

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pemilihan Mesin Penepung

4.1.1 Matriks Keputusan untuk Pemilihan Tipe Mesin Penepung

Tabel 4.1 Matriks keputusan untuk pemilihan tipe mesin penepung

No.	Kriteria Persyaratan Tipe Penepung	Bobot	Alternatif Tipe Mesin Penepung			
			<i>Hammer Mill</i>	<i>Roller Mill</i>	<i>Disc Mill</i>	<i>Burr Mill</i>
1.	Kapasitas	10	+	+	+	-
2.	Daya	8	+	+	S	-
3.	Dimensi	6	+	+	+	+
4.	Harga	10	-	-	S	+
5.	Hasil tepung	10	+	-	+	S
6.	Efisiensi Mesin	8	-	+	S	S
7.	Tingkat kebisingan	4	-	S	+	+
Total +			4	4	4	3
Total -			3	2	0	2
Total Keseluruhan			1	2	4	1
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			12	12	30	2

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai aspek diatas terhadap bahan berupa maggot, bahwa *Disc mill* merupakan pilihan terbaik untuk digunakan sebagai alat penggiling dalam desain mesin pembuat tepung pakan ikan skala kecil hingga menengah. Mesin ini menawarkan kombinasi keunggulan dalam efisiensi biaya, kemudahan perawatan dan fabrikasi, tingkat keamanan yang tinggi, serta kemampuan kerja yang stabil dan efektif untuk bahan-bahan kering. Namun, dari segi keseluruhan efisiensi dan kecocokan untuk skala usaha kecil-menengah, *disc mill* lebih unggul sebagai solusi utama.

4.1.2 Pemilihan Berdasarkan Kelebihan dan Kekurangan Tipe Mesin

Tabel 4.2 Pemilihan berdasarkan kelebihan dan kekurangan tipe mesin

Tipe Mesin	Kelebihan	Kekurangan
<i>Hammer Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Mampu menggiling bahan keras dan kasar • Proses penghancuran bahan sangat cepat • Konstruksi sederhana, mudah dioperasikan, dan dirawat • Bisa digunakan untuk berbagai jenis bahan • Biaya pembuatannya relatif murah 	<ul style="list-style-type: none"> • Ukuran partikel hasil giling tidak seragam • Konsumsi energi cukup tinggi • Menghasilkan panas yang bisa merusak kandungan nutrisi • Tingkat kebisingan tinggi
<i>Roller Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil gilingan sangat seragam • Efisien untuk bahan kering dan rapuh (seperti biji-bijian) • Konsumsi energi lebih rendah dibanding hammer mill • Minim debu dan kebisingan 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak cocok untuk bahan berserat, elastis, atau lengket (seperti maggot) • Biaya pembuatan dan perawatan relatif lebih mahal • Kinerja akan menurun jika bahan masuk terlalu basah/lembap
<i>Disc Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa menggiling berbagai jenis bahan, baik keras maupun agak lembap • Menghasilkan partikel halus (tingkat kehalusan tinggi) • Proses penepungan efisien karena kombinasi antara gesekan, pemotongan, dan tekanan • Kapasitas moderat, cocok untuk skala UMKM hingga produksi sedang 	<ul style="list-style-type: none"> • Konsumsi energi cukup besar • Biaya awal pembuatan lebih tinggi dibanding hammer mill • Permukaan disc bisa cepat aus jika sering dipakai menggiling bahan keras • Perlu penyesuaian jarak disc untuk kontrol hasil partikel

<i>Burr Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Hasil giling sangat halus dan seragam • Minim panas dan kerusakan nutrisi • Cocok untuk bahan sensitif terhadap suhu (seperti tepung herbal) 	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki kapasitas rendah • Tidak cocok untuk bahan berserat atau terlalu keras • Tidak efisien untuk produksi menengah ke atas • Tidak ekonomis untuk produksi pakan dalam jumlah besar
------------------	--	---

Berdasarkan pada tabel diatas, pilihan kami yang terbaik adalah Mesin *Disc Mill*, dengan alasan sebagai berikut:

- Mampu menggiling maggot kering secara efisien menjadi tepung halus yang dibutuhkan untuk formulasi pakan.
- Kapasitas sesuai untuk skala menengah atau industri kecil
- Lebih tahan terhadap bahan agak lembap dibanding *roller mill / burr mill*.
- Menghasilkan partikel cukup halus, cocok untuk pencampuran bahan pakan.

4.1.3 Matriks Keputusan untuk Pemilihan Sumber Penggerak Mesin

Tabel 4.3 Matriks Keputusan untuk pemilihan Sumber Penggerak Mesin

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Motor Penggerak		
			Motor Listrik	Motor Bensin	Motor Diesel
1.	Daya	15	-	+	+
2.	Usia Pakai	10	+	+	S
3.	Efisiensi	13	+	+	S
4.	Harga	8	+	S	-
5.	Putaran (rpm)	14	-	+	S
6.	<i>Maintenance</i>	9	+	+	-
7.	<i>Safety</i>	11	+	S	S
Total +			5	5	1
Total -			2	0	2
Total Keseluruhan			3	5	-1
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			22	61	-2

Berdasarkan pertimbangan terhadap aspek diatas, untuk mesin pembuat tepung maggot untuk pakan ikan dengan kapasitas kecil hingga menengah, maka motor bensin dinilai sebagai pilihan yang paling sesuai, karena memiliki kemampuan bekerja untuk menggiling bahan baku maggot dengan kapasitas 12 kg/jam

4.1.4 Pemilihan Berdasarkan Kelebihan dan Kekurangan Sumber Penggerak Mesin

Tabel 4.4 Pemilihan berdasarkan kelebihan dan kekurangan sumber penggerak mesin

Sumber Energi	KELEBIHAN	KEKURANGAN
Motor Listrik	<ul style="list-style-type: none"> Operasional lebih bersih dan ramah lingkungan, tidak menghasilkan asap. Getaran dan kebisingan lebih rendah dibanding mesin berbahan bakar bensin/solar. Perawatan lebih mudah dan murah (tidak perlu penggantian oli, filter, dsb). Tersedia dalam banyak daya dan tipe motor, dari skala rumahan hingga industri. Daya lebih stabil dan efisien, terutama untuk penggunaan tetap/indoor. 	<ul style="list-style-type: none"> Ketergantungan pada pasokan listrik PLN, sehingga tidak bisa digunakan jika listrik padam. Butuh akses ke jaringan listrik, yang bisa jadi kendala di daerah terpencil. Biaya listrik bulanan dapat menjadi pertimbangan untuk produksi besar. Tidak fleksibel untuk mobilitas tinggi atau penggunaan di luar ruangan.
Motor Bensin	<ul style="list-style-type: none"> Bobot lebih ringan, sehingga lebih mudah dipindahkan. Tingkat kebisingan lebih rendah daripada motor diesel. Lebih mudah dinyalakan, terutama dalam suhu lingkungan normal. Perawatan lebih sederhana, karena konstruksi mesin lebih simpel. Biaya awal lebih murah dibandingkan motor diesel. 	<ul style="list-style-type: none"> Torsi lebih rendah pada putaran rendah dan kurang ideal untuk beban berat seperti disc mill kapasitas besar. Konsumsi bahan bakar lebih boros dibandingkan diesel. Umur pakai lebih pendek jika digunakan secara terus-menerus. Kurang cocok untuk daerah terpencil yang membutuhkan daya tahan tinggi.

Motor Diesel	<ul style="list-style-type: none"> • Torsi tinggi pada putaran rendah, cocok untuk beban berat seperti disc mill. • Lebih irit bahan bakar, terutama pada penggunaan jangka panjang. • Umur pakai lebih panjang, mesin diesel didesain untuk kerja berat. • Lebih tahan terhadap kerja terus-menerus (<i>heavy duty</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Harga awal lebih mahal daripada motor bensin. • Getaran dan kebisingan lebih tinggi. • Bobot lebih berat, sehingga mesin sulit dipindah-pindahkan. • Biaya perawatan lebih tinggi, dan perlu teknisi yang lebih ahli untuk servis. • Sulit dinyalakan dalam suhu dingin atau tanpa sistem pemanas awal (<i>glow plug</i>).
--------------	---	--

Berdasarkan tabel diatas, pilihan kami yang terbaik adalah menggunakan Motor Bensin, dengan alasan sebagai berikut:

- Apabila skala UMKM dan Menengah menggunakan motor listrik, maka listrik yang digunakan oleh masyarakat tidak cukup kuat untuk menghidupkan motor listrik.
- Biaya awal lebih murah dibandingkan motor diesel.
- Bobot lebih ringan, sehingga lebih mudah dipindahkan.
- Tingkat kebisingan lebih rendah daripada motor diesel.
- Lebih mudah dinyalakan, terutama dalam suhu lingkungan normal.
- Perawatan lebih sederhana, karena konstruksi mesin lebih simpel.

4.1.5 Matriks Keputusan untuk Pemilihan Sistem Transmisi

Tabel 4.5 Matriks keputusan untuk pemilihan sistem transmisi

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Sistem Transmisi		
			Rantai dan <i>Sprocket</i>	<i>V-Belt</i> dan <i>Pulley</i>	Roda Gigi dan Roda Gigi
1.	Kekencangan	14	+	S	+
2.	Usia pakai	10	+	+	+
3.	Material yang digunakan	12	+	-	+
4.	Harga	8	S	+	-
5.	Putaran Tinggi	11	-	+	S
6.	<i>Maintenance</i>	9	S	+	-
7.	<i>Safety</i>	13	-	+	-
Total +			3	5	3
Total -			2	1	3
Total Keseluruhan			1	4	0
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			12	39	6

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai aspek pertimbangan meliputi diatas untuk mesin pembuat tepung maggot dan limbah ikan dengan kapasitas sekitar 12 kg/jam, maka dapat disimpulkan bahwa sistem transmisi berbasis *V-belt* merupakan pilihan yang paling sesuai. Meskipun *V-belt* memiliki keterbatasan dalam mentransmisikan torsi besar dan rentan slip jika digunakan pada beban berat, namun keunggulannya dalam aspek harga yang ekonomis, pemasangan yang sederhana, perawatan yang mudah, serta tingkat keamanan yang lebih tinggi karena bersifat fleksibel, menjadikannya sebagai pilihan yang tepat untuk mesin kapasitas kecil hingga menengah, terutama jika beban kerja tidak terlalu berat dan lingkungan kerja relatif kering. Dengan desain dan pengoperasian yang sesuai, *V-belt* tetap mampu memberikan kinerja yang stabil dan efisien untuk kebutuhan produksi pakan ikan skala kecil.

4.1.6 Pemilihan Berdasarkan Kelebihan dan Kekurangan Sistem Transmisi

Tabel 4.6 Pemilihan berdasarkan kelebihan dan kekurangan sistem transmisi

Sistem Transmisi	Kelebihan	Kekurangan
Transmisi Rantai	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak mudah slip, karena gaya transmisi disalurkan langsung melalui gigi rantai dan <i>sprocket</i>. • Cocok untuk beban berat dan kecepatan sedang–rendah, seperti mesin penggiling atau penepung. • Tahan lama dan kuat, jika diberi pelumasan rutin. • Lebih efisien dibanding <i>V-belt</i>, terutama dalam transmisi tenaga besar. • Dapat digunakan pada lingkungan panas dan berdebu, asal dirawat dengan baik. 	<ul style="list-style-type: none"> • Butuh pelumasan rutin untuk mencegah keausan dan karat. • Lebih bising dibanding <i>V-belt</i> atau roda gigi tertutup. • Jika kekencangan tidak pas, rantai bisa lepas atau cepat aus. • Bobot lebih berat dan penampilannya kasar.
Transmisi <i>V-Belt</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Perawatan mudah dan murah, tidak perlu pelumasan. • Operasi lebih senyap dan halus, ideal untuk mesin skala rumahan/indoor. • Pemasangan dan penggantian lebih mudah. • Bisa menyerap getaran dan mengurangi kejutan pada komponen mesin. • Lebih ringan dibandingkan rantai atau roda gigi. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bisa slip jika beban berlebih mengakibatkan tenaga hilang (tidak cocok untuk beban berat). • Kurang efisien pada daya tinggi yang menyebabkan panas dan keausan belt. • Kurang tahan lama untuk bahan yang berat dan pemakaian terus-menerus. • Tidak cocok untuk lingkungan berdebu atau basah.

Transmisi Roda Gigi	<ul style="list-style-type: none"> • Efisiensi sangat tinggi (ideal untuk transmisi daya besar). • Tidak slip, torsi yang dihasilkan sangat konsisten. • Bisa menghasilkan reduksi kecepatan dan peningkatan torsi dengan sangat presisi. • Konstruksi bisa dibuat kompak dan kuat. • Tahan lama jika dilumasi dengan baik dan ditutup rapat. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lebih mahal dan kompleks secara teknis (butuh presisi dalam fabrikasi dan pemasangan). • Perlu rumah pelindung tertutup (gearbox) untuk mencegah kotoran masuk. • Tidak menyerap guncangan, sehingga bisa menyebabkan kejutan ke mesin jika ada beban tiba-tiba. • Jika aus atau rusak, biaya perbaikan tinggi dan sulit diperbaiki secara cepat.
---------------------	--	--

Berdasarkan pada tabel diatas, pilihan kami yang terbaik adalah menggunakan transmisi *V-Belt*, dengan alasan sebagai berikut:

- Perawatan mudah dan murah, tidak perlu pelumasan.
- Operasi lebih senyap dan halus, ideal untuk mesin skala rumahan/indoor.
- Pemasangan dan penggantian lebih mudah.
- Bisa menyerap getaran dan mengurangi kejutan pada komponen mesin.
- Lebih ringan dibandingkan rantai atau roda gigi.

4.1.7 Matriks Keputusan untuk Pemilihan Jenis *Hopper*

Tabel 4.7 Matriks keputusan untuk pemilihan jenis *hopper*

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Berdasarkan Hopper		
			<i>Hopper</i> Kerucut Terpancung	<i>Hopper</i> Limas Segi Empat	<i>Hopper</i> Bergetar
1.	Kapasitas	14	+	+	-
2.	Desain Hopper	12	+	+	+
3.	Usia pakai	8	+	S	-
4.	Harga	8	S	+	-
5.	Kemudahan pembuatan	10	S	+	-
6.	<i>Maintenance</i>	9	+	+	-
7.	<i>Safety</i>	11	+	+	-
Total +			5	6	1
Total -			0	0	6
Total Keseluruhan			5	6	-5
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			54	64	-48

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai aspek seperti kinerja aliran bahan, tingkat keamanan operator, kapasitas efektif, kemudahan dalam proses fabrikasi, perawatan, serta efisiensi biaya, maka dapat disimpulkan bahwa *hopper* berbentuk limas segi empat merupakan pilihan paling tepat dan direkomendasikan untuk digunakan sebagai corong pemasukan bahan baku pada mesin pembuat tepung maggot untuk pakan ikan dengan kapasitas kecil hingga menengah (10–20 kg/jam). *Hopper* limas segi empat memiliki aliran bahan yang cukup lancar, mudah dibersihkan, relatif aman, dan ekonomis dalam hal biaya dan proses pembuatan. Oleh karena itu, *hopper* limas segi empat menjadi solusi yang paling efisien, praktis, dan sesuai untuk kebutuhan skala produksi 10–20 kg/jam.

4.1.8 Pemilihan Berdasarkan Kelebihan dan Kekurangan Jenis *Hopper*

Tabel 4.8 Pemilihan berdasarkan kelebihan dan kekurangan jenis hopper

Jenis <i>Hopper</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Hopper</i> Kerucut Terpancung	<ul style="list-style-type: none">• Memudahkan aliran material ke penggiling secara gravitasi.• Cocok untuk bahan kering seperti maggot kering.	<ul style="list-style-type: none">• Perlu desain yang tepat agar bahan tidak menggumpal.
<i>Hopper</i> Limas Segi Empat Terpancung	<ul style="list-style-type: none">• Mudah dibentuk dan dibuat dari pelat datar.• Stabil di atas mesin.	<ul style="list-style-type: none">• Sudut mati bisa menyebabkan bahan tersumbat.
<i>Hopper</i> Bergetar	<ul style="list-style-type: none">• Meningkatkan laju aliran bahan masuk• Mencegah clogging	<ul style="list-style-type: none">• Membutuhkan motor/komponen tambahan.• Konsumsi daya lebih tinggi.

Berdasarkan tabel diatas, pilihan kami yang terbaik adalah menggunakan *Hopper*

Limas Segi Empat, dengan alasan sebagai berikut:

- Memudahkan aliran material ke penggiling secara gravitasi.
- Cocok untuk bahan kering seperti maggot kering.

4.1.9 Matriks Keputusan untuk Pemilihan Ukuran Saringan

Tabel 4.9 Matriks keputusan untuk pemilihan ukuran saringan

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Ukuran Saringan	
			<i>Mesh 80</i>	<i>Mesh 100</i>
1.	Kehalusan tepung	14	+	+
2.	Kemudahan pembuatan	8	+	-
3.	Material yang digunakan	9	+	S
4.	Harga	7	+	+
5.	Hasil Maksimal	6	S	+
6.	<i>Maintenance</i>	8	+	+
7.	Usia Pakai	11	S	S
Total +			5	4
Total -			0	1
Total Keseluruhan			5	3
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			46	27

Berdasarkan seluruh aspek pertimbangan meliputi kapasitas, kinerja penyaringan, keselamatan kerja, kemudahan pembuatan, harga, dan kemudahan perawatan, *mesh 80* dinilai lebih sesuai untuk digunakan pada desain mesin pembuat tepung maggot dengan kapasitas kecil hingga menengah sekitar 15 kg/jam, karena mampu mempertahankan laju produksi, meminimalkan risiko penyumbatan dan paparan debu, lebih mudah dibuat dan dirawat, serta umumnya memiliki harga lebih ekonomis dibandingkan *mesh 100*, meskipun tingkat kehalusan produk sedikit lebih rendah.

Tabel 4.10 Kelebihan dan kekurangan *mesh* 80 dan 100

Ukuran <i>Mesh</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Mesh</i> 80	<p>Lebih Cepat, minim hambatan</p> <p>Konsumsi energi lebih rendah</p> <p>Cocok untuk limbah ikan</p> <p>Cocok untuk mesin kapasitas kecil-menengah</p>	<p>Lebih kasar</p>
<i>Mesh</i> 100	<p>Lebih Halus</p> <p>Cocok untuk benih/bahan yang berukuran kecil, seperti larva</p>	<p>Lebih lambat, karena lubang kecil</p> <p>Konsumsi energi tinggi</p> <p>Kurang cocok untuk bahan yang besar, seperti Ikan</p>

4.2 Perhitungan Komponen

4.2.1 Perhitungan Massa Jenis Bahan Maggot

Diketahui:

- Volume maggot/kenaikan volume air setelah dimasukkan maggot 100 gram = 1100 ml – 500 ml = 600 ml = 600 cm³
- Massa maggot = 100 gram

Ditanya : Massa Jenis maggot (ρ) ?

Jawab : $\rho = \frac{m}{V}$ (4.1)

$$\rho = \frac{100 \text{ gram}}{600 \text{ cm}^3} = 0,1667 \text{ g/cm}^3$$

Konversi : 0,1667 g/ml = 166,7 kg/m³

4.2.2 Perhitungan Volume *Hopper*

$$V = V_{\text{limas segi empat terpancung}} + V_{\text{balok atas}} + V_{\text{balok bawah}} \dots\dots\dots (4.2)$$

$$V = \left[\frac{h}{3} \times (A_1 + A_2 + \sqrt{(A_1 \cdot A_2)}) \right] + [A_1 \cdot h] + [A_2 \cdot h]$$

$$V = \left[\frac{85}{3} \times (200 + 82 + \sqrt{200 \cdot 82}) \right] + [200 \times 200 \times 100] + [82 \times 82 \times 100]$$

$$V = [28,33 \times (200 + 82 + 108,06)] + 4.000.000 + 672.400$$

$$V = [28,33 \times 390,06] + 4.000.000 + 672.400$$

$$V = 11.050,39 \text{ mm}^3 + 4.000.000 \text{ mm}^3 + 672.400 \text{ mm}^3$$

$$V = 4.683.450,39 \text{ mm}^3$$

Keterangan:

A1 = luas alas atas (Panjang x lebar)

A2 = luas alas bawah (Panjang x lebar)

4.2.3 Perencanaan Motor Penggerak Bensin

a) Perhitungan gaya pada motor penggerak

$$F = m \times a \dots\dots\dots (4.3)$$

$$m = 12 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2$$

$$= 117,72 \text{ N}$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

M = Massa Beban (kg)

a = Percepatan (m/s²)

b) Perhitungan Torsi

$$T = F \times r \dots\dots\dots (4.4)$$

$$= 117,72 \text{ N} \times 0,12 \text{ m}$$

$$= 14,126 \text{ Nm}$$

Dimana:

T = Torsi (Nm) atau (kgf.mm) ; 1 Nm = 101.9716212978 (kgf.mm)

R = Jari-jari (m)

c) Perhitungan Daya

$$\begin{aligned} P &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \times T \dots\dots\dots (4.5) \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 2460}{60} \times 14,126 \text{ Nm} \\ &= 257,48 \times 14,126 \text{ Nm} \\ &= 3.637,16 \text{ Watt} \\ &= 3,63 \text{ kW} \\ &= 4,86 \text{ HP} \end{aligned}$$

Keterangan:

P = Daya input (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

= 2460 rpm untuk kapasitas 12 kg/jam berdasarkan perbandingan

disc mill di pasaran

T = Torsi (Nm)

d) Perencanaan Daya

$$\begin{aligned} P_d &= F_c \times P \dots\dots\dots (4.6) \\ &= 1,3 \times 4,86 \text{ HP} \\ &= 6,31 \text{ HP} \end{aligned}$$

Keterangan:

F_c = Faktor koreksi (daya rata-rata yang digunakan) = 1,3

P = Daya yang digunakan motor listrik (kW)

4.2.4 Perencanaan Poros

- a. Menghitung daya yang ditransmisikan

$$\begin{aligned} P_d &= F_c \times P \dots\dots\dots (4.7) \\ &= 1,3 \times 1,246 \text{ HP} \\ &= 1,612 \text{ HP} \\ &= 1,202 \text{ kW} \end{aligned}$$

Keterangan:

P_d = Daya rencana (kW)

F_c = Faktor koreksi yang ditransmisikan

P = Daya (kW)

- b. Torsi

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_2} \dots\dots\dots (4.8) \\ &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{1,202}{2460} \\ &= \frac{974.000 \times 1,202}{2460} \\ &= 475,9 \text{ Nm} \\ &= 475900 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Keterangan:

T = Torsi (Nm)

P_d = Daya rencana (kW)

N = Putaran mesin (rpm)

- c. Tegangan geser

$$\begin{aligned} \tau_A &= \frac{\sigma_B}{Sf_1 \times Sf_2} \dots\dots\dots (4.9) \\ &= \frac{58 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 1,3} \end{aligned}$$

$$= 7,435 \text{ kg/mm}^2$$

Keterangan:

τ_A = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm^2)

σ_B = Kekuatan tarik material (kg/mm^2) = 58 kg/mm^2

Sf_1 = *Safety Factor* (Faktor Keamanan) = 6,0 karena memakai baja paduan

Sf_2 = *Safety Factor* (Faktor Keamanan) = 1,3 Dikarenakan pengaruh kekasaran pasak dan poros bertingkat

d. Diameter poros akibat torsi dan tegangan izin

$$D = \left(\frac{16 \cdot T}{\pi \cdot \tau_{izin}} \right)^{1/3} \dots\dots\dots (4.10)$$

$$= \left(\frac{16 \times 475,9}{3,14 \times 7,435} \right)^{1/3}$$

$$= 6,88 \text{ mm}$$

Keterangan:

D = diameter poros (mm)

T = momen puntir (N.mm)

τ_{izin} = tegangan geser ijin material poros (N/mm^2)

4.2.5 Perencanaan Pasak

Perhitungan Tegangan Izin

$$T_{izin} = \frac{2T}{d.l.b} \dots\dots\dots (4.11)$$

$$= \frac{2 \times 3,61}{6,88 \times 1,8 \times 1,72}$$

$$= 0,34 \text{ N/mm}^2$$

Karena material yang digunakan adalah ST 37 dengan kekuatan tegangan yang diizinkan maksimal 60, maka aman untuk digunakan.

Keterangan:

d = diameter poros (mm)

l = panjang pasak (mm)

b = berdasarkan tabel DIN 6885

4.2.6 Perencanaan *Pulley* dan *V-Belt*

- a. Perhitungan Perbandingan Transmisi *Pulley* (i) (Sularso dan Kiyokatsu Suga, 2004)

$$\begin{aligned} i &= \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_p}{d_p} \dots\dots\dots (4.12) \\ &= \frac{3600}{2460} = \frac{D_p}{100} \\ &= D_p = 146 \text{ mm} \end{aligned}$$

Keterangan:

d_p = Diameter *Pulley* yang digerakkan (mm)

D_p = Diameter *Pulley* penggerak (mm)

n_1 = Putaran *Pulley* penggerak (rpm)

n_2 = Putaran *Pulley* yang digerakkan (rpm)

- b. Menentukan Panjang Sabuk

$$\begin{aligned} L &= \pi (R_1 + R_2) + 2x + \frac{(R_2 - R_1)^2}{x} \dots\dots\dots (4.13) \\ &= 3,14 (5 + 7,3) + (2 \times 15) + \frac{(7,3 - 5)^2}{15} \\ &= (3,14 \times 12) + 30 + 0,15 \\ &= 67,3 \text{ cm} = 673,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

(Berdasarkan perhitungan panjang *belt*, maka menggunakan *V-Belt* tipe A)

Keterangan:

R1= Jari-Jari *pulley* penggerak (mm) = 50 mm

R2= Jari-Jari *pulley* yang digerakkan (mm) = 73 mm

x = Jarak antar kedua *pulley* (mm) = 450 mm

L = Panjang *V-belt* (mm)

c. Menentukan Kecepatan Sabuk

$$\begin{aligned} v &= \frac{\pi \times D_p \times n_1}{60} \dots\dots\dots (4.14) \\ &= \frac{3,14 \times 0,01 \times 2460}{60} \\ &= 1,28 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Keterangan:

v = Kecepatan sabuk

D_p = Diameter *pulley* 1 (mm)

n₁ = Putaran *pulley* penggerak (rpm) = 2460 rpm

d. Menghitung gaya tarik efektif (Sularso, Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin, 1997)

$$\begin{aligned} F_{\text{rated}} &= \frac{102 \times P_d}{v} \dots\dots\dots (4.15) \\ &= \frac{102 \times 5,9 \text{ kW}}{1,28 \text{ m/s}} \\ &= 470,156 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Keterangan:

F_{rated} = Gaya tarik efektif (kgf)

P_d = Daya perencanaan (kW)

v = Kecepatan keliling (m/s)

4.3 Fabrikasi Alat

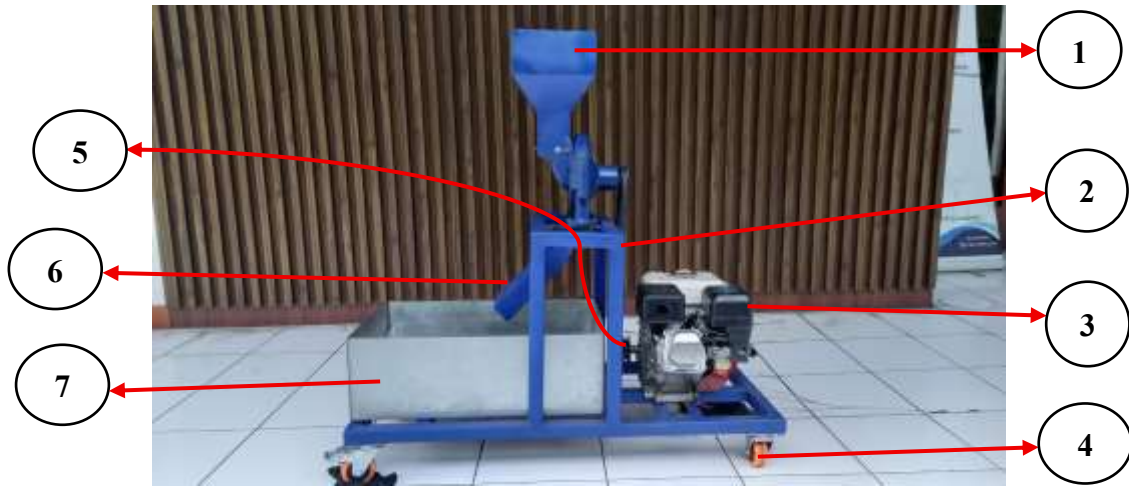
Setelah melalui tahap perancangan desain menggunakan *Solidworks* dan perhitungan komponen, tahap selanjutnya adalah proses fabrikasi atau perakitan. Proses ini dilakukan dengan mengacu pada gambar kerja dan spesifikasi material yang telah ditentukan. Hasilnya adalah sebuah prototipe mesin pembuat tepung maggot yang siap untuk diuji.

Wujud fisik dari mesin pembuat tepung maggot dengan kapasitas 12 kg per jam yang telah berhasil kami rancang dan bangun, dengan dimensi keseluruhan alat dengan panjang 104 cm, lebar 45 cm, dan tinggi 94,5 cm. Alat ini difabrikasi di *Workshop* STr. Rekayasa Perancangan Mekanik yang berlokasi di Jl. Hayam Wuruk No. 03, Pleburan, Kec. Semarang Sel., Kota Semarang, Jawa Tengah.

Mesin ini merupakan integrasi dari beberapa sistem utama yaitu sistem transmisi menggunakan *pulley* dan *V-Belt* dengan sumber penggerak menggunakan motor bensin 5.5 *HP*. Setiap komponen dibuat dengan material yang telah direncanakan untuk memastikan kekuatan, keamanan pangan (*food safety*), dan daya tahan mesin.

4.3.1 Bagian Komponen Mesin

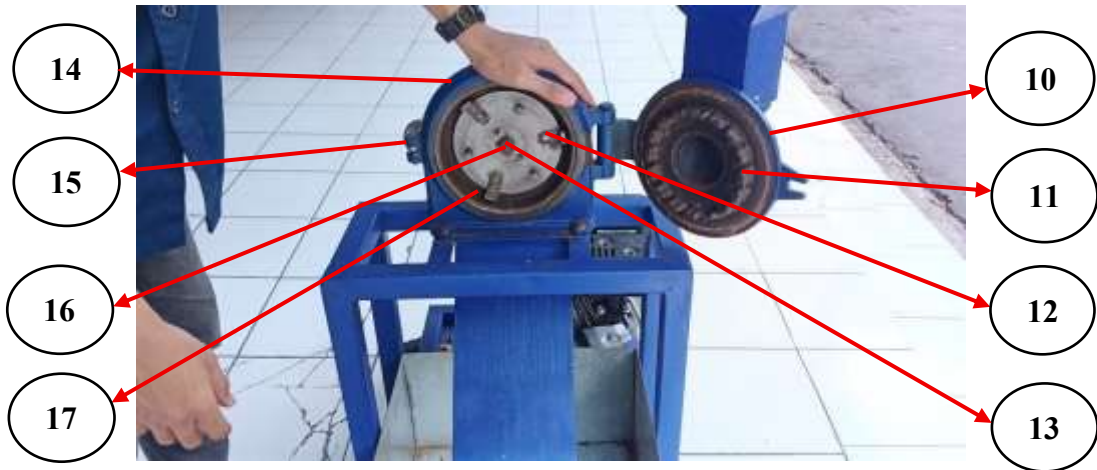
Berikut merupakan hasil dan fabrikasi mesin pembuat tepung maggot:



Gambar 4.1 Mesin pembuat tepung maggot tampak samping



Gambar 4.2 Mesin pembuat tepung maggot tampak belakang



Gambar 4.3 Mesin pembuat tepung maggot tampak depan

Tabel 4.11 Keterangan bagian komponen

Nomor Bagian	Nama Komponen
1	<i>Hopper</i>
2	Rangka
3	Motor Bensin 5.5 HP
4	Roda Troli
5	<i>Pulley Penggerak</i>
6	Corong Pengeluaran
7	Wadah Penampungan
8	<i>Pulley yang Digerakkan</i>
9	<i>V-Belt</i>
10	Penutup Ruang Penggilingan
11	Mata Pisau Statis
12	Mata Pisau Dinamis
13	Poros
14	Ruang Penggilingan
15	Pengunci <i>Disc Mill</i>
16	<i>Bearing</i>
17	Saringan (<i>Mesh</i>)

4.3.2 Spesifikasi Mesin

Pada spesifikasi mesin ini sesuai dengan teori perancangan Pahl dan Beitz yaitu fase perancangan detail. Adapun spesifikasi pada mesin pembuat tepung maggot adalah seperti pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.12 Spesifikasi mesin

Nama Komponen	Jumlah	Material	Spesifikasi
Rangka	1	Besi <i>Hollow</i> 30 x 30 mm	1040 × 450 × 945 mm
<i>Hopper</i>	1	<i>Mild Steel</i>	4.683,45 cm ³
Motor bensin 5.5 HP	1	Alumunium dan Baja	5,5 HP
Corong pengeluaran	1	<i>Galvanis Plate</i>	300 x 220 x 53 mm
Wadah penampungan	1	<i>Galvanis Plate</i>	600 x 370 x 200 mm
Roda	4	<i>Nylon Karet</i>	Ø 3 inch
<i>Pulley disc mill</i>	1	<i>Cast Iron</i>	Ø 80 mm
<i>Pulley motor</i>	1	<i>Cast Iron</i>	Ø 170 mm
<i>V-Belt</i>	1	<i>Rubber</i>	A 51 (anti <i>static, oil, & heat</i>)
Ruang Penggilingan	1	<i>Cast Iron</i>	184 x 36 x 225 mm
Penutup <i>Disc Mill</i>	1	<i>Cast Iron</i>	Ø 178 mm
Mata Pisau Statis	1	<i>Iron Steel</i>	Ø 140 mm
Mata Pisau Dinamis	1	<i>Iron Steel</i>	Ø 140 mm
Poros	1	<i>Alloy Steel</i>	Ø 16 mm
Saringan (<i>Mesh</i>)	1	Plat Baja	Mesh 80
Pengunci Tutup <i>Disc Mill</i>	1	<i>Alloy Steel</i>	Ø 10 mm

4.3.3 Proses Fabrikasi

1. Pembuatan Poros

Pembuatan poros dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari perencanaan, pemilihan material, pemotongan, proses pembubutan, hingga finishing. Untuk pemotongan bahan menggunakan mesin gergaji dan untuk pembubutan dengan menggunakan mesin bubut untuk membuat diameter poros, diameter porosnya adalah 10 mm.

2. Pembuatan Mata Pisau

Pembuatan mata pisau pada mesin *Disc Mill* dilakukan melalui beberapa tahap mulai dari perencanaan bentuk dan ukuran mata pisau; pemilihan material; pemotongan bahan dengan menggunakan mesin gergaji besi; pembentukan mata pisau dengan menggunakan mesin frais, mesin bubut, dan mesin bor; perlakuan panas supaya pisau menjadi keras dengan cara hardening dan tempering; pengasahan mata pisau dengan menggunakan mesin gerinda atau mesin *grinding*; dan terakhir *finishing*.

3. Pembuatan Saringan (*Mesh*)

Saringan ini dipasang di bagian bawah ruang penggilingan dan berfungsi menentukan ukuran partikel hasil penepungan. Pembuatan saringan melalui beberapa tahapan yaitu perencanaan ukuran saringan (diameter saringan, tebal plat, ukuran lubang *mesh* 80 berarti 0,18 mm, bentuk saringan); pemilihan material; pembuatan lubang *mesh* dengan cara *punching* (mesin press) atau *laser cutting*; pemotongan bentuk saringan; pembentukan lengkungan dengan menggunakan mesin roll plat; dan yang terakhir *finishing*.

4. Pembuatan Ruang Penggilingan dan Penutup Penggilingan

Pembuatan ruang penggilingan dan penutup ruang penggilingan dengan menggunakan besi cor. Pembuatan ruang penggilingan dan penutup ruang penggilingan mengikuti yang telah didesain pada *software solidwoks*. Dengan dimensi panjang ruang penggilingan 184 mm, lebar 36 mm, tinggi 225 mm, dan penutup ruang penggilingan dengan diameter 178 mm.

5. Pembuatan Rangka

Untuk pembuatan rangka menggunakan besi *hollow* 30 mm x 30 mm dengan

dimensi 1040 mm x 450 mm x 945 mm. Untuk bentuk rangka, mengikuti yang telah didesain pada *software solidworks*. Pembuatan rangka dengan menggunakan las *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* dan pemotongan dengan menggunakan gerinda potong.

6. Pembuatan *Hopper*

Pembuatan *hopper* menggunakan material *Mild Steel Plate*, dibuat sesuai dengan desain yang direncanakan. *Hopper* dengan desain segi empat terpancung dengan dimensi panjang kedua sisi 200 mm dan tinggi 375 mm. Pembuatan *hopper* dengan menggunakan gerinda potong dan jenis las *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*.

7. Pembuatan Corong Pengeluaran

Pembuatan corong pengeluaran berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat dengan dimensi panjang 300 mm, lebar 220 mm, dan tinggi 53 mm. Pembuatan corong pengeluaran dengan menggunakan gerinda potong dan jenis las *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)*.

8. Pembuatan Wadah Penampungan

Pembuatan wadah penampungan berdasarkan rancangan desain yang telah dibuat dengan dimensi panjang 600 mm, lebar 370 mm, dan tinggi 200 mm.

9. Pengecatan Komponen

Pengecatan pada komponen menggunakan jenis cat *Epoxy Primer dan Polyurethane Paint*. Komponen yang di cat yaitu *hopper*, ruang penggilingan, penutup ruang penggilingan, dan corong pengeluaran. Warna cat yang dipilih adalah warna biru.

10. Perakitan atau *Assembly*

Letakkan rangka pada posisi yang datar. Lalu pasang corong pengeluaran, ruang penggilingan, poros, *bearing*, mata pisau, saringan dan penutup ruang penggilingan pada rangka dengan cara di baut dan di mur. Selanjutnya pasang *hopper* pada ruang penggilingan dengan cara di baut dan di mur. Kemudian, pasang roda penggerak pada rangka dengan cara di baut dan di mur. Selanjutnya naikkan motor penggerak bensin ke atas rangka dengan menggunakan *gantry crane*, setelah itu pasang dan kencangkan baut dan mur sebanyak empat biji. Selanjutnya pasang *pulley disc mill* dan *pulley* motor bensin, lalu pasang *V-Belt* pada *pulley disc mill* dan *pulley* motor bensin. Terakhir, pasang wadah penampungan pada rangka dengan cara di baut dan di mur.

4.3.4 Cara Pengoperasian Mesin

Untuk cara mengoperasikan mesin pembuat tepung maggot adalah langkah pertama posisikan alat ditempat yang rata, kunci keempat roda agar tidak bergeser, pasang saringan (*mesh*), tutup penutup disc mill, lalu kunci dengan cara diputar, selanjutnya hidupkan motor bensin dengan cara klik ke tombol ON lalu tarik atau engkol motor bensin hingga mesin hidup, *pulley* motor bensin berputar lalu mentransmisikan ke *pulley disc mill* dengan menggunakan *V-Belt*, lalu mata pisau *disc mill* berputar, masukkan bahan secara perlahan ke dalam *hopper*, tunggu hingga mesin mengeluarkan tepung maggot.

4.3.5 Mekanisme Mesin *Disc Mill*

Mekanisme kerja mesin *disc mill* dapat dijelaskan sebagai suatu proses penghancuran maggot kering yang berlangsung di dalam ruang penggilingan melalui interaksi antara dua piringan (*disc*), yaitu piringan berputar dan piringan diam. Ketika mesin mulai dioperasikan, motor penggerak bensin akan memutar poros utama yang terhubung dengan piringan mata pisau berputar melalui sistem transmisi seperti *pulley* dan *V-belt*. Putaran ini menghasilkan kecepatan tinggi pada *disc*, sehingga menciptakan energi mekanik yang cukup besar di dalam ruang penggilingan.

Bahan maggot kering dimasukkan melalui *hopper* (corong masuk). Karena pengaruh gravitasi, bahan tersebut jatuh menuju ruang penggilingan dan masuk ke celah di antara dua *disc*. Pada bagian ini proses utama terjadi. Saat bahan berada di antara *disc*, piringan berputar menggerakkan bahan sehingga mengalami gesekan yang intens dengan permukaan *disc* yang biasanya memiliki alur atau gerigi. Selain gesekan, bahan juga mengalami tekanan akibat sempitnya jarak antar *disc*, serta tumbukan ringan yang terjadi karena kecepatan putar yang tinggi. Kombinasi gaya-gaya ini secara bertahap memecah struktur bahan menjadi partikel yang lebih kecil.

Selama proses berlangsung, bahan yang belum cukup halus akan terus berputar dan tergesek di dalam ruang penggilingan. Sementara itu, partikel yang sudah mencapai ukuran tertentu akan lolos melalui saringan (*mesh*) yang terpasang di bagian bawah atau samping ruang penggilingan. Ukuran *mesh* ini menentukan tingkat kehalusan produk akhir. Setelah melewati saringan, hasil penggilingan berupa tepung akan keluar melalui corong pengeluaran dan langsung ditampung pada suatu wadah. Proses ini berlangsung secara kontinu selama bahan masih dimasukkan dan mesin tetap beroperasi.

4.4 Pengujian Mesin

Berikut merupakan proses dan hasil pengujian mesin pembuat tepung maggot kapasitas 12 kg per jam. Proses pengujian dilakukan sebanyak lima kali, berikut data hasil pengujian:

Tabel 4.13 Tabel data pengujian

Pengujian	Massa Awal (kg)	Waktu	Putaran <i>Disc Mill</i> (rpm)	Massa Akhir (kg)	Putaran Motor Bensin (rpm)
Pengujian 1	0,5 kg	2 menit 58 detik	6142	0,292 kg	1928
Pengujian 2	0.5 kg	2 menit 10 detik	6134	0.323 kg	2626
Pengujian 3	0,5 kg	2 menit 30 detik	6067	0,30 kg	1728
Pengujian 4	0,5 kg	2 menit 35 detik	6043	0,352 kg	2584
Pengujian 5	0,5 kg	2 menit 28 detik	6137	0,314 kg	2156

Proses pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan massa awal yang sama 0,5 kg.

Selama proses pengujian, dilakukan pencatatan terhadap beberapa parameter teknis, meliputi waktu; putaran pada *disc mill*; putaran pada motor bensin; dan massa akhir.

Tabel 4.14 Foto tepung maggot hasil penggilingan

Saringan (<i>Mesh</i>)	Hasil Percobaan	Keterangan
Ukuran <i>Mesh</i> 80		Berdasarkan foto hasil tepung masih terlihat agak kasar karena menggunakan <i>mesh</i> dengan ukuran 80.
Ukuran <i>Mesh</i> 100		Berdasarkan foto hasil tepung, terlihat tepung sudah agak halus karena menggunakan <i>mesh</i> dengan ukuran 100.

Tabel 4.15 Faktor yang memengaruhi mesin pada saat pengujian

No.	Nama Variabel	Kategori	Keterangan
1.	Bukaan gas motor bensin (%)	Variabel Bebas	Sebagai variabel bebas, karena pengaturan bukaan gas memengaruhi kecepatan putaran motor bensin dan kapasitas produksi.
2.	Putaran <i>disc mill</i> (RPM)	Variabel Terikat	Variabel terikat, karena dipengaruhi oleh bukaan gas motor bensin, memengaruhi kecepatan putaran untuk proses penepungan.
3.	Putaran motor bensin (RPM)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan gas motor bensin. Putaran ini memengaruhi distribusi tenaga ke <i>disc mill</i> .
4.	Berat bahan baku yang dimasukkan (gram)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh variabel bukaan gas dan putaran pada motor bensin maupun <i>disc mill</i>
5.	Berat tepung yang dihasilkan (gram)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh mesh yang digunakan dan variabel susut tercecer.
6.	Rendemen (%)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan gas motor bensin, untuk memengaruhi efisiensi mesin.
7.	Susut tercecer (%)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan gas motor bensin, untuk menganalisa banyaknya tepung yang hilang selama proses penepungan.

4.5 Perhitungan Rendemen Mesin Penepung

a. Rendemen (η) Pengujian 1

$$\eta_t = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,292}{0,5} \times 100\%$$

$$\eta_t = 0,584 \times 100\%$$

$$\eta_t = 58,4 \%$$

b. Rendemen (η) Pengujian 2

$$\eta_t = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,323}{0,5} \times 100\%$$

$$\eta_t = 0,646 \times 100\%$$

$$\eta_t = 64,6 \%$$

c. Rendemen (η) Pengujian 3

$$\eta_t = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,3}{0,5} \times 100\%$$

$$\eta_t = 0,6 \times 100\%$$

$$\eta_t = 60 \%$$

d. Rendemen (η) Pengujian 4

$$\eta_t = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,352}{0,5} \times 100\%$$

$$\eta_t = 0,704 \times 100\%$$

$$\eta_t = 70,4 \%$$

d. Rendemen (η_t) Pengujian 5

$$\eta_t = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\%$$

$$\eta_t = \frac{0,314}{0,5} \times 100\%$$

$$\eta_t = 0,628 \times 100\%$$

$$\eta_t = 62,8 \%$$

Keterangan :

W_t = berat tepung hasil penepungan (kg)

W_{pk} = berat bahan yang ditepungkan (kg)

η_t = rendemen mesin penepung (%)

4.6 Perhitungan Susut Tercecer Mesin Penepung

a. Susut Tercecer Pengujian 1

$$Stp = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\%$$

$$Stp = \frac{0,208}{0,5} \times 100\%$$

$$Stp = 0,416 \times 100\%$$

$$Stp = 41,6 \%$$

b. Susut Tercecer Pengujian 2

$$Stp = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\%$$

$$Stp = \frac{0,177}{0,5} \times 100\%$$

$$Stp = 0,354 \times 100\%$$

$$Stp = 35,4 \%$$

c. Susut Tercecer Pengujian 3

$$\text{Stp} = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = \frac{0,20}{0,5} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 0,4 \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 40 \%$$

d. Susut Tercecer Pengujian 4

$$\text{Stp} = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = \frac{0,148}{0,5} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 0,296 \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 29,6 \%$$

e. Susut Tercecer Pengujian 5

$$\text{Stp} = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = \frac{0,186}{0,5} \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 0,372 \times 100\%$$

$$\text{Stp} = 37,2 \%$$

Keterangan :

W_{tTc} = berat tepung yang tercecer (gram)

W_{tTs} = berat bahan yang ditepungkan (gram).

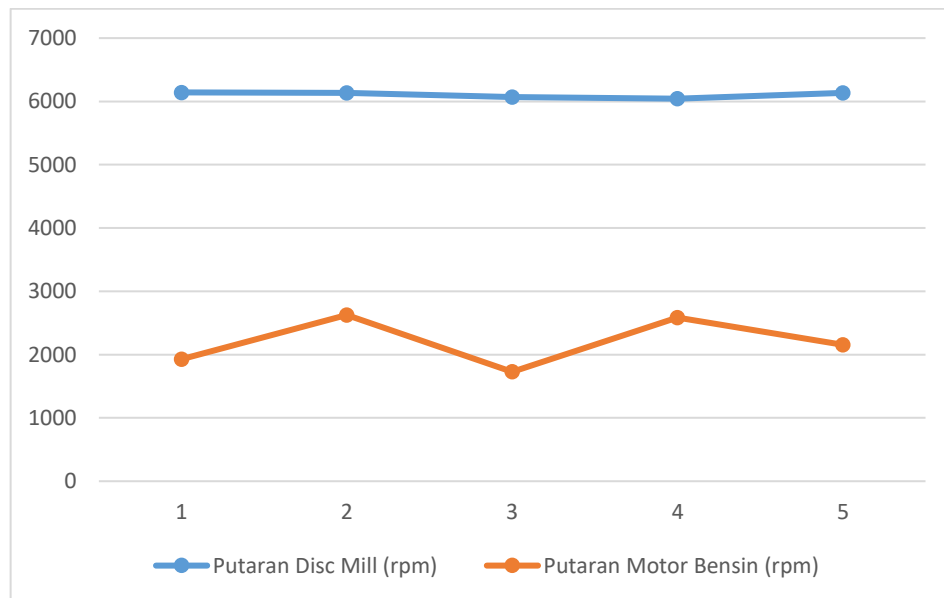
Stp = Susut tercecer mesin penepung (%)

4.7 Grafik Data Hasil Pengujian

1. Hubungan Putaran *Disc Mill* dan Putaran Motor Bensin

Tabel 4.16 Data putaran *disc mill* dan putaran motor bensin

Pengujian	Putaran <i>Disc Mill</i> (rpm)	Putaran Motor Bensin (rpm)
Pengujian 1	6142	1928
Pengujian 2	6134	2626
Pengujian 3	6067	1728
Pengujian 4	6043	2584
Pengujian 5	6137	2156



Gambar 4.4 Grafik hubungan putaran *disc mill* dan putaran motor bensin

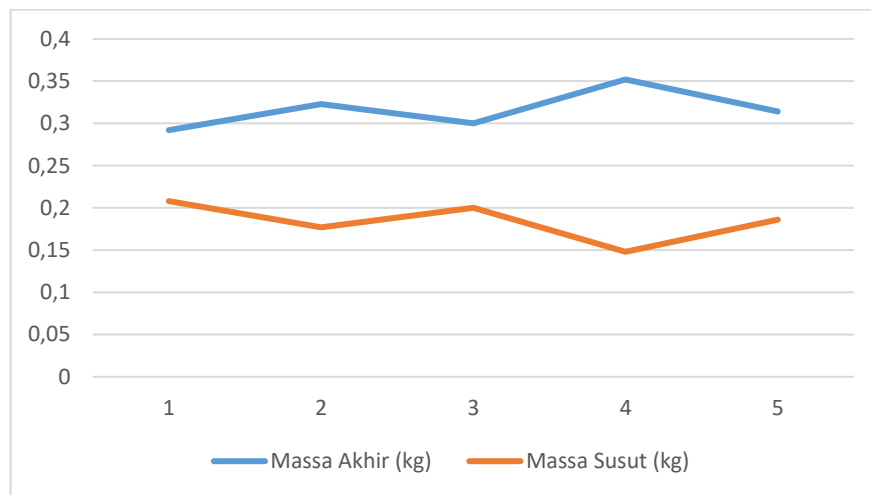
Grafik diatas menunjukkan bahwa putaran motor bensin tidak stabil pada tiap pengujian. Nilai paling rendah ialah 1728 rpm (pengujian 3), dan tertinggi 2626 rpm (pengujian 2). Meskipun putaran motor berubah-ubah, putaran *disc mill* relatif stabil di kisaran 6043–6142 rpm. Perbedaan ini terjadi karena rasio *pulley* membuat perubahan rpm motor tidak terlalu besar pengaruhnya pada *disc mill*. Slip belt yang rendah juga membuat putaran *disc mill* stabil. Putaran motor tinggi menghasilkan putaran *disc mill* yang sedikit lebih tinggi, namun grafik akan menunjukkan pengaruh

yang tidak signifikan (selisih ± 100 rpm saja). Putaran *disc mill* konstan, menandakan sistem transmisi *V-belt* bekerja baik.

2. Hubungan Massa Susut dan Massa Akhir

Tabel 4.17 Data massa akhir dan massa susut

Pengujian	Massa Akhir (kg)	Massa Susut (kg)
Pengujian 1	0,292	0,208
Pengujian 2	0,323	0,177
Pengujian 3	0,300	0,200
Pengujian 4	0,352	0,148
Pengujian 5	0,314	0,186



Gambar 4.5 Grafik hubungan massa susut dan massa akhir

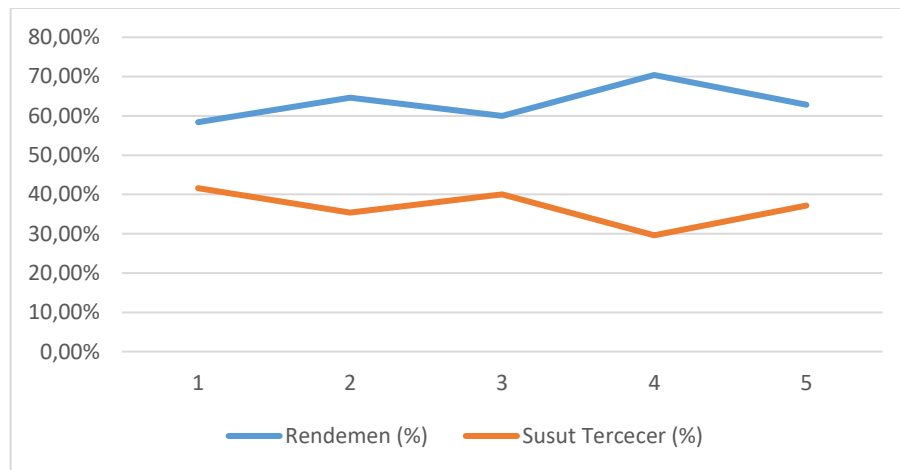
Grafik massa akhir menunjukkan variasi hasil tepung antara 0,292 kg – 0,352 kg. Pengujian 4 menghasilkan massa akhir tertinggi (0,352 kg). Grafik susut tertinggal menunjukkan nilai susut tinggi, yaitu 29,6% – 41,6%, jauh di atas standar susut *disc mill* normal ($\leq 4\%$). Susut besar disebabkan oleh, tepung menempel di ruang *disc mill* (karena maggot masih mengandung minyak); saringan *mesh* 80–100 yang mudah tersumbat; aliran tepung keluar belum optimal. Hasil massa akhir meningkat saat putaran *disc mill* lebih stabil dan waktu penggilingan optimal. Susut tertinggal sangat tinggi, menunjukkan desain saluran keluar dan tipe *disc mill* kurang cocok untuk bahan

berminyak seperti maggot kering.

3. Hubungan Rendemen dan Susut Tercecer

Tabel 4.18 Data rendemen dan susut tercecer

Pengujian	Rendemen (%)	Susut Tercecer (%)
Pengujian 1	58,40%	41,60%
Pengujian 2	64,60%	35,40%
Pengujian 3	60%	40%
Pengujian 4	70,40%	29,60%
Pengujian 5	62,80%	37,20%



Gambar 4.6 Grafik hubungan rendemen dan susut tercecer

Rendemen tertinggi pada pengujian 4 yaitu 70,4%. Rendemen terendah 58,4% pada pengujian. Rendemen meningkat saat, massa akhir meningkat; putaran *disc mill* stabil; saringan tidak terlalu tersumbat. Grafik menunjukkan susut tercecer besar pada semua pengujian (29,6–41,6%) yang menandakan, banyak tepung menempel di ruang giling; partikel maggot berminyak sulit keluar; dan aliran keluaran *disc mill* tidak optimal. Rendemen belum memenuhi standar minimal ($\geq 90\%$), sehingga mesin masih belum efisien untuk maggot. Susut tercecer tinggi menunjukkan mesin *disc mill* kurang sesuai untuk mengolah bahan berminyak.