

PERANCANGAN MESIN SHREDDER UNTUK PENGHANCUR KACA

Caesar Nur Syamsi ^a, Ir. Aris Widyo Nugroho, M.T., Ph.D ^b,
Rela Adi Himarosa, S.T., M.Eng ^c

^aMahasiswa Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta
Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta, Indonesia, 55183
+6281325927420
caesams95@gmail.com ^a

^{b-c}Dosen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas
Muhammadiyah Yogyakarta Jl. Brawijaya, Kasihan, Bantul, D.I.
Yogyakarta, Indonesia, 55183 bambangriyanta@umy.ac.id ^b,
budinurrahman@umy.ac.id ^c

Intisari

Sampah merupakan permasalahan yang sangat serius dalam lingkungan. Masalah sampah bisa semakin besar seiring makin banyaknya sampah yang sangat lama bahkan tidak bisa diuraikan. Perancangan mengambil langkah untuk membuat serangkaian mesin *shredder* untuk penghancur limbah kaca, yang akan dihancurkan menjadi serpihan kecil kaca agar dapat dimanfaatkan kembali. Tujuan dari perancangan ini adalah untuk menghasilkan mesin *shredder* untuk penghancur limbah kaca kapasitas 112 kg/jam agar dapat membantu menanggulangi masalah sampah anorganik khususnya kaca yang ada di lingkungan dan rumah tangga. Pisau penghancur yang dirancang berjumlah 10 pisau dan berdiameter 150 mm dengan 3 sisi mata pisau. Mata pisau pemotong disusun dengan sistem *shredder* saling berhadapan dengan putaran berlawanan arah. Motor listrik yang digunakan dalam perancangan ini ialah motor AC 1 *phase* yang memiliki daya 5 HP, 220V, dan 1450 rpm. Putaran motor di reduksi menggunakan gearbox WPA 70 dengan perbandingan 1:20 yang menghasilkan putaran 36,25 rpm. Desain yang sederhana serta ukuran mesin yang tidak terlalu besar dengan dimensi panjang 1038 mm lebar 350 mm dan tinggi 1114 mm. Kapasitas dari mesin *shredder* ini 112 kg/jam.

Analisis gaya statis yang dihasilkan pada rangka dengan pengujian *displacement* didapat maksimal 0,01833 mm dan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 6,354 MPa. Pada analisa gaya statis pada poros pengujian *displacement* didapat maksimal 0,002786 mm dan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 5,035 Mpa. pada analisa gaya statis pada mata pisau pengujian *displacement* didapat maksimal 0,0008353 mm, sedangkan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 4,377 MPa.

Kata Kunci : Perancangan, Mesin *Shredder*, Limbah Kaca, Pisau *Shredder*.

1. PENDAHULUAN

Undang - Undang RI nomor 23 tahun 1997, menjelaskan pencemaran lingkungan hidup yang masuk dan yang dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan kompon lain kedalam lingkungan hidup dari kegiatan manusia itu sendiri dan berpengaruh dalam kelangsungan perikehidupan dan kesejahteraan manusia serta makhluk hidup lain. Sampah adalah satu permasalahan terbesar yang di hadapi negara berkembang dan negara maju di dunia, salah satunya indonesia.

Sampah adalah sisa dan buangan yang dihasilkan oleh rumah tangga atau produksi dari pabrik industri dan kehidupan sehari hari yang berbentuk padat maupun tidak padat. Sampah di defenisikan manusia dengan derajat keterpakainnya, dari proses alam sebenarnya tidak ada namanya sampah, adanya produk yang dihasilkan selama dan proses alam itu berlangsung.

Masalah lingkungan kenyataannya bukan merupakan satu hal baru, tetapi sudah muncul sejak alam ini ada, karna berbagai sebab maka masalah tidak pernah mencuat di permukaan. Ada yang beranggapan masalah lingkungan menjadi lebih besar karna adanya kemajuan teknologi. Kenyataannya teknologi bukan merusak lingkungan, tetapi teknologi bisa dimanfaatkan buat mengatasi masalah lingkungan.

Aspek penting dari masalah lingkungan ialah besarnya populasi manusia itu sendiri, dengan terus meningkatnya populasi manusia itu sendiri, maka kebutuhan manusia, bahan bakar, pemukiman dan kebutuhan lainnya juga terus meningkat, pada akhirnya limbah rumah tangga dan limbah industri, pada akhirnya perubahan kualitas lingkungan hidup (Kristianto,2002).

World Heat Organizatin (1990)

sampah/limbah ialah suatu yang tak berguna lagi, tidak terpakai, dan sesuatu yang sudah dibuang oleh manusia dan tidak mungkin terjadi begitu saja. Pengolahan sampah no 18 tahun 2008 menyimpulkan sampah/limbah ialah buangan dari kelakuan makhluk hidup juga proses alam berbrntuk sampah padat. Sampah merupakan permasalahan sangat serius dalam lingkungan kita. Masalah bisa semakin besar seiring makin banyaknya barang yang sangat lama bahkan tidak bisa diuraikan.

Pengolahan ini dilakukan untuk mengurangi dampak dari sampah maka diperlukan sistem pengolahan sampah dengan baik, berbagai sampah yang masih bisa diolah dan didaur ulang, yaitu sampah anorganik. Dampak yang timbul dari sampah anorganik sangat merugikan lingkungan, masyarakat belum paham cara menanggulangi sampah anorganik dengan baik, masyarakat sering menanggulangi sampah anorganik dengan cara membuangnya begitu saja padahal itu malah membuat dampak buruk kepada lingkungan.

Mesin *shredder* berfungsi untuk menghancurkan sampah anorganik. Namun dari bentuk mesin ini tidak praktis dan sulit dipindahkan bila di pakai di rumah tangga dan usaha rumahan. Suara yang ditimbulkan dari mesin ini sangat bising dan membuat polusi asap karna mesin itu menggunakan mesin penggerak disel sebagai sumber tenaga. Mesin itu sangat tidak efektif kalau di pakai di rumah tangga dan usaha rumahan.

Analisis perhitungan perancangan mesin penghancur sampah anorganik yang sudah ada maka akan direncanakan mesin penghancur limbah kaca kapasitas 112 kg/jam buat mengatasi masalah lingkungan sekitar, mesin direncanakan buat membantu menanggulangi masalah limbah kaca yang ada dilingkungan dan rumah tangga. Perancangan mesin

penghancur limbah kaca kapasitas 112 kg/jam diharapkan lebih efektif buat masyarakat dan pengusaha rumahan karna ukuran yang lebih kecil daripada yang ada di industri sehingga mudah dipindah tempatkan, dan mesin ini juga memiliki keunggulan tidak menimbulkan polusi suara karna menggunakan tenaga motor listrik.

3.1 Alat dan Bahan Perancangan

Membuat suatu perancangan dan alat diperlukan peralatan dan permesinan agar dapat dengan benar dan ekonomis. Memilih mesin dan proses dengan tepat menentukan hasil yang akan kita buat. Memilih peralatan dalam memproses produk harus disesuaikan dengan jumlah dan spesifikasi yang terpenuhi oleh komponen alat-alat kerja tersebut.

3.2.1 Konsep Dasar Perancangan

Mesin *shredder* kaca ialah alat yang digunakan untuk menghancurkan limbah kaca yang masih berupa pecahan yang kasar dan tidak bisa digunakan lagi, mesin *shredder* digunakan untuk untuk memperkecil pecahan kaca yang masih kasar agar menjadi serpihan yang lebih kecil lagi. Mesin *shredder* limbah kaca ini didasarkan pada proses penghancuran limbah kaca dengan menggunakan mekanisme pisau penghancur yang digerakan dengan poros berputar dan poros digerakan oleh motor listrik.

Mesin *shredder* ini dirancang untuk menghancurkan berbagai jenis limbah kaca dengan efektif dan efisien, agar bahan tidak dapat terselip pada poros sehingga *shredder* tidak mengalami kemacetan pada saat pemrosesan. Mesin dapat menghasilkan serpihan kecil kaca. Mesin *shredder* secara garis besar digambarkan dengan mekanisme pisau bergerak dengan bantuan motor listrik dan menghancurkan kaca menjadikan

serpihan-serpihan kecil.

2. METODE PERANCANGAN

Alat Perancangan

Alat-alat yang digunakan perancangan ini yaitu:

- a. Satu perangkat laptop spesifikasi ditunjukkan pada Tabel 1.

Operation System	Windows 10 Ultimate
Processor	Intel (R) Core (TM) 2 Dou T7500
CPU	2.2 GHz 800 MHz
RAM	2 GB
System	64-bit Operation System

- b. *Software* perancangan
Dalam perancangan ini jenis *software* yang digunakan yaitu *Autodesk Inventor 2016 x64 Edition*



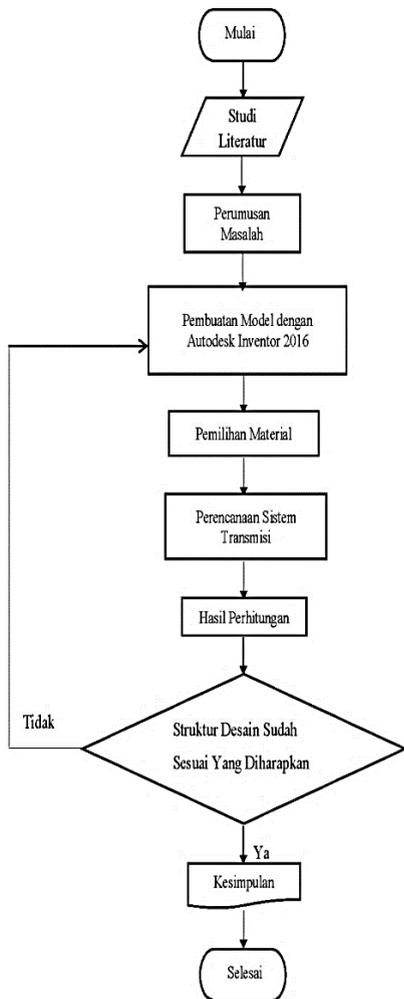
Gambar 1. Autodesk Inventor 2016

- c. Jangka sorong (*vernier caliper*)
Jangka sorong digunakan untuk mengukur dengan presisi dimensi komponen-komponen yang sudah ada dipasaran diantaranya mesin penggerak, roda, transmisi, dan lain sebagainya.
- d. Meteran
Meteran digunakan untuk mengukur komponen-komponen yang lebih panjang dari pada kemampuan ukuran maksimal jangka sorong.
- e. Kalkulator
Dalam proses perancangan Mesin *Shredder* dibutuhkan kalkulator untuk

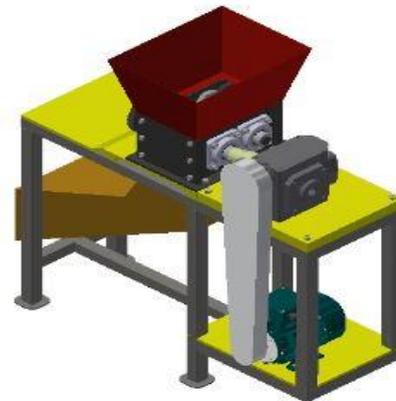
menghitung dengan cara manual. Untuk membantu proses perhitungan maka digunakan kalkulator agar mempermudah dalam proses analisa ukuran-ukuran yang diperlukan.

Diagram Alir Perancangan secara umum

Diagram alir dalam perancangan Mesin *Shredder* bertujuan untuk memudahkan dalam melaksanakan perancangan dan memperjelas tahapan-tahapan dalam perancangan mesin tersebut.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan **Komponen - Komponen Mesin Shredder Dan Pemilihan Bahan**



Gambar 3. Komponen-komponen Mesin *Shredder*

Komponen-komponen utama dari mesin shredder:

- 1) Rangka Alat
- 2) Pisau *Shredder*
- 3) Poros
- 4) Chamber
- 5) puli
- 6) Hopper Atas
- 7) Hopper Bawah
- 8) Sisir
- 9) Roda Gigi
- 10) Kopling
- 11) Bearing
- 12) Motor Listrik
- 13) Gearbox

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Prinsip Kerja Mesin *Shredder*

Mesin *shredder* ini merupakan mesin yang didesain khusus untuk mencacah limbah kaca, mesin *shredder* ini bekerja dengan beberapa mata pisau, dua bilah poros, dan sisir pengatur jarak.

Setelah limbah masuk ke corong atas dan mesin aktif, mesin *shredder* mulai mencacah limbah kaca menggunakan pisau pencacah dan pisau pencacah yang digunakan lebih dari satu.

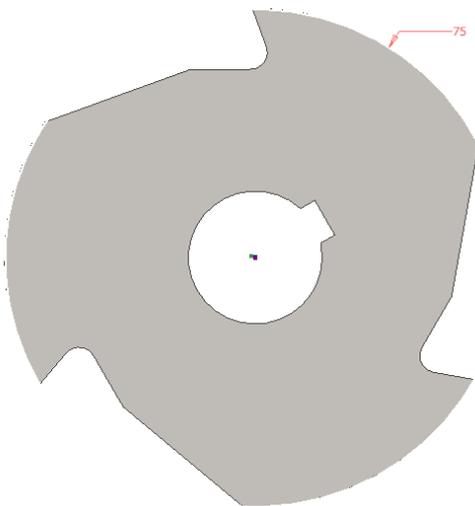
Cara kerja mesin *shredder* adalah mulai dari motor penggerak, ketika motor penggerak hidup daya akan di trasmisikan dengan puli dan sabuk v ke gearbox dan diteruskan ke poros penggerak

menggunakan bantuan copel dan mata pisau beputar mencacah limbah kaca yang dimasukkan.

3.2 Perhitungan Perancangan Dan Analisis Tegangan

3.2.1 Perhitungan Perancangan

Sistem pemotongan shredder menggunakan dua buah poros yang memiliki pisau yang disusun berselangan dan berputar berlawanan arah, agar dapat bekerja dengan meremukan, menekan, dan mencacah limbah kaca. Perancangan mata pisau dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Geometri Mata Pisau
 Data perancangan sistem pemotong

- Diameter: 150 mm
- Tebal : 15 mm
- Bahan : Baja Karbon SC45
- Luas penampang mata pisau : 18,5 mm²
- Total jumlah pisau : 10 Pisau
- Modulus elastisitas kaca : 73,10 kgf/cm²
- Putaran pisau direncanakan (*n*) : 36,25 rpm
- Putaran awal motor listrik : 1450 rpm

3.2.1.1 Gaya Potong Pisau (*F_{pisau}*)

$$a. F_{pisau} = A \cdot F_s$$

$$= 18,5 \text{ mm}^2 \cdot 73,10 \text{ kgf/cm}^2$$

$$= 13262 \text{ N}$$

Dengan mendapatkan gaya

potong, maka dapat dicari torsi pada mata pisau dengan menggunakan persamaan:

$$b. T_{pisau} = F \cdot r$$

$$T_{pisau} = 13262 \text{ N} \cdot 0,075 \text{ m} = 994,65 \text{ Nm}$$

3.2.1.2 Daya Motor Listrik

Menentukan kebutuhan daya motor listrik untuk mencacah material limbah kaca dihitung dengan persamaan:

$$P = T \cdot \left(\frac{2\pi n}{60} \right)$$

$$P = 994,65 \text{ Nm} \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot 36,25}{60} \right)$$

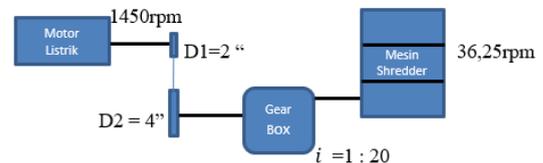
$$P = 3775,7820 \text{ watt}$$

Konversi watt ke Hp

$$\left(\frac{3775,7820}{746} \right) = 5 \text{ Hp}$$

3.2.1.3 Perhitungan Putaran Mesin

Terdapat dua tingkat reduksi seperti pada skema transmisi sebagai berikut:



Motor listrik yang direncanakan menggunakan motor 5 HP 1450 rpm, Puli pada motor listrik menggunakan puli ukuran 2 inchi, dan pada input gearbox menggunakan puli ukuran 4 inchi. Dengan reduksi gearbox 1 : 20

$$a. \text{Rasio} = 2 : 4$$

$$N_1 = 1450 \text{ rpm}$$

$$N_2 = \dots?$$

$$N_2 = \frac{N_1 \times 2}{4}$$

$$N_2 = \frac{1450 \times 2}{4} = 725 \text{ rpm}$$

Type gearbox yang digunakan adalah WPA 70 dengan perbandingan 1 : 20. Gearbox dihubungkan dengan putaran awal motor listrik 1450 rpm untuk mengetahui putaran yang keluar dari gearbox, didapat dengan persamaan

$$b. \quad i = \frac{n_2}{n_1}$$

$$20 = \frac{725}{n_1}$$

$$n_1 = \frac{725}{20} = 36,25 \text{ Rpm}$$

Torsi yang dihasilkan oleh gearbox bisa dihitung dengan persamaan:

$$c. \quad Tr = \frac{P}{2 \pi / 60}$$

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

$$Tr = \frac{60 \cdot 3775,7820}{2 \pi \cdot 72,5} = 994,65 \text{ Nm}$$

Total reduksi dari mesin ini bisa dihitung dari diameter puli yang dipakai dan reduksi yang terjadi pada gearbox dengan persamaan persamaan sebagai berikut:

- Puli motor listrik (Z_1) : 2 inchi = 5,08 cm
 - Puli input gearbox (Z_2) : 4 inchi = 10,16 cm
 - Reduksi gearbox : 1 : 20
- $$d. \quad \frac{Z_2^2}{Z_1^2} \times \frac{1}{20} = \frac{10,16}{5,08} \times \frac{1}{20} = 40$$

3.2.1.4 Perancangan Poros Menurut Beban Kombinasi Torsi Dan Lentur

1. Daya Dan Putaran Yang Ditransmisikan

Daya dan putaran yang ditransmisikan pada poros untuk memutar pisau adalah sebesar :

$$P = 3775,7820 \text{ watt} = 5 \text{ Hp}$$

$$n = 36,25 \text{ rpm}$$

2. Pemilihan Faktor Koreksi

Faktor koreksi (f_c) yang dipilih sebesar 1,0 dikarenakan daya maksimum yang diperlukan. Dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Faktor-Faktor Koreksi

Daya yang akan ditransmisikan	f_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimum yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

3. Daya Rencana

Daya yang direncanakan dalam perhitungan poros dapat dihitung dengan persamaan:

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,0 \times 5 \text{ Hp} = 5 \text{ Hp}$$

4. Momen Puntir

Momen puntir yang mungkin akan terjadi dapat dihitung dengan persamaan:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{P_d}{n_1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{5 \text{ Hp}}{36,25 \text{ rpm}} = 134344 \text{ kg. mm}^2$$

5. Pemilihan Bahan Kontruksi Poros

Bahan poros yang digunakan untuk mesin ini yaitu baja karbon kontruksi mesin (JIS G 4501) dengan nilai kekuatan tarik (σ_B) = 58 kg/mm²

Tabel 2 Baja karbon untuk kontruksi mesin dan baja batang yang difinis dingin untuk poros

Standar dan macam	Lambang	Perlakuan panas	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	keterangan
Baja karbon	S30C	Penormaan	48	
kontruksi	S35C	“	52	
mesin (JIS G 4501)	S40C	“	55	
	S45C	“	58	

6. Tegangan Geser Diizinkan

Tegangan geser yang diizinkan σ_a (kg/mm²) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{Sf_1 \times Sf_2}$$

Dimana:

σ_b = kekuatan tarik (kg/mm²)

Sf_1 = faktor keamanan pertama

Sf_2 = faktor keamanan kedua

Nilai kekuatan tarik dapat dilihat pada tabel dengan nilai 58 kg/mm²

Untuk faktor keamanan pertama (Sf_1) diambil nilai 6,0 dikarenakan bahan S-C dengan pengaruh baja paduan, faktor keamanan kedua (Sf_2) diambil nilai 1,3 – 3,0.

$$\tau_a = \frac{58 \text{ (kg/mm}^2\text{)}}{6 \times 1,3} = 7,43 \text{ kg/mm}^2$$

7. Faktor Koreksi Momen Puntir

Faktor koreksi momen puntir (K_t) sebesar 1,0 – 1,5

Faktor lentur (C_b) nilai 1,2 – 2,3

8. Diameter Poros

Diameter poros (d_s) didapat dengan menggunakan formula:

$$d_s = \left[\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = \left[\frac{5,1}{7,43} \times 1,0 \times 1,2 \times 134344 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$d_s = 48 \text{ mm}$$

9. Tegangan Geser

Tegangan geser (τ) dihitung menggunakan:

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

$$\tau = \frac{5,1 \times 134344}{(48)^3}$$

$$\tau = 6,19 \text{ kg/mm}^2$$

10. Koreksi Konstruksi Aman

$$\tau_a > \tau$$

7,43 kg/mm² > 6,19 kg/mm² =
kontruksi poros aman

3.2.1.5 Perhitungan Puli

Perhitungan ukuran puli, mesin ini menggunakan motor listrik 5 Hp dengan putaran awal motor 1450 rpm, motor ini direduksi dengan menggunakan gearbox WPA 70 dengan perbandingan 1:20, puli yang direncanakan adalah 2 inchi dan 4 inchi

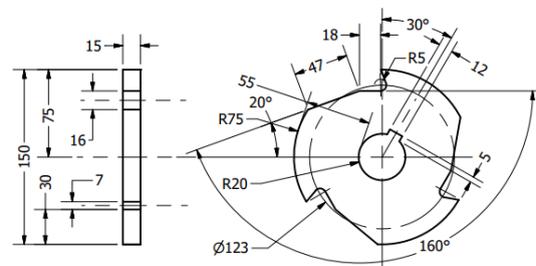
Diketahui: D1 = 2 inchi = 50,8 mm

$$\eta_2 = \frac{\eta_2 \cdot D_1}{D_2}$$

$$D_2 = \frac{1450 \times 50,8}{725}$$

$$D_2 = 101,6 \text{ mm} \\ = 4 \text{ inchi}$$

3.2.1.6 Perhitungan Kapasitas Mesin



Gambar 5 Geometri Pisau Penghancur

Asumsi kapasitas mesin dihitung berdasarkan luasan potong pisau tiap pisau dan dapat terpotong sempurna

- Diameter pisau : 150 mm = R 75 mm
- Diameter dalam : 123 mm = R 65,5 mm
- Tebal pisau : 15 mm
- Panjang mata pisau : 18 mm
- Tinggi mata pisa : 9,5 mm
- Jumlah pisau : 10 pisau
- Jumlah mata pisau : 3 mata pisau

Luasan potong: $15 \text{ mm} \times (R75 - R65,5) = 142,5 \text{ mm}^2$

Volume potong: $142,5 \text{ mm}^2 \times 18 \text{ mm} = 2565 \text{ mm}^3$

Setiap 1 pisau mempunyai 3 mata pisau sehingga satu pisau dapat mencabik kaca sebesar $3 \times V \text{ mm}^3$ ($3 \times 2,56500 \text{ mm}^3 = 7,695 \text{ mm}^3$). Ada 10 pisau tetapi dalam prakteknya pisau yang menghancurkan kaca hanya 60% karna kebanyakan pisau yang menghancurkan kaca berada di bagian tengah sehingga $10 \times 60\% = 6$ pisau yang sering menghancurkan kaca, kemungkinan kaca yang dihancurkan dalam 1 rotasi adalah 45% dan yang terpotong dalam satuan putaran volume $6 \times 3 \times 45\% \times 0,00002565 \text{ m}^3 \times 1 \text{ rotasi} = 0,000207765 \text{ m}^3/\text{rotasi}$, atau $0,000207765 \text{ m}^3$ dalam satuan putaran, dan mesin berputar 36,25 rpm.

Maka kapasitas mesin:

$36,25 \text{ rpm} \times 0,000207765 \text{ m}^3/\text{rotsi} = 0,000753148 \text{ m}^3/\text{menit}$

$0,000753148 \text{ m}^3/\text{menit} \times 60 \text{ menit} = 0,045188888 \text{ m}^3/\text{jam}$

$0,045188888 \text{ m}^3/\text{jam} \times 2,6 \text{ g/cm}^3 = 112,97222 \text{ kg/jam}$

3.2.2 Analisa Perancangan

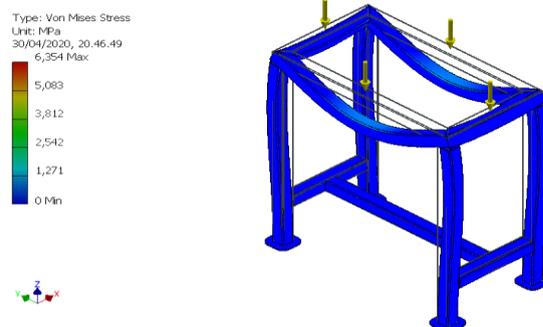
Sebelum menganalisis perancangan telah menentukan beban untuk rangka sebesar 85,7034 N dengan menghitung beban matrial menggunakan rumus volume besi (V_b) dikali berat jenis besi (B_{jb}) dan dengan percepatan gravitasi $9,81 \text{ m/s}^2$, beban untuk poros sebesar 30,732 N, dan beban untuk mata pisau sebesar 12,3 kgf/cm^2 didapat dari tabel syarat tekanan dalam dari botol kaca, bisa dilihat ditinjauan pustaka.

3.2.2.1 Analisa Rangka

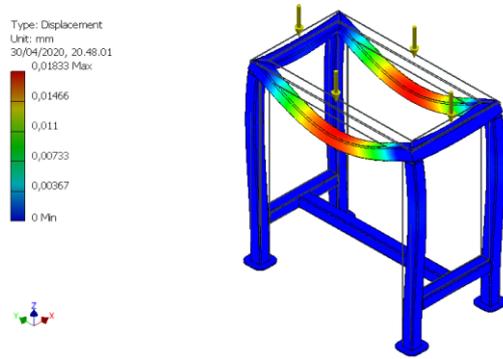
Analisa dilakuan pada rangka dengan beban tertentu, rangka dianalisis menggunakan *stress analysis* pada inventor dengan gaya tekan kebawah yang dipakai, ada dua analisis yang dilakukan. Hasil dapat dilihat pada Gambar 6 dan 7.

Tabel 1. Gaya Statis Pada Rangka

Gaya Statis Pada Rangka	
Bagian yang dianalisa	Rangka
Matrial	Baja kabon AISI 1020
Beben tekan yang diterapkan pada rangka	85,7034 N



Gambar 6. Analisis *Von Mises Stress* Rangka



Gambar 7. Analisis Displacement Rangka

Simulasi pembebanan pada pada rangka ini memberikan beban sebesar 85,7034 N, dimana beban tersebut merupakan beban dari bok shredder dan semua komponennya, dengan percepatan gravitasi 9,81 m/s². Matrial yang digunakan adalah baja karbon AISI 1020. Kemudian untuk menentukan *safety factor* dengan menggunakan metode Thumb. (SF = SF matrial x SF tegangan x SF geometri x SF analisis kegagalan x SF keandalan)

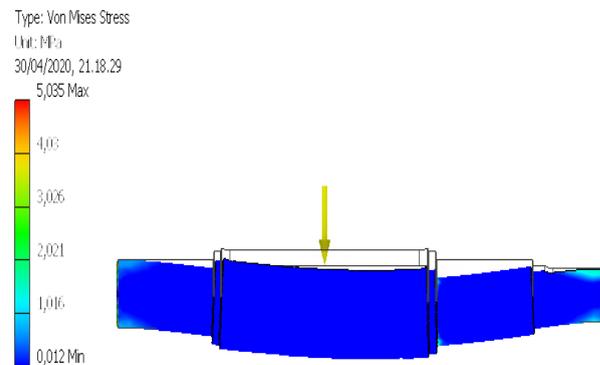
SF = 1,1 x 1,0 x 1,0 x 1,5 x 1,6 = 2,64 dibulatkan menjadi 3. *Yield strength* untuk matrial karbon SC45 sebesar 328 Mpa, dan telah ditentukan harga *safety factor* adalah 3. Tegangan ijin yang didapat adalah sebesar 114 Mpa, kemudian hasil dari *von mises stress* adalah sebesar 6,354 Mpa. Sehingga dapat dikatakan aman karna von mises stress yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan tegangan ijin dari matrial. Kemudian untuk *displacement* yang terjadi adalah sebesar 0,01833 mm.

3.2.2.2 Analisis Poros

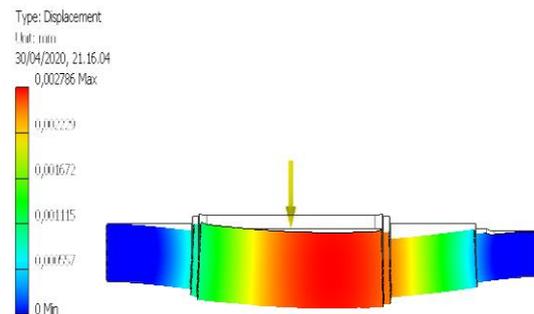
Analisa dilakukan pada poros dengan beban tertentu, poros dianalisa dengan menggunakan *stress analysis* pada inventor, gaya tekan akan diterapkan pada analisa ini. Ada dua jenis analisa yang dilakukan yaitu displacement dan von mises stress. Hasil dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.

Tabel 2. Gaya Statis Pada Poros

Gaya Statis Pada Poros	
Bagian yang dianalisa	Poros
Matrial	Baja karbon AISI 1020
Beban tekan yang diterapkan pada poros	30,732 N



Gambar 8. Analisis Von Mises Stress Poros



Gambar 9. Analisis Displacement Poros

Simulasi pembebanan pada pada poros ini memberikan beban sebesar 30,732 N, dimana beban tersebut merupakan beban dari pisau dan ring pisau, dengan percepatan gravitasi 9,81 m/s². Matrial yang digunakan adalah baja karbon AISI 1020. Kemudian untuk menentukan *safety factor* dengan menggunakan metode Thumb. (SF = SF matrial x SF tegangan x SF geometri x SF analisis kegagalan x SF keandalan)

SF = 1,1 x 1,0 x 1,0 x 1,5 x 1,6 = 2,64 dibulatkan menjadi 3. *Yield strength* untuk matrial karbon SC45 sebesar 328 Mpa, dan telah ditentukan harga *safety factor* adalah 3. Tegangan ijin yang didapat adalah

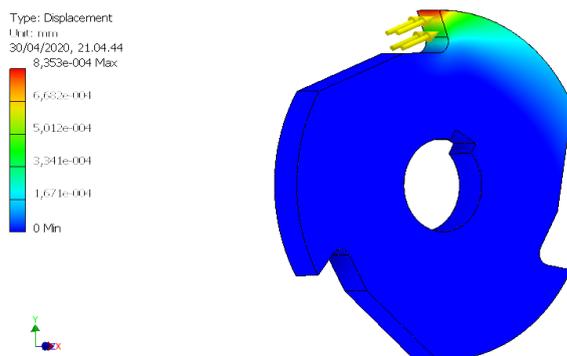
sebesar 114 Mpa, kemudian hasil dari von mises stress adalah sebesar 5,035 Mpa. Sehingga dapat dikatakan aman karna von mises stress yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan tegangan ijin dari matrial. Kemudian untuk displacement yang terjadi adalah sebesar 0,00,2786 mm.

3.2.2.3 Analisis Mata Pisau

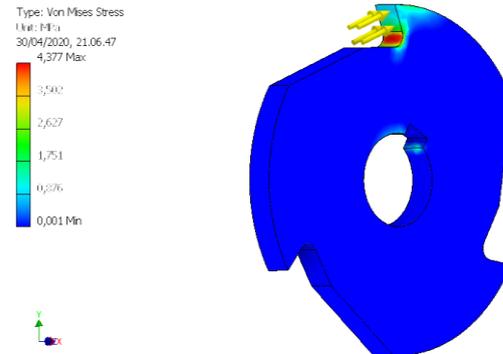
Analisa dilakukan pada mata pisau dengan beban tertentu, mata pisau dianalisa dengan menggunakan stress analysis pada inventor, gaya tekan akan diterapkan pada analisa ini. Ada dua jenis analisa yang dilakukan yaitu displacement dan von mises stress. Hasil dapat dilihat pada Gambar 10. dan 11.

Tabel 3. Gaya Statis Pada Mata Pisau

Gaya Statis Pada Mata Pisau	
Bagian yang dianalisa	Mata Pisau
Matrial	Baja Karbon AISI 1020
Beban tekan yang diterapkan pada mata pisau	73,10 kgf/cm ²



Gambar 10. Analisis Displacement Mata Pisau

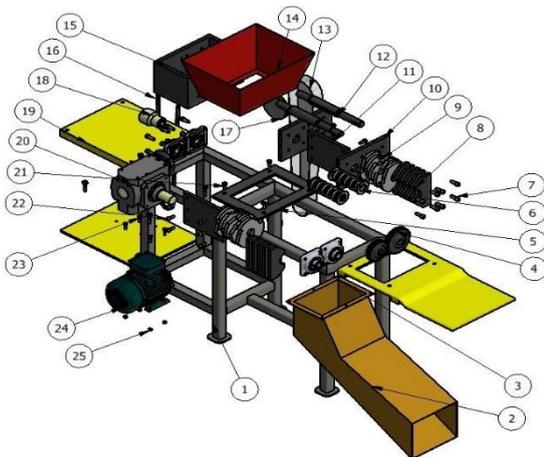


Gambar 11. Analisis Von Mises Stress Mata Pisau

Simulasi pembebanan pada pada poros ini memberikan beban sebesar 12,3 kgf/cm², dimana beban tersebut merupakan beban dari syarat tekanan dalam dari botol kaca. Matrial yang digunakan adalah baja karbon AISI 1020. Kemudian untuk menentukan safety factor dengan menggunakan metode Thumb. (SF = SF matrial x SF tegangan x SF geometri x SF analisis kegagalan x SF keandalan)

$SF = 1,1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,5 \times 1,6 = 2,64$ dibulatkan menjadi 3. Yield strength untuk matrial karbon SC45 sebesar 328 Mpa, dan telah ditentukan harga safety factor adalah 3. Tegangan ijin yang didapat adalah sebesar 114 Mpa, kemudian hasil dari von mises stress adalah sebesar 4,377 Mpa. Sehingga dapat dikatakan aman karna von mises stress yang terjadi lebih kecil dibandingkan dengan tegangan ijin dari matrial. Kemudian untuk displacement yang terjadi adalah sebesar 0,0008353 mm.

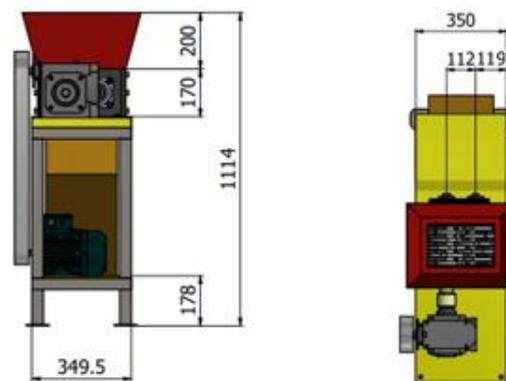
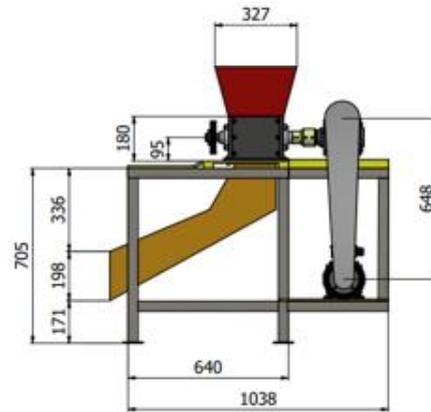
3.2.3 Spesifikasi Gambar Dan Bagian - Bagian Mesin



Gambar 12 Spesifikasi Dan Bagian-Bagian mesin

Keterangan gambar:

1. Base Frame
2. Hopper Bottom
3. Bering FWS 206
4. Spur Gear
5. Plat Chamber Shredder
6. Bushing
7. Bolt L Flange FWS 206
8. Sisir
9. Blade
10. Side Plate Chamber
11. Front Plate Chamber
12. Pinion Shaft
13. Belt Casing
14. Hopper Up
15. Chamber Shredder
16. V Belt
17. Grooved Pulley
18. Motor Coupling
19. Base Plate
20. Gear Box
21. Hex Bolts Plat Chamber
22. Bolt L Front Plate
23. Hex Bolts Pump
24. Pump
25. Nut Hex Bolts Pump



Gambar 13 Spesifikasi Dan Dimensi Mesin

4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat dari perancangan mesin shredder untuk penghancur kaca ini adalah:

1. Pisau pemotong yang dirancang berjumlah 10 mata pisau dan berdiameter 150 mm dengan 3 sisi mata pisau.
2. Mata pisau pemotong disusun dengan sistem *shredder* saling berhadapan dengan putaran berlawanan arah.
3. Motor listrik yang digunakan dalam perancangan ini ialah motor AC 1 *phase* yang memiliki daya 5 HP, 220V, dan 1450 Rpm.
4. Putaran motor di reduksi menggunakan *gearbox* WPA 70 dengan perbandingan 1:20 yang menghasilkan putaran 36,25 rpm.
5. Desain yang sederhana serta ukuran mesin yang tidak terlalu besar dengan dimensi panjang 1038 mm lebar 350 mm dan tinggi 1114 mm.

6. Kapasitas dari mesin *shredder* ini 112 kg/jam.
7. Analisis gaya statis yang dihasilkan pada rangka dengan pengujian *displacement* didapat maksimal 0,01833 mm dan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 6,354 MPa. Pada analisa gaya statis pada poros pengujian *displacement* didapat maksimal 0,002786 mm dan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 5,035 MPa. Pada analisa gaya statis pada mata pisau pengujian *displacement* didapat maksimal 0,0008353 mm sedangkan pada pengujian *von mises stress* didapat maksimal 4,377 MPa.

Saran

Saran dari penelitian ini:

1. Dalam perancangan diperlukan ketelitian yang benar-benar harus diperhatikan sehingga bisa mengurangi atau memperkecil dalam kesalahan.
2. Pemilihan komponen yang digunakan sebaiknya memiliki spesifikasi sesuai dengan perancangan yang direncanakan agar komponen tersebut layak digunakan.
3. Sangat diharapkan proyek tugas akhir ini disempurnakan lagi, karena masih banyak kekurangan dan masih jauh dari sempurna.
4. Diharapkan pada perancangan selanjutnya bisa mengembangkan mesin *shredder* ini, terutama pada pisau bisa menggunakan pisau yang lebih tipis agar benda yang dihancurkan dapat tercacah lebih kecil atau lebih lembut lagi

DAFTAR PUSTAKA

- Asmaijar, R. *Perancangan Mesin Penghancur Sampah Plastik Dengan Kapasitas 300 Kg/Jam*. Diss. University of Muhammadiyah Malang, 2019.
- David, A. and Joel, O. (2018). "Design and Construction of a Plastic Shredder Machine for Recycling and Management of Plastic Wastes." *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 9 (5), 1379-1385
- Sularso, and Kiyokatsu Suga. *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta : Pradnya Paramita, 1978.
- Andri, A, dan I. Aris Hendaryanto. *PERANCANGAN MESIN SHREDDER*. Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada, 2016.
- August, G.N, and Jr J.A Arnone. "Process for treating glass fiber and mineral filler filled polyester resins." U.S. Patent No. 3,340,220. 5 Sep. 1967.
- Justin, Joshua, Fajar Sadika, dan Asep Sufyan. "Eksplorasi Limbah Kaca Studi Kasus Industri Mebel." *eProceedings of Art & Design 2.2* (2015).
- Nur, Rusdi, dan Muhammad Arsyad Suyuti. *Perancangan mesin-mesin industri*. Deepublish, 2018.
- Orhororo, Ejiroghene Kelly, Oghoghorie, Oghenekevwe. *Design of Hammer Mill for Crushing of Glass Waste*.
- Lee, F.T. *Paper shredding machine*. U.S. Patent No 2,621,567, 1952.
- Wagner, J.W. *Machine for cutting disposable containers*. U.S. Patent No 4,729,515, 1988.