelet dan menggunakan motor listrik sebagai penggerak utama. Perlu diketahui bahwa dalam sebuah mesin atau alat memiliki parameter-parameter yang harus diperhatikan seperti sistem gerak, getaran dari mesin dan juga beban pada suatu mesin untuk menentukan sebuah rangka. Mengingat fungsi dari suatu rangka sangatlah penting bagi suatu mesin karena rangka merupakan struktur utama dalam membuat mesin [6]. Mesin pelet yang dirancang tentunya akan ditopang oleh sebuah rangka yang dibuat dengan pemilihan material, ukuran dan desain yang telah disesuaikan. Selain itu juga rangka ini akan diuji kekuatannya agar dapat memenuhi standart yang diharapkan. Pembuatan desain, hingga pengujian kekuatan dilakukan dengan menggunakan *Software*. Tujuannya untuk menganalisa kekuatan rangka mesin dengan memperhitungkan beberapa parameter analisa seperti *Safety Factor*, *Von Misses*, *Displacement* dari sebuah rangka mesin dimana *Software* yang digunakan disini adalah *Solidwork* [7].

## II. METODE DAN PEMBAHASAN

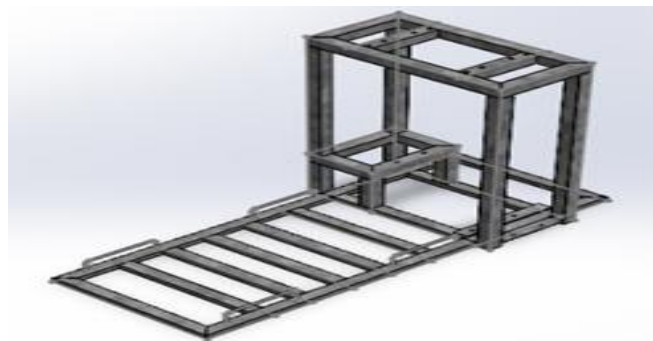
Untuk mencapai tujuan yang direncanakan pada penelitian ini perlu menyusun tahapan untuk merancang rangka mesin, adapun Prosedur perancangan atau langkah-langkah Prosedural yang telah ditetapkan oleh peneliti untuk membuat proses produksi lebih spesifik serta bertujuan untuk meneliti pengembangan produksi dan juga produk yang akan dihasilkan. Langkah-langkah Prosedural atau Fase dalam perancangan dapat dilihat pada diagram alir dibawah ini:



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan dan Analisa

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rangka dari suatu mesin berguna untuk menempatkan komponen-komponen pendukung mesin dan sebagai pondasi utama dari suatu mesin dan ada juga beberap analisa yang harus dilakukan pada pembuatan rangka dari suatu mesin seperti *Von Misses Stress*, Deformasi (*Displacement*), Presentase *Safety Factor* atau *Safety Of Factor*. Analisa ini dapat dilakukan menggunakan aplikasi *Software SolidWorks* tetapi juga dapat menggunakan rumus manual [8]–[12]. Perancangan rangka mesin pemecah pelet dengan kapasitas 40 Kg/Jam memiliki Dimensi (P x L x T) atau ukuran pada rangka yaitu 124 cm x 56 cm x 77 cm. Hasil dari desain rangka mesin secara 3D seperti gambar dibawah ini:

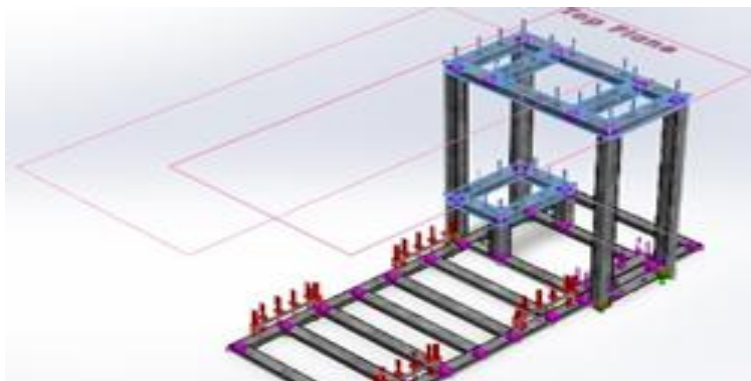


Gambar 1 Rangka mesin pemecah pelet dengan kapasitas 40Kg/Jam

Material yang dipilih untuk membuat rangka mesin pemecah pelet yaitu besi hollow dengan kode JIS G 3466 yang berukuran 4 x 4 dan 2 x 4. Ketebalan 1. Analisa yang dilakukan meliputi analisa *Von Misses Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* dengan pertimbangan beban yang akan diterima rangka dari setiap komponen. Untuk mengetahui hasil percobaan analisa *Von Misses Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* dari rangka mesin pemecah pelet engan menggunakan *Software Analisa* yaitu *SolideWorks*. Kemudian pada percobaan ini beban yang akan diterimam oleh rangka akan dibagi menjadi dua karena bentuk rangka memiliki dua area yang berbeda. Selanjutnya untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat pemberian beban akan diperlihatkan pada tabel dan gambar dibawah ini: Pemberian beban pada bagian 1 diperlihatkan pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 1 Beban Pada Area 1

No	Nama Komponen	Jumlah	Massa
1	<i>Hopper</i>	1	15 Kg
2	<i>Shaft</i>	2	2 Kg
3	<i>Roller press (Plendes)</i>	2	2 Kg
4	<i>Crank Shaft</i>	1	1 Kg
5	<i>Pully</i>	4	5 Kg
6	<i>V-belt</i>	2	0,5 Kg
7	<i>Pillow Block Bearing</i>	6	6 Kg
8	<i>Cover</i>	2	5 Kg
Total Beban			36,5 Kg

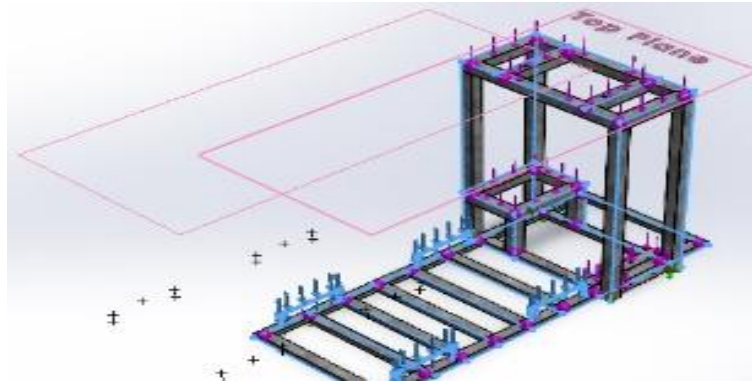


Gambar 2 Peletakan Beban Pada Area 1

Pemberian beban pada bagian 2 diperlihatkan pada tabel dan gambar berikut:

Tabel 2 Beban Pada Area 2

No	Nama Komponen	Jumlah	Massa
1	<i>Motor Elektrik</i>	1	13 Kg
2	<i>Vibrating Screen Mesh</i>	3	15 Kg
3	<i>Frame Screen</i>	1	3 Kg
4	<i>Suport Roller</i>	4	1 Kg
5	Beban Total		32 Kg

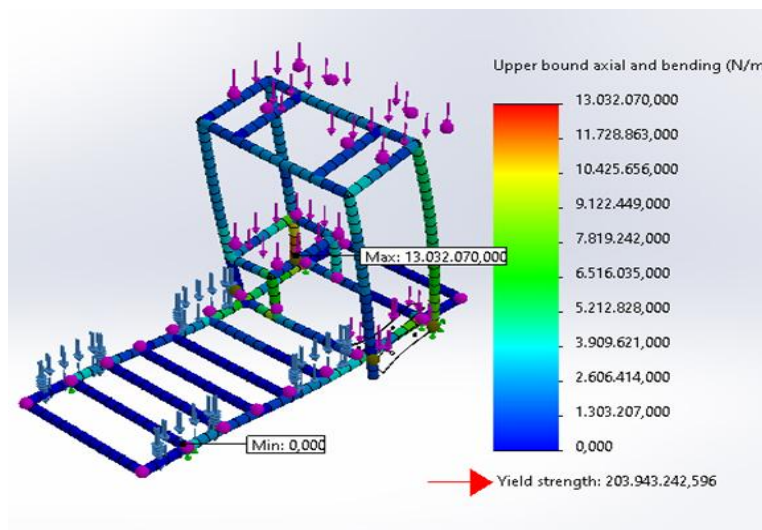


Gambar 3 Peletakan Beban Pada Area 2

Adapun hasil perhitungan secara simulasi pada *Software* sebagai berikut:

#### A. Simulasi *Von Misses Stress*

Hasil dari analisa simulasi *Von Misses Stress* atau Tegangan menunjukkan nilai sebesar 13032,070,000 N/m atau setara dengan 13032,070 MPa dan memiliki nilai *Yield Strength* atau Titik kritis suatu material bisa disebut juga nilai maksimum dari suatu material sebelum mengalami perubahan bentuk yang tidak akan kembali lagi setelah beban gaya dihilangkan pada percobaan ini nilai *Yield Strength* sebesar 20394,3242 MPa yang diperlihatkan gambar 4:

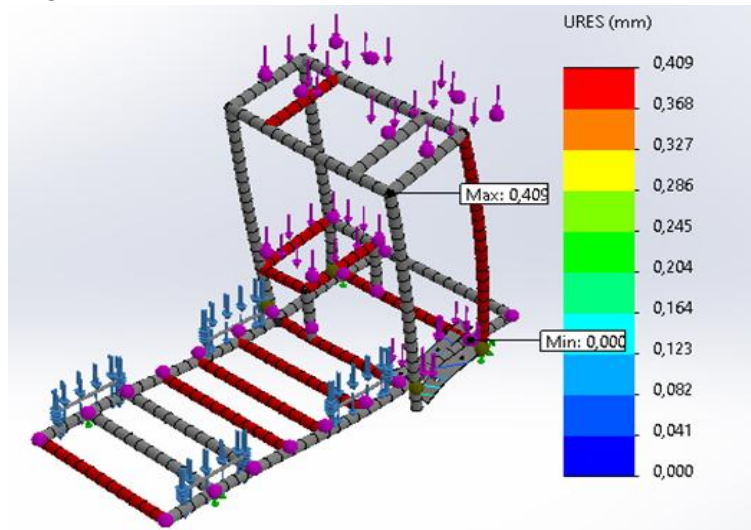


Gambar 2 Hasil Simulasi Von Misses Stress Pada Rangka



## B. Simulasi Displacement

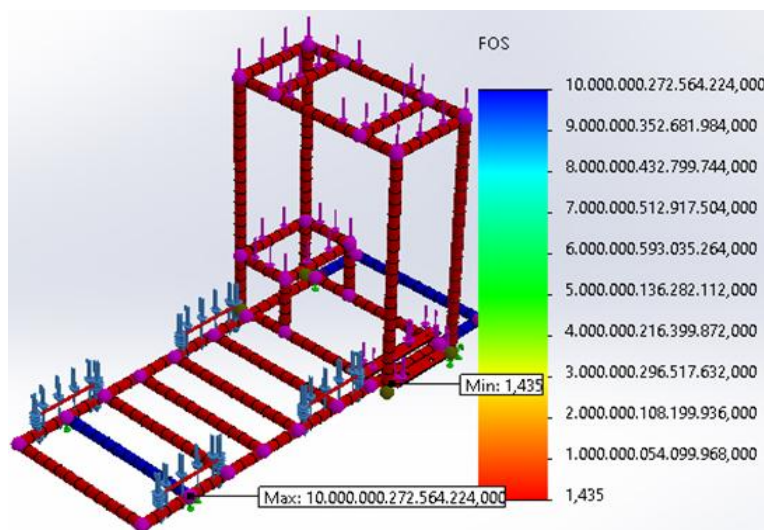
Hasil dari analisa *Displacement* atau Regangan menunjukkan nilai minimal sebesar 0,000 dan nilai maksimal sebesar 0,409 mm. Nilai tersebut merupakan nilai Regangan maksimal yang diperlihatkan pada gambar 5:



Gambar 3 Hasil Simulasi Displacement Pada Rangka

## C. Simulasi Safety Factor atau Safety Of Factor

Hasil dari perhitungan *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* dengan menggunakan simulasi menunjukkan nilai sebesar 1,435 MPa. Dari nilai tersebut dapat diketahui bahwa rangka masih memenuhi kriteria setandart keamanan karena masih melebihi dari nilai range yang telah ditentukan yaitu sebesar 1-10 MPa dan syarat utama untuk suatu rangka layak memenuhi kriteria *Safety Of Factor* harus memiliki nilai minimal diatas 1 MPa jika kurang dari itu maka rangka dinyatakan tidak memenuhi syarat *Safety Of Factor*. Nilai tersebut diperlihatkan pada gambar 6:



Gambar 4 Hasil Simulasi SOF Pada Rangka

## D. Metode Aktual

Adapun metode untuk mencari nilai *Von Misses Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* menggunakan perhitungan secara Aktual. Untuk mengetahui hasil dari metode perhitungan Aktual akan dijabarkan pada persamaan berikut ini:

1. **Gaya pembebanan**

$$F = m \times g = 68,5 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 650,75 \text{ N} \quad (1)$$

2. **Perhitungan Luas Permukaan**

$$A = P \times L = 1240 \text{ mm} \times 560 \text{ mm}$$

$$A = 694400 \text{ mm}^2 \quad (2)$$

3. **Tegangan Aksial**

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{650,75 \text{ N}}{694400 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0,937 \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$

4. **Moment Lentur**

$$M = F \times L = 650,75 \text{ N} \times 1240 \text{ mm}$$

$$M = 806930 \text{ N.mm} \quad (4)$$

5. **Tegangan Geser**

$$\tau_{xy} = \frac{F_{xy}}{A} = \frac{650,75 \text{ N}}{694400 \text{ mm}^2}$$

$$\tau_{xy} = 0,937 \text{ N/mm}^2 \quad (5)$$

6. **Moment Inersial (I)**

$$I = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{40 \text{ mm} \times (20 \text{ mm})^3}{12} = \frac{320000 \text{ mm}^4}{12}$$

$$I = 26666,67 \text{ mm}^4 \quad (6)$$

7. **Tegangan Normal ( $\sigma$ )**

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{650,75 \text{ N}}{694400 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma = 0,937 \text{ N/mm}^2 \quad (7)$$

8. **Tegangan Lentur ( $\sigma_t, \sigma_x$ )**

$$y = \frac{t}{2} = \frac{770}{2} = 335 \text{ mm}$$

$$\sigma_t = \frac{M \times y}{I} = \frac{806930 \text{ N.mm} \times 335 \text{ mm}}{26666,67 \text{ mm}^4} = \frac{270321550 \text{ N.mm}^2}{26666,67 \text{ mm}^4}$$

$$\sigma_t = 10137,08 \text{ N/mm}^2 \quad (\sigma_t = \sigma_x = 10137,08 \text{ MPa}) \quad (8)$$

9. **Tegangan Maksimal Von Mises Stress ( $\sigma_{max}$ )**

$$\sigma_{max} = \frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2}\right)^2 + (\tau_{xy})^2}$$

$$\sigma_{max} = \frac{10137,08 \text{ MPa} + 0}{2} + \sqrt{\left(\frac{10137,08 \text{ MPa} + 0}{2}\right)^2 + (0,937)^2}$$

$$\sigma_{max} = 5068,54 \text{ MPa} + \sqrt{25690097,73 \text{ MPa} + 0,877969}$$

$$\sigma_{max} = 5068,54 \text{ MPa} + \sqrt{25690098,608 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_{max} = 5068,54 \text{ MPa} + 5068,54 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{max} = 10137,08 \text{ MPa} \quad (10137,08 \text{ N/mm}^2) \quad (9)$$

10. **Displacement**

$$\delta = \frac{F \times L^3}{48 \times E \times I} = \frac{650,75 \text{ N} \times (560 \text{ mm})^3}{48 \times 200000 \text{ N/mm}^2 \times 26666,67 \text{ mm}^4}$$

$$\delta = \frac{650,75 \text{ N} \times 175616000 \text{ mm}^3}{256000032000 \text{ N/mm}^2} = \frac{114282112000 \text{ N} \cdot \text{mm}^3}{256000032000 \text{ N/mm}^2}$$

$$\delta = 0,4464 \text{ mm} \quad (10)$$

11. **Safety Factor atau Safety Of Factor ( $S_f$ )**

$$S_f = \frac{\text{Yield Strength}}{\text{Von Misses Stress Max}} = \frac{20394,3242 \text{ MPa}}{10137,08 \text{ MPa}}$$

$$S_f = 2,0118 \text{ MPa} \quad (11)$$

**E. Hasil Validasi Produk**

Untuk mengetahui validasi dari *Von Misses Stress*, *Displacement* dan *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* pada rangka mesin pemecah pelet perlu dilakukan perhitungan menggunakan perbandingan hasil dari kedua metode perhitungan yang akan dijabarkan pada persamaan berikut ini:

1. **Presentase Galat *Von Misses Stress***

$$\eta = \frac{\text{Von Misses Stress Teori} - \text{Von Misses Stress Simulasi}}{\text{Von Misses Stress Simulasi}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{10137,08 \text{ MPa} - 13032,070 \text{ MPa}}{13032,070 \text{ MPa}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{-2894,99 \text{ MPa}}{13032,070 \text{ MPa}} \times 100\%$$

$$\eta = 0,2222 \text{ MPa} \times 100 \% = 22,22 \% (2894,99 \text{ MPa}) \quad (12)$$

2. **Presentase Galat *Displacement***

$$\eta = \frac{\text{Displacement Teori} - \text{Displacement Simulasi}}{\text{Displacement Simulasi}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{0,4464 \text{ mm} - 0,409 \text{ mm}}{0,409 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{0,0374 \text{ mm}}{0,409 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\eta = 9,14 \% (0,0374 \text{ mm}) \quad (13)$$

3. **Presentase Galat *Safety Factor* atau *Safety Of Factor* ( $S_f$ )**

$$\eta = \frac{\text{Safety Factor Teori} - \text{Safety Factor Simulasi}}{\text{Safety Factor Simulasi}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{2,0118 \text{ MPa} - 1,435 \text{ MPa}}{1,435 \text{ MPa}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{0,5798 \text{ MPa}}{1,435 \text{ MPa}} \times 100\%$$

$$\eta = 0,4049 \text{ MPa} \times 100 \% = 40,49 \% (0,5798 \text{ MPa}) \quad (14)$$

**F. Kajian Produk Akhir**

Perhitungan Pada Rangka

Berdasarkan hasil akhir setelah produk dilakukan perhitungan dapat diketahui spesifikasi rangka seperti berikut:



Tabel 4. 1 Hasil Perhitungn Dan Simulasi Pada Rangka

Spesifikasi	Nilai	Satuan
Tinggi Rangka	770	mm
Lebar Rangka	560	mm
Panjang Rangka	1240	mm
Gaya Pembebanan	650,75	N
Luas Permukaan	694400	mm <sup>2</sup>
Tegangan Aksial	0,937	N/mm <sup>2</sup>
Moment Lentur	806930	N.mm
Tegangan Geser	0,937	N/mm <sup>2</sup>
Moment Inersial	26666,67	mm <sup>4</sup>
Tegangan Lentur	10137,08	N/mm <sup>2</sup>
Tegangan ( <i>Von Messes</i> )	10137,08	MPa
Regangan ( <i>Diplasment</i> )	0,4464	mm
Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> )	2,0118	MPa
Simulasi Tegangan ( <i>Von Messes</i> )	13032,070	MPa
Simulasi Regangan ( <i>Diplasment</i> )	0,409	mm
Simulasi Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> )	1,345	MPa

#### IV. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan rangka melalui metode analisa simulasi dan metode aktual pada desain rangka mesin pemecah pelet dengankapasitas 40 Kg/Jam dapat diperoleh sebuah kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai dari Tegangan pada rangka atau *Von Misses Stress* secara simulasi menunjukkan hasil sebesar 13032,070 MPa sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil sebesar 10137,08 MPa dan memiliki nilai galat 22,22% atau sebesar 2894,99 MPa. Meskipun jelas dari kedua metode ini pasti memiliki selisih yang lumayan besar tetapi dapat disimpulkan bahwa kedua metode ini dapat digunakan untuk mencari Tegangan pada rangka atau *Von Misses Stress*.
2. Nilai dari Regangan pada Rangka atau *Displacement* secara simulasi menunjukkan hasil sebesar 0,409 mm sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil sebesar 0,4464 mm dan memiliki nilai galat sebesar 9.14% atau sebesar 0,0374 mm. Dengan selisih yang begitu kecil dapat diambil kesimpulan bahwa kedua metode layak digunakan untuk menghitung Regangan pada Rangka atau *Displacement*.
3. Nilai dari Faktor Keamanan Rangka atau *Safety Factor* secara simulasi menunjukkan hasil sebesar 1,345 MPa sedangkan pada perhitungan Aktual diperoleh hasil sebesar 2,0118 MPa dan memiliki nilai galat sebesar 40,49 % atau sebesar 0,5798 MPa. Meskipun jelas dari kedua metode ini pasti memiliki selisih yang lumayan besar tetapi dapat disimpulkan bahwa kedua metode ini dapat digunakan untuk mencari Nilai dari Faktor Keamanan Rangka atau *Safety Factor*.
4. Dari semua percobaan baik melalui simulasi maupun perhitungan Aktual dapat diambil kesimpulan bahwa rangka mesin pemecah pelet dengan kapasitas 40 Kg/Jam yang terbuat dari besi hollow JIS G 3466 dinyatakan masih memenuhi syarat karena hasil dari Tegangan pada rangka atau *Von Misses Stress* masih berada di bawah 200000 MPa titik luluh material (*Young's Modulus / Yield Strength*) dan hasil dari Faktor Keamanan atau *Safety Factor* masih berada didalam range nilai keamanan yaitu (1-10 MPa).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. N. Arif and N. Nurwati, "PENGARUH KONSENTRASI PENDUDUK INDONESIA DI PULAU JAWA TERHADAP KESEJAHTERAAN MASYARAKAT," *J. Ilmu Kesejaht. Sos. Humanit.*, vol. 4, no. 1, pp. 54–70, 2022, doi: 10.23969/humanitas.v4i1.3920.
- [2] I. Muntafiah, "Analisis Pakan pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias Sp.*) di Mranggen," *JRST (Jurnal Ris. Sains dan Teknol.*, vol. 4, no. 1, p. 35, 2020, doi: 10.30595/jrst.v4i1.6129.
- [3] R. K. Afdan, F. Khairuddin, M. F. Mawla Lubis, Tsaabitahusnaa, and F. R. Hasibuan, "Pengaruh Kualitas Air Terhadap Produksi Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*)," *J. Biol.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2023, doi: 10.47134/biology.v1i1.1932.
- [4] Y. Yunaidi, A. P. Rahmanta, and A. Wibowo, "Aplikasi Pakan Pelet Buatan Untuk Peningkatan Produktivitas Budidaya Ikan Air Tawar," *J. Pemberdaya. Publ. Has. Pengabd. Kpd. Masy.*, vol. 3, no. 1, pp. 45–54, 2019, doi: 10.12928/jp.v3i1.621.
- [5] V. E. Satya, "Pancasila Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0," *Pus. Penelit. Badan Keahlian DPR RI*, vol. X, no. 09, p. 19, 2018.
- [6] I. N. Gusniar and A. S. Putra, "Perhitungan Beban Statik pada Rangka Mesin Pengering Padi Menggunakan Baja AISI 1020," *J. Tek. Mesin*, vol. 14, no. 2, pp. 53–58, 2021, doi: 10.30630/jtm.14.2.556.
- [7] A. Fatih, "Dengan Sistem Penggerak Engkol," vol. 4, no. 1, pp. 19–28, 2021.
- [8] I. Suherman, "Analisis teknoekonomi pengembangan pabrik peleburan bijih besi dalam rangka memperkuat industri besi baja di Indonesia," *J. Teknol. Miner. dan Batubara*, vol. 12, no. 1, pp. 23–44, 2015, doi: 10.30556/jtmb.vol12.no1.2016.229.
- [9] S. Suryady and E. A. Nugroho, "Simulasi Faktor Keamanan Pembebanan Statik Rangka Pada Turbin Angin Savonius," *J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 1, no. 2, pp. 42–48, 2022, doi: 10.56127/jukim.v1i2.94.
- [10] A. Sofyan, J. Glusevic, A. J. Zulfikar, and B. Umroh, "Analisis Kekuatan Struktur Rangka Mesin Pengering Bawang Menggunakan Perangkat Lunak Ansys Apdl 15.0," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 3, no. 1, p. 20, 2019, doi: 10.31289/jmemme.v3i1.2417.
- [11] M. A. dan H. Chandra, "Menggunakan Metode Elemen Hingga Berbasis Computer Aided Engineering," *J. Austenit*, vol. 13, no. 1, pp. 23–27, 2021.
- [12] E. B. Saputra, A. Zohari, Andriansyah, and B. S. Wahyu, "The Analysis Static of Chassis Robot Arm as Design Modification Induction Melting Furnace Machine Using FEA Method," *J. Renew. Energy Mech.*, vol. 6, no. 02, pp. 85–98, 2023, doi: 10.25299/rem.2023.vol6.no02.14344.