

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 9, Nomor 2, Juli Tahun 2022, hlm. 101-112

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

Analisis desain mesin pencacah limbah organik sebagai bahan dasar pupuk

Analysis of the design of the organic waste chopper machine as the basic ingredient of fertilizer

Nuruddin Wahyu Eko Saputro, Anis Siti Nurrohkayati*, Sigiet Haryo Pranoto

* Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia

* Jl. Ir. H. Juanda No.15, Sidodadi, Kec. Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75124

*Koresponden Email: asn826@umkt.ac.id

Article Submit: 11/04/2022

Article Revision: 13/05/2022

Article Accepted: 27/05/2022

ABSTRAK

Proses pencacahan limbah organik saat ini masih minim dalam pada sampah organik pada masyarakat umum dalam proses pengolahan sisa limbah yang sudah terbuang. Langkah pertama yang dilakukan untuk proses perencanaan yaitu survey lapangan dan studi literatur. Hasil survey lapangan dan studi literatur tersebut menjadi tujuan perancangan mesin seperti komponen yang terdapat dalam mesin pencacah, proses pengerjaan. Dari perbandingan desain menunjukkan sistem pencacahan relatif sama namun dari segi pembuatan mesin yang efisien. Dilihat dari analisis mata pisau pada *software abaqus* yang dapat menentukan hasil cacahan tersebut. Untuk nilai yang didapatkan pada hasil analisis yaitu analisis tegangan atau *von mises stress* yang terjadi pada *load* diberikan beban sebesar 300 N dihasilkan *von mises stress* $3.791 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. Pada *load* yang diberikan sebesar 400 N terdapat peningkatan *von mises stress* dengan nilai maksimum sebesar $5.055 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. Percobaan terakhir pada *load* 500 N didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar $6.318 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. Hasil analisis terhadap besar *displacement* yang sudah di simulasikan bahwa pada tegangan 300 N didapatkan *displacement* maksimum sebesar 2.510×10^{-1} . Pada tegangan 400 N didapatkan nilai sebesar 3.347×10^{-1} . Hasil analisis pada percobaan tegangan 500 N didapatkan hasil sebesar 4.183×10^{-1} . Nilai *safety factor* dari model diperoleh pada simulasi pada pembebanan 500 N dengan hasil *safety factor* lebih dari 15. Untuk, nilai angka maksimum yang aman yaitu merupakan angka pada 15 untuk desain model simulasi. Nilai *safety factor* yang didapatkan >1 sehingga mata pisau tersebut aman untuk digunakan pada saat beroperasi.

Kata Kunci: Perancangan, limbah, mesin, *displacement*, *von mises stress*

ABSTRACT

Process of enumeration of organic is still minimal in organic waste in the general public in the process of processing the remaining waste that has been wasted. The process is a field survey and literature study. The analysis of von Mises stresses that with a load of 300 N, the resulting von Mises stress is $3,791 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. A load of 400 N, there is an increase in von mises stress, a maximum value of $5.055 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. The last a load



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

of 500 N a maximum stress of $6318 \times 10^3 \text{ N/m}^2$. The results of the analysis displacement magnitude that has been simulated is at a stress of 300 N, maximum displacement is $2,510 \times 10^{-1}$. At a voltage of 400 N obtained a value of 3.347×10^{-1} . The results of the analysis on the 500 N voltage experiment obtained the results of 4.183×10^{-1} . The safety factor value from the model in the simulation at 500 N loading produces a safety factor value of 15, the maximum reading is 15 which is the safest number in the simulation model design. The safety factor value obtained is >1 so that the blade is safe to use when operating.

Keywords: design, waste, machinery, displacement, von mises stress

1. PENDAHULUAN

Pada akhir ini masyarakat khususnya masyarakat Indonesia telah dihadapkan oleh berbagai macam masalah lingkungan yaitu pemanfaatan jenis limbah [1][2]. Hal ini tersebut dapat terlihat dengan terbatasnya alat pengolah limbah tersebut. Seperti berbagai contoh jenis pemanfaatan limbah yang berada di lingkungan sekitar yaitu kulit singkong dan kulit pisang yang mampu dikelola menjadi bahan dasar pupuk organik atau lainnya [3][4]. Namun dilain pihak, pemanfaatan limbah organik ini tidak diikuti dengan ketersediaan dan optimalisasi alat untuk penghancur kulit tersebut menjadi bahan dasar pupuk organik [5][6][7].

Desain dan rancang bangun serta inovasi mesin pencacah limbah organik dapat digunakan mengubah hasil cacahan dari ukuran besar menjadi ukuran kecil [8]. Untuk rancang bangun mesin pencacah limbah tersebut, diharapkan bisa mampu mengurangi sisa limbah yang ada di sampah masyarakat [9]. Alat yang sudah ada yaitu penggerak memakai jenis motor listrik serta menggunakan mata pisau penghancur jenis *crusher* [10]. Untuk alat yang ingin didesain supaya menghasilkan cacahan yang maksimal yaitu peneliti mendesain mata pisau tipe bintang dengan sudut mata pisau yang runcing. Sehingga menghasilkan hasil cacahan yang dimana nanti bisa diolah atau digunakan sebagai bahan pupuk kompos yaitu pupuk organik yang bersumber dari limbah kulit singkong dan pisang [11]. Pupuk kompos sendiri mempunyai nilai guna yang sangat tinggi jika dimanfaatkan dengan baik sebagai bahan olahan dasar membuat pupuk kompos [12].

Penelitian disini untuk membangun mesin pencacah limbah organik sedikit berbeda dari mesin-mesin yang sudah ada di kalangan sekitar atau di pasaran. Untuk desain membuat alat tersebut, digunakan jenis aplikasi *Autodesk Inventor* yang dimana aplikasi tersebut untuk memudahkan seorang desainer untuk mendesain suatu alat yang dibuat contohnya yang sekarang sudah terencana yaitu sebuah mesin pencacah limbah organik [13][14]. Untuk desain yang dibuat, model kerangka serta mata pisau tentu didesain lebih berbeda dan hasilnya diharapkan lebih maksimal, maka dibutuhkan analisis simulasi pada beban mata pisau mesin pencacah limbah organik dengan variasi beban yang berbeda. Pada simulasi tersebut nantinya diharapkan hasil simulasi mata pisau bisa lebih maksimal pada proses cacahan limbah organik yang diteliti pada penelitian selanjutnya.

2. METODE

Penelitian rancang bangun atau desain mesin pencacah limbah organik ini bertujuan untuk model desain atau perancangan untuk pembuatan mesin pencacah limbah organik yang lebih efisien dari mesin-mesin yang sudah ada [15]. Mesin pencacah limbah organik ini diharapkan memiliki kualitas hasil potong yang lebih baik, lebih efisien dan efektif. Serta mesin yang dirancang diharapkan memiliki umur mesin yang lama atau dalam waktu panjang. Maka dari itu dibutuhkan dengan bantuan dengan beberapa *software* pembantu seperti *software Autodesk Inventor* untuk melakukan sebuah perancangan desain, selanjutnya dilanjut dengan *software Abaqus* untuk melakukan simulasi pada mata pisau. Simulasi pada beban mata pisau menggunakan *software CAE*.

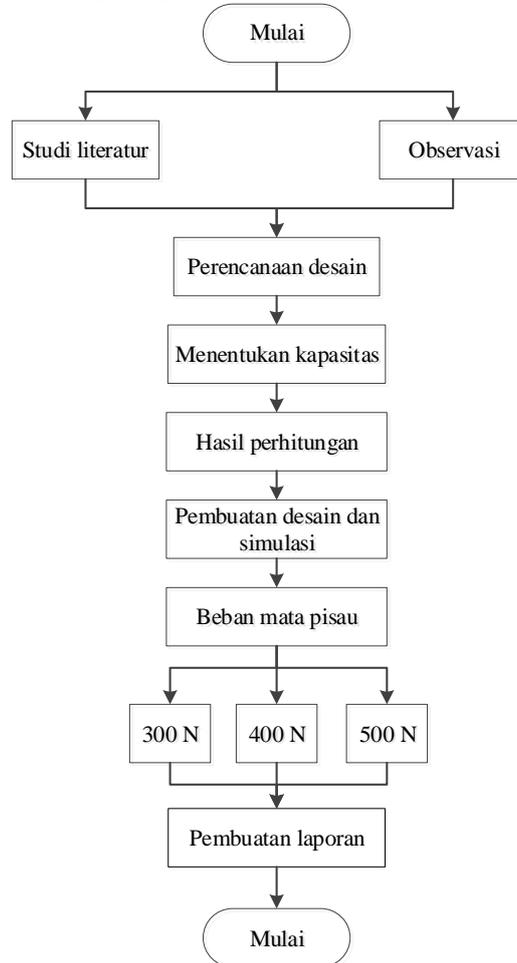
2.1. Prinsip kerja mesin pencacah.

Cara kerja mesin penghancur limbah organik tersebut menggunakan mekanisme penggerak dengan motor listrik yang memakai jenis motor listrik 2 *phase* dan menghasilkan energi kinetik [16].

Selanjutnya energi tersebut dilanjutkan dengan mentransmisikan *pulley* pertama dan *pulley* kedua dan memakai bantuan *reducer* dengan perbandingan 1:10. Sehingga menghasilkan hasil output yang maksimal.

2.2. Alur penelitian.

Adapun alur penelitian untuk rancang bangun mesin pencacah limbah organik sebagai berikut.



Gambar 1. Alur penelitian.

2.3 Gaya potong.

Adapun persamaan perhitungan tegangan geser dan daya motor pada motor listrik sebagai berikut.

a. Gaya Potong.

$$T_g = \frac{F}{A} = \frac{m \times g}{\frac{1}{4}\pi d^2} \dots\dots\dots(1)$$

Dimana:

T_g = Tegangan geser (P_a)

F = Gaya

m = Massa (K_g)

g = Gravitasi (m/s^2)

b. Torsi.

$$T = F \times r \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

T = Torsi
 F = Gaya
 r = Jari-jari

2.4 Poros.

Adapun gaya yang diterima oleh poros, untuk rumus gaya yang diterima oleh poros sebagai berikut. Untuk menghitung putaran poros, yaitu:

$$n_2 \frac{n_1 \times d_1}{d_2} \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:

n_1 = Putaran utama (*rpm*)
 n_2 = Putaran kedua (*rpm*)
 d_1 = Diameter *pulley* utama (*mm*)
 d_2 = Diameter *pulley* kedua (*mm*)

2.5 Mata pisau.

Adapun rumus perhitungan mata pisau yang telah ditentukan sebagai berikut. Untuk menghitung kecepatan putaran potong, yaitu:

$$\left(V \frac{\pi \times d \times n}{1000 \times 60} \right) \dots \dots \dots (4)$$

Dimana:

V = Kecepatan putaran potong (*m/s*)
 d = Jarak antar pisau (*mm*)
 n = Putaran poros (*rpm*)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kapasitas mesin pencacah limbah organik.

Adapun kapasitas dari mesin pencacah limbah organik yang sudah direncanakan sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Q &= 50 \frac{kg}{jam} \\ &= \frac{50 kg}{jam} \times \frac{1 jam}{60 menit} \\ &= 0.83 \frac{kg}{menit} \\ &= 830 \frac{gr}{menit} \end{aligned}$$

Jadi, kapasitas yang telah dihitung pada data diatas dapat diperoleh 830 gr/menit pada saat selama satu menit dan setara 0,83 kg/menit.

3.2. Perencanaan putaran mata pisau.

Jika pada setiap sekali putaran poros dapat menghasilkan 10 potongan, maka sekali putaran = 10 potongan. Jika 1 potongannya adalah 0,75 gram, maka 10 potongannya adalah 7,5 gram. Jadi, bisa didapatkan rumus dan hasil sebagai berikut:

$$\begin{aligned} 1 \text{ Putaran} &= 10 \text{ Potongan} = 1 \times 7,5 g = 7,5 g \\ &= \frac{830 gr/menit}{7,5 gr/putaran} = 111 \text{ putaran/menit} \end{aligned}$$

Jadi, untuk perencanaan putaran pisau disini sudah didapatkan yaitu 111 putaran/menit atau 111 rpm.

3.3. Perencanaan putaran motor listrik.

Untuk menentukan putaran motor listrik bisa ditentukan dengan perhitungan di bawah.

- Reducer* = 1:10.
- Motor listrik = 3600 Rpm.
- Perbandingan *pulley* = 1:2 (100:200).
- Putaran *pulley* 1 = 3600:10 = 360 Rpm.
- Perbandingan *pulley* = 360:2 = 180 Rpm.

Data diatas yaitu menunjukkan bahwa perencanaan motor listrik harus diketahui terlebih dahulu untuk perbandingan *pulley* dan *reducer* yang dipakai sehingga kita bisa menentukan motor listrik dengan rpm yang dibutuhkan sesuai dengan kapasitas mesin tersebut.

3.4. Hasil kapasitas potongan.

Jadi, perhitungan estimasi hasil kapasitas potongan untuk mesin pencacah limbah organik dengan persamaan rumus pada (2.7) sebagai berikut:

Dimana:

$$Q = 50 \text{ kg/jam}$$

$$m = 0,75\text{g}$$

$$n = 180 \text{ m/min}$$

$$z = 10 \text{ potongan}$$

Jadi,

$$Q = 0,75 \text{ g} \times 180 \frac{\text{m}}{\text{mix}} \times 10 \text{ potongan} = 1,350 \frac{\text{gr}}{\text{menit}}$$

Data diatas menunjukkan bahwa hasil kapasitas dari perhitungan yang sudah terkumpul datanya diperoleh 1,350 gr/menit.

3.5. Daya motor.

Untuk menentukan tegangan geser dan torsi pada persamaan (2.1) dan (2.2) yang sudah dirumuskan sebagai berikut.

Tegangan geser limbah organik yaitu, 0,83 kg.

$$\begin{aligned} T_g &= \frac{F}{A} = \frac{m \times g}{\frac{1}{4}\pi d^2} = \frac{0,83 \text{ Kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times (0,028)^2} \\ &= \frac{8,1423}{0,00061544} = 13,230 \times 10^3 P_a \end{aligned}$$

Jadi, daya motor yang direncanakan yaitu sebesar $13,230 \times 10^3 P_a$.

Maka, didapatkan besar torsi sebagai berikut. Torsi yang sudah direncanakan mesin pencacah, yaitu:

$$T = 0,83 \text{ kg.f} \times 140 \text{ mm} = 116,2 \text{ kg.f.mm}$$

Berdasarkan hasil torsi yang didapat dengan besar daya berikut. Putaran utama penggerak motor yaitu 3600 rpm melewati *reducer* dengan perbandingan 1:10 menjadi 360 rpm.

$$\begin{aligned} T &= 716200 \times \frac{\text{Daya}}{\text{Putaran (rpm)}} \\ \text{Daya} &= \frac{T \times \text{Putaran (rpm)}}{716200} \end{aligned}$$

$$= \frac{116,2 \text{ kg.f.mm} \times 360 \text{ rpm}}{716200 \text{ menit}} = 0,06 \text{ Hp}$$

Maka, besar motor yang digunakan yaitu minimal dengan besar 0,6 Hp.

3.6. Perencanaan putaran poros.

Reduksi yang terjadi pada putaran poros yang ditransmisikan alat pencacah limbah diketahui dengan persamaan (2.3) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} n_1 &= 360 \text{ rpm} \\ d_1 &= 360 \text{ rpm} \\ d_2 &= 200 \text{ mm} \\ n_2 &= \frac{360 \times 100}{200} = 180 \text{ rpm} \end{aligned}$$

Jadi, perencanaan putaran poros yaitu sebesar 180 rpm.

3.7. Perencanaan motor.

Sebagai pertimbangan kinerja mesin pencacah limbah agar putaran bisa mencapai nilai maksimal. maka, besar daya yang dipakai yaitu 0,5 Hp. Tipe jenis motor listrik yang digunakan sebagai berikut.

- a. $P = 0,5 \text{ Hp} = 0,373 \text{ kw}$
- b. $n = 360 \text{ rpm}$
- c. $Tegangan = 110/220$

3.8. Perencanaan kecepatan keliling pulley.

Pada penelitian ini perencanaan kecepatan keliling pulley dapat dirumuskan dengan persamaan (2.4) sebagai berikut.

$$V = \frac{3,14 \times 184 \times 111}{1000 \times 60} = 1,069 \text{ m/s}$$

Jadi, kecepatan keliling pulley yang sudah ditentukan yaitu 1,069 m/s.

3.9. Perencanaan pulley 2.

Diameter *pulley* dua dapat direncanakan dengan persamaan (2.5) sebagai berikut.

$$d_2 = \frac{360 \times 100}{180} = 200 \text{ mm}$$

Jadi, perencanaan *pulley* 2 dengan diameter sebesar 200 mm.

3.10. Perencanaan panjang belt.

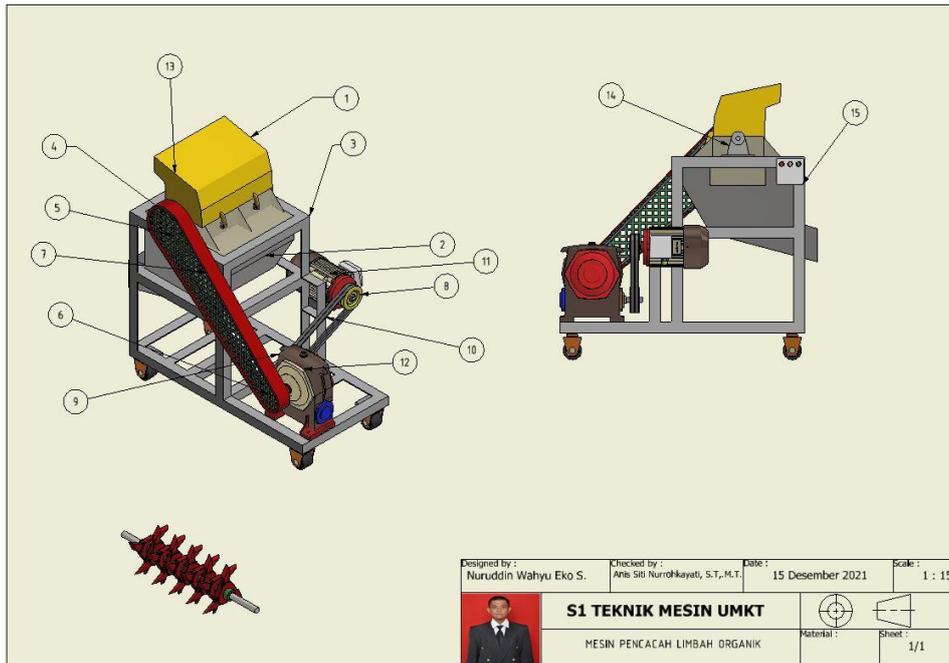
Adapun perencanaan panjang belt yang digunakan pada mesin pencacah limbah organik dengan menggunakan persamaan (2.6) sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L &= 2 \times 902 + \frac{3,14}{2} (200 + 100) + \frac{(200 + 100)}{4 \times 902} \\ L &= 1,804 + 471 + 24,944 \\ L &= 2,300 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi, untuk perencanaan panjang *belt* yaitu sepanjang 2,300 mm.

3.11. Desain mesin pencacah.

Adapun desain pada mesin pencacah limbah organik yang sudah dibuat di dalam *software Autodesk Inventor* sebagai berikut.



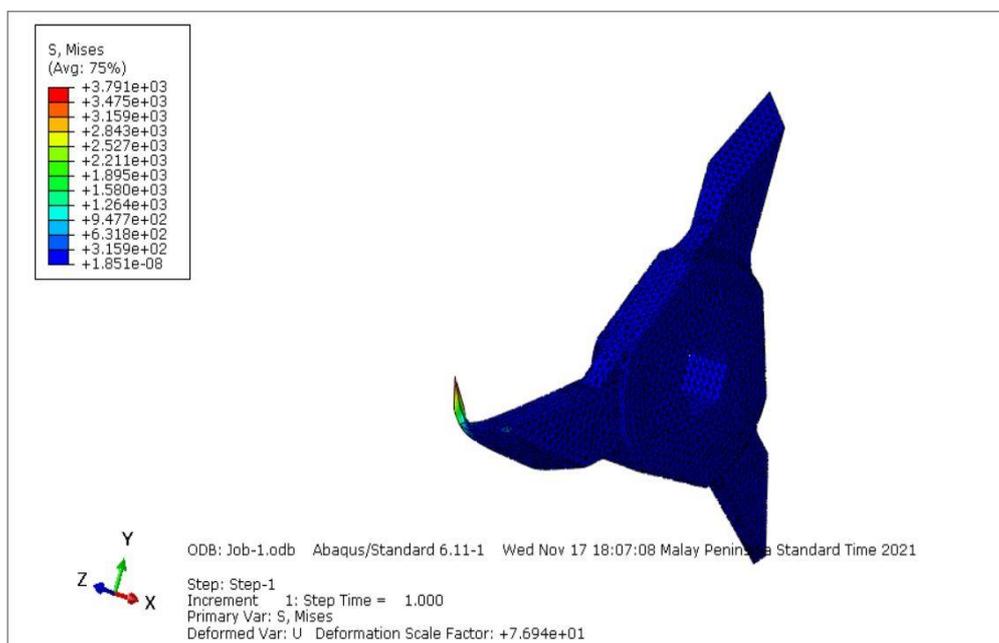
Gambar 2. Desain mesin pencacah limbah.

3.12. Simulasi beban mata pisau.

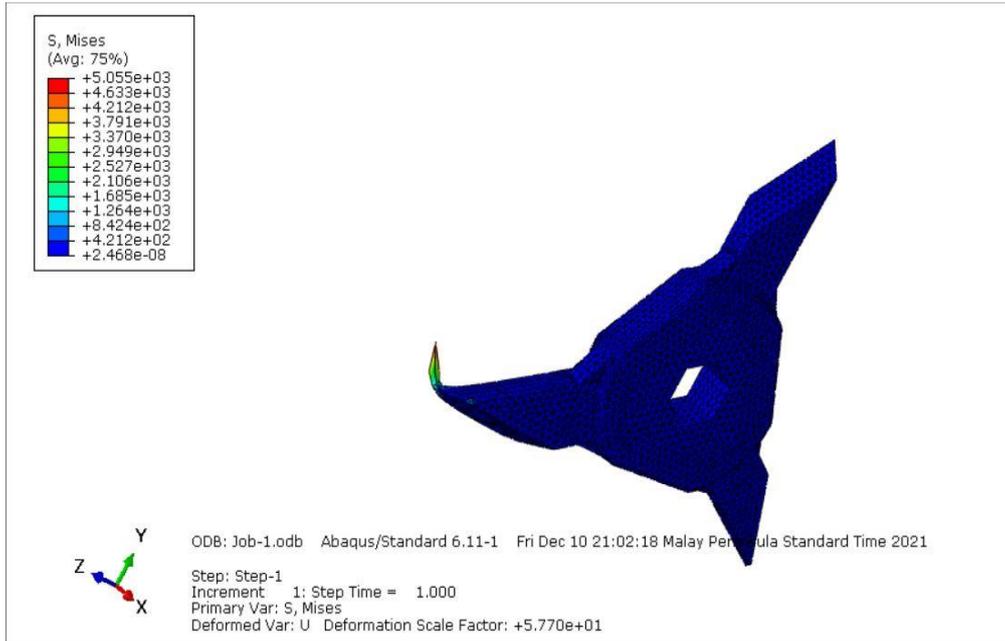
Adapun simulasi yang dilakukan pada mata pisau yang dianalisis pada software Abaqus Simulia sebagai berikut.

a. Von Mises Stress.

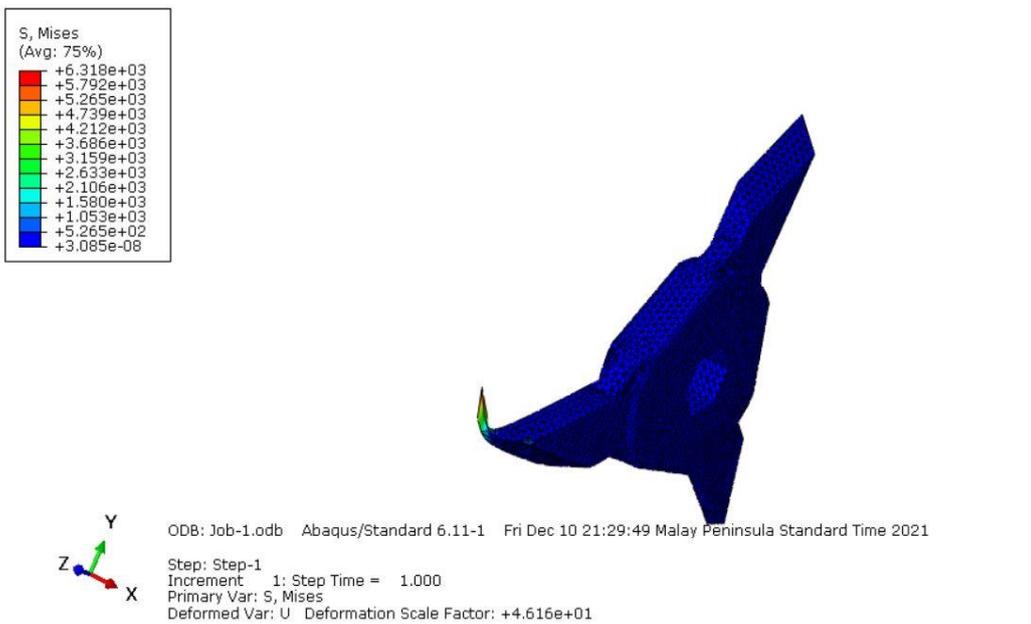
Proses analisis pada pembebanan dengan 3 perbedaan hasil simulasi yaitu 300 N, 400 N, 500 N yang menguji kekuatan dan kemampuan putar mata pisau dalam menerima beban saat mesin beroperasi menghancurkan limbah organik. Dapat dilihat pada gambar 3, gambar 4, gambar 5.



Gambar 3. Von mises stress 300 N.



Gambar 4. Von mises stress 400 N.



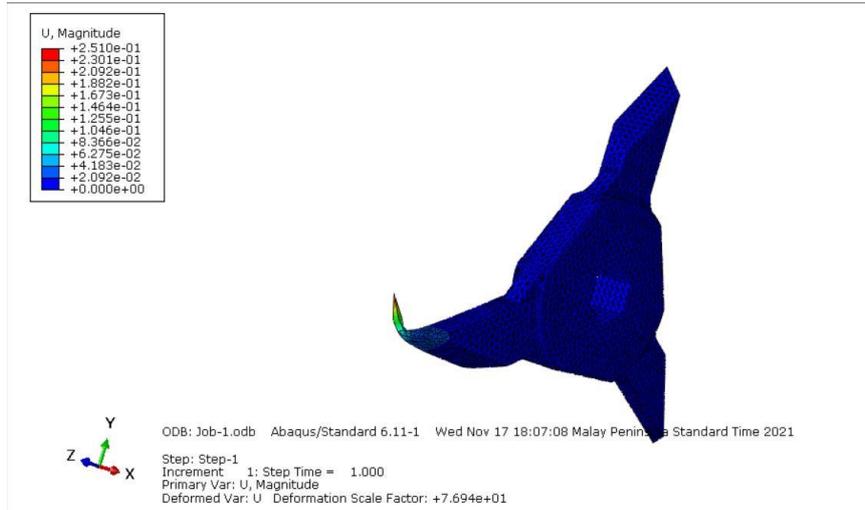
Gambar 5. Von mises stress 500 N.

Jadi proses simulasi tegangan yang muncul pada *load* yang diberikan sebesar 300 N dihasilkan tegangan maksimum sebesar $3.791 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $3.791 \times 10^{-3} Mpa$. Pada *load* yang diberikan sebesar 400 N terdapat peningkatan dengan nilai maksimum sebesar $5.055 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $5.055 \times 10^{-3} Mpa$. Percobaan terakhir pada *load* 500 N didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar $6.318 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $6.318 \times 10^{-3} Mpa$.

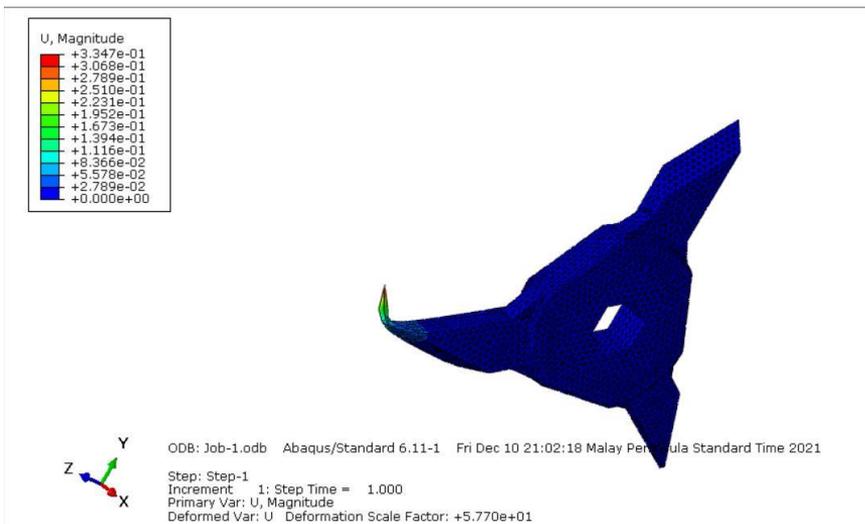
b. *Displacement*.

Hasil analisis terhadap besar *displacement* yang sudah disimulasikan pada pembebanan 300 N didapatkan hasil maksimum sebesar $2.510 \times 10^{-1} m$. Pada tegangan 400 N didapatkan nilai sebesar $3.347 \times 10^{-1} m$. Hasil analisis pada percobaan tegangan 500 N didapatkan hasil sebesar $4.183 \times$

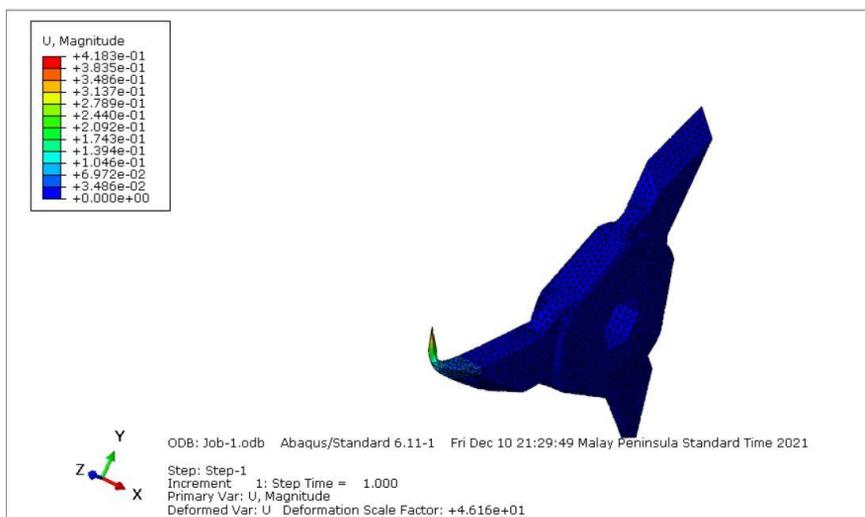
10^{-1} m. Hasil dari semua simulasi pada tegangan yang diterima oleh mata pisau sangat kecil yang terletak diujung sisi tajam mata pisau potong.



Gambar 6. *Displacement* pada pembebanan 300 N.



Gambar 7. *Displacement* pada pembebanan 400 N.

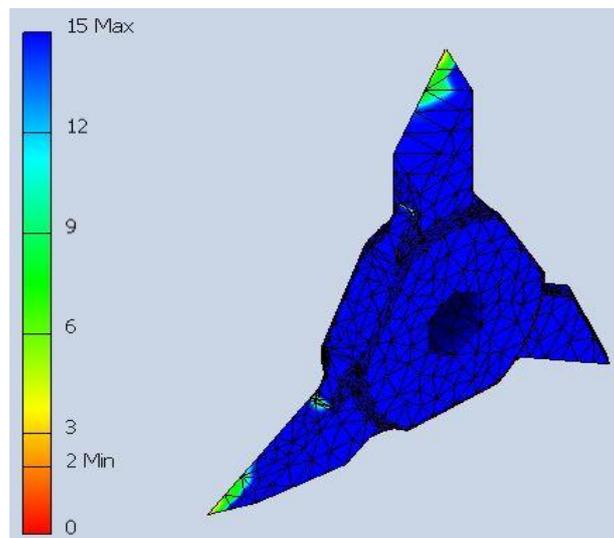


Gambar 8. *Displacement* pada pembebanan 500 N.

Analisis menghasilkan tegangan pada mata pisau yang aman menunjukkan bahwa tegangan yang kecil dapat diabaikan karena geometri tidak terdapat perubahan pada pembebanan mata pisau. Hal tersebut karena tegangan yang terjadi masih terletak di daerah elastisitas sehingga perubahan bentuk pada model mata pisau terlalu kecil. Tegangan dalam mesin pencacah yaitu hal utama yang perlu diperhatikan dalam perancangan. Maka jika terhadap tegangan berubah maka geometri berubah dan fungsi tersebut tidak dapat optimal. Simulasi menghasilkan, ketika suatu komponen diberi pembebanan yang tinggi tapi tegangan tidak dapat timbul yang besar, bahkan tegangan relatif kecil karena komponen yang diberikan beban tidak dapat menahan maka komponen akan rusak.

c. *Safety factor*.

Adapun hasil untuk mendapatkan nilai *safety factor* apakah objek aman atau tidak pada saat penggunaan model mata pisau tersebut dan dijelaskan pada simulasi mata pisau berikut.



Gambar 9. *Safety factor* pada mata pisau.

Simulasi yang dihasilkan sudah dilakukan, bahwa nilai *safety factor* pada mata pisau yaitu sebesar 15. Simulasi yang sudah didapatkan seluruhnya adalah kebanyakan berwarna biru dan sebagian berwarna hijau pada bagian ujung mata pisau. Nilai keamanan dari hasil simulasi yang diperoleh untuk pembebanan maksimum bahan. Simulasi pada pembebanan 500 N memperoleh hasil *safety factor* lebih dari 15. Namun, pada pembacaan *software* yang dipakai merupakan pembacaan angka maksimum yaitu 15 yang merupakan angka paling aman pada desain model simulasi. Nilai *safety factor* yang didapatkan >1 sehingga mata pisau tersebut aman untuk digunakan atau pada saat beroperasi.

4. SIMPULAN

Setelah hasil yang sudah diperoleh dari pembahasan diatas telah dijelaskan maka data-data yang sudah disimpulkan sebagai berikut: Hasil penelitian pada perancangan mesin pencacah limbah organik sebagai bahan dasar pupuk. Peneliti berhasil membuat desain mesin pencacah pada *software autodesk inventor*. Proses desain yaitu meliputi pembuatan *part* untuk komponen mesin pencacah, kemudian dilakukan proses penggabungan *part* yang sudah selesai dibuat atau proses *assembly* sampai perancangan desain selesai. Menentukan hasil perancangan yang efektif dan efisien, dibutuhkan proses perhitungan pada komponen yang ada di mesin pencacah atau sebagian *part* yang harus diperhitungkan. Supaya hasil perancangan sesuai dengan keinginan dan mampu menghasilkan cacahan yang bagus. Proses perhitungan yang ditentukan yaitu sebagai berikut, kapasitas mesin pencacah 50 Kg/jam, perencanaan putaran pisau 111 rpm, perencanaan putaran motor listrik yaitu (reducer 1:10,

motor listrik 3600 rpm, perbandingan *pulley* 1:2 dengan diameter 100 mm dan 200 mm, putaran *pulley* 1 yaitu 3600:10 yaitu didapatkan 360 rpm, hasil perbandingan *pulley* yaitu 360:2 dan didapatkan 180 rpm), hasil kapasitas potongan yang dihasilkan yaitu 1,350 gr/menit, mengetahui daya motor yang direncanakan sebesar $13,230 \times 10^3 P_a$, perencanaan poros yang sudah ditentukan yaitu 180 rpm, perencanaan motor listrik yang digunakan yaitu sebesar $0,5 Hp = 0,373 kw$, perencanaan kecepatan keliling *pulley* yaitu 1,069 m/s, perencanaan *pulley* 2 yaitu 200 mm, yang terakhir yaitu perencanaan panjang *belt* yaitu 2,300 mm. Menentukan hasil proses simulasi beban pada mata pisau bintang dengan sudut 30° dibutuhkan dengan proses analisis pada *software abaqus* untuk menentukan hasil yang dianalisis diantaranya yaitu mencari *von mises stress*, *displacement*, dan *safety factor*. Didapatkan ketiga diantaranya yaitu analisis yang dihasilkan bahwa distribusi tegangan yang terjadi pada *load* yang diberikan sebesar 300 N dihasilkan tegangan maksimum atau *von mises stress* sebesar $3.791 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $3.791 \times 10^{-3} Mpa$. Pada *load* yang diberikan sebesar 400 N terdapat peningkatan *von mises stress* dengan nilai maksimum sebesar $5.055 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $5.055 \times 10^{-3} Mpa$. Percobaan terakhir pada *load* 500 N didapatkan hasil tegangan maksimum sebesar $6.318 \times 10^3 N/m^2$ atau setara dengan $6.318 \times 10^{-3} Mpa$. Hasil analisis terhadap besar *displacement* yang sudah di simulasikan bahwa pada tegangan 300 N didapatkan *displacement* maksimum sebesar $2.510 \times 10^{-1} m$. Pada tegangan 400 N didapatkan nilai sebesar $3.347 \times 10^{-1} m$. Hasil analisis pada percobaan tegangan 500 N didapatkan hasil sebesar $4.183 \times 10^{-1} m$. Dari ketiga tegangan yang diterima oleh mata pisau, *displacement* yang terjadi pada mata pisau sangat kecil yang terletak diujung sisi tajam mata pisau potong. Berdasarkan hasil simulasi yang sudah dilakukan, bahwa nilai *safety factor* pada mata pisau yaitu sebesar 15. Daerah hasil simulasi model didapatkan keseluruhan adalah kebanyakan berwarna biru dan sebagian berwarna hijau pada bagian ujung mata pisau., bahwa nilai *safety factor* pada mata pisau yaitu sebesar 15. Simulasi yang sudah didapatkan seluruhnya adalah kebanyakan berwarna biru dan sebagian berwarna hijau pada bagian ujung mata pisau. Nilai keamanan dari hasil simulasi yang diperoleh untuk pembebanan maksimum bahan. Simulasi pada pembebanan 500 N memperoleh hasil *safety factor* lebih dari 15. Namun, pada pembacaan *software* yang dipakai merupakan pembacaan angka maksimum yaitu 15 yang merupakan angka paling aman pada desain model simulasi. Nilai *safety faktor* yang didapatkan >1 sehingga mata pisau tersebut aman untuk digunakan atau pada saat beroperasi.

REFERENSI

- [1] N. Marliani, "234976-Pemanfaatan-Limbah-Rumah-Tangga-Sampah-a-533E820B," vol. 4, no. 2, pp. 124–132, 2014.
- [2] R. Hidayawanti, I. W. Kustrantrika, and L. Endah, "Upaya Pengelolaan Sampah di Kampus STT-PLN dengan Teknologi Anaerobik Digester," *J. Kilat*, vol. 6, no. 1, pp. 59–65, 2017.
- [3] W. A. AKBARI, "PEMANFAATAN LIMBAH KULIT PISANG DAN TANAMAN *Mucuna bracteata* SEBAGAI PUPUK KOMPOS," *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2015, doi: 10.26418/jtllb.v3i1.11424.
- [4] R. R. R. Rose, "Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Menjadi Crispy Kulit Singkong," pp. 1–6, 2019.
- [5] E. Y. Budiono and D. Widhowati, "Analisis Usaha Pembuatan Pupuk Organik Cair Dengan," pp. 1–13, 2001.
- [6] J. Warsito, S. M. Sabang, and K. Mustapa, "Pembuatan Pupuk Organik Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit," *J. Akad. Kim.*, vol. 5, no. 1, p. 8, 2017, doi: 10.22487/j24775185.2016.v5.i1.7994.
- [7] A. Surya, "Pemanfaatan Mesin Penghancur Sampah Organik Untuk Memproduksi Pakan Bagi Maggot," *J. Mech. Eng. Manuf. Mater. Energy*, vol. 4, no. 1, pp. 31–39, 2020, doi: 10.31289/jmemme.v4i1.3744.
- [8] D. Zulrahman, N. Wahyu, E. Saputro, and A. S. Nurrohkayati, "Rancang Bangun Mesin

Pencacah Kulit Singkong Dan Kulit Pisang Sebagai Bahan Dasar Pupuk Organik,” pp. 936–941.

- [9] M. Di and K. Pringgo, “Pengolahan Sampah Limbah Rumah Tangga Secara,” vol. 1, no. 2, pp. 161–168, 2018.
- [10] I. Nur, Nofriadi, and Rusmardi, “Pengembangan Mesin Pencacah Sampah / Limbah Plastik,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, no. November, pp. 1–8, 2014.
- [11] Lolita Endang Susilowati, Zaenal Arifin, Mahrup, and Umminingsih, “Pembelajaran Kompos dan Proses Pengomposan Limbah Kulit Singkong Metode Takakura Modifikasi Kepada Ibu Rumah Tangga Desa Narmada Kabupaten Lombok Barat,” *J. Pengabd. Magister Pendidik. IPA*, vol. 5, no. 1, pp. 218–225, 2022, doi: 10.29303/jpmpi.v5i1.1430.
- [12] E. Sutrisno, I. W. Wardhana, M. A. Budihardjo, M. Hadiwidodo, and I. Silalahi, “Program Pembuatan Pupuk Kompos Padat Limbah Kotoran Sapi Dengan Metoda Fermentasi Menggunakan Em4 Dan Starbio di Dusun Thekelan Kabupaten Semarang,” *J. Pasopati*, vol. 2, no. 1, pp. 13–16, 2020.
- [13] A. Suardi, N. Chairat, F. Muhammad, T. B. Impak, and B. Tekuk, “PowerPlant,” no. 4, 2017.
- [14] R. S. Tiara Dewi, Muhammad Amir Masruhim, “Desain Mesin Cnc Router 3 Axis Berbantu Perangkat Lunak Autodesk Inventor,” *Lab. Penelit. dan Pengemb. FARMAKA Trop. Fak. Farm. Univ. Muallawarman, Samarinda, Kalimantan Timur*, vol. 10, no. April, pp. 5–24, 2016.
- [15] S. Chain *et al.*, “AGROINTEK : Jurnal Teknologi Industri Pertanian.”
- [16] N. Nugraha, D. S. Pratama, S. Sopian, and N. Roberto, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga,” *J. Rekayasa Hijau*, vol. 3, no. 3, pp. 169–178, 2020, doi: 10.26760/jrh.v3i3.3428.