

PERANCANGAN MESIN PENCACAH LIMBAH DAUN UNTUK PAKAN TERNAK DAN KOMPOS

Hendri Sukma¹, Abdurrahman Arifin²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

ABSTRAK. di daerah Cijantung terdapat mesin pencacah limbah daun yang hanya dapat mencacah rumput gajah saja. Oleh sebab itu, penulis melakukan penelitian tentang perancangan mesin pencacah limbah daun untuk pakan ternak dan kompos yang mana mesin ini nantinya dapat diharapkan mampu mencacah, tidak hanya mencacah rumput gajah saja melainkan pelepah kelapa sawit pun dapat dicacah. Tujuan penelitian ini adalah memahami cara kerja mesin pencacah limbah daun, merancang konsep mesin pencacah limbah daun, merancang detail mesin pecacah limbah daun dan. Metode penelitian ini diawali dengan mengidentifikasi masalah yang dialami peternak sebagai narasumber untuk pengumpulan data, kemudian dilanjutkan dengan melakukan pengembangan dan merencanakan beberapa konsep sampai terpilihnya satu konsep, lalu dilanjutkan dengan melakukan perancangan detail yang terdiri dari perhitungan tiap komponen mesin serta melakukan analisis kekuatan rangka dan pembuatan gambar rancangan. Berdasarkan perencanaan perhitungan diperoleh spesifikasi mesin pencacah limbah daun sebagai berikut : mesin menggunakan motor diesel 3,4 HP dan kecepatan putar 3000 rpm, sistem transmisi memutar dengan kecepatan 1200 rpm. Mesin menggunakan sistem transmisi sabuk V tipe A dengan ukuran diameter puli kecil 95 mm, diameter puli besar 238 mm, dan panjang keliling sabuk 1321 mm. Mesin ini dengan kapasitas produksi 1200 kg/jam.

Kata kunci : Mesin pencacah, pakan ternak, pelepah, kelapa sawit

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di daerah Cijantung, terdapat suatu peternakan sapi tepatnya di Jl. H. Bantong, Kalisari, Ps. Rebo, kota Jakarta Timur. Sapi yang dipelihara adalah sapi perah sejenis friesien holstein dan sapi jersey. Dikarenakan pertumbuhannya yang relatif cepat, jenis sapi ini banyak digemari peternak karena pertumbuhannya relatif cepat dan produksi susunya merupakan yang tertinggi diantara jenis sapi perah lainnya. Untuk memenuhi kebutuhan pakan peternak disana sudah tersedia mesin pencacah rumput yang umumnya digunakan untuk mencacah rumput gajah dengan spesifikasi alat menggunakan mesin penggerak diesel 6.5 PK atau 6.4 HP. Setelah rumput gajah tersebut dicacah kemudian diberi campuran ampas tahu dan konsentrat, barulah pengan ternak siap di konsumsi oleh ternak. Muhamad Arfianto, meneliti tentang Proses Perancangan Mesin Pencacah Ruput Pakan Ternak. Hasil penelitian yang dilakukan didapatkan bahwa dalam 1 menit mesin mampu memperoleh proses pencacahan sebanyak 12,5 kg, dengan motor listrik yang digunakan 1 HP [1]. Wahyu Budi Prasetyo, meneliti tentang perancangan mesin pencacah enceng gondok dengan kapasitas 50 kg/jam. Hasil dari penelitian ini menghasilkan limbah enceng gondok yang dicacah menggunakan pisau pencacah, kemudian dihaluskan menggunakan screw[2]. Heri Purwono, dkk, meneliti tentang Modifikasi Mesin Pencacah Jerami. Hasil penelitian dari modifikasi mesin telah berhasil meningkatkan kapasitas dar 333,33 kg/jam menjadi 1800 kg/jam, dengan mengganti mesin diesel dari 8 HP menjadi 10 HP [3]. Pada umumnya mesin yang digunakan di peternakan adalah mesin yang hanya bisa mencacah rumput gajah saja. Dengan ini penulis ingin merancang mesin pencacah limbah daun untuk pakan ternak dan kompos sehingga dapat memanfaatkan limbah daun seperti pelepah kelapa sawit, rumput gajah, dan lain sebagainya yang masih berwarna hijau. Sehingga mesin ini tidak hanya mampu mencacah rumput gajah saja melainkan limbah daun pelepah sawit pun bisa dicacah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan yang telah dijelaskan pada latar belakang, perumusan masalah yang menjadi fokus dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana perancangan *detail* mesin pencacah limbah daun?
3. Bagaimana analisis kekuatan rangka mesin pencacah limbah daun?

1.3 Tujuan

1. Perancangan *detail* mesin pencacah limbah daun.
2. Analisis kekutan rangka mesin pencacah limbah daun.

2. METODOLOGI



Gambar. Diagram alir

Metode Pengumpulan Data yang dipakai diantaranya :

1. Mulai

Memulai awal perencanaan mesin yang dibuat, yang berfungsi untuk mencacah limbah daun. Mesin ini direncanakan menghasilkan cacahan limbah yang sesuai dengan kebutuhan pakan ternak dan kompos.

2. Identifikasi Masalah

Mengidentifikasi masalah kelebihan dan kekurangan pada mesin pencacah yang dimiliki saat ini, yang meliputi kapasitas pencacahan, penambahan penutup pada corong masuk dan penutup pada sistem transmisi nya.

3. Perumusan masalah

Merumuskan masalah mesin pencacah limbah daun, yang meliputi penambahan jumlah kapasitas pencacahan.

4. Pengumpulan data

Pengumpulan data meliputi studi *literature* dan studi lapangan.

a) Studi literatur

Pada studi literatur penulis mengumpulkan referensi dari berbagai sumber yang didapat melalui *internet browsing* yang berhubungan dengan mesin pencacah limbah daun.

b) Studi lapangan

Yang didapat dari studi lapangan setelah melakukan wawancara dengan pengguna mesin pencacah limbah daun dapat diperoleh data yaitu mengenai kapasitas pencacahan pada mesin dan hasil pencacahan yang kurang maksimal.

5. Pengembangan dan Perancangan Konsep

Melakukan pengembangan terhadap mesin yang telah digunakan saat ini, kemudian menjabarkan produk menjadi beberapa varian konsep, dan menghasilkan output berupa varian terpilih.

6. Perancangan detail

Berisi perhitungan perencanaan komponen mesin pencacah limbah daun. Setelah mendapatkan dimensi komponen, dilanjutkan dengan menggambar teknik komponen menggunakan *software solidworks*, kemudian dari komponen tersebut di *assembly*.

7. Analisis kekuatan rangka

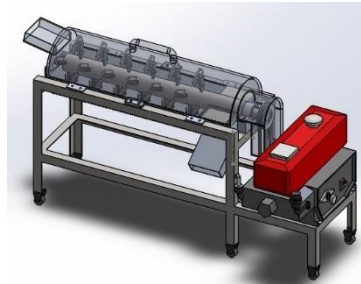
Disini kekuatan rangka akan di analisis dengan menggunakan *software solidworks*, jika hasil analisis dinyatakan aman, maka rancangan dapat dilanjutkan.

8. Gambar rancangan

Setelah melaukan analisis kekutan rangka, selanjutnya membuat gambar teknik dari setiap komponen dan *assembly*, serta tabel *bill of materials*

9. Selesai

Setelah semua proses selesai, apabila semua tahap sudah dilakukan maka di buat penulisan makalah berisi bagaimana cara merancang mesin pencacah limbah daun.



Gambar. Mesin Pencacah limbah daun

3. HASIL

3.1 Perancangan *detail*.

Dalam penentuan kapasitas ini satu pelepah memiliki berat bobot 10 kg dan dalam satu jam dapat mencapai 10 kali proses. Maka $10 \text{ kg} \times 10 = 100 \text{ kg}$.

$$ka = \frac{BO}{t} \times 3600$$

$$ka = \frac{100 \text{ kg}}{300} \times 3600$$

$$= 1200 \text{ kg/jam}$$

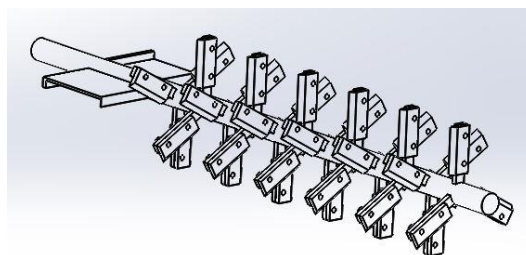
Keterangan : ka = kapasitas kerja

BI = berat bahan yang akan dicacah (kg)

t = waktu proses (detik)

1. 3.1.1 Perhitungan Tools Pencacah

Untuk menentukan ukuran dan berat dari tools pencacah maka dapat ditentukan dengan perhitungan dibawah ini.



Gambar. Tools pencacah.

Material *tools* pencacah S45C, dengan massa jenis = 7850 kg/m^3 .

$$\begin{aligned}V_{\text{poros pencacah}} &= \pi r^2 \times t \\ &= 3.14 \times 21.5 \times 1317 \text{ mm} \\ &= 1911579,4 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{dudukan pisau}} &= p \times l \times t \\ &= 20 \times 10 \times 170 \text{ mm} \\ &= 34000 \text{ mm}^3 \times 36 \text{ buah} \\ &= 1224000 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{pendorong cacahan}} &= p \times l \times t \\ &= 122 \times 170 \times 20 \\ &= 414800 \text{ mm}^3 \times 2 \text{ buah} \\ &= 829600 \text{ mm}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{total}} &= V_{\text{poros pencacah}} + V_{\text{dudukan pisau}} + V_{\text{pendorong cacahan}} \\ &= 1911579,4 + 1224000 + 829600 \\ &= 3965179,4 \text{ mm}^3 \\ &= 0,0039 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Material pisau pencacah *cast stainless steel*, dengan massa jenis 7700 kg/m^3 .

$$\begin{aligned}V_{\text{pisau pencacah}} &= p \times l \times t \\ &= 40 \times 10 \times 95 \\ &= 38000 \text{ mm}^3 \times 36 \text{ buah} \\ &= 1368000 \text{ mm}^3 \\ &= 0,0014 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa tools pencacah} &= \text{massa jenis material} \times V_{\text{total}} + \text{massa jenis material} \times V_{\text{pisau pencacah}} \\ &= (7850 \text{ kg/m}^3 \times 0,0039 \text{ m}^3) + (7700 \text{ kg/m}^3 \times 0,0014 \text{ m}^3) = 41,39 \text{ kg}\end{aligned}$$

2. 3.1.2 Penentuan Daya Motor

Untuk mengetahui daya yang dibutuhkan dan daya motor yang digunakan maka dapat diketahui dengan perhitungan dibawah ini.

$$\begin{aligned}\text{Diketahui :} \quad \text{Massa tools pencacah} &= 41,39 \text{ kg} \\ \text{Massa satu pelepah} &= 10 \text{ kg [4]} \\ \text{Jari – jari tools pencacah} &= 140 \text{ mm}\end{aligned}$$

Jadi, beban kerja yang ditanggung oleh motor dalam bekerja :

$$= \text{Massa tools pencacah} + \text{massa satu pelepah}$$

$$= 41,39 + 10$$

$$= 51,39 \text{ kg.}$$

- $T = F \times r$

$$= 51,39 \text{ kg} \times 140 \text{ mm}$$

$$= 7194 \text{ kg.mm} = 7,19 \text{ kg.m}$$

- Daya yang dibutuhkan

$$P = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60 \text{ det}} \times T$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot \frac{1200 \text{ rpm}}{60 \text{ det}} \cdot 7,19 \text{ kg.m}$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 20 \text{ put/det} \cdot 7,19 \text{ kg.m}$$

$$= 903,06 \text{ watt}$$

$$P = 1,2 \text{ HP}$$

Maka motor dengan daya 3,4 HP dapat digunakan karena daya yang dibutuhkan 1,2 HP.

3. 3.1.3 Perhitungan Daya Rencana dan Torsi Motor

Untuk mengetahui daya rencana pada mesin dan torsi pada motor penggerak maka dapat diketahui dengan perhitungan dibawah ini.

- $P_d = f_c \cdot P$

$$= 1,8 \cdot 2,5 \text{ kW}$$

$$= 4,5 \text{ kW}$$

$f_c = 1,8$ dipilih berdasarkan tabel faktor koreksi, yaitu mesin pencacah dengan jam kerja 3-5 jam

Keterangan : P_d = Daya rencana (kW)

f_c = Faktor koreksi

P = Daya motor penggerak

- $T = \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot \frac{n}{60}}$

$$= \frac{2535 \text{ watt}}{2 \cdot 3,14 \cdot \frac{3000}{60}}$$

$$= 8,07 \text{ kg.m}$$

Keterangan : T = Torsi

n = putaran (rpm)

$\pi = 3,14$

4. 3.1.4 Perencanaan Poros dan Pasak

Untuk menentukan ukuran poros dan pasak dapat ditentukan dengan perhitungan dibawah ini.

Diketahui : $P = 4,5 \text{ kW}$

$n = 3000 \text{ rpm}$

- Daya rencana (P_d)

$$P_d = f_c \cdot P \quad \text{Ket : } f_c = 1,0 \text{ dipilih karena daya normal}$$

$$= 1,0 \cdot 4,5 \text{ kW}$$

$$= 4,5 \text{ kW}$$

- Torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n1}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{4,5}{3000}$$

$$= 1461 \text{ kg.mm}$$

- Material S45C, dengan tegangan tarik (σ) 58 kg/mm²
- Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma}{(sf_1 \times sf_2)}$$

$$= \frac{58}{6,0 \times 2,5}$$

$$= 3,86 \text{ kg/mm}^2$$

Ket : $Sf_1 = 6,0$ karena memakai baja paduan

$Sf_2 = 2,5$ dikarenakan poros memiliki alur pasak

- Diameter poros

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_{\alpha}} K_t \cdot C_b \cdot T \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{5,1}{3,86} 2,5 \cdot 2,3 \cdot 1461 \right]^{1/3}$$

$$= 22 \text{ mm}$$

Ket : $K_t = 2,5$ karena diperkirakan terjadi tumbukan besar

$C_b = 2,3$ karena diperkirakan terjadi pemakaian dengan beban lentur

- Tegangan geser yang terjadi

$$\tau = \frac{5,1 T}{d_s^3}$$

$$= \frac{5,1 \cdot 1461}{22^3}$$

$$= 0,69 \text{ kg/mm}^2$$

Pada poros $\varnothing 22$ mm, standar ukuran pasak yaitu :

- Ukuran nominal pasak $b \times h = 7 \times 7$ mm

5. 3.1.5 Perencanaan Puli dan Belt

Untuk menentukan ukuran puli dan panjang *belt* maka ditentukan dengan perhitungan dibawah ini.

Diketahui : Daya (P) = 4,5 kW
 n motor (n_1) = 3000 rpm
 diameter poros motor = $\varnothing 22$ mm
 n yang digerakan (n_2) = 1200 rpm
 rasio antar n_1 dan n_2 (i) = 2,5

- Daya Rencana (P_d)

$$P_d = f_c \cdot P$$

Ket : $f_c = 1,0$ dipilih karena daya normal

$$= 1,0 \times 4,5 \text{ kW}$$

$$= 4,5 \text{ kW}$$

- Torsi (T)

$$T_1 = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_1}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{4,5}{3000}$$

$$= 1461 \text{ kg.mm}$$

$$T_2 = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_2}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{4,5}{1200}$$

$$= 3652 \text{ kg.mm}$$

- Material S45C, dengan tegangan tarik (σ) 58 kg/mm²
- Tegangan Geser yang diizinkan

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma}{(sf1 \cdot sf2)}$$

$$= \frac{58}{6 \cdot 2,5}$$

$$= 3,86 \text{ kg/mm}^2$$

Ket : $Sf_1 = 6,0$ karena memakai baja paduan
 $Sf_2 = 2,5$ dikarenakan poros memiliki alur pasak

- Diameter poros

$$d_{s1} = \left[\frac{5,1}{\tau_{\alpha}} K_t \cdot C_b \cdot T_1 \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{5,1}{3,86} 2,5 \cdot 2,3 \cdot 1461 \right]^{1/3}$$

$$= 22 \text{ mm}$$

$$d_{s2} = \left[\frac{5,1}{\tau_{\alpha}} K_t \cdot C_b \cdot T_2 \right]^{1/3}$$

$$= \left[\frac{5,1}{3,86} 2,5 \cdot 2,3 \cdot 3625 \right]^{1/3}$$

$$= 30 \text{ mm}$$

Ket : $K_t = 2,5$ karena diperkirakan terjadi tumbukan besar
 $C_b = 2,3$ karena diperkirakan terjadi pemakaian dengan beban lentur

- Berdasarkan rpm dan daya rencana, maka terpilihlah penampang sabuk- V tipe A
- Diameter min. yang dianjurkan sabuk – V tipe A = 95 mm [5]

$$d_p = 95 \text{ mm}$$

$$D_p = 95 \times i$$

$$= 95 \times 2,5$$

$$= 238 \text{ mm}$$

$$d_k = d_p + (2 \times K)$$

$$= 95 + (2 \times 4,5) = 104 \text{ mm}$$

$$D_k = D_p + (2 \times K)$$

$$= 238 + (2 \times 7) = 252 \text{ mm}$$

$$d_b = \frac{5}{3} d_{s1} + 10 = \frac{5}{3} 22 + 10$$

$$= 47 \text{ mm}$$

$$D_b = \frac{5}{3} d_{s2} + 10 = \frac{5}{3} 30 + 10$$

$$= 60 \text{ mm}$$

- Kecepatan sabuk V

$$v = \frac{\pi \cdot d_p \cdot n1}{60 \times 1000}$$

$$= \frac{3,14 \cdot 95 \cdot 3000}{60 \times 1000}$$

$$= 15 \text{ m/s}$$

15 m/s < 30 m/s, baik.

- Panjang keliling sabuk (L)

$$L = 2C + \frac{\pi}{2} (d_p + D_p) + \frac{1}{4C} (D_p - d_p)^2$$

$$= 2 \times 392 + \frac{3,14}{2} (95 + 238) + \frac{1}{4 \times 392} (238 - 95)^2$$

$$= 784 + \frac{3,14}{2} (333) + \frac{1}{1568} (143)^2$$

$$= 784 + 1,57 (333) + \frac{20449}{1568}$$

$$= 784 + 522,8 + 13,04$$

$$= 1319,84 \text{ mm}$$

Didapat nomor nominal sabuk – V : 52 inch, L = 1321 mm

- Jarak sumbu poros (C)

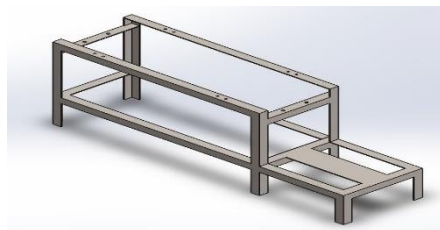
$$b = 2 \times L - \pi (D_p - d_p)$$

$$\begin{aligned}
 &= 2 \times 1321 - 3,14 (238 + 95) \\
 &= 2642 - 3,14 (333) \\
 &= 2642 - 1045,6 \\
 &= 1596,4 \\
 C &= \frac{b + \sqrt{b^2 - 8 (D_p - d_p)^2}}{8} \\
 &= \frac{1596 + \sqrt{1596^2 - 8 (238 - 95)^2}}{8} \\
 &= \frac{1596 + \sqrt{2547216 - 8 (20449)}}{8} \\
 &= \frac{1596 + \sqrt{2547216 - 163592}}{8} \\
 &= \frac{1596 + \sqrt{2383624}}{8} \\
 &= \frac{1596 + 1543}{8} \\
 &= 392 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

3.2 Analisis kekuatan rangka

Analisis ini diperlukan untuk mencari faktor keamanan beban kerja yang diterima rangka terhadap mesin pencacah limbah daun. Analisa dilakukan dengan menggunakan *software* Solidworks, dengan jenis analisa beban statis yang diterima rangka. Spesifikasi rangka yang digunakan pada mesin ini sebagai berikut.

Gambar 4. 1 Rangka.

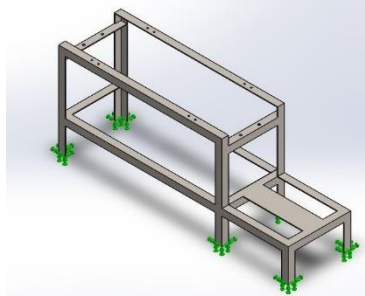


Tabel 4. 4 Spesifikasi rangka

Jenis rangka	50 × 50 × 5 mm
Material	AISI 1045 Steel
Kekuatan tarik	625 MPa (625000000 N/m ²)
Kekuatan luluh	530 MPa (530000000 N/m ²)
Massa jenis	7900 kg/m ³

- Pembebanan *fixture*

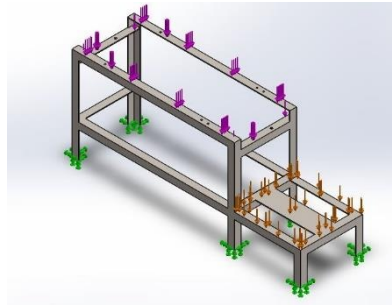
Fixture (penyekaman) ditempatkan pada keenam kaki dasar rangka seperti pada gambar dibawah ini



Gambar 4. 2 Fixture pada rangka.

Pembebanan pertama dilakukan pada bagian atas rangka. Bagian ini yang akan menumpu tools pencacah dan tabung pencacah. Beban yang dikenakan yaitu 76,19 kg. Pembebanan kedua dilakukan pada bagian tengah rangka. Bagian ini yang akan menumpu motor penggerak. Beban yang dikenakan yaitu 26 kg.

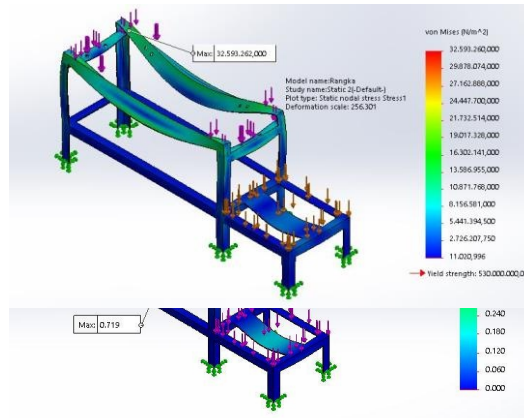
Gambar 4. 3 Pembebanan bagian tengah rangka.



- Hasil analisa

Hasil analisa dari analisa pertama yaitu, tegangan terbesar yang terjadi dengan nilai 32593262,000 N/m² yang ditunjukkan pada area berwarna merah. Kesimpulannya, rangka dengan material ini aman digunakan karena tegangan maksimal yang terjadi tidak melebihi batas *yield strength*

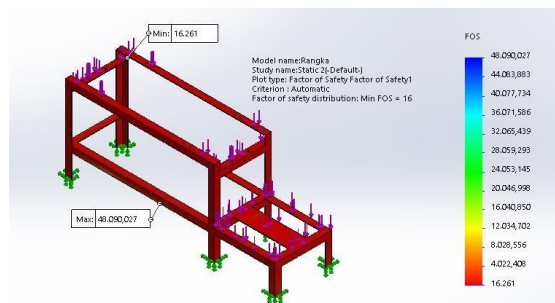
Gambar 4. 4 Tegangan pada rangka.



Displacement terbesar yang terjadi dengan nilai 0,719 mm yang ditunjukkan pada area warna merah

Gambar 4. 5 Displacement pada rangka.

Nilai minimal FOS (*Factor Of Safety*) minimal yang didapat adalah 16,261, sedangkan batas minimal FOS yaitu 16. Dapat disimpulkan bahwa rangka ini aman untuk digunakan.



Gambar 4. 6 FOS pada rangka.

4. KESIMPULAN

Dalam kesimpulan ini, hasil dari mesin pencacah limbah daun adalah menghasilkan perancangan detail untuk mengetahui rangangan perhitungan dan analisis pada kekuatan rangka pada mesin pencacah limbah daun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Arfiynato, "PERANCANGAN MESIN PENCACAH RUMPUT PAKAN TERNAK," Universitas Negeri Yogyakarta, 2012.
- [2] W. B. Prasetyo, "Perancangan Mesin Pencacah Enceng Gondok Dengan Kapasitas 50 kg/Jam," Universitas Muhammadiyah Malang, 2018.
- [3] P. H. H. A. dan P. A. Albertus, "Modifikasi Mesin Pencacah Jerami," Universitas Diponegoro, 2013.
- [4] Z. Muchlis, "PENGARUH PANJANG PELEPAH KELAPA SAWIT TERHADAP UNJUK KERJA MESIN PENCACAH PELEPAH SAWIT (CHOPPER) TIPE TEP-1," *Director*, vol. 15, no. 2, p. 8, 2018.
- [5] K. S. Sularso, *Dasar Perencanaan Dan Pemilihan Elemen Mesin*, Cetakan 11. Jakarta: Pradnya Paramita, 2013.