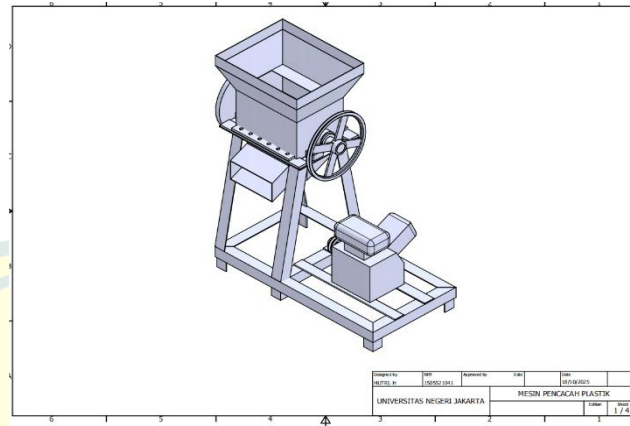


BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil desain/prototype/produk



Gambar 4. 1 Desain mesin pencacah plastik
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.1 di atas menampilkan desain mesin pencacah plastik hasil rancangan 3D dari mesin pencacah plastik. Tahap awal dalam proses pembuatan model mesin pencacah plastik dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *solidworks students* sebagai alat bantu pemodelan 3D. Penelitian ini dimulai dengan penyesuaian preferensi proyek agar selaras dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pada tahap ini, peneliti juga melakukan pengumpulan data teknis yang diperlukan, seperti spesifikasi, dimensi, serta jenis material yang akan digunakan untuk pembuatan komponen mesin pencacah plastik. Selain itu, peneliti melakukan studi literatur dan analisis terhadap desain mesin pencacah plastik yang telah ada sebagai acuan, guna memahami struktur, fungsi komponen penting, serta mengidentifikasi aspek-aspek yang dapat diperbaiki atau disesuaikan sesuai dengan tujuan proyek.

Melalui proses ini, peneliti memperoleh pemahaman yang lebih menyeluruh mengenai cara kerja masing-masing komponen serta interaksinya dalam sistem secara keseluruhan. Pemahaman ini memungkinkan peneliti untuk melakukan modifikasi yang tepat guna meningkatkan kinerja maupun efisiensi mesin. Dengan perencanaan dan persiapan yang matang, peneliti juga dapat meminimalkan potensi kesalahan, sehingga desain akhir mesin pencacah plastik dapat memenuhi spesifikasi teknis dan tujuan penelitian secara optimal.

4.1.1 Rangka mesin



Gambar 4. 2 Rangka mesin
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 2 di atas, rangka mesin sebagai komponen struktural utama mesin yang berfungsi menopang seluruh bagian agar sistem dapat bekerja secara stabil dan terpadu. Oleh sebab itu, perancangan rangka harus mengacu pada perhitungan teknis yang cermat, meliputi analisis kekuatan material, pembebanan, serta kemungkinan terjadinya deformasi saat mesin beroperasi. Bentuk dan konfigurasi rangka dirancang sesuai dengan kebutuhan tata letak komponen pada mesin pencacah plastik. Desain ini tidak hanya bertujuan menghasilkan kinerja mekanis yang optimal, tetapi juga mendukung efisiensi produksi melalui kemudahan perakitan, pemilihan material yang ekonomis, serta penerapan aspek ergonomi guna meningkatkan kenyamanan dan keselamatan operator. Dengan mempertimbangkan aspek fungsional, efisiensi, dan ergonomi secara terpadu, rangka berperan sebagai struktur penopang yang andal untuk menjamin kinerja mesin secara optimal dan berkelanjutan. Selanjutnya, Tabel 4.1 menyajikan spesifikasi material yang digunakan.

Tabel 4. 1 Spesifikasi Material

Nama	ASTM A36 <i>Steel</i>
<i>Yield strength</i>	200 MPa
<i>Ultimate tensile strength</i>	330 MPa

<i>Mass</i>	7,85 kg
<i>Density</i>	7,850 kg

Pada tabel material di atas dijelaskan material ASTM A36 Steel memiliki kekuatan mekanik yang memadai untuk aplikasi konstruksi mesin, dengan nilai tegangan luluh sebesar 200 MPa dan tegangan tarik maksimum 330 MPa. Material ini juga memiliki massa jenis sekitar 7.850 kg/m^3 , yang menunjukkan karakteristik baja karbon dengan kekuatan dan ketahanan struktural yang baik. Dengan sifat-sifat tersebut, ASTM A36 Steel layak digunakan sebagai material komponen mesin karena mampu menahan beban kerja serta memberikan kestabilan dan keamanan selama pengoperasian.

4.1.2 Poros



Gambar 4. 3 Poros

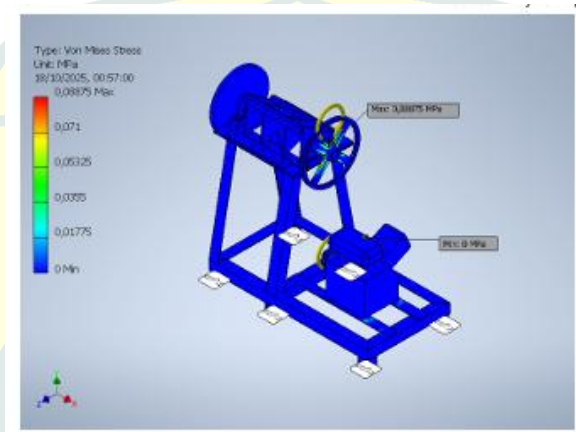
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.3 di atas, poros merupakan komponen yang ditunjukkan pada mesin pencacah plastik. Poros berperan sebagai bagian utama dalam sistem transmisi daya yang bertugas meneruskan tenaga sekaligus menggerakkan seluruh komponen yang berputar, seperti pisau pencacah,udukan pisau, *pulley*, dan *flywheel*. Poros yang digunakan memiliki panjang 530 mm dan diameter 45 mm, sehingga mampu mendistribusikan torsi secara optimal serta menjaga kestabilan putaran selama proses pencacahan berlangsung. Penentuan dimensi tersebut disesuaikan dengan susunan komponen mesin dan bertujuan untuk mencegah terjadinya lendutan berlebih akibat beban putar maupun gaya pemotongan saat mesin beroperasi.

Material poros dipilih menggunakan baja karbon menengah S45C karena memiliki karakteristik mekanik yang sesuai untuk aplikasi mesin pencacah. Material ini memiliki kekuatan tarik serta ketahanan terhadap momen puntir yang baik, sehingga mampu menahan torsi dan beban kejut yang timbul selama proses

pencacahan plastik. Selain itu, baja S45C mudah dikerjakan melalui proses permesinan maupun perlakuan panas, sehingga mempermudah proses fabrikasi serta meningkatkan keandalan poros untuk penggunaan jangka panjang. Pemilihan material ini diharapkan dapat menjamin umur pakai poros dan menjaga performa mesin tetap stabil. Berikut Adalah perhitungan beban yang akan diterima poros :

4.1.3 Simulasi *von mises stress* torsi



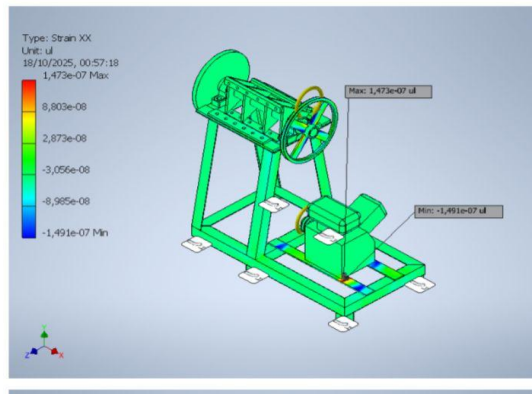
Gambar 4. 4 *Stress* poros

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Seperti pada gambar 4. 4 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dengan beban 279,3 Nm, diperoleh nilai tegangan tertinggi sebesar 0,0887547 MPa dan nilai tegangan terendah sebesar 0,000000148435 MPa. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada bagian poros serta sambungan transmisi yang secara langsung menerima momen puntir dari motor penggerak. Meskipun terdapat konsentrasi tegangan pada area tersebut, nilainya sangat kecil sehingga tidak memberikan dampak signifikan terhadap kekuatan struktur.

Oleh karena itu, hasil analisis tegangan pada pengujian torsi menunjukkan bahwa rancangan poros dan sistem transmisi mesin pencacah limbah botol plastik memiliki kekuatan mekanik dan kekakuan struktural yang sangat baik. Sistem tersebut aman untuk dioperasikan pada kondisi kerja yang telah direncanakan serta memiliki cadangan kekuatan yang besar untuk menghadapi variasi beban torsi.

4.1.4 Simulasi *strain* torsi



Gambar 4. 5 *Strain* torsi

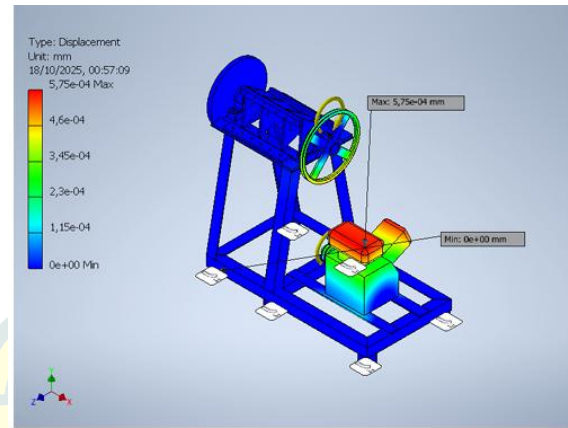
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.5 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dengan beban 279,3 Nm, menggunakan metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM), diperoleh nilai tegangan *Von Mises* tertinggi sebesar 0,000000147318 ul, sementara nilai tegangan terendah mencapai 0,00000014144 ul. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada bagian yang secara langsung menerima momen puntir, terutama di sekitar poros serta area sambungan antara poros dan elemen transmisi. Kondisi ini menunjukkan adanya konsentrasi tegangan yang timbul akibat proses penyaluran torsi dari motor menuju sistem pisau.

Sebagian besar area struktur pada sistem pisau memperlihatkan nilai tegangan yang sangat rendah hingga mendekati nol, yang ditunjukkan oleh dominasi warna biru pada hasil simulasi. Hal tersebut menandakan bahwa distribusi tegangan terjadi secara merata dan tidak menimbulkan pembebanan berlebih pada komponen lainnya.

Dengan demikian, hasil analisis tegangan *Von Mises* pada pengujian torsi ini menunjukkan bahwa rancangan poros dan sistem transmisi mesin pencacah limbah botol plastik telah memenuhi persyaratan kekuatan mekanik. Struktur dinyatakan aman terhadap risiko deformasi plastis maupun kegagalan material, serta layak untuk dioperasikan pada kondisi kerja yang telah direncanakan.

4.1.5 Simulasi *displacement* torsi



Gambar 4. 6 *Displacement* torsi

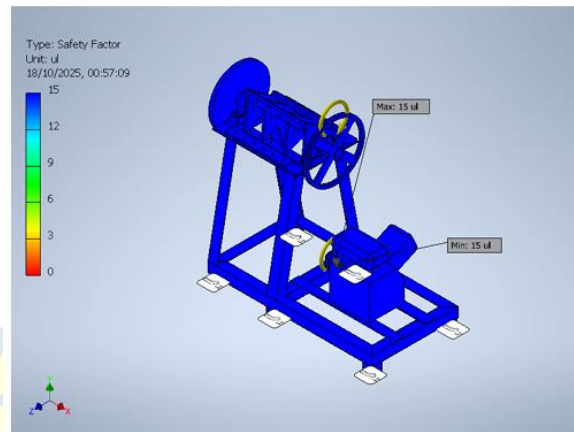
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 6 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dengan beban 279,3 Nm, menggunakan metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM), diperoleh nilai perpindahan maksimum sebesar 0,000574971 mm dan nilai minimum sebesar 0 mm. Perpindahan terbesar terjadi pada bagian yang secara langsung menerima momen puntir, terutama pada area pulley atau ujung poros yang terhubung dengan sistem transmisi. Kondisi ini menunjukkan bahwa defleksi maksimum muncul akibat pengaruh torsi selama proses pemutaran pisau berlangsung.

Dengan demikian, hasil analisis *displacement* pada pengujian torsi ini menunjukkan bahwa sistem pemutar pisau pada mesin pencacah limbah botol plastik memiliki tingkat kekakuan struktural yang sangat baik. Apabila dikaitkan dengan hasil analisis tegangan dan faktor keamanan pada uji torsi, dapat disimpulkan bahwa rancangan sistem bersifat aman, stabil, dan layak untuk dioperasikan sesuai dengan kondisi kerja yang telah direncanakan.

Intelligentia - Dignitas

4.1.6 Simulasi *safety factor* torsi



Gambar 4. 7 *Safety factor*

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

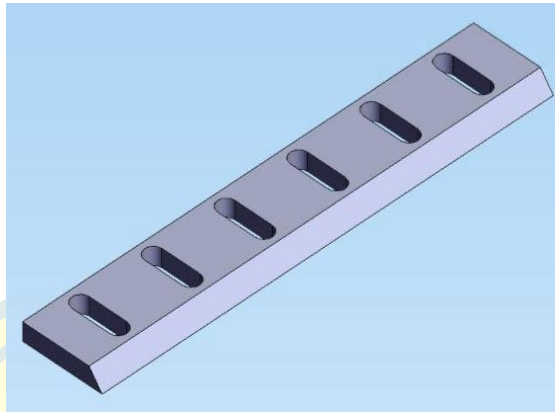
Pada gambar 4. 7 di atas berdasarkan hasil simulasi yang telah dilakukan, dengan beban 279,3 Nm, nilai factor keamanan tertinggi sebesar 15 dan nilai tegangan terendah sebesar 15. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada bagian poros yang menerima beban paling besar, terutama di area poros serta pada sambungan antara pisau dan poros. Terjadinya konsentrasi tegangan pada bagian tersebut disebabkan oleh pengaruh gabungan gaya pemotongan dan momen lentur yang bekerja secara bersamaan selama proses pencacahan.

Oleh karena itu, hasil analisis tegangan pada pengujian pisau menunjukkan bahwa rancangan pisau mesin pencacah limbah botol plastik memiliki kekuatan mekanik yang mencukupi. Sebaran tegangan yang terjadi masih berada dalam batas aman, sehingga pisau dapat dinyatakan layak dan aman untuk dioperasikan sesuai dengan kapasitas kerja mesin yang telah direncanakan. Pada tabel 4. 2 dibawah adalah hasil pengujian poros :

Tabel 4. 2 Hasil pengujian poros

No	Hasil Pengujian	Minimal	Maximal
1	<i>Stress</i> poros	0,000000148435 MPa	0,0887547 MPa
2	<i>Strain</i> torsi	-0,000000149144 ul	0,000000147318 ul
3	<i>Displacement</i> torsi	0 mm	0,000574971 mm
4	<i>Safety factor</i> torsi	15	15

4.1.7 Pisau tetap

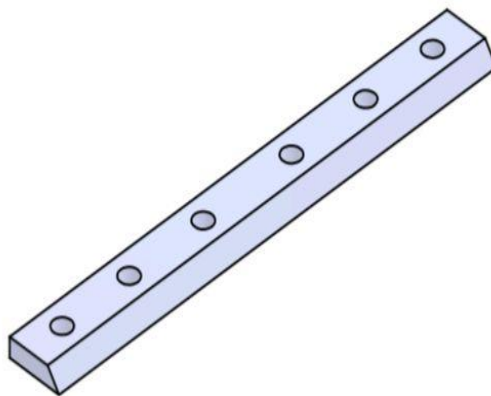


Gambar 4. 8 Pisau tetap

(Sumber : Dokumen pribadi)

Pada gambar 4.8 di atas, pisau tetap pada mesin pencacah plastik adalah komponen pemotong yang dipasang pada kerangka pencacah. Pisau ini berfungsi sebagai bidang potong lawan bagi pisau putar (pisau poros) sehingga proses pencacahan dapat berlangsung secara efektif. Pisau ini terbuat dari baja karbon tinggi (Besi SKD11). Selain itu, pisau tetap dipasang dengan posisi dan celah (*clearance*) tertentu terhadap pisau putar. Pengaturan celah ini sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas hasil cacahan, efisiensi pemotongan, dan umur pakai pisau.

4.1.8 Pisau poros



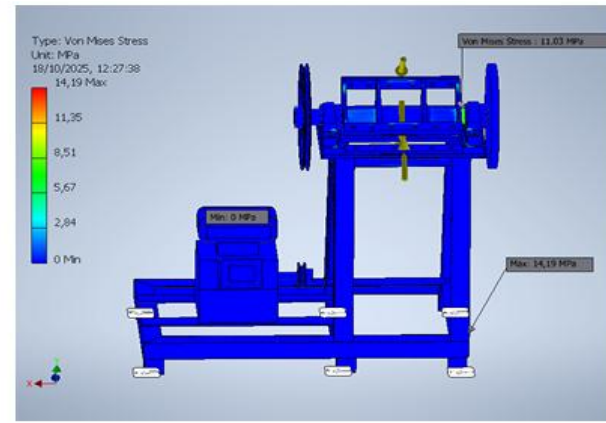
Gambar 4. 9 Pisau poros

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.9 di atas, pisau poros pada mesin pencacah plastik adalah pisau pemotong yang dipasang pada segitiga dan terdapatudukan pisau poros utama dan berputar mengikuti putaran poros selama mesin beroperasi. Pisau ini

berfungsi sebagai elemen pemotong aktif yang secara langsung melakukan proses pencacahan material plastik. Pisau ini terbuat dari baja karbon tinggi (Besi SKD11). Berikut adalah beban yang akan diterima pisau :

4.1.9 Simulasi *von mises stress* pisau



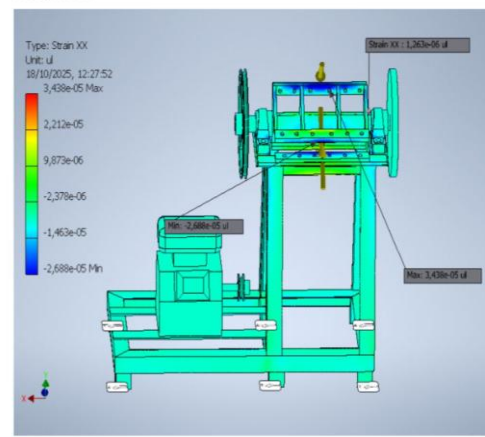
Gambar 4. 10 *Von mises* pisau
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 10 di atas, berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan beban 117,2 Nm, menggunakan metode elemen hingga, diperoleh nilai tegangan Von Mises tertinggi sebesar 14,1853 MPa, sedangkan nilai terendah mencapai 0,000000699488 MPa. Tegangan terbesar terkonsentrasi pada bagian pisau yang mengalami beban pemotongan paling dominan, terutama di area ujung tajam pisau serta pada sambungan antara pisau dan poros. Kondisi ini menunjukkan adanya konsentrasi tegangan yang timbul akibat kontak langsung antara pisau dan material plastik selama proses pencacahan.

Sebagian besar permukaan pisau menunjukkan tingkat tegangan yang relatif rendah hingga mendekati nol, yang ditunjukkan oleh dominasi warna biru pada hasil simulasi. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penyebaran tegangan terjadi secara merata dan tidak menimbulkan pembebanan berlebih pada struktur pisau secara keseluruhan.

Dengan demikian, hasil evaluasi tegangan *von mises* pada pengujian pisau menunjukkan bahwa rancangan pisau mesin pencacah limbah botol plastik telah memenuhi persyaratan kekuatan mekanik. Tegangan yang timbul masih berada dalam batas aman, sehingga pisau dinyatakan layak dan aman untuk digunakan sesuai dengan kapasitas kerja mesin yang telah direncanakan.

4.1.10 Simulasi *strain* pisau



Gambar 4. 11 Strain pisau

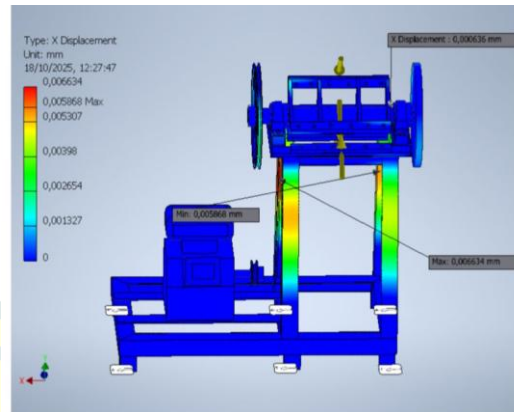
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 11 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan beban 117,2 Nm, yang telah dilakukan, diperoleh nilai tegangan tertinggi sebesar 0,0000343757 ul, sementara tegangan terendah mencapai -0,0000268807 ul. Tegangan maksimum terkonsentrasi pada bagian pisau yang menerima beban paling besar, terutama di area tepi pisau serta pada sambungan antara pisau dan poros. Terjadinya konsentrasi tegangan pada area tersebut disebabkan oleh pengaruh gabungan gaya pemotongan dan momen lentur yang bekerja secara bersamaan selama proses pencacahan berlangsung.

Oleh karena itu, hasil analisis tegangan pada pengujian pisau menunjukkan bahwa rancangan pisau mesin pencacah limbah botol plastik memiliki kekuatan mekanik yang mencukupi. Sebaran tegangan yang terjadi masih berada dalam batas aman, sehingga pisau dapat dinyatakan layak dan aman untuk dioperasikan sesuai dengan kapasitas kerja mesin yang telah direncanakan.

Intelligentia - Dignitas

4.1.11 Simulasi *displacement* pisau



Gambar 4. 12 *Displacement* pisau

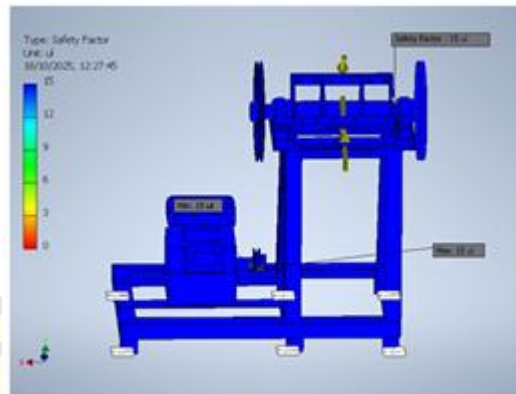
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 12 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan beban 117,2 Nm, menggunakan metode elemen hingga *Finite Element Method* (FEM), diperoleh nilai perpindahan maksimum sebesar 0,0589925 mm dan nilai minimum sebesar 0 mm. Perpindahan terbesar terjadi pada bagian pisau yang berjarak paling jauh dari titik tumpuan atau sambungan dengan poros, yaitu pada ujung pisau yang secara langsung menerima gaya pemotongan. Kondisi ini menunjukkan bahwa defleksi maksimum timbul akibat pengaruh gabungan antara gaya potong dan momen lentur selama mesin beroperasi.

Sebaliknya, perpindahan minimum sebesar 0 mm ditemukan pada area yang diberi kondisi batas tetap (*fixed support*), seperti pada sambungan pisau dengan poros atau dudukan, yang diasumsikan tidak mengalami pergerakan. Hal tersebut mengindikasikan bahwa sistem penyangga pisau berfungsi dengan baik dalam menahan beban serta menjaga kestabilan struktur.

Dengan demikian, hasil analisis *displacement* pada pengujian pisau menunjukkan bahwa rancangan pisau mesin pencacah limbah botol plastik memiliki tingkat kekakuan struktural yang baik. Jika dikaitkan dengan hasil analisis tegangan dan faktor keamanan yang telah dilakukan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pisau memiliki kondisi yang aman, stabil, dan layak digunakan pada kondisi kerja yang telah direncanakan.

4.1.12 *Safety factor* pisau



Gambar 4. 13 *Safety factor* pisau
(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 13 di atas, berdasarkan hasil simulasi yang dilakukan dengan beban 117,2 Nm, diperoleh nilai faktor keamanan maksimum sebesar 15 dan nilai minimum yang sama, yaitu 15. Keseragaman nilai faktor keamanan ini menunjukkan bahwa seluruh bagian pisau bekerja pada tingkat tegangan yang sangat rendah dan tersebar secara merata, tanpa adanya zona kritis yang mengalami konsentrasi tegangan berlebih.

Nilai faktor keamanan yang tinggi tersebut sejalan dengan hasil analisis tegangan dan displacement pada pengujian pisau, yang memperlihatkan besarnya tegangan yang relatif kecil serta nilai perpindahan yang sangat minim. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pisau memiliki kekakuan struktural dan daya tahan mekanik yang sangat baik.

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pada kondisi pengujian pisau, rancangan pisau mesin pencacah limbah botol plastik berada dalam kategori sangat aman serta tidak berisiko mengalami kegagalan struktural. Oleh karena itu, desain pisau dinyatakan layak untuk diterapkan pada tahap manufaktur maupun pengujian operasional sesuai dengan kapasitas kerja mesin yang telah direncanakan seperti pada tabel 4. 3 dibawah :

Tabel 4. 3 Hasil pengujian pisau

No	Hasil pengujian	Minimal	Maximal
1	<i>Stress</i> pisau	0,000000699488 MPa	14,1853 MPa

2	<i>Strain</i> pisau	-0,0000268807 ul	0,0000343757 ul
3	<i>Displacement</i> pisau	0 mm	0,0589925 mm
4	<i>Safety factor</i> pisau	15	15

4.2. Kelayakan produk

Kelayakan teknis berkaitan dengan kemampuan produk dalam beroperasi sesuai dengan fungsi yang direncanakan. Mesin pencacah plastik dinyatakan layak secara teknis apabila seluruh komponen, seperti rangka, sistem pemotong, motor penggerak, dan transmisi, bekerja dengan baik dan terintegrasi. Hasil pengujian dan simulasi, seperti simulasi tegangan pada rangka, menunjukkan bahwa struktur mampu menahan beban kerja tanpa mengalami kerusakan atau deformasi berlebih.

4.3. Perhitungan komponen mesin

Seluruh proses perhitungan dilakukan secara terstruktur sebelum tahap perancangan detail dimulai, sehingga setiap komponen dapat ditentukan dimensinya secara tepat. Pendekatan ini bertujuan untuk memastikan bahwa mesin yang dirancang mampu bekerja secara optimal dan memenuhi tuntutan operasional. Komponen utama yang menjadi fokus perhitungan disesuaikan dengan kapasitas daya dan putaran mesin, serta perhitungan lanjutan yang mencakup kebutuhan daya, gaya pemotongan, torsi, penentuan diameter poros, dan perancangan sistem transmisi menggunakan *pulley* dan *V-belt*.

Pada tahap ini, parameter awal yang digunakan sebagai dasar perhitungan meliputi tebal plastik, daya motor, serta kecepatan putar mesin. Parameter-parameter tersebut dijadikan acuan utama dalam menentukan spesifikasi serta pemilihan komponen lain yang diperlukan agar mesin pencacah plastik dapat beroperasi sesuai dengan kebutuhan perancangan. Melalui perhitungan yang dilakukan, diharapkan mesin pencacah plastik memiliki kinerja yang efektif dan optimal.

4.3.1 Perhitungan daya yang dibutuhkan

Tebal plastik = 2 mm

Lebar pisau = 35 mm

Maka :

1. Luas penampang plastik

$$A = lebar_{potong} \cdot ketebalan_{plastik}$$

$$= 35 \text{ mm} \times 2 \text{ mm}$$

$$= 70 \text{ mm}^2$$

2. Gaya potong plastik PET 105 N :

3. Perhitungan torsi motor pada perhitungan dibawah :

$$T = f \times r$$

$$T = 7350 \text{ N} \times 0,113 \text{ m}$$

$$T = 830,55 \text{ Nm}$$

4. Maka perhitungan daya mesin dapat diketahui dengan perhitungan dibawah :

$$P = \omega \times T . \text{Faktor koreksi}$$

$$= 550 \text{ rpm} \left(\frac{2\pi}{60} \right) \times 830,55 \text{ Nm} \times 1,5$$

$$= 57,62 \text{ rad/s} \times 830,55 \text{ Nm} \times 1,5$$

$$P = 7177 \text{ Nm/s}$$

$$P = 7177 \text{ J/s}$$

$$P = 7177 \text{ watt} \times \frac{1 \text{ Hp}}{745,6 \text{ watt}}$$

$$P = 9,6 \text{ Hp}$$

4.3.2 Penghitungan poros

1. Menentukan torsi poros :

$$T = \frac{P_d \times 9550}{n_1}$$

$$T = \frac{7,1 \text{ kW} \times 9550}{550 \text{ rpm}}$$

$$T = 123,28 \text{ Nm}$$

2. Tegangan geser yang diizinkan:

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{(\sigma_b)}{SF_1 \times SF_2} \\ &= \frac{570 \text{ N/mm}^2}{6 \times 2} \\ &= 47,5 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

3. Torsi Poros Nm ke Nmm

$$T = 123,28 \text{ Nm}$$

$$T = 123280 \text{ Nmm}$$

4. Diameter poros

$$\begin{aligned} ds &= \left(\frac{5.1}{\tau \alpha} \times kt \times Cb \times T \right)^{1/3} \\ &= \left(\frac{5.1}{47,5 \text{ N/mm}^2} \times 3 \times 2,3 \times 123280 \text{ Nmm} \right)^{1/3} \\ &= \sqrt[3]{91351,2} \text{ mm} \end{aligned}$$

$$ds = 45,1 \text{ mm dibulatkan menjadi } 45 \text{ mm}$$

Dimana :

$\tau \alpha$ = Tegangan geser izin (kg/mm^2)

kt = Faktor kejutan (Shock factor)

Cb = Faktor beban

T = Torsi (N.mm)

4.3.3 Penghitungan sistem transmisi

$$\text{Rpm motor (n1)} = 3600 \text{ rpm}$$

$$\text{Rpm diinginkan (n2)} = 550 \text{ rpm}$$

$$\text{Diameter pully motor (dp)} = 3 \text{ inci} = 76,2 \text{ mm}$$

1. Perbandingan reduksi:

$$i = \frac{\text{Rpm motor (n1)}}{\text{Rpm motor (n2)}} = \frac{3600 \text{ rpm}}{550 \text{ rpm}} = 6,5 \text{ mm}$$

2. Diameter pulley poros:

$$Dp = dp \times i = 76,2 \text{ mm} \times 6,5 \text{ mm} = \frac{495,3 \text{ mm}}{25,4 \text{ inci}}$$

$$\text{inci} = \frac{\text{mm}}{25,4 \text{ inci}}$$

$$= \frac{495,3 \text{ mm}}{25,4 \text{ inci}}$$

$$= 19,5 \text{ dibulatkan menjadi } = 19 \text{ inci}$$

3. Panjang v-belt

$$L = 2C + \frac{\pi(dp+Dp)}{2} + \frac{(D_2-D_1)^2}{4C}$$

$$L = 2 \times 514,35 + \frac{3,14 (76,2 \text{ mm} + 495,3 \text{ mm})}{2} + \frac{(495,3 \text{ mm} - 76,2 \text{ mm})^2}{4 \times 514,35}$$

$$= 2011,33 \text{ mm}$$

Konversi ke inci :

$$\begin{aligned} \text{inci} &= \frac{\text{mm}}{25,4 \text{ inci}} \\ &= \frac{2011,33 \text{ mm}}{25,4 \text{ inci}} \\ &= 79,19 \text{ inci} \end{aligned}$$

Dimana :

L = Panjang sabuk (mm)

C = Jarak sumbu antar puli (mm)

dp = Diameter puli kecil (mm)

Dp = Diameter puli besar (mm)

4.4. Fabrikasi

Fabrikasi merupakan tahapan pembuatan komponen yang mengolah bahan baku menjadi bentuk serta fungsi yang diinginkan melalui proses kerja yang terstruktur dan terencana. Proses ini mencakup berbagai aktivitas, seperti pembentukan, pemotongan, penyambungan, dan perakitan material, sehingga dihasilkan produk yang memenuhi desain dan spesifikasi teknis yang telah ditentukan.

4.4.1 Proses pembuatan rangka mesin



Gambar 4. 14 Pembuatan rangka mesin

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.14 di atas, menampilkan pembuatan rangka mesin dengan komponen besi siku, sedangkan tahapan-tahapan proses pembuatannya dijelaskan pada bagian berikut ini :

1. Menyediakan bahan rangka, seperti siku ukuran 50×50 mm dengan tebal 5mm.
2. Menyiapkan alat kerja seperti gerinda potong, mesin las SMAW, penggaris baja, siku, dan klem
3. Menyiapkan alat pengaman kerja (APD) seperti sarung tangan, kacamata pelindung, dan masker.
4. Memotong besi siku sesuai ukuran berdasarkan gambar kerja yang telah dibuat menggunakan *solidworks version student*.
5. Pengirisan dilakukan secara presisi untuk memastikan sambungan yang tepat dan stabil.
6. Menyusun potongan besi siku sesuai dengan skema rangka.
7. Melakukan pengelasan titik pada setiap sambungan untuk memastikan posisi tetap sebelum pengelasan penuh dilakukan.
8. Melakukan pengelasan penuh pada semua sambungan menggunakan metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dengan elektroda RB 26 diameter 3.2 mm dengan melihat gambar kerja pengelasan.

4.4.2 Proses pembuatan *flywheel*



Gambar 4. 15 Pembuatan *Flywheel*

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4.15 di atas, menampilkan pembuatan *flywheel*, berikut akan dijelaskan tahapan pembuatan *flywheel* :

1. Siapkan *flywheel*, yang sudah berbentuk lingkaran dengan diameter 300 mm.
2. Kemudian jepit *flywheel* pada *chuck* mesin bubut.
3. Lakukan penyenteran (*centering*) *flywheel* agar posisi pusat *flywheel* tepat sejajar dengan sumbu putar mesin bubut sehingga lubang tidak eksentrik.
4. Membuat lubang awal (*pilot hole*) menggunakan mata bor dengan diameter kecil hingga besar, (Lakukan secara bertahap).
5. Lakukan pembubutan *boring* menggunakan pahat *boring* sampai lubang mencapai diameter 40 mm.
6. Mengukur diameter lubang menggunakan jangka sorong atau alat ukur dalam untuk memastikan kesesuaian dengan ukuran poros.

4.4.3 Proses pembuatan poros



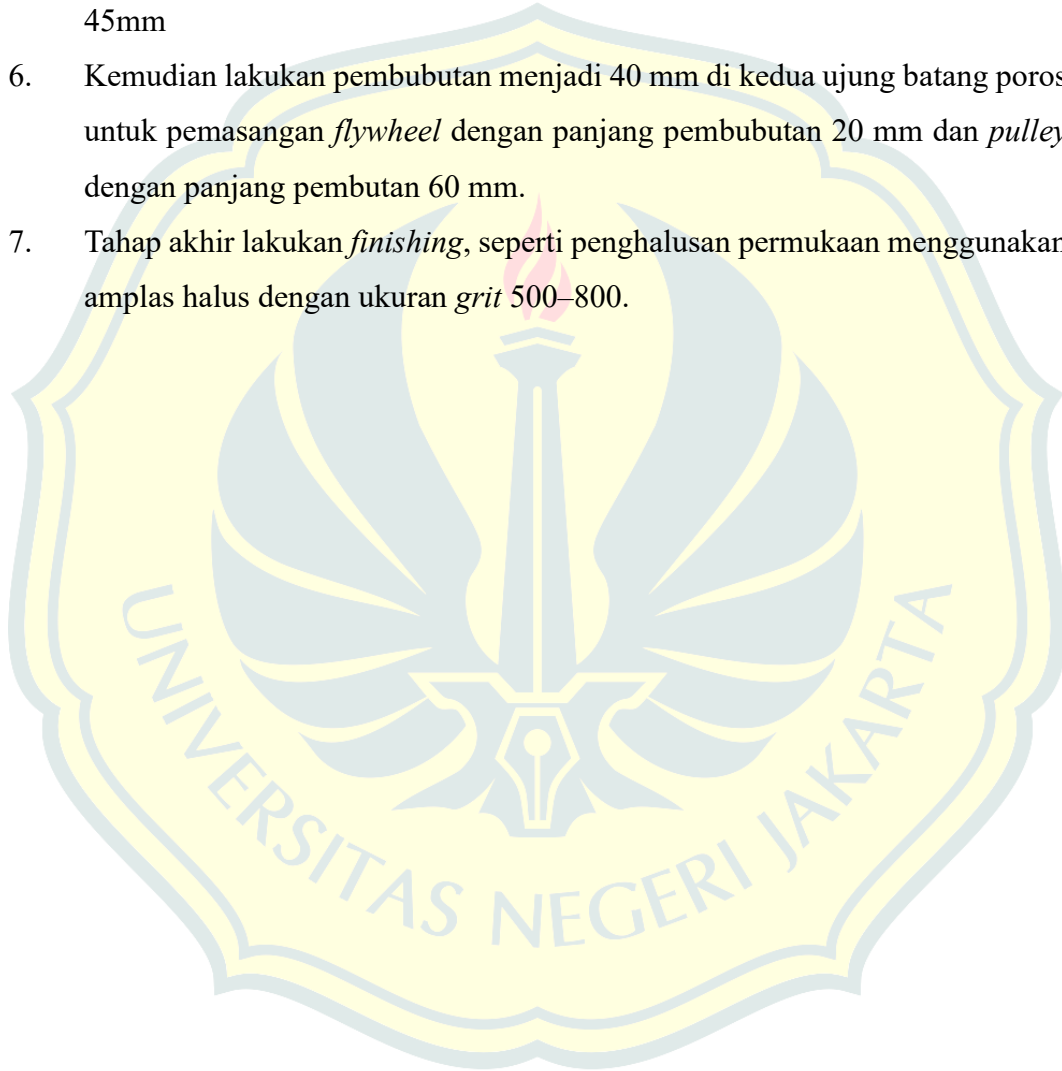
Gambar 4. 16 Proses pembuatan poros

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 16 di atas adalah proses pembuatan poros. Berikut akan dijelaskan tahapan-tahapan pembuatan poros :

1. Siapkan material berupa batang poros berdiameter 45 mm yang terbuat dari baja S45C
2. kemudian potong batang poros hingga panjang 530 mm menggunakan mesin gerinda duduk

3. Setelah itu, pasang batang poros pada *chuck* mesin bubut dengan penjepitan yang kokoh dan sejajar untuk menjamin ketelitian proses.
4. Lakukan penyetelan titik pusat (*center*) untuk memastikan proses pembubutan berlangsung secara simetris.
5. Lakukan proses pembubutan luar (*turning*) hingga mendapatkan ukuran 45mm
6. Kemudian lakukan pembubutan menjadi 40 mm di kedua ujung batang poros untuk pemasangan *flywheel* dengan panjang pembubutan 20 mm dan *pulley* dengan panjang pembutan 60 mm.
7. Tahap akhir lakukan *finishing*, seperti penghalusan permukaan menggunakan amplas halus dengan ukuran *grit* 500–800.



Intelligentia - Dignitas

4.4.4 Assembly

Proses *assembly* merupakan tahapan penting yang bertujuan menyatukan seluruh komponen hasil fabrikasi menjadi satu sistem mesin yang utuh dan dapat beroperasi secara optimal. Tahap ini dilaksanakan setelah seluruh komponen, seperti rangka, poros, pisau pencacah, sistem transmisi, dan motor penggerak, selesai diproduksi sesuai dengan rancangan. Perakitan diawali dengan pemeriksaan kesesuaian setiap komponen terhadap spesifikasi dimensi dan toleransi yang telah ditetapkan melalui perangkat lunak *SolidWorks Students*, guna meminimalkan terjadinya ketidaksesuaian pada saat pemasangan.

Tahap awal *assembly* dimulai dengan perakitan rangka mesin. Rangka berfungsi sebagai penopang utama seluruh komponen, sehingga harus memiliki kekuatan dan kekakuan yang memadai. Rangka dirakit dari material baja yang telah dipotong sesuai ukuran desain, kemudian disambung menggunakan proses pengelasan atau baut. Setelah perakitan, dilakukan pemeriksaan keselarasan dan kestabilan rangka.

Selanjutnya dilakukan pemasangan mesin bensin padaudukan yang telah disediakan pada rangka. Mesin bensin diposisikan sedemikian rupa agar poros keluaran mesin sejajar dengan poros pencacah. Mesin kemudian dikencangkan menggunakan baut dan mur untuk mencegah pergeseran saat mesin beroperasi. Tahap berikutnya adalah perakitan sistem transmisi. Sistem ini berfungsi untuk menyalurkan daya dari mesin bensin ke poros pencacah. Komponen transmisi yang digunakan terdiri dari *pulley* pada poros mesin, *pulley* pada poros pencacah, serta sabuk *V-belt* sebagai media penyalur daya. Pemasangan dilakukan dengan memperhatikan keselarasan *pulley* dan ketegangan *V-belt* agar transmisi daya berjalan optimal.

Setelah itu, poros pencacah dipasang pada bantalan (*bearing*) yang terpasang pada rangka. *Bearing* berfungsi untuk menopang poros serta mengurangi gesekan selama proses pemutaran. Setelah pemasangan, dilakukan pengecekan untuk memastikan poros dapat berputar dengan lancar tanpa hambatan. Pisau pencacah kemudian dirakit pada poros sesuai dengan konfigurasi yang telah dirancang. Pisau dipasang secara simetris untuk menjaga keseimbangan poros saat berputar. Jarak

antar pisau diatur agar proses pencacahan plastik dapat berlangsung secara efektif dan menghasilkan ukuran cacahan yang diinginkan.

Selanjutnya dilakukan pemasangan rumah pencacah yang berfungsi sebagai pelindung pisau sekaligus ruang proses pencacahan. Rumah pencacah dipasang menggunakan baut sehingga memudahkan proses perawatan dan penggantian pisau. Setelah itu, *hopper* dipasang pada bagian atas sebagai jalur masuk material plastik, sedangkan saluran keluaran dipasang di bagian bawah untuk mengarahkan hasil cacahan.

Tahap akhir *assembly* meliputi pemasangan penutup transmisi untuk keselamatan kerja, pengecekan seluruh sambungan baut, serta pengecatan rangka. Setelah seluruh komponen terpasang, dilakukan pengujian awal tanpa beban untuk memastikan mesin bensin, sistem transmisi, dan mekanisme pencacahan berfungsi dengan baik sebelum dilakukan uji coba dengan material plastik.

4.5. Hasil Pengujian



Gambar 4. 17 Hasil cacahan

(Sumber : Dokumentasi pribadi)

Pada gambar 4. 17 berdasarkan hasil pengujian kinerja mesin pencacah plastik, diperoleh bahwa ukuran plastik hasil proses pencacahan menunjukkan variasi. Sebagian besar material plastik yang telah dicacah memiliki ukuran yang beragam, yang mengindikasikan bahwa sistem pemotongan pada mesin bekerja

secara optimal dan mampu menghancurkan plastik menjadi potongan-potongan kecil sesuai dengan tujuan perancangan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kerja sama antara pisau yang terpasang pada poros dan pisau tetap berlangsung secara efektif, sehingga gaya potong yang dihasilkan cukup untuk mencacah gelas plastik sekali pakai.

Meski demikian, hasil pengujian juga memperlihatkan adanya sebagian plastik dengan ukuran lebih besar. Hal tersebut dapat disebabkan oleh perbedaan orientasi material saat memasuki ruang pencacahan, variasi ketebalan plastik, serta perbedaan durasi kontak antara material dan pisau pada setiap proses pemotongan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan atau penyempurnaan lebih lanjut apabila diharapkan tingkat keseragaman ukuran hasil cacahan yang lebih tinggi. Walaupun masih terdapat variasi ukuran, secara keseluruhan hasil pencacahan didominasi oleh partikel berukuran kecil, sehingga dapat disimpulkan bahwa mesin pencacah plastik berfungsi dengan baik.

4.6. Uji kelayakan mesin

Pengujian dilakukan terhadap mesin pencacah plastik yang telah dirancang dan difabrikasi dengan tujuan untuk menilai kinerja mesin serta memastikan seluruh komponen berfungsi sesuai dengan perannya masing-masing. Material yang digunakan pada pengujian pencacahan berupa gelas plastik sekali pakai dengan ketebalan 2 mm. Proses pengujian dilaksanakan dengan mengoperasikan mesin pada kondisi kerja normal, kemudian material uji dimasukkan secara bertahap ke dalam ruang pencacahan.

Selama proses pengujian, mesin beroperasi secara stabil dengan putaran yang konsisten dan tanpa mengalami kendala seperti macet, terhambatnya putaran, maupun munculnya getaran berlebihan pada sistem transmisi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin mampu mencacah gelas plastik secara efektif, di mana proses pemotongan berlangsung dengan baik dan material terpotong sesuai dengan mekanisme kerja pisau yang telah dirancang. Berdasarkan temuan tersebut, dapat disimpulkan bahwa mesin pencacah plastik yang dikembangkan memiliki kinerja yang baik dan layak digunakan untuk proses pencacahan gelas plastik sekali pakai sesuai dengan spesifikasi perencanaan.

4.7. Perawatan mesin

Perawatan mesin pencacah plastik bertujuan untuk menjaga kinerja mesin agar tetap optimal, memperpanjang umur pakai komponen, serta mencegah terjadinya kerusakan selama proses pengoperasian. Perawatan terhadap komponen penting tersebut dilaksanakan secara berkala sesuai dengan jadwal yang disusun berdasarkan pertimbangan teknis dan operasional, sehingga mesin dapat terus beroperasi secara efisien dan aman.

Tabel 4.4 berikut menyajikan daftar komponen mesin pencacah plastik beserta jadwal perawatannya sebagai acuan untuk memastikan keandalan dan fungsi mesin dalam jangka panjang.

Tabel 4. 4 Perawatan mesin

No	Interval Perawatan	Komponen	Kegiatan Perawatan
1	Setiap selesai digunakan	Rumah pencacah & <i>hopper</i>	Membersihkan sisa-sisa plastik dan kotoran
2	Harian	Pisau pencacah	Pemeriksaan visual kondisi pisau dan baut pengikat
3	Harian	<i>V-belt</i>	Mengecek ketegangan dan kondisi sabuk
4	Mingguan	<i>Bearing</i>	Pelumasan bantalan untuk mengurangi gesekan
5	Mingguan	Poros	Pemeriksaan kelurusan dan kelancaran putaran

6	Mingguan	<i>Pulley</i>	Pengecekan keselarasan dan kebersihan pulley
7	Bulanan	Pisau pencacah	Pengasahan atau penggantian pisau jika tumpul
8	Bulanan	Rangka mesin	Pemeriksaan kekencangan baut dan kondisi rangka
9	Bulanan	Mesin bensin	Pemeriksaan busi dan filter udara
10	1–2 bulan	Mesin bensin	Penggantian oli mesin sesuai rekomendasi pabrikan

Dengan adanya jadwal perawatan dan prosedur yang teratur seperti yang di jelaskan pada tabel 4.4 diatas, mesin pencacah plastik dapat beroperasi dengan baik, efisien, dan memiliki umur pakai yang lebih panjang.

Intelligentia - Dignitas