

## BAB IV

### KALKULASI DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan Komponen dan Kalkulasi

##### 4.1.1 Perencanaan Motor Penggerak

- a. Perhitungan gaya pada motor Penggerak

$$\begin{aligned} F &= m \times a \\ &= 15 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m/s}^2 \\ &= 147,15 \text{ N} \end{aligned}$$

Keterangan:

F = Gaya (N)

m = Massa Beban (kg)

a = Percepatan ( $\text{m/s}^2$ )

- b. Perhitungan Torsi

$$\begin{aligned} T &= F \times r \\ &= 147,15 \text{ N} \times 0,12 \text{ m} \\ &= 17,658 \text{ Nm} \end{aligned}$$

Dimana:

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

r = Jari-jari (m)

- c. Perhitungan Daya

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

$$= \frac{2 \times 3,14 \times 2460}{60} \times 17,658 \text{ Nm}$$

$$= 4546,58 \text{ Watt}$$

$$= 4,54 \text{ kW}$$

$$= 6,09 \text{ HP}$$

Keterangan:

P = Daya *input* (kW)

n = Putaran mesin (rpm)

= 2460 rpm untuk kapasitas 15 kg/jam berdasarkan perbandingan *disc mill*  
di pasaran

T = Torsi (Nm)

d. Perencanaan Daya

$$P_d = F_c \times P$$

$$= 1,3 \times 6,09 \text{ HP}$$

$$= 7,9 \text{ HP}$$

Keterangan:

F<sub>c</sub> = Faktor koreksi (daya rata-rata yang digunakan) = 1,3

P = Daya yang digunakan motor listrik (kW)

#### 4.1.2 Perencanaan Poros

a. Menghitung daya yang ditransmisikan

$$P_d = F_c \times P$$

$$= 1,3 \times 6,09 \text{ HP}$$

$$= 7,9 \text{ HP}$$

$$= 5,9 \text{ kW}$$

Keterangan:

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$F_c$  = Faktor koreksi yang ditransmisikan

$P$  = Daya (kW)

b. Torsi

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n^2} \\ &= 9,74 \times 10^5 \times \frac{5,9}{2460} \\ &= \frac{974.000 \times 5,9}{2460} \\ &= 2336,1 \text{ Nm} \\ &= 2336100 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

Keterangan:

$T$  = Torsi (Nm)

$P_d$  = Daya rencana (kW)

$N$  = Putaran mesin (rpm)

c. Tegangan geser

$$\begin{aligned} \tau_A &= \frac{\sigma_B}{sf_1 \times sf_2} \\ &= \frac{58 \text{ kg/mm}^2}{6 \times 1,3} \\ &= 7,435 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Keterangan:

$\tau_A$  = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_B$  = Kekuatan tarik material (kg/mm<sup>2</sup>) = 58 kg/mm<sup>2</sup>

$Sf_1$  = *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

$$\begin{aligned} D &= \left( \frac{16 \times T}{\pi \times \tau_{izin}} \right)^{1/3} \\ &= \left( \frac{16 \times 2336,1}{3,14 \times 7,435} \right)^{1/3} \\ &= 11,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

Keterangan:

D = diameter poros (mm)

T = momen puntir (N.mm)

$\tau_{izin}$  = tegangan geser ijin material poros (N/mm<sup>2</sup>)

#### 4.1.3 Perencanaan Pasak

Perhitungan Tegangan Izin :

$$\begin{aligned} T_{izin} &= \frac{2T}{d \cdot l \cdot b} \\ &= \frac{2 \times 17658}{11,7 \times 22,4} \\ &= 34,3 \text{ N/mm}^2 \end{aligned}$$

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

#### 4.1.4 Perencanaan *Pulley dan Belt*

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

$$i = \frac{n1}{n2} = \frac{Dp}{dp}$$

$$= \frac{5502}{2116} = 2,6 \text{ untuk rasio } pulley$$

$$\frac{n1}{n2} = \frac{Dp}{100}$$

$$= Dp = 14,6 \text{ mm}$$

Keterangan:

dp = Diameter *Pulley* 1 (mm)

Dp = Diameter *Pulley* 2 (mm)

n1 = Putaran *Pulley* penggerak (rpm)

n2 = Putaran *Pulley* yang digerakkan (rpm)

- b. Menentukan Panjang Sabuk

$$C = \pi (R_1 + R_2) + 2x + \frac{(R_2 - R_1)^2}{x}$$

$$= 3,14 (5 + 7,3) + (2 \times 15) + \frac{(7,3 - 5)^2}{15}$$

$$= (3,14 \times 12) + 30 + 0,15$$

$$= 67,3 \text{ cm} = 673,3 \text{ mm} = 26,704 \text{ inch}$$

(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

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

Keterangan:

$v$  = Kecepatan sabuk

$D_p$  = Diameter *pulley* 1 (mm)

$n_1$  = Putaran *pulley* penggerak (rpm) = 2460 rpm

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

$$\begin{aligned}
 F_{\text{rated}} &= \frac{102 \times P_d}{v} \\
 &= \frac{102 \times 5,9 \text{ kW}}{1,28 \text{ m/s}} \\
 &= 470,156 \text{ kgf} \\
 &= 4610,66 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

$F_{\text{rated}}$  = Gaya tarik efektif (N)

$P_d$  = Daya perencanaan (kW)

$v$  = Kecepatan keliling (m/s)

## 4.2 Fabrikasi Alat

Setelah tahap perencanaan desain dilakukan menggunakan perangkat lunak *Solid Works* dan seluruh komponen dihitung sesuai kebutuhan, proses selanjutnya adalah melakukan fabrikasi alat berdasarkan material yang telah ditentukan. Pada tahap ini, setiap bagian dibuat dengan menyesuaikan hasil desain serta perhitungan

teknis yang telah dirumuskan sebelumnya, termasuk pemilihan material yang sesuai dengan spesifikasi kerja mesin. Seluruh komponen yang telah diproduksi kemudian dirakit hingga membentuk satu kesatuan mesin sesuai rancangan. Hasil akhir dari proses fabrikasi ini adalah sebuah mesin pembuat tepung limbah ikan untuk pakan ikan yang telah siap untuk memasuki tahap pengujian dan evaluasi kinerja.

Berikut adalah bentuk dari mesin pembuat tepung limbah ikan untuk pakan ikan kapasitas 15 kg/jam, dengan dimensi secara keseluruhan yaitu Panjang 104 cm, lebar 45,5 cm dan tinggi 71,5 cm. Alat ini di fabrikasi di *Workshop D4* Rekayasa Perancangan Mekanik yang berlokasi di JL. Hayam Wuruk No. 03, Pleburan, Kec. Semarang Selatan, Kota Semarang, Jawa Tengah, 50241.

#### **4.2.1 Alat dan Bahan Fabrikasi**

Alat yang digunakan dalam proses fabrikasi mesin pembuat tepung limbah ikan ini, yaitu:

1. Mesin Bubut

Mesin bubut digunakan untuk membentuk dan memotong material silindris, seperti poros atau cakram pada *disc mill*. Proses ini penting untuk memastikan komponen memiliki dimensi yang presisi.

2. Mesin Las

Mesin las diperlukan untuk menyambung berbagai komponen logam, seperti rangka mesin, *hopper* (penampung bahan), dan penutup *disc mill*. Pengelasan harus dilakukan dengan teknik yang baik agar sambungan kuat dan tahan lama.

3. Mesin Bor

Mesin bor digunakan untuk membuat lubang pada komponen tertentu, seperti

tempat pemasangan baut dan mur atau lubang pemasangan cakram pada poros.

#### 4. Mesin Gergaji Potong

Alat ini digunakan untuk memotong bahan logam sesuai ukuran yang dibutuhkan, seperti memotong baja profil atau pelat untuk rangka dan badan mesin.

#### 5. Mesin Gerinda

Mesin gerinda digunakan untuk menghaluskan permukaan logam, menghilangkan sisa tajam, atau memperbaiki komponen agar lebih presisi.

#### 6. Alat Ukur (Jangka Sorong, Mikrometer, dan Penggaris Baja)

Alat ukur ini digunakan untuk memastikan dimensi setiap komponen sesuai dengan dimensi desain yang diharapkan. Ketepatan ukuran sangat penting untuk menjaga kinerja mesin.

#### 7. Peralatan Pendukung

Kawat las, batu gerinda, mata bor, dan cairan pelumas juga diperlukan selama proses fabrikasi untuk mendukung pengerjaan dan meningkatkan kualitas hasil.

Bahan yang digunakan dalam proses fabrikasi mesin pembuat tepung limbah ikan ini, yaitu:

##### 1. Baja Karbon atau Baja Paduan

Baja karbon digunakan sebagai material utama untuk poros dan cakram penggiling karena memiliki kekuatan tinggi dan daya tahan terhadap beban mekanis.

##### 2. *Stainless Steel*

*Stainless steel* digunakan untuk membuat ruang penggilingan, *hopper*, dan penutup ruang penggilingan. *Stainless steel* memiliki keunggulan yaitu

ketahanan terhadap korosi, daya tahan tinggi, kebersihan, dan estetika.

3. Besi Cor

Digunakan untuk pisau penggiling pada mesin *disc mill* karena sifatnya yang keras dan tahan aus, yang penting untuk proses penggilingan.

4. Karet atau Plastik untuk *Seal*

*Seal* digunakan untuk mencegah kebocoran material atau melindungi komponen dari gesekan yang berlebihan.

5. Bantalan (*Bearing*)

Bantalan digunakan untuk mendukung pergerakan poros agar tetap stabil saat mesin bekerja. Bantalan yang digunakan biasanya mampu menahan beban radial dan aksial.

6. *Pulley* Poros dan *Pulley* Poros

*Pulley* Poros digunakan untuk mentransmisikan daya dan putaran dari poros penggerak (motor listrik/motor bensin) ke poros mesin *disc mill* sehingga pisau penggiling dapat berputar dan menghancurkan bahan baku menjadi tepung.

7. *V-Belt*

*V-Belt* digunakan untuk mentransmisikan daya putar dari motor penggerak ke poros pisau penggiling. Dengan kata lain, *V-Belt* menghubungkan *pulley* pada motor dengan *pulley* pada poros pisau penggiling, sehingga putaran motor dapat diteruskan untuk menggiling bahan baku menjadi tepung.

8. Poros

Poros digunakan sebagai penghubung antara pisau penggiling dengan motor penggerak.

9. Mur, Baut, dan Pengikat Lainnya

Komponen ini digunakan untuk menyambung bagian-bagian mesin dengan mudah dan memungkinkan perawatan atau penggantian suku cadang.

#### 10. Cat Anti-Karat

Digunakan untuk melapisi rangka dan permukaan mesin agar tahan terhadap korosi, terutama jika mesin digunakan di lingkungan lembap.

### **4.2.2 Proses Fabrikasi Mesin Pembuat Tepung Limbah Ikan**

Terdapat beberapa tahapan dalam proses fabrikasi mesin ini, mulai dari persiapan material, pemrosesan, perakitan sampai *finishing*. Proses fabrikasi secara mendetail akan dijelaskan sebagai berikut :

#### 1. Pemotongan Material

Material utama berupa pelat baja dan baja profil dipotong sesuai gambar kerja. Pemotongan dilakukan menggunakan gergaji potong dan mesin CNC untuk mendapatkan hasil potongan yang presisi sesuai desain.

#### 2. Menyesuaikan Ukuran Rangka

Setelah dipotong, setiap bagian rangka diperiksa ulang ukurannya dan disesuaikan agar sesuai dengan rancangan. Proses ini memastikan rangka yang dirakit nantinya benar-benar pas dan mampu menopang seluruh komponen mesin.

#### 3. Perakitan Rangka

Semua bagian rangka disusun dan dilas hingga membentuk struktur utama mesin. Pada tahap ini dilakukan pengecekan kesikuan serta kekuatan sambungan agar rangka kokoh dan tidak berubah bentuk saat digunakan.

#### 4. Pembuatan *Plate* Roda

*Plate* roda dibuat sebagai dudukan untuk memasang roda penggerak. Posisi *plate* disetel sedemikian rupa agar roda dapat menopang mesin dengan stabil dan memudahkan pemindahan mesin saat diperlukan.

5. *Setting Plate* atau Dudukan Motor

Dudukan motor disiapkan berdasarkan posisi poros motor dan arah transmisi. Penyetelan dilakukan agar poros motor sejajar dengan *pulley disc mill*, sehingga sabuk transmisi bekerja stabil tanpa slip.

6. Pembuatan *Disc Mill*

Komponen *disc mill* seperti rumah penggiling, rotor, dan stator dirakit sesuai desain FFC 15. Proses ini memastikan mekanisme penggilingan berjalan lancar dan mampu menghasilkan tepung sesuai tingkat kehalusan yang diinginkan.

7. Pembuatan Dudukan *Disc Mill*

Dudukan *disc mill* dibuat dan dilas pada rangka untuk memposisikan alat penggiling secara kuat dan sejajar dengan transmisi. Dudukan harus benar-benar kokoh karena *disc mill* bekerja dengan putaran dan getaran tinggi.

8. Pembuatan *Hopper* dan Corong Keluaran

Material *hopper* dan corong dipotong menggunakan laser *cutting*, lalu dibentuk dengan mesin *bending*. Setelah itu dilakukan pengelasan agar kedua komponen terbentuk sempurna dan siap dipasang ke rangka.

9. *Finishing* Gerinda, Cat, dan Pelapisan

Seluruh permukaan dan sambungan dirapikan menggunakan gerinda. Setelah itu mesin diberi cat dan pelapisan untuk melindungi material dari karat serta meningkatkan tampilan akhir mesin.

### 4.3 Perancangan Desain Mesin Pembuat Tepung Limbah Ikan

#### 4.3.1 Matriks Keputusan Untuk Pemilihan Tipe Mesin Penepung

Pemilihan tipe mesin penepung dilakukan dengan mempertimbangkan beberapa aspek teknis dan operasional agar diperoleh jenis mesin yang sesuai dengan kebutuhan perancangan. Hasil matriks keputusan pemilihan tipe mesin penepung ditunjukkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Matriks keputusan untuk pemilihan tipe mesin penepung

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Tipe Mesin Penepung			
			<i>Hammer Mill</i>	<i>Roller Mill</i>	<i>Disc Mill</i>	<i>Burr Mill</i>
1.	Kinerja	10	+	+	S	-
2.	Kapasitas	10	-	+	+	+
3.	Efisiensi	9	-	+	+	S
4.	Harga	9	-	-	+	+
5.	<i>Safety</i>	9	-	+	+	S
6.	<i>Maintenance</i>	8	S	-	+	+
7.	Hasil tepung	8	-	+	S	+
8.	Tingkat Kebisingan	7	-	+	S	+
9.	Usia pakai mesin	6	S	+	S	-
10.	Kesesuaian dengan kebutuhan	6	+	-	+	S
11.	Kemudahan pembuatan/perakitan	5	+	-	S	S
12.	Kemudahan penggunaan	5	+	S	+	S
13.	Estetika	4	S	S	S	S
14.	Dimensi	4	S	-	+	+
Total +			4	9	8	6
Total -			-6	-5	0	-2
Total Keseluruhan			-2	4	8	4
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			-28	31	68	34

Pada tabel 4.1, maka dapat disimpulkan 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.

#### 4.3.2 Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Macam Tipe Mesin

Setiap jenis mesin penepung memiliki kelebihan, dan kekurangan yang berbeda, sehingga perlu dilakukan perbandingan sebelum menentukan mesin yang digunakan. Perbandingan tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kelebihan dan kekurangan berbagai macam tipe mesin

Tipe Mesin	KELEBIHAN	KEKURANGAN
<i>Hammer Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu menggiling bahan keras dan kasar</li> <li>• Proses penghancuran bahan sangat cepat</li> <li>• Konstruksi sederhana, mudah dioperasikan, dan dirawat</li> <li>• Bisa digunakan untuk berbagai jenis bahan</li> <li>• Biaya pembuatannya relatif murah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ukuran partikel hasil giling tidak seragam</li> <li>• Konsumsi energi cukup tinggi</li> <li>• Menghasilkan panas yang bisa merusak kandungan nutrisi</li> <li>• Tingkat kebisingan tinggi</li> </ul>
<i>Roller Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil gilingan sangat seragam, karena bahan digiling di antara dua rol logam</li> <li>• Efisien untuk bahan kering dan rapuh (seperti biji-bijian)</li> <li>• Konsumsi energi lebih rendah dibanding <i>hammer mill</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak cocok untuk bahan berserat, elastis, atau lengket (seperti limbah ikan)</li> <li>• Biaya pembuatan dan perawatan relatif lebih mahal</li> <li>• Kinerja akan menurun jika bahan masuk terlalu basah/lembap</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Minim debu dan kebisingan</li> </ul>	
<i>Disc Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisa menggiling berbagai jenis bahan, baik keras maupun agak lembap</li> <li>• Menghasilkan partikel halus (tingkat kehalusan tinggi)</li> <li>• Proses penepungan efisien karena kombinasi antara gesekan, pemotongan, dan tekanan</li> <li>• Kapasitas moderat, cocok untuk skala UMKM hingga produksi sedang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konsumsi energi cukup besar</li> <li>• Biaya awal pembuatan lebih tinggi dibanding <i>hammer mill</i></li> <li>• Permukaan <i>disc</i> bisa cepat aus jika sering dipakai menggiling bahan keras</li> <li>• Perlu penyesuaian jarak <i>disc</i> untuk kontrol hasil partikel</li> </ul>
<i>Burr Mill</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hasil giling sangat halus dan seragam</li> <li>• Minim panas dan kerusakan nutrisi</li> <li>• Cocok untuk bahan sensitif terhadap suhu (seperti tepung herbal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki kapasitas rendah</li> <li>• Tidak cocok untuk bahan bersepat atau terlalu keras</li> <li>• Tidak ekonomis untuk produksi pakan dalam jumlah besar</li> </ul>

Pada tabel 4.2, pilihan yang terbaik adalah Mesin *Disc Mill*, dengan alasan sebagai berikut:

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

#### 4.3.3 Matriks Keputusan Untuk Pemilihan Sumber Penggerak Mesin

Penentuan sumber penggerak mesin dilakukan dengan mempertimbangkan kebutuhan daya, efisiensi, serta kemudahan pengoperasian mesin. Hasil matriks keputusan sumber penggerak mesin dapat dilihat pada Tabel 4.3.

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	10	-	+	+
2.	Usia Pakai	10	+	+	S
3.	Efisiensi	9	+	+	S
4.	Harga	9	-	+	-
5.	Putaran tinggi	9	+	+	S
6.	<i>Maintenance</i>	8	+	+	S
7.	<i>Safety</i>	8	+	S	S
8.	Kesesuaian dengan kebutuhan	7	-	+	-
9.	Tingkat kebisingan	6	+	-	-
10.	Kemudahan perakitan	6	S	S	-
11.	Kemudahan penggunaan	5	+	S	S
12.	Ketersediaan <i>spare part</i>	5	+	+	S
13.	Estetika	4	-	S	-
14.	Dimensi	4	S	S	-
Total +			8	8	1
Total -			-4	-1	-6
Total Keseluruhan			4	7	-5
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			34	68	-30

Pada tabel 4.3, untuk mesin pembuat tepung limbah ikan 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 Limbah Ikan dengan kapasitas 15 kg/jam.

#### 4.3.4 Kelebihan dan Kekurangan Sumber Penggerak Mesin

Pemilihan jenis penggerak dilakukan untuk memperoleh sistem pengoperasian mesin yang sesuai dengan kondisi penggunaan dan kebutuhan

proses penepungan. Hasil pemilihan sumber penggerak ditunjukkan pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Kelebihan dan kekurangan sumber penggerak mesin

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

	<p>terutama pada penggunaan jangka panjang.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Umur pakai lebih panjang, mesin diesel didesain untuk kerja berat.</li> <li>• Lebih tahan terhadap kerja terus-menerus</li> </ul>	<p>sehingga mesin sulit dipindah-pindahkan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Biaya perawatan lebih tinggi, dan perlu teknisi yang lebih ahli untuk servis.</li> <li>• Sulit dinyalakan dalam suhu dingin atau tanpa sistem pemanas awal</li> </ul>
--	--	--

Pada tabel 4.4, pilihan yang terbaik adalah menggunakan Motor Bensin, dengan alasan sebagai berikut:

- 1) Apabila skala UMKM dan Menengah menggunakan motor listrik, maka listrik yang digunakan oleh masyarakat tidak cukup kuat untuk menghidupkan motor listrik.
- 2) Tingkat kebisingan lebih rendah daripada motor diesel.
- 3) Lebih mudah dinyalakan, terutama dalam suhu lingkungan normal.
- 4) Perawatan lebih sederhana, karena konstruksi mesin lebih simpel.
- 5) Biaya pengoperasian lebih murah jika digunakan untuk skala kecil hingga menengah
- 6) Lebih cocok digunakan untuk mesin penepung
- 7) Lebih cocok dalam kapasitas 10-20 Kg/Jam

#### 4.3.5 Matriks Keputusan Untuk Pemilihan Sistem Transmisi

Sistem transmisi dipilih berdasarkan kemampuan dalam meneruskan daya, kemudahan perawatan, serta efisiensi kerja mesin. Hasil matriks keputusan sistem transmisi dapat dilihat pada Tabel 4.5.

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.	Kesesuaian kebutuhan	10	+	S	+
2.	Efisiensi	10	+	+	+
3.	Material yang digunakan	9	+	-	+
4.	Harga	9	S	+	-
5.	Putaran tinggi	9	-	+	S
6.	Potensi slip	8	S	+	-
7.	<i>Safety</i>	8	-	+	-
8.	Usia pakai	7	S	S	+
9.	Ketahanan terhadap lingkungan kerja	6	-	+	S
10.	<i>Maintenance</i>	6	-	+	S
11.	Tingkat kebisingan	5	-	+	-
12.	Kemudahan perakitan	5	S	+	-
13.	Estetika	4	S	+	S
14.	Dimensi	4	S	+	-
Total +			3	11	4
Total -			-4	-1	-6
Total Keseluruhan			-1	10	-2
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			-6	75	-5

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai aspek pertimbangan meliputi diatas untuk mesin pembuat tepung limbah ikan dan limbah ikan dengan kapasitas sekitar 10–20 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.

#### 4.3.6 Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Macam Sistem Transmisi

Pemilihan sistem transmisi dilakukan untuk menentukan jenis transmisi yang paling sesuai dengan kebutuhan mesin pembuat tepung limbah ikan. Hasil pemilihan sistem transmisi ditunjukkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4. 6 Kelebihan dan kekurangan berbagai macam sistem transmisi

Sistem Transmisi	Kelebihan	Kekurangan
Transmisi Rantai	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tidak mudah slip, karena gaya transmisi disalurkan langsung melalui gigi rantai dan <i>sprocket</i>.</li> <li>• Cocok untuk beban berat dan kecepatan sedang–rendah, seperti mesin penggiling atau penepung.</li> <li>• Tahan lama dan kuat, jika diberi pelumasan rutin.</li> <li>• Lebih efisien dibanding <i>V-belt</i>, terutama dalam transmisi tenaga besar.</li> <li>• Dapat digunakan pada lingkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butuh pelumasan rutin untuk mencegah keausan dan karat.</li> <li>• Lebih bising dibanding <i>V-belt</i> atau roda gigi tertutup.</li> <li>• Jika kekencangan tidak pas, rantai bisa lepas atau cepat aus.</li> <li>• Bobot lebih berat dan penampilannya kasar.</li> </ul>

	panas dan berdebu, asal dirawat dengan baik.	
Transmisi V-Belt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perawatan mudah dan murah, tidak perlu pelumasan.</li> <li>• Operasi lebih senyap dan halus, ideal untuk mesin skala rumahan/<i>indoor</i>.</li> <li>• Pemasangan dan penggantian lebih mudah.</li> <li>• Bisa menyerap getaran dan mengurangi kejut pada komponen mesin.</li> <li>• Lebih ringan dibandingkan rantai atau roda gigi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bisa slip jika beban berlebih mengakibatkan tenaga hilang (tidak cocok untuk beban berat).</li> <li>• Kurang efisien pada daya tinggi yang menyebabkan panas dan keausan <i>belt</i>.</li> <li>• Kurang tahan lama untuk bahan yang berat dan pemakaian terus-menerus.</li> <li>• Tidak cocok untuk lingkungan berdebu atau basah.</li> </ul>
Transmisi Roda Gigi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi sangat tinggi (ideal untuk transmisi daya besar).</li> <li>• Tidak slip, torsi yang dihasilkan sangat konsisten.</li> <li>• Bisa menghasilkan reduksi kecepatan dan peningkatan torsi dengan sangat presisi.</li> <li>• Konstruksi bisa dibuat kompak dan kuat.</li> <li>• Tahan lama jika dilumasi dengan baik dan ditutup rapat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebih mahal dan kompleks secara teknis (butuh presisi dalam fabrikasi dan pemasangan).</li> <li>• Perlu rumah pelindung tertutup (<i>gearbox</i>) untuk mencegah kotoran masuk.</li> <li>• Tidak menyerap guncangan, sehingga bisa menyebabkan kejut ke mesin jika ada beban tiba-tiba.</li> <li>• Jika aus atau rusak, biaya perbaikan tinggi dan sulit diperbaiki secara cepat.</li> </ul>

Pada tabel 4.6, pilihan yang terbaik adalah menggunakan transmisi V-Belt, dengan alasan sebagai berikut:

- 1) Perawatan mudah dan murah, tidak perlu pelumasan.

- 2) Operasi lebih senyap dan halus, ideal untuk mesin skala rumahan/*indoor*.
- 3) Pemasangan dan penggantian lebih mudah.
- 4) Bisa menyerap getaran dan mengurangi kejut pada komponen mesin.
- 5) Lebih ringan dibandingkan rantai atau roda gigi.

#### 4.3.7 Matriks Keputusan Untuk Pemilihan Jenis *Hopper*

Pemilihan jenis *hopper* dilakukan dengan mempertimbangkan kemudahan aliran bahan baku serta efektivitas proses pemasukan material ke ruang penggilingan. Hasil matriks keputusan jenis *hopper* dapat dilihat pada Tabel 4.7.

Tabel 4. 7 Matriks keputusan untuk pemilihan jenis *hopper*

No	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Berdasarkan <i>Hopper</i>		
			<i>Hopper</i> Kerucut Terpancung	<i>Hopper</i> Limas Segi Empat	<i>Hopper</i> Bergetar
1.	Kapasitas volume	10	+	+	S
2.	Sudut kemiringan	10	+	S	-
3.	Sambungan dan kerapatan	9	S	+	S
4.	Harga	9	S	+	-
5.	Kelancaran aliran bahan	9	+	S	+
6.	<i>Maintenance</i>	8	+	+	-
7.	<i>Safety</i>	8	+	+	-
8.	Kesesuaian dengan bahan	7	+	S	S
9.	Material yang digunakan	6	S	+	S
10.	Tahan terhadap korosi	6	S	S	S
11.	Kemudahan dibersihkan	5	+	S	S
12.	Kemudahan fabrikasi	5	S	+	-
13.	Estetika	4	S	+	-

14.	Dimensi	4	S	+	-
	Total +		7	9	1
	Total -		0	0	-7
	Total Keseluruhan		7	9	-6
	Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)		64	72	-45

Berdasarkan tabel 4.7 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 limbah ikan 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.

#### 4.3.8 Kelebihan dan Kekurangan Jenis-Jenis *Hopper*

Jenis *hopper* yang digunakan dipilih berdasarkan bentuk dan kemampuan dalam mendukung kelancaran proses penepungan limbah ikan. Hasil pemilihan *hopper* ditunjukkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4. 8 Kelebihan dan kekurangan jenis-jenis *hopper*

Jenis <i>Hopper</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Hopper</i> Kerucut Terpancung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memudahkan aliran material ke penggiling secara gravitasi.</li> <li>• Cocok untuk bahan kering seperti limbah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu desain yang tepat agar bahan tidak menggumpal.</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ikan kering.</li> <li>• Aliran bahan lebih lancar dan kontinu</li> </ul>	
<i>Hopper</i> Limas Segi Empat Terpancung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudah dibentuk dan dibuat dari pelat datar.</li> <li>• Sesuai dengan lubang <i>input disc mill</i></li> <li>• Sesuai untuk mesin skala kecil hingga menengah</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudut mati bisa menyebabkan bahan tersumbat.</li> </ul>
<i>Hopper</i> Bergetar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meningkatkan laju aliran bahan masuk</li> <li>• Mencegah <i>clogging</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membutuhkan motor/komponen tambahan.</li> <li>• Konsumsi daya lebih tinggi.</li> </ul>

Berdasarkan tabel 4.8, pilihan yang terbaik adalah menggunakan *Hopper* Limas Segi Empat, dengan alasan sebagai berikut:

- 1) Memudahkan aliran material ke penggiling secara gravitasi.
- 2) Cocok untuk bahan kering seperti limbah ikan kering.
- 3) Kapasitas tampung lebih besar
- 4) Lebih mudah dan ekonomis di fabrikasi

#### 4.3.9 Matriks Keputusan Untuk Pemilihan Ukuran Saringan (*Mesh*)

Ukuran mesh saringan berpengaruh terhadap tingkat kehalusan tepung yang dihasilkan sehingga perlu dilakukan pemilihan sesuai kebutuhan proses penepungan. Hasil matriks keputusan pemilihan mesh dapat dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4. 9 Matriks keputusan untuk pemilihan ukuran saringan (*mesh*)

No.	Kriteria Persyaratan atau Spesifikasi	Bobot	Alternatif Saringan ( <i>mesh</i> )	
			<i>Mesh</i> 80	<i>Mesh</i> 100
1.	Kehalusan tepung	10	+	+
2.	Kapasitas	10	+	-

3.	Konsistensi ukuran tepung	9	S	+
4.	Harga	9	+	+
5.	Ketahanan terhadap korosi/keausan	9	+	S
6.	<i>Maintenance</i>	8	+	S
7.	Kecepatan hasil produksi	8	+	-
8.	Material yang digunakan	7	S	S
9.	Usia Pakai	6	+	S
10.	Kemudahan pembersihan	6	+	-
11.	Kesesuaian dengan bahan	5	+	S
12.	Kemudahan penggantian	5	+	+
13.	Estetika	4	S	S
14.	Dimensi	4	S	S
Total +			10	4
Total -			0	-3
Total Keseluruhan			10	1
Nilai Akhir (Setelah bobot diperhatikan)			86	10

Pada tabel 4.9 terlihat seluruh aspek pertimbangan yang meliputi kapasitas, kinerja penyaringan, keselamatan kerja, kemudahan pembuatan, harga, dan kemudahan perawatan, *mesh* 80 dinilai lebih sesuai untuk digunakan pada desain mesin pembuat tepung limbah ikan 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.

#### 4.3.10 Kelebihan dan Kekurangan *Mesh* 80 dan 100

Pemilihan ukuran *mesh* dilakukan dengan mempertimbangkan kualitas hasil tepung dan kapasitas produksi mesin. Perbandingan kelebihan dan

kekurangan *mesh* 80 dan *mesh* 100 ditunjukkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4. 10 Kelebihan dan kekurangan *mesh* 80 dan 100

Ukuran <i>Mesh</i>	Kelebihan	Kekurangan
<i>Mesh</i> 80	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lebih Cepat, minim hambatan</li><li>• Cocok untuk limbah ikan</li><li>• Cocok untuk mesin kapasitas kecil-menengah</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lebih kasar</li></ul>
<i>Mesh</i> 100	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lebih Halus</li><li>• Cocok untuk benih/bahan yang berukuran kecil, seperti larva</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Lebih lambat, karena lubang kecil</li><li>• Kurang cocok untuk bahan yang besar, seperti Ikan</li></ul>

#### 4.4 Tampilan Mesin

Berikut ini merupakan hasil dari fabrikasi mesin pembuat tepung limbah ikan untuk pakan ikan



Gambar 4. 2 Tampilan mesin tampak samping



Gambar 4. 8 Tampilan mesin *disc mill*



Gambar 4. 5 Tampilan depan mesin



Gambar 4. 10 Tampilan samping mesin

Tabel 4. 12 Komponen penyusun

No	Nama Komponen
1	<i>Hopper</i>
2	Corong Keluaran
3	Wadah Penampung
4	Motor bensin 6,5 HP
5	Roda kaki
6	<i>Pulley</i>
7	<i>V-Belt</i>
8	<i>Discmill</i> FFC-15
9	Mata pisau dinamis
10	<i>Mesh</i> 80
11	Mata pisau statis

#### 4.4.1 Spesifikasi Mesin

Tabel 4.12 berikut merupakan spesifikasi dari Mesin Pembuat Tepung Limbah Ikan Untuk Pakan Ikan Kapasitas 15 Kg/Jam.

Tabel 4. 14 Spesifikasi mesin

Nama Komponen	Jumlah	Material	Spesifikasi
<i>Hopper</i>	1	<i>Mild Steel</i>	Panjang sisi atas 200 mm x 200 mm, sisi bawah 82 mm x 260 mm x 1 mm
Rangka <i>Body</i>	1	<i>Hollow Besi</i>	30 x 30 mm, tebal 0,8 mm, dimensi 104 cm x 45 cm
<i>V-Belt</i>	1	<i>Rubber</i>	A-51, panjang 51

			inch, lebar 13 mm
<i>Pulley Motor</i>	1	<i>Cast iron</i>	Ø 170 mm
<i>Pulley disc mill</i>	1	<i>Cast iron</i>	Ø 80 mm
Roda	4	Nylon karet	Ø 76 mm
Motor Bensin 6,5 HP	1	Alumunium dan Baja	Daya 6,5 HP
Wadah Penampung	1	Plat Galvanis	600 mm x 370 mm
Corong Keluaran	1	Plat Galvanis	x 200 mm
			300 mm x 220 mm
			x 53 mm
<i>Disc Mill</i>	1	<i>Hardened Iron Steel</i>	184 mm x 36 mm
			x 225 mm
Mata Pisau Statis	1	<i>Iron steel</i>	Ø 178 mm
			Tebal 0,2 mm
<i>Mesh 80</i>	1	<i>Stainless Steel</i> SUS.304	Ukuran lubang
			2,54 cm
Mata Pisau Dinamis	1	<i>Iron steel</i>	Ø 140 mm
Poros	1	<i>Alloy Steel</i>	Ø 16 mm
Pengunci Tutup	1	<i>Alloy Steel</i>	Ø 10 mm
<i>Discmill</i>			

#### 4.4.2 Prinsip Kerja Mesin

Prinsip kerja mesin pembuat tepung limbah ikan ini diawali dengan menyalakan motor bensin sebagai sumber penggerak utama. Ketika motor bensin beroperasi, daya yang dihasilkan dari poros motor ditransmisikan menuju *disc mill* melalui sistem transmisi berupa *pulley* dan *V-belt*. Transmisi ini berfungsi meneruskan putaran motor sehingga poros pada *disc mill* dapat berputar sesuai kecepatan yang dibutuhkan. Putaran dari poros *disc mill* selanjutnya menggerakkan mata pisau atau piringan penggiling yang terdiri dari dua bagian, yaitu mata pisau

dinamis (berputar) dan mata pisau statis (diam). Saat bahan baku limbah ikan kering masuk ke ruang penggilingan, bahan tersebut akan terkena gaya tumbukan dan gesekan dari mata pisau dinamis. Selanjutnya bahan akan terhimpit dan bergesekan dengan permukaan mata pisau statis sehingga mengalami proses penghancuran atau penggerusan.

Ketika mesin beroperasi, piringan berputar akan menciptakan interaksi mekanis dengan bahan yang berada di antara kedua piringan. Limbah ikan yang masuk akan mengalami proses penghancuran akibat kombinasi gaya tumbukan, gesekan, dan geser. Gaya tumbukan terjadi saat material terpukul oleh permukaan atau gigi piringan, sedangkan gaya gesek muncul akibat kontak terus-menerus antara material dengan permukaan piringan. Selain itu, gaya geser terjadi karena perbedaan kecepatan antara piringan diam dan piringan berputar, sehingga material terpotong menjadi bagian yang lebih kecil.

Selama proses berlangsung, ukuran partikel limbah ikan akan semakin mengecil seiring dengan intensitas interaksi mekanis tersebut. Tingkat kehalusan hasil gilingan dipengaruhi oleh jarak antar piringan, di mana semakin sempit celahnya maka hasil tepung yang diperoleh akan semakin halus. Setelah mencapai ukuran yang diinginkan, partikel tepung akan terdorong keluar dari ruang penggilingan melalui saluran keluaran, yang juga dipengaruhi oleh gaya sentrifugal akibat putaran rotor.

Dengan demikian, mekanisme kerja *disc mill* dalam pengolahan limbah ikan menjadi tepung dapat dipahami sebagai proses pengecilan ukuran material secara bertahap melalui interaksi mekanis antara komponen mesin dan bahan, hingga menghasilkan tepung dengan ukuran partikel yang sesuai kebutuhan.

#### 4.4.3 Cara Pengoperasian Mesin

Sedangkan cara kerja mesin pembuat tepung limbah ikan ini dimulai dengan menyiapkan bahan baku berupa limbah ikan yang telah melalui proses pengeringan. Pengeringan diperlukan agar bahan memiliki kadar air rendah sehingga mudah dihancurkan oleh *disc mill* FFC 15 dan tidak menyebabkan proses penggilingan tersendat. Limbah ikan kering kemudian dimasukkan melalui *hopper* secara bertahap. Pemasukan bahan secara bertahap bertujuan untuk menyesuaikan kapasitas *input* dengan kemampuan *output* mesin, serta agar proses penggilingan berlangsung stabil tanpa terjadi penumpukan material pada ruang penggilingan. Selain itu, ukuran limbah ikan yang dimasukkan juga perlu disesuaikan; bahan harus dipotong atau dihancurkan terlebih dahulu menjadi ukuran yang lebih kecil agar dapat masuk dengan baik ke dalam saluran *hopper* dan ruang *penggiling disc mill*. Setelah bahan masuk ke dalam *disc mill* FFC 15, mata pisau pada mesin akan menghaluskan limbah ikan sesuai dengan tingkat kehalusan yang ditentukan oleh ukuran *mesh* yang dipasang pada bagian *outlet*. Hasil penggilingan berupa tepung limbah ikan kemudian keluar melalui corong keluaran. Tingkat kehalusan tepung yang dihasilkan dapat diatur dengan mengganti ukuran *mesh* sesuai kebutuhan proses pakan ikan.

Proses pengolahan limbah ikan menjadi tepung menggunakan mesin *disc mill* berlangsung melalui serangkaian mekanisme penghancuran material di dalam ruang penggilingan. Limbah ikan yang telah dikeringkan terlebih dahulu dimasukkan ke dalam *hopper*, kemudian secara gravitasi masuk menuju ruang penggilingan. Di dalam ruang tersebut terdapat dua buah piringan, yaitu piringan diam (*stator*) dan piringan berputar (*rotor*) yang digerakkan oleh motor penggerak dengan kecepatan tinggi.

#### 4.4.4 Lembar Pengujian

Dalam proses pengujian mesin terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil penepungan dan performa mesin selama pengoperasian berlangsung. Faktor-faktor tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4. 16 Faktor yang mempengaruhi mesin pada saat pengujian

No	Variabel	Kategori	Keterangan
1.	Putaran Motor Bensin (rpm)	Variabel Bebas	Sebagai variabel bebas, karena perubahan bukaan <i>throttle</i> pada motor bensin identik dengan putaran motor bensin
2.	Putaran <i>Disc Mill</i> (rpm)	Variabel Terikat	Variabel terikat yang dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin, memengaruhi kecepatan putaran untuk proses penepungan
3.	Bukaan <i>throttle</i> motor bensin	Variabel Bebas	Dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin. Putaran ini memengaruhi distribusi tenaga ke <i>disc mill</i>

4.	Berat bahan baku yang dimasukkan (gram)	Variabel Kontrol	Berat bahan baku dijadikan variabel kontrol karena jumlah bahan yang diproses secara langsung memengaruhi beban kerja mesin, waktu penepungan, rendemen, serta kapasitas produksi. Apabila berat bahan baku divariasikan, maka perubahan hasil pengujian tidak dapat dipastikan berasal dari pengaruh variabel bebas.
5.	Berat tepung yang dihasilkan (gram)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin, putaran motor bensin maupun <i>disc mill</i> , dan susut tercecer
6.	Rendemen	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin untuk mengetahui efisiensi mesin
7.	Susut Tercecer	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin untuk mengetahui banyak nya tepung yang hilang selama proses penepungan
8.	Kecepatan Produksi (gram/menit)	Variabel Terikat	Dipengaruhi oleh bukaan <i>throttle</i> motor bensin untuk mengetahui kecepatan produksi mesin
9.	Waktu Penepungan (s)	Variabel Terikat	Waktu penepungan ditetapkan sebagai variabel terikat karena nilainya dipengaruhi oleh kondisi operasional mesin, khususnya variasi bukaan gas yang menentukan putaran motor dan <i>disc mill</i> .

Pengambilan data dilakukan selama proses pengujian mesin untuk memperoleh informasi terkait performa dan hasil penepungan. Format lembar pengambilan data ditunjukkan pada Tabel 4.14.

Tabel 4. 17 Lembar pengambilan data

Bukaan <i>Throttle</i> Motor Bensin 50%							
No	Variabel	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata-rata
1.	Putaran motor bensin (rpm)						
2.	Putaran <i>disc mill</i> (rpm)						
3.	Bukaan <i>throttle</i> motor bensin (%)						
4.	Berat bahan baku yang dimasukkan (gram)						
5.	Berat tepung yang dihasilkan (gram)						
6.	Rendemen (%)						
7.	Susut Tercecer (%)						
8.	Kecepatan produksi (gram/menit)						
9.	Waktu penepungan (s)						

#### 4.5 Pengujian Mesin

Pengujian mesin pada bukaan throttle 25% dilakukan untuk mengetahui performa awal mesin pada kondisi putaran rendah hingga sedang. Hasil pengujian tersebut ditunjukkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4. 18 Lembaran pengujian mesin pada bukaan *throttle* motor bensin 25%

Bukaan <i>Throttle</i> Motor Bensin 25%							
No	Variabel	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata-rata
1.	Putaran Motor Bensin (rpm)	1998	2154	2165	2127	2138	2116,4
2.	Putaran disc mill (rpm)	5194	5600	5629	5530	5558	5502,2
3.	Bukaan <i>throttle</i> motor bensin (%)	25	25	25	25	25	25
4.	Berat bahan baku yang dimasukkan (gram)	250	250	250	250	250	250
5.	Berat tepung yang dihasilkan (gram)	220	236	237	233	233	231,8
6.	Rendemen (%)	89,96	94,4	94,8	93,2	93,2	93,12
7.	Susut Tercecer (%)	10,04	5,6	5,2	6,8	6,8	6,88

8.	Kecepatan Produksi (gram/menit)	170	196	198	197	197	191,6
9.	Waktu Penepungan (s)	78	72	72	71	71	72,8

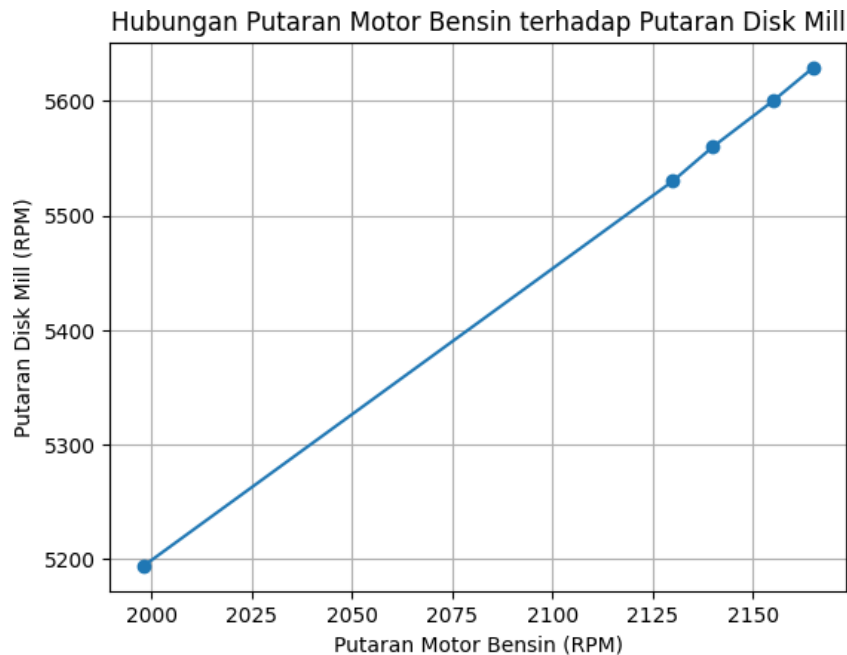
---

Proses pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan menggunakan variasi bukaan gas 25%. Tabel 4.15 menunjukkan hasil pengujian kinerja mesin pembuat tepung limbah ikan pada kondisi bukaan gas motor bensin sebesar 25%. Tabel ini menyajikan data parameter utama yang diamati selama proses pengujian, meliputi putaran motor bensin, putaran *disc mill*, berat bahan baku yang diproses, berat tepung yang dihasilkan, nilai rendemen, susut tercecer, serta kecepatan produksi mesin. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kemampuan mesin bekerja pada kondisi putaran rendah dan mengevaluasi kestabilan sistem transmisi serta proses penepungan.

Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diketahui bahwa pada bukaan gas 25%, motor bensin menghasilkan putaran yang relatif rendah sehingga putaran *disc mill* juga mengalami penurunan akibat reduksi pada sistem transmisi *pulley* dan *V-belt*. Kondisi ini menyebabkan proses penghancuran bahan berlangsung lebih lambat, namun masih mampu menghasilkan tepung dengan tingkat rendemen yang cukup baik. Hal ini menunjukkan bahwa mesin tetap dapat beroperasi secara fungsional meskipun berada pada kondisi daya yang belum optimal.

Dengan demikian, tabel 4.15 menggambarkan bahwa pada bukaan gas 25%, mesin pembuat tepung limbah ikan mampu bekerja dengan stabil namun belum mencapai performa optimum. Data pada tabel ini menjadi dasar pembandingan untuk pengujian pada bukaan gas yang lebih besar, guna menentukan kondisi pengoperasian yang paling efisien dan menghasilkan kinerja mesin terbaik.

Pengujian pada gambar 4.5 dilakukan untuk mengetahui pengaruh putaran motor bensin terhadap putaran *disc mill* pada kondisi bukaan *throttle* tertentu. Hubungan antara putaran motor dan putaran *disc mill* pada bukaan *throttle* 25% ditunjukkan pada gambar 4.5.



Gambar 4. 11 Grafik hubungan putaran motor terhadap putaran *disc mill* pada bukaan *throttle* 25%

Grafik pada Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pada bukaan *Throttle* Motor Bensin 25%, putaran motor bensin dan putaran *disc mill* mengalami kenaikan pada setiap percobaan. Terlihat bahwa putaran *disc mill* selalu lebih tinggi dibandingkan putaran motor karena adanya rasio pada sistem transmisi *pulley* dan *belt*. Kenaikan putaran pada kedua komponen ini menggambarkan bahwa suplai gas yang stabil mampu menjaga performa mesin tetap konsisten selama proses penepungan.

Grafik tersebut juga menunjukkan bahwa pada bukaan *throttle* motor bensin 25%, putaran motor bensin menghasilkan putaran *disc mill* yang lebih rendah akibat adanya reduksi putaran pada sistem transmisi *pulley* dan *V-belt*. Perbedaan nilai

putaran ini menunjukkan bahwa energi mekanik dari motor tidak seluruhnya diteruskan secara langsung, melainkan mengalami penurunan kecepatan yang bertujuan untuk meningkatkan torsi pada poros *disc mill*.

Pada kondisi ini, sistem transmisi bekerja sesuai dengan fungsi rancangannya, yaitu menurunkan putaran motor agar sesuai dengan kebutuhan proses penepungan. Putaran *disc mill* yang dihasilkan masih mampu menjalankan proses penggilingan, namun belum mencapai kondisi optimum karena energi yang tersedia relatif terbatas. Hal ini menyebabkan proses penghancuran limbah ikan berlangsung lebih lambat dan kurang merata dibandingkan pada bukaan gas yang lebih besar. Dengan demikian, grafik ini menunjukkan bahwa pada bukaan *throttle* motor bensin 25%, mesin masih dapat beroperasi dengan baik, tetapi performa penggilingan belum maksimal. Kondisi ini berpengaruh terhadap hasil produksi, terutama pada efisiensi penepungan dan nilai rendemen yang cenderung lebih rendah dibandingkan pengoperasian pada bukaan gas yang lebih tinggi

Pengujian mesin pada bukaan throttle 50% dilakukan untuk mengetahui peningkatan performa mesin pada kondisi putaran yang lebih tinggi. Hasil pengujian mesin pada bukaan throttle 50% ditunjukkan pada Tabel 4.16.

Tabel 4. 28 Lembar pengujian mesin pada bukaan *throttle* 50%

Bukaan <i>Throttle</i> Motor Bensin 50%							
No	Variabel	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Percobaan 4	Percobaan 5	Rata-rata
1.	Putaran Motor Bensin (rpm)	2611	2538	2590	2570	2595	2580,8
2.	Putaran <i>disc mill</i> (rpm)	6790	6600	6734	6684	6748	6711,2
3.	Bukaan <i>throttle</i> motor bensin (%)	50	50	50	50	50	50
4.	Berat bahan baku yang dimasukkan (gram)	300	300	300	300	300	250
5.	Berat tepung yang dihasilkan (gram)	288	285	282	288	287	286
6.	Rendemen (%)	96	95	94	96	96	95,4
7.	Susut Tercecer (%)	4	5	6	4	4	4,6
8.	Kecepatan Produksi (gram/menit)	288	276	282	285	287	283,6
9.	Waktu Penepungan (s)	60	62	60	61	60	60,6

Proses pengujian pada tabel 4.16 dilakukan sebanyak lima kali dengan menggunakan variasi bukaan *throttle* 50%. Tabel 4.16 menunjukkan hasil pengujian kinerja mesin pembuat tepung limbah ikan pada kondisi bukaan *throttle* motor bensin sebesar 50%. Parameter yang disajikan dalam tabel ini meliputi putaran motor bensin, putaran *disc mill*, berat bahan baku, berat tepung hasil penepungan, nilai rendemen, susut tercecet, serta kecepatan produksi mesin. Pengujian ini dilakukan untuk mengevaluasi performa mesin pada kondisi putaran yang lebih tinggi dan mendekati kondisi kerja optimal.

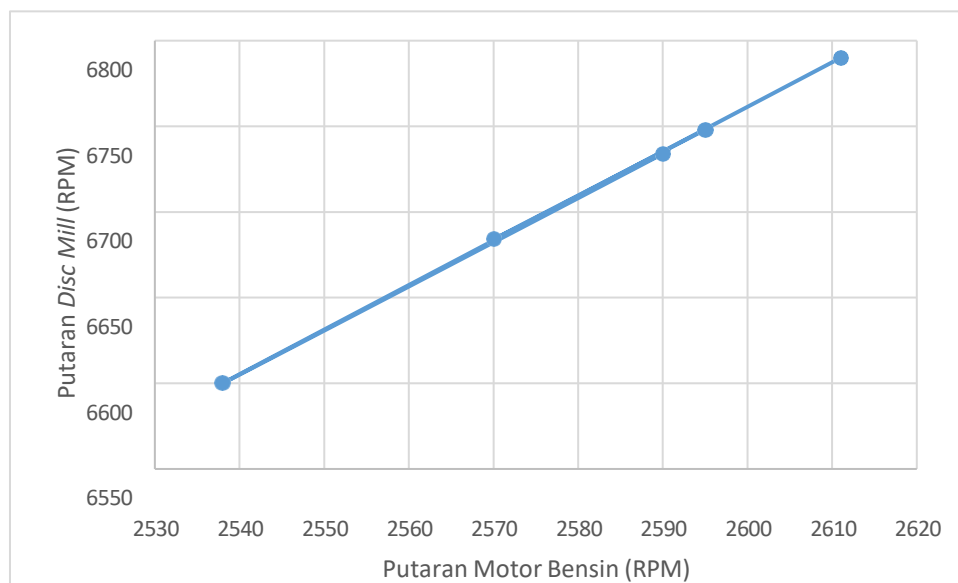
Berdasarkan data pada tabel tersebut, dapat diamati bahwa peningkatan bukaan *throttle* menjadi 50% menyebabkan kenaikan putaran motor bensin yang secara langsung meningkatkan putaran *disc mill* melalui sistem transmisi *pulley* dan *V- belt*. Putaran *disc mill* yang lebih tinggi menghasilkan proses penghancuran bahan yang lebih cepat dan merata, sehingga limbah ikan dapat digiling secara lebih efektif dibandingkan pada bukaan *throttle* 25%.

Nilai rendemen yang diperoleh pada bukaan *throttle* 50% cenderung lebih tinggi, sementara susut tercecet mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa energi penggilingan yang lebih besar mampu memaksimalkan proses penepungan serta mengurangi kehilangan material selama proses berlangsung. Selain itu, peningkatan putaran juga berdampak pada bertambahnya kecepatan produksi, sehingga kapasitas mesin mendekati atau mencapai target perancangan sebesar 15 kg/jam.

Secara keseluruhan, Tabel 4.16 memperlihatkan bahwa pengoperasian mesin pada bukaan *thrtottle* 50% memberikan kinerja yang lebih optimal dibandingkan bukaan *throttle* 25%. Kondisi ini ditandai dengan putaran yang lebih stabil,

rendemen yang lebih tinggi, susut tercecer yang lebih rendah, serta peningkatan efisiensi proses penepungan, sehingga bukaan *throttle* 50% dapat direkomendasikan sebagai kondisi pengoperasian yang paling efektif untuk mesin pembuat tepung limbah ikan.

Untuk mengetahui peningkatan performa mesin pada putaran yang lebih tinggi, dilakukan pengujian dengan variasi bukaan *throttle* sebesar 50%. Hasil hubungan putaran motor terhadap putaran *disc mill* dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 29 Grafik hubungan putaran *disc mill* terhadap putaran motor pada bukaan *throttle* 50%

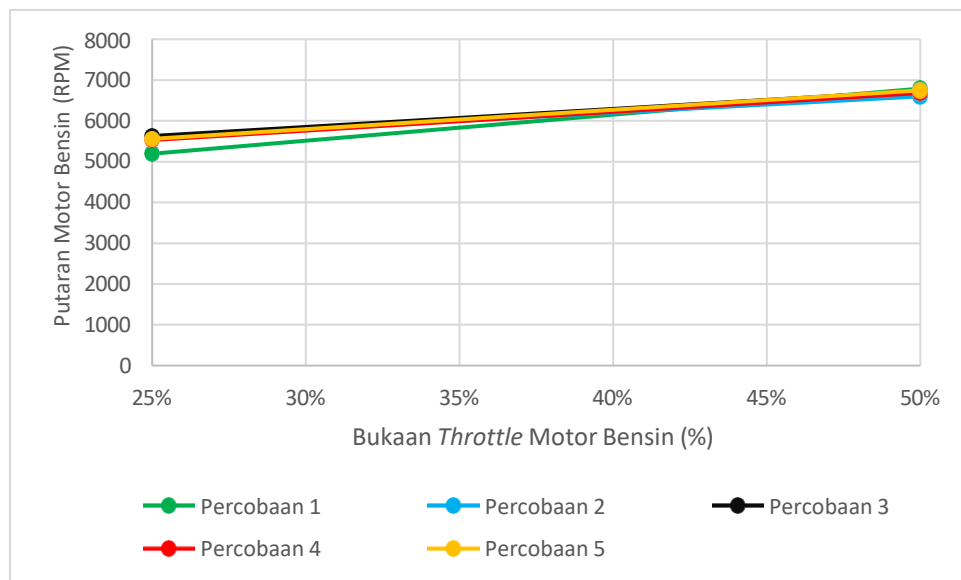
Pada gambar 4.6 menunjukkan hubungan antara putaran motor bensin dan putaran *disc mill* pada pengujian dengan bukaan *throttle* 50%. Terlihat bahwa putaran *disc mill* selalu jauh lebih tinggi dibandingkan putaran motor bensin. Hal ini disebabkan oleh rasio *pulley* yang digunakan, sehingga putaran motor yang berada pada kisaran 2538–2611 rpm dapat dikonversi menjadi putaran *disc mill* sekitar 6600–6790 rpm. Konsistensi pola peningkatan kedua putaran ini menandakan bahwa sistem transmisi bekerja dengan stabil tanpa slip yang berarti

selama proses penepungan.

Pada kondisi bukaan *throttle* 50%, putaran *disc mill* berada pada tingkat yang lebih tinggi dibandingkan bukaan *throttle* 25%, sehingga proses penghancuran limbah ikan berlangsung lebih cepat dan merata. Energi dan torsi yang disalurkan ke poros *disc mill* pada kondisi ini dinilai cukup untuk mengatasi karakteristik bahan limbah ikan yang keras dan berserat, sehingga mengurangi kemungkinan bahan tertahan terlalu lama di dalam ruang penggilingan.

Dengan demikian, Gambar 4.6 mengindikasikan bahwa bukaan *throttle* 50% merupakan kondisi pengoperasian yang lebih optimal dibandingkan bukaan gas yang lebih rendah, karena mampu menghasilkan putaran *disc mill* yang sesuai untuk proses penepungan limbah ikan secara efektif dan efisien.

Besarnya bukaan *throttle* pada motor bensin berpengaruh terhadap putaran mesin yang dihasilkan. Hubungan tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.7.



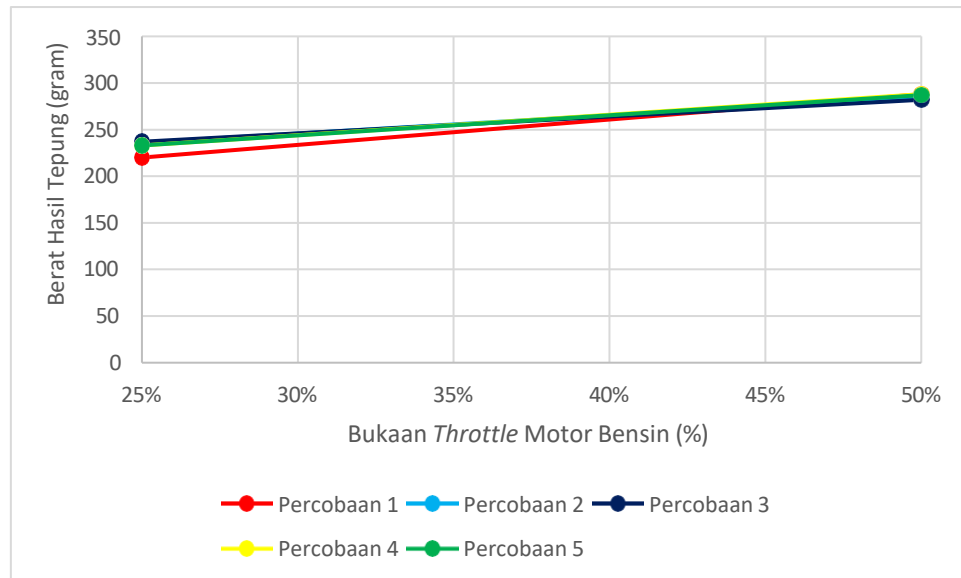
Gambar 4. 48 Grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap putaran motor bensin

Berdasarkan Gambar 4.7, terlihat adanya hubungan yang berbanding lurus antara persentase bukaan *throttle* motor bensin dengan putaran *disc mill* yang dihasilkan. Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, putaran *disc mill* berada pada kisaran  $\pm 5.100$ – $5.500$  rpm. Ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, putaran mengalami kenaikan yang signifikan hingga mencapai kisaran  $\pm 6.600$ – $6700$  rpm.

Kecenderungan ini menunjukkan bahwa semakin besar bukaan *throttle*, maka suplai campuran udara dan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar semakin meningkat, sehingga daya dan torsi yang dihasilkan motor bensin juga bertambah. Peningkatan daya tersebut secara langsung memengaruhi kenaikan putaran poros, yang kemudian diteruskan ke sistem transmisi dan memutar *disc mill* dengan kecepatan yang lebih tinggi.

Selain itu, grafik juga memperlihatkan bahwa selisih putaran antar percobaan relatif kecil pada setiap variasi bukaan *throttle*. Hal ini menunjukkan bahwa sistem penggerak dan mekanisme transmisi bekerja secara stabil dan konsisten selama pengujian berlangsung. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengaturan bukaan *throttle* merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap performa putaran *disc mill*, yang selanjutnya akan berdampak pada kapasitas dan efisiensi proses penepungan limbah ikan.

Variasi bukaan *throttle* juga mempengaruhi hasil penepungan yang diperoleh selama proses pengujian berlangsung. Hubungan antara bukaan *throttle* dan berat tepung yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 73 Grafik hubungan bukaan *throttle* terhadap berat tepung yang dihasilkan

Berdasarkan grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap berat hasil tepung (gram), terlihat adanya kecenderungan peningkatan berat hasil tepung seiring dengan bertambahnya persentase bukaan *throttle*.

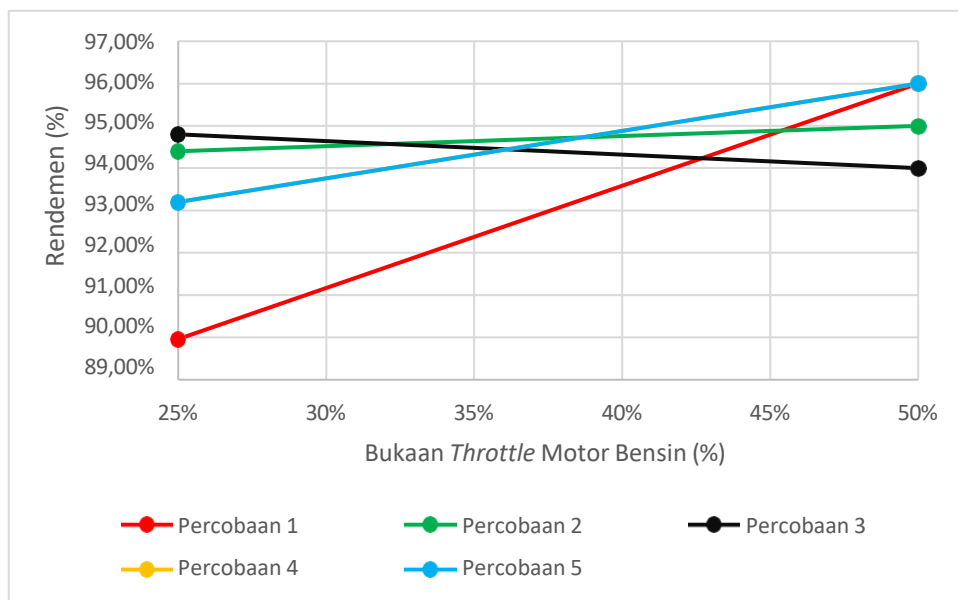
Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, berat hasil tepung berada pada kisaran  $\pm 220$ – $240$  gram pada setiap percobaan. Ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, berat hasil tepung meningkat hingga mencapai kisaran  $\pm 280$ – $290$  gram. Kenaikan ini menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus antara bukaan *throttle* dan jumlah produk tepung yang dihasilkan.

Secara teknis, peningkatan bukaan *throttle* menyebabkan putaran motor bensin meningkat, sehingga putaran *disc mill* juga bertambah. Putaran yang lebih tinggi menghasilkan gaya tumbukan dan gesekan yang lebih besar pada material limbah ikan, sehingga proses penghancuran menjadi lebih efektif dan menghasilkan jumlah tepung yang lebih banyak dalam waktu yang sama.

Selain itu, selisih berat hasil antar percobaan relatif kecil, yang menunjukkan bahwa proses pengujian berlangsung secara konsisten dan sistem bekerja dengan

stabil. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa variasi bukaan *throttle* merupakan parameter yang signifikan dalam memengaruhi kapasitas produksi mesin pembuat tepung limbah ikan. Semakin besar bukaan *throttle*, semakin besar pula berat hasil tepung yang diperoleh pada kondisi pengujian yang sama

Rendemen digunakan untuk mengetahui tingkat keberhasilan proses penepungan dengan melakukan perbandingan hasil tepung terhadap bahan baku yang digunakan. Hubungan bukaan *throttle* terhadap rendemen ditunjukkan pada gambar 4.9.



Gambar 4. 78 Grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap terhadap rendemen

Berdasarkan grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap nilai rendemen, terlihat bahwa peningkatan persentase bukaan *throttle* secara umum cenderung meningkatkan nilai rendemen hasil penepungan. Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, nilai rendemen berada pada kisaran  $\pm 90\%$  hingga  $\pm 95\%$ . Variasi ini menunjukkan adanya perbedaan kecil antar percobaan, di mana sebagian percobaan menghasilkan rendemen yang lebih rendah pada putaran awal. Ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, nilai rendemen meningkat dan berada pada kisaran  $\pm 94\%$  hingga  $\pm 96\%$ .

Secara teknis, peningkatan bukaan *throttle* menyebabkan kenaikan putaran motor bensin dan putaran *disc mill*. Putaran yang lebih tinggi menghasilkan proses penghancuran yang lebih optimal, sehingga jumlah bahan yang berhasil diubah menjadi tepung lebih besar dan kehilangan bahan (*losses*) dapat diminimalkan. Hal ini berdampak pada meningkatnya persentase rendemen.

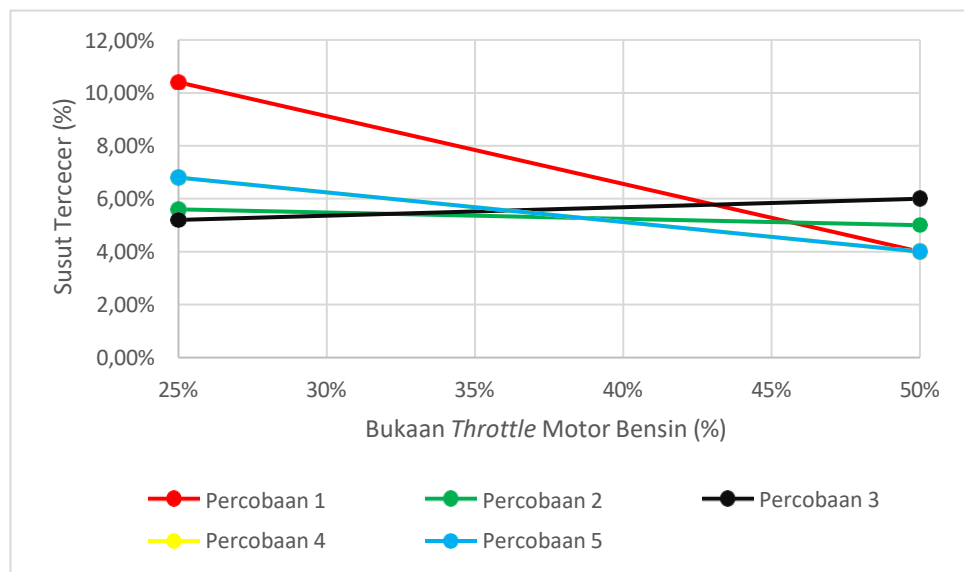
Perubahan nilai yang cukup signifikan pada percobaan pertama dibandingkan dengan percobaan lainnya disebabkan oleh kondisi proses pengujian yang belum berlangsung secara stabil. Pada saat pengambilan data dilakukan, bahan baku berupa limbah ikan kering dimasukkan ke dalam *hopper* secara bersamaan dengan proses pengukuran putaran menggunakan *tachometer*. Kondisi tersebut menyebabkan beban pada sistem penggerak meningkat secara tiba-tiba sehingga putaran motor bensin dan putaran *disc mill* mengalami penurunan sementara.

Selain itu, pada percobaan pertama juga terjadi ketidaksesuaian antara aliran bahan masuk dan keluaran hasil penepungan. Hal ini disebabkan oleh adanya

sebagian bahan baku yang tertahan atau menyangkut di dalam ruang penggilingan *disc mill* sehingga tidak dapat keluar secara optimal melalui saringan. Sementara itu, bahan baku baru terus dimasukkan ke dalam *hopper* yang menyebabkan penumpukan bahan baku di dalam ruang penggilingan. Kondisi tersebut meningkatkan beban kerja mesin dan berdampak pada penurunan putaran motor serta putaran *disc mill*.

Akibat dari kondisi tersebut, kinerja mesin pada percobaan pertama terjadi perubahan yang signifikan, sehingga nilai rendemen yang diperoleh menunjukkan perbedaan yang cukup besar dibandingkan dengan percobaan selanjutnya. Meskipun demikian, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian mesin pada bukaan *throttle* yang lebih tinggi memberikan efisiensi penepungan yang lebih baik, ditinjau dari peningkatan nilai rendemen yang dihasilkan.

Selama proses pengujian, terdapat sebagian material yang tidak berhasil tertampung sehingga menyebabkan susut tercecer pada hasil penepungan. Hubungan bukaan *throttle* terhadap susut tercecer dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 105 Grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap susut tercecer

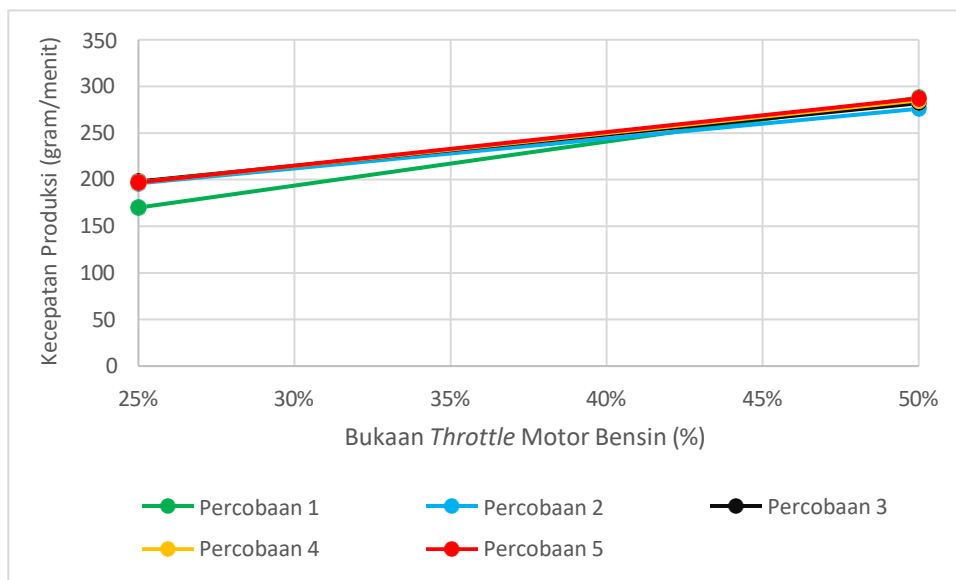
Berdasarkan gambar 4.10 terlihat bahwa peningkatan bukaan *throttle* cenderung menurunkan nilai susut tercecer pada sebagian besar percobaan. Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, nilai susut tercecer berada pada kisaran  $\pm 5\%$  hingga  $\pm 10\%$ , ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, nilai susut tercecer umumnya menurun dan berada pada kisaran  $\pm 4\%$  hingga  $\pm 6\%$ .

Secara teknis, peningkatan bukaan *throttle* menyebabkan putaran motor dan *disc mill* meningkat, sehingga proses penghancuran bahan berlangsung lebih cepat dan lebih efektif. Kondisi ini memungkinkan bahan lebih banyak terproses menjadi tepung di dalam ruang giling, sehingga jumlah material yang tercecer atau tidak terolah dapat diminimalkan. Penurunan susut tercecer ini juga sejalan dengan peningkatan nilai rendemen yang diperoleh pada bukaan *throttle* yang lebih tinggi. Meskipun terdapat sedikit fluktuasi pada salah satu percobaan, kecenderungan umum grafik menunjukkan hubungan yang berbanding terbalik antara bukaan *throttle* dan susut tercecer.

Perbedaan nilai yang cukup signifikan tersebut disebabkan oleh proses pengambilan data yang dilakukan ketika kondisi operasi mesin belum mencapai keadaan stabil. Hal ini terjadi karena ketika bahan baku berupa limbah ikan kering dimasukkan ke dalam *hopper*, proses pengambilan data menggunakan *tachometer* dilakukan secara bersamaan. Kondisi tersebut menyebabkan beban pada sistem penggerak meningkat secara tiba-tiba, sehingga putaran motor bensin dan putaran *disc mill* mengalami penurunan sementara. Selain itu, pada percobaan pertama juga terjadi ketidaksesuaian antara bahan baku yang masuk dengan tepung yang dihasilkan. Hal ini disebabkan adanya sebagian bahan baku yang tertahan atau menyangkut di dalam ruang penggilingan *disc mill* sehingga tidak dapat keluar

secara optimal melalui saringan. Sementara itu, bahan baku baru terus dimasukkan ke dalam *hopper*, yang menyebabkan penumpukan bahan baku di dalam ruang penggilingan. Kondisi tersebut meningkatkan beban kerja mesin dan berdampak pada penurunan putaran motor serta putaran *disc mill*. Meskipun demikian, dapat disimpulkan bahwa pengoperasian mesin pada bukaan *throttle* yang lebih besar memberikan efisiensi proses yang lebih baik, ditinjau dari berkurangnya kehilangan bahan selama proses penepungan.

Kecepatan produksi mesin dipengaruhi oleh putaran *discmill* yang dihasilkan dari variasi bukaan *throttle* motor bensin. Hubungan antara bukaan *throttle* dan kecepatan produksi mesin ditunjukkan pada Gambar 4.11.



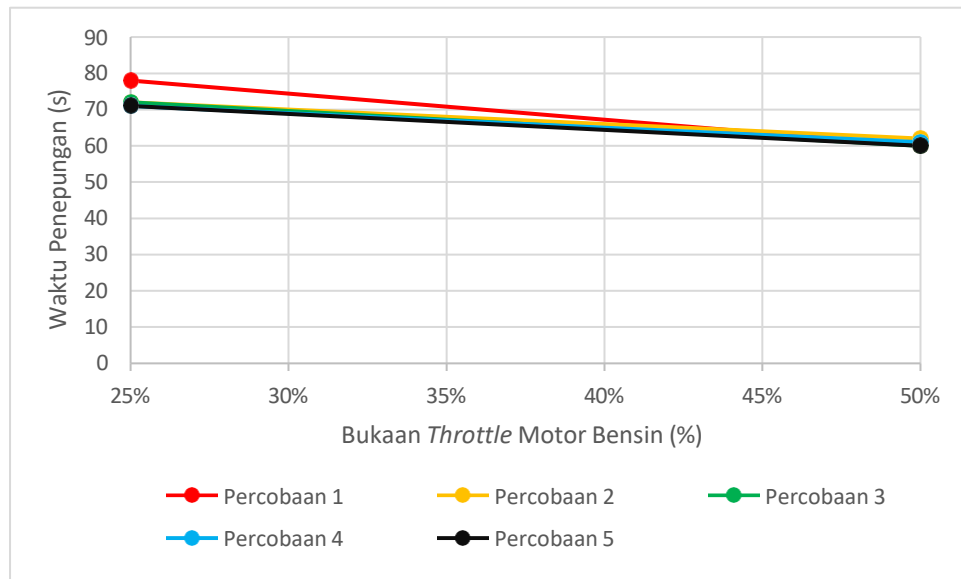
Gambar 4. 132 Grafik hubungan bukaan *throttle* terhadap kecepatan produksi

Berdasarkan gambar 4.11 hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap kecepatan produksi (gram/menit), terlihat bahwa peningkatan persentase bukaan *throttle* berpengaruh signifikan terhadap kenaikan kecepatan produksi mesin.

Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, kecepatan produksi berada pada kisaran

$\pm 170$ – $200$  gram/menit. Ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, kecepatan produksi meningkat hingga mencapai kisaran  $\pm 275$ – $290$  gram/menit. Kenaikan ini menunjukkan adanya hubungan yang berbanding lurus dan cenderung linier antara bukaan *throttle* dan kapasitas produksi. Secara teknis, semakin besar bukaan *throttle*, semakin tinggi putaran motorbensin yang dihasilkan. Putaran motor yang meningkat akan menaikkan putaran disc mill, sehingga proses penghancuran bahan berlangsung lebih cepat dalam satuan waktu yang sama. Akibatnya, jumlah bahan yang berhasil diolah menjadi tepung per menit menjadi lebih besar.

Perbedaan nilai antar percobaan relatif kecil, yang menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil dan konsisten selama pengujian. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pengaturan bukaan *throttle* merupakan parameter penting dalam menentukan kapasitas produksi mesin pembuat tepung limbah ikan, di mana bukaan *throttle* yang lebih besar menghasilkan kecepatan produksi yang lebih tinggi. Waktu yang dibutuhkan selama proses penepungan menjadi salah satu parameter penting dalam mengevaluasi kinerja mesin. Hubungan bukaan *throttle* terhadap waktu proses penepungan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



Gambar 4. 159 Grafik hubungan bukaan *throttle* terhadap waktu proses penepungan

Berdasarkan grafik hubungan bukaan *throttle* motor bensin terhadap waktu penepungan (detik), terlihat bahwa peningkatan persentase bukaan *throttle* menyebabkan penurunan waktu yang dibutuhkan dalam proses penepungan. Pada bukaan *throttle* sekitar 25%, waktu penepungan berada pada kisaran  $\pm 70$ –78 detik. Ketika bukaan *throttle* ditingkatkan menjadi 50%, waktu penepungan menurun menjadi kisaran  $\pm 60$ –62 detik. Hal ini menunjukkan adanya hubungan yang berbanding terbalik antara bukaan *throttle* dan waktu proses.

Secara teknis, peningkatan bukaan *throttle* mengakibatkan kenaikan putaran motor bensin dan putaran *disc mill*. Putaran yang lebih tinggi meningkatkan intensitas gaya tumbukan dan gesekan terhadap material, sehingga proses penghancuran berlangsung lebih cepat. Akibatnya, waktu yang diperlukan untuk menghasilkan jumlah tepung tertentu menjadi lebih singkat.

Perbedaan nilai antar percobaan relatif kecil, yang menunjukkan bahwa sistem bekerja secara stabil dan konsisten selama pengujian. Dengan demikian,

dapat disimpulkan bahwa pengoperasian mesin pada bukaan *throttle* yang lebih besar mampu meningkatkan efisiensi waktu proses penepungan, sehingga produktivitas mesin secara keseluruhan menjadi lebih optimal.