

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perancangan

Proses perancangan ini dibuat menggunakan metode pendekatan James H. Earle dengan langkah-langkah sebagai berikut:

#### 4.1.1 Identifikasi masalah

Identifikasi masalah dilakukan dengan beberapa metode yang bertujuan untuk mendapatkan data-data yang mendukung untuk pembuatan rancang bangun sistem transmisi pada mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin. Beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan adalah sebagai berikut:

##### A. Studi lapangan

Ada 2 cara metode penelitian lapangan yang dilakukan untuk mendapatkan data dan informasi, yaitu:

##### 1) Metode observasi

Berdasarkan hasil dari observasi yang telah dilakukan di peternakan Kandang Ngrogo Sukmo milik pak Yatiman di Desa Padangjaya, Kecamatan Majenang, Kabupaten Cilacap. Kegiatan ini dilakukan untuk mengetahui kebutuhan mengenai pakan ternak.

##### 2) Wawancara

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan, maka diperoleh data-data yang ditunjukkan pada tabel 4.1

Tabel 4. 1 Hasil wawancara

No	Pertanyaan	Jawaban
1	Pakan apa saja yang biasa digunakan?	Rumput, bonggol jagung dan pongkol singkong
2	Berapa kebutuhan rumput dalam sehari?	125 kg/hari

Tabel 4.1 Hasil wawancara (Lanjutan)

3	Berapa kebutuhan bonggol jagung dalam sehari?	150 kg/hari
4	Apa kekurangan dari penggunaan rumput sebagai pakan ternak?	Harus dicacah terlebih dahulu, sehingga memerlukan banyak waktu dan tenaga
5	Apakah kekurangan dari bonggol jagung sebagai pakan ternak?	Harus dihaluskan terlebih dahulu, sehingga memerlukan banyak waktu dan tenaga
6	Apakah peternak membutuhkan alat untuk mempermudah proses pembuatan pakan ternak?	Sangat dibutuhkan, karena menghemat biaya, waktu dan tenaga.
7.	Hal apa saja yang harus diutamakan dalam membuat alat pencacah multifungsi?	Rangka yang kuat, pisau yang tajam, ergonomis, harganya terjangkau dan sparepart mudah didapatkan.

## B. Studi literatur

Studi literatur dilakukan untuk mengetahui mesin pencacah dan penepung yang telah dibuat sebelumnya sehingga bisa menjadi pembandingan dan rujukan dengan mesin pencacah dan penepung yang akan dibuat nantinya. Metode yang dilakukan yaitu mengumpulkan jurnal atau tugas akhir dari orang lain dan menyusunnya dalam bentuk tabel. Tabel 4.2 menunjukkan hasil studi literatur yang dibuat.

Tabel 4. 2 Studi literatur

No.	Nama Jurnal	Penulis	Catatan
1	Pengaruh Kemiringan dan Jumlah Pisau Pencacah terhadap Kinerja Mesin Pencacah Rumput untuk Kompos	Mukhlis dkk (2019)	Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa dengan jumlah 4 mata pisau pencacah menghasilkan presentase cacahan dengan panjang > 1,5 cm, lebih kecil dan berat hasil cacahannya lebih besar dibandingkan dengan yang berjumlah 2 atau 3 mata pisau. Sedangkan jumlah pisau yang sama dengan kemiringan pisau terhadap sumbu 0°, 5°, 10° menunjukkan presentase cacahan tidak terlalu berpengaruh terhadap panjang dan berat hasil cacahannya
2	Perancangan dan Pembuatan Mesin Pencacah Pakan Ternak Multifungsi.	Al Afghani (2020)	Prinsip kerja dari mesin pencacah rumput dengan dua saluran masuk dan satu saluran keluar adalah putaran motor penggerak diteruskan melalui transmisi pully dan <i>v-belt</i> dengan menurunkan putaran hingga ke poros pemotongan dengan rasio 3 : 1. Putaran poros pemotong akan memutar pisau pencacah, lalu pisau pencacah akan melakukan pemotogan dengan melakukan putaran yang telah di tentukan yang akan menyebabkan pisau potong mampu mencacah bahan pakan.

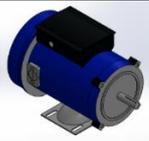
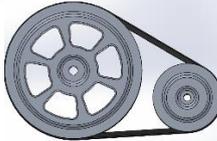
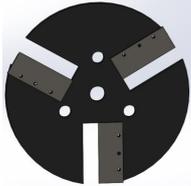
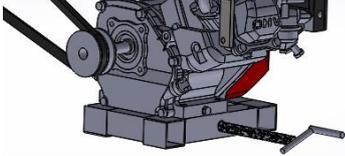
Tabel 4. 2 Studi literatur (lanjutan)

No.	Nama Jurnal	Penulis	Catatan
3	Perancangan Sistem Transmisi Pencacah Rumput Gajah dengan Tiga Mata Pisau Dengan Penggerak Motor Listrik	M.Alhizrie (2021)	Pada pembuatan mesin pencacah rumput gajah diperlukan adanya perancangan pada sistem transmisinya, dengan tujuan agar memudahkan dalam membuat output yang dibutuhkan di masyarakat khususnya pada produksi rumah tangga. Pada penelitian ini, terlebih dahulu mempersiapkan mesin pencacah rumput gajah dengan komponen-komponen yang sudah disiapkan. Kemudian proses pencacah rumput menggunakan 3 mata pisau, sistem transmisi yang dipilih adalah transmisi tunggal yang terdiri dari sepasang pulley berdiameter 7,5 cm untuk pulley motor dan 15 cm untuk pulley yang digerakan.

#### 4.1.2 Ide awal

Proses pengumpulan ide menggunakan metode *brainstorming* yaitu teknik penyelesaian masalah dimana anggota kelompok secara spontan mengungkapkan ide. Ide yang diungkapkan mewakili dari produk yang akan dibuat nantinya. Dari hasil metode *brainstorming*, diperoleh ide rancangan yang ada pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4. 3 Ide hasil *brainstorming*

No.	Jenis Konsep	Nama Konsep	Sketsa
1	Sumber Penggerak	<b>Konsep A</b> Menggunakan motor bensin	
		<b>Konsep B</b> Menggunakan motor listrik	
2	Sistem Transmisi	<b>Konsep A</b> Menggunakan rantai <i>sprocket</i>	
		<b>Konsep B</b> Menggunakan puli dan sabuk	
3	Pisau Pencacah	<b>Konsep A</b> Pisau pencacah 2 mata pisau	
		<b>Konsep B</b> Pisau pencacah 3 mata pisau	
4	Belt Tensioner	<b>Konsep A</b> <i>Timing belt tensioner</i>	
		<b>Konsep B</b> As drat penggerak dudukan mesin	

#### 4.1.3 Perbaikan ide

Tujuan dalam tahapan ini adalah melakukan eliminasi jumlah konsep secara cepat dan untuk memilih konsep yang terbaik.

##### A. Pemilihan ide terbaik

Tahapan selanjutnya adalah melakukan diskusi dengan team untuk mempertimbangkan desain dengan beberapa faktor, hasil dari pertimbangan ini untuk menentukan desain yang terbaik yang akan diproduksi sesuai dengan kebutuhan mesin.

##### 1) Tabel faktor kriteria dan kriteria seleksi

Tabel ini digunakan untuk mempermudah penilaian dalam pemilihan konsep terbaik, dibawah ini merupakan tabel kriteria penilaian rancangan mesin pencacah dan penepung pakan ternak dengan penggerak motor bensin.

Tabel 4. 4 Faktor kriteria penilaian konsep

No.	Faktor Kriteria	Kriteria Pemilihan
1	Fungsi	Komponen yang bekerja pada mesin dapat bekerja dengan efektif

##### 2) Pemilihan konsep terbaik

Pada tahap ini dipilih konsep yang terbaik dari konsep yang telah diajukan sebelumnya dengan tetap memperhatikan faktor kriteria seleksi.

##### a. Penilaian konsep sumber penggerak

Penilaian konsep sumber penggerak yang telah diajukan dengan tetap memperhatikan faktor pertimbangan. Tabel 4.5 dibawah ini merupakan tabel matriks penilaian sumber penggerak.

Tabel 4. 5 Matriks penilaian sumber penggerak

Jenis Penilaian	Nilai	Keterangan
Sumber Penggerak	1 (TS)	Putaran rendah dan torsi rendah
	2 (KS)	Putaran tinggi dan torsi tinggi
	3 (S)	Putaran tinggi dan torsi rendah
	4 (SS)	Putaran rendah dan torsi tinggi

\*Keterangan nilai

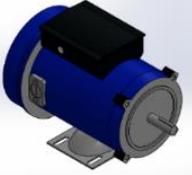
TS = Tidak Sesuai

KS = Kurang Sesuai

S = Sesuai

SS = Sangat Sesuai

Tabel 4. 6 Penilaian konsep sumber penggerak

No.	Nama Konsep	Desain	Nilai
1	Motor Bensin		4
2	Motor Listrik		3

Dari tabel 4.6 dapat disimpulkan bahwa konsep pemilihan sumber penggerak mesin yang akan digunakan yaitu motor bensin. Pemilihan tersebut dinilai berdasarkan matriks penilaian yang tercantum pada tabel diatas.

b. Pemilihan konsep sistem transmisi

Pemilihan konsep sistem transmisi yang telah diajukan dengan tetap memperhatikan faktor pertimbangan. Tabel 4.7 dibawah ini merupakan tabel matriks penilaian sistem transmisi.

Tabel 4. 7 Matriks penilaian sistem transmisi

Jenis Penilaian	Nilai	Keterangan
Sistem Transmisi	1 (TS)	Tidak dapat meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain.
	2 (KS)	Kurang maksimal dalam meneruskan daya dan menahan beban yang cukup besar

Tabel 4.7 Matriks penilaian sistem transmisi (lanjutan)

	3 (S)	Dapat meneruskan daya, tetapi memiliki torsi awal yang rendah
	4 (SS)	Dapat meneruskan daya dengan baik dan memiliki torsi awal yang baik

\*Keterangan nilai

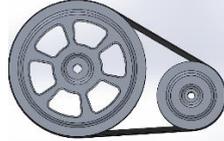
TS = Tidak Sesuai

KS = Kurang Sesuai

S = Sesuai

SS = Sangat Sesuai

Tabel 4. 8 Penilaian konsep sistem transmisi

No.	Nama Konsep	Desain	Nilai
1	Transmisi Puli dan Sabuk-V		4
2	Transmisi Rantai dan <i>Sprocket</i>		3

Dari tabel 4.8 dapat disimpulkan bahwa konsep pemilihan sistem transmisi mesin yang akan digunakan yaitu puli dan sabuk-V. Pemilihan tersebut dinilai berdasarkan matriks penilaian yang tercantum pada tabel diatas.

c. Penilaian konsep pisau pencacah

Penilaian konsep pisau pencacah yang telah diajukan dengan tetap memperhatikan faktor pertimbangan. Tabel 4.9 dibawah ini merupakan tabel matriks penilaian jumlah pisau pencacah.

Tabel 4. 9 Matriks penilaian pisau pencacah

Jenis Penilaian	Nilai	Keterangan
Pisau Baja	1 (TS)	Tidak dapat mencacah rumput sama sekali
	2 (KS)	Kurang mampu mencacah rumput dan masih banyak rumput yang tidak tercacah

Tabel 4.9 Matriks penilaian pisau pencacah (lanjutan)

Jenis Penilaian	Nilai	Keterangan
	3 (S)	Dapat mencacah rumput tetapi kurang maksimal
	4 (SS)	Mampu mencacah rumput dengan baik dan hasil maksimal

\*Keterangan nilai

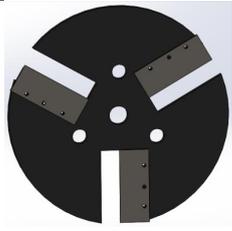
TS = Tidak Sesuai

KS = Kurang Sesuai

S = Sesuai

SS = Sangat Sesuai

Tabel 4. 10 Penilaian konsep pisau pencacah

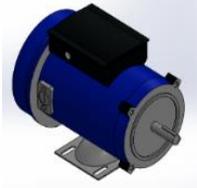
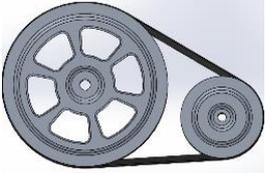
No.	Nama Konsep	Desain	Nilai
1	2 mata pisau		3
2	3 mata pisau		4

Dari tabel 4.10 dapat disimpulkan bahwa konsep pemilihan jumlah pisau pencacah mesin yang akan digunakan yaitu menggunakan 3 pisau. Pemilihan tersebut dinilai berdasarkan matriks penilaian yang tercantum pada tabel diatas.

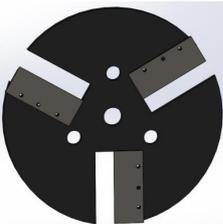
#### 4.1.4 Analisa rancangan

Pada tahap ini konsep yang telah dipilih, kemudian dianalisa dari tiap komponen yang dirancang dengan tujuan memeriksa kekurangan pada rancangan agar diperoleh hasil rancangan yang terbaik.

Tabel 4. 11 Analisa rancangan

No	Komponen	Kelebihan	Kekurangan
1	Motor Bensin 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Harga yang lebih rendah</li> <li>2. Biaya perawatan yang rendah</li> <li>3. Tidak bergantung pada listrik</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suara bising</li> </ol>
	Motor Listrik arus DC 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalasi dan pemeliharaan lebih sederhana</li> <li>2. Tenaga dan torsi startup lebih tinggi</li> <li>3. Waktu respon cepat untuk memulai, berhenti dan akselerasi</li> <li>4. Ketersediaan dalam beberapa voltase standar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Putaran rendah</li> <li>2. Lebih besar dan mahal</li> <li>3. Penggunaan tergantung pada listrik</li> <li>4. Biaya instalasi mahal, karena daya yang tersedia 450 watt</li> </ol>
3	Transmisi <i>Pully</i> dan sabuk -V 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Instalasi dan pemeliharaan yang sederhana</li> <li>2. Tingkat kebisingan yang rendah</li> <li>3. Harga yang lebih murah</li> <li>4. Tidak memerlukan pelumasan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kapasitas daya yang dapat ditransmisikan terbatas</li> <li>2. Rasio kecepatan terbatas</li> <li>3. Rentan terjadi slip</li> </ol>

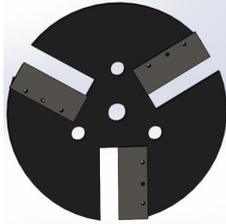
Tabel 4.11 Analisa rancangan (lanjutan)

No	Komponen	Kelebihan	Kekurangan
	Transmisi Rantai Sprocket 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tidak slip selama rantai bergerak</li> <li>2. Dapat digunakan untuk jarak pusat yang pendek</li> <li>3. Dapat mentransmisikan daya yang lebih besar</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Memerlukan perawatan yang khusus</li> <li>2. Memiliki getaran yang tinggi dan bising</li> <li>3. Harga mahal</li> </ol>
3	3 Mata Pisau 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dapat mencacah semua rumput secara merata</li> <li>2. Pisau dapat diatur posisinya sehingga mempengaruhi hasil cacahannya.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Perawatan lebih rumit</li> <li>2. Pemasangan lebih susah</li> </ol>
	2 Mata Pisau 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pemasangan mudah dan sederhana</li> <li>2. Perawatan mudah</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rumput tidak dapat dicacah secara merata</li> <li>2. Tidak dapat diatur.</li> </ol>

#### 4.1.5 Keputusan

Setelah dilakukan pemeriksaan kelebihan dan kekurangan pada konsep yang telah dilakukan sebelumnya pada tahap analisa rancangan, maka tahap berikutnya adalah keputusan. Pada tahap keputusan, konsep yang ada sebelumnya akan dipilih yang nantinya akan dilakukan proses implementasi. Keputusan yang akan dipilih ditunjukkan pada Tabel 4.12

Tabel 4. 12 Keputusan pemilihan konsep

No	Jenis Konsep	Nama Konsep	Sketsa
1	Sumber Penggerak	<b>Konsep A</b> Menggunakan motor bensin	
2	Sistem Transmisi	<b>Konsep B</b> Menggunakan Pulley Sabuk	
3	3 Mata Pisau	<b>Konsep B</b> Menggunakan 3 Mata Pisau	

## 4.2 Perhitungan Elemen Mesin

Perhitungan bagian-bagian elemen mesin pada mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin meliputi: perhitungan daya motor penggerak, perhitungan puli dan sabuk, perhitungan poros dan pasak, dan perhitungan umur bantalan. Perhitungan elemen-elemen mesin dapat dijabarkan sebagai berikut:

### 4.2.1 Perencanaan daya motor

Dalam perhitungan ini merupakan rumus perhitungan daya motor penggerak motor bensin yang akan digunakan pada mesin pencacah dan penepung pakan ternak motor bensin 5,5 hp dengan spesifikasi sebagai berikut.

- Torsi = 10.8 N.m
- Putaran = 3600 rpm
- $\omega$  = 104,66 rad/s (kecepatan sudut)

#### 4.2.2 Perencanaan sabuk dan puli

Berikut ini merupakan rumus perhitungan puli dan sabuk yang akan digunakan sebagai transmisi mesin pencacah dan penepung pakan ternak, dapat menggunakan persamaan – persamaan sebagai berikut (Sularso & Suga, 2004):

##### A. Perhitungan daya rencana

Diketahui:

$$F_c = 1,7$$

$$P = 5,5\text{Hp} = 4,18 \text{ Kw}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari daya rencana sebagai berikut.

$$\begin{aligned} P_d &= f_c \times P \\ &= 1,7 \times 4,18 \\ &= 7,10 \text{ Kw} \end{aligned}$$

Jadi daya rencana yang digunakan untuk perencanaan sabuk v dan puli adalah 7,10 Kw

##### B. Perhitungan diameter puli yang digerakan

Diketahui:

$$n_1 = 2000 \text{ rpm (Putaran motor penggerak)}$$

$$n_2 = 1000 \text{ rpm (Putaran yang diinginkan untuk menggerakkan pisau)}$$

$$d_1 = 76,2 \text{ mm (Rencana diameter puli penggerak)}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan transmisi sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \frac{n_1}{n_2} &= \frac{d_2}{d_1} \\ d_2 &= 76,2 \times \frac{2000}{1000} \\ &= 152,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

Jadi ukuran dari diameter puli yang digerakan sebesar 152,4 mm atau 6 inci

##### C. Kecepatan linear sabuk

Diketahui:

$$d_p = 152,4 \text{ (mm)}$$

$$n_1 = 2000 \text{ rpm}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari kecepatan sabuk sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \\
 &= \frac{3,14 \times 152,4 \times 2000}{60 \times 1000} \\
 &= \frac{95707,2}{60000} \\
 &= 7,97 \text{ m/s}
 \end{aligned}$$

Jadi kecepatan linear sabuk yang terjadi adalah 1,59 m/s

#### D. Perhitungan panjang sabuk V

Diketahui:

$C = 480 \text{ mm}$  (Jarak sumbu poros)

$d_1 = 76,2 \text{ mm}$

$d_2 = 152,4 \text{ mm}$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari panjang sabuk V adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 L &= 2C + \frac{\pi}{2} (d_1 + d_2) + \frac{1}{4 \cdot C} (D_p - d_p)^2 \\
 &= 2 \times 480 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 152,4) + \frac{1}{4 \times 480} (152,4 - 76,2)^2 \\
 &= 960 + 1,57 \times 228,6 + 0,0005 \times 52257,96 \\
 &= 960 + 358,90 + 26,12 \\
 &= 1345,02 \text{ mm atau } 52,95 \text{ inci}
 \end{aligned}$$

Jadi panjang sabuk yang dibutuhkan yaitu 1345,02 mm atau 52,95 inci

#### E. Menghitung gaya tarik sabuk

Diketahui:

$P_m$  (daya motor) = 5,5 Hp = 4180 watt

$r = 0,0381 \text{ m}$

$$n_1 = 2000 \text{ rpm}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari gaya tarik sabuk adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\omega &= \frac{2 \cdot \pi \cdot n_1}{60} \\ &= \frac{2 \times 3,14 \times 2000}{60} \\ &= 209,33 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

Maka

$$\begin{aligned}T &= \frac{Pm}{\omega} \\ &= \frac{4180}{209,33} \\ &= 19,96 \text{ N.m}\end{aligned}$$

Sehingga besarnya gaya tarik sabuk

$$\begin{aligned}T &= F \cdot r \\ F &= \frac{T}{r} \\ &= \frac{19,96}{0,0381} \\ &= 532,88 \text{ N}\end{aligned}$$

Jadi besarnya gaya tarik sabuk yang ditimbulkan adalah 532,88 N

#### 4.2.3 Perencanaan putaran mesin

Direncanakan untuk mencacah 1 batang rumput yang panjangnya 1,5 m, diasumsikan 1 kali pemotongan batang rumput di potong sepanjang 6 mm dan direncanakan terdapat 3 pisau potong. Setiap putaran terjadi 3 kali potongan maka untuk merajang 1 batang rumput yang panjangnya 1,5 m diperlukan:

$$\frac{1500 \text{ mm}}{3 \times 6 \text{ mm}} = 83 \text{ putaran}$$

$$\text{Target perjamnya (Q)} = 800 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Jadi } Q = \frac{n}{\text{putaran}} \times W$$

$$n = \frac{\text{putaran}}{W} \times Q$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{83}{1 \text{ kg}} \times 800 \text{ kg/jam} \\
&= 66,400 \text{ put/jam} \\
&= \frac{66.400}{60} \text{ put/jam} \\
&= 1106,67 \text{ put/menit}
\end{aligned}$$

Jadi putaran mesin yang dibutuhkan adalah 1106,67 rpm.

#### 4.2.4 Perhitungan perencanaan poros

Poros ini digunakan untuk menggerakkan pisau pencacah dan penepung. Proses perancangan poros mempunyai langkah-langkah perencanaan seperti yang dibawah ini (Sularso & Suga, 2004)

##### A. Perhitungan daya rencana

Dalam perhitungan poros ini dapat diambil daya maksimum yang diperlukan sebagai daya rencana dengan faktor koreksi daya yang akan ditransmisikan sebesar 1,2 (Lampiran 3.A). Sehingga besar daya rencana dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Daya yang ditransmisikan:

$$P = 5,5 \text{ Hp} = 4,18 \text{ kw}$$

$$F_c = 1,2$$

$$pd = F_c \times P$$

$$= 1,2 \times 4,18$$

$$= 5,01 \text{ Kw}$$

Daya rencana yang digunakan adalah sebesar 5,01 Kw

##### B. Perhitungan momen puntir rencana

Rencana output putaran  $n_2 = 100$  rpm dan daya rencana  $P_d = 5,01$  kW. Jadi untuk menghitung momen puntir rencana dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Sularso & Suga, 2004):

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n_2}$$

$$= 9,74 \times 10^5 \frac{5,01}{1000}$$

$$= 4879,74 \text{ kg.mm}$$

Jadi momen puntir rencana yang digunakan adalah sebesar 4879,74 Kg.mm

### C. Perhitungan tegangan geser yang diijinkan

Diketahui:

Material yang digunakan = S45C

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

$Sf_1$  (Faktor keamanan) = 6,0 (Baja paduan)

$Sf_2$  (Konsentrasi tegangan) = 2,0 (tumbukan sedang)

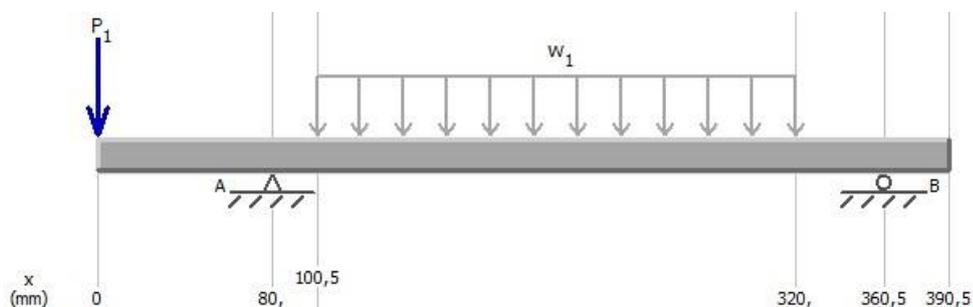
Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari tegangan geser adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \tau_a &= \sigma_B / (Sf_1 \times Sf_2) \\ &= \frac{58}{(6,0 \times 2,0)} \\ &= 4,83 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan geser ijin yang digunakan adalah sebesar 4,83 kg/mm<sup>2</sup>

### D. Perhitungan momen lentur

Pada poros terdapat 1 beban terpusat dan 1 beban merata. Menghitung gaya reaksi pada Rva dan Rvb. Keadaan poros dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4. 1 Diagram pembebanan pada poros

Dimana:

$F_1$	= beban gaya tarik sabuk	= 532,8 N
$W$	= beban merata pada poros	= 154 N ( $Q = \frac{W}{L} = \frac{154,4}{219,5} = 0,703$ N/mm)
$l_1$	= jarak $F_1$ ke bantalan A	= 80 mm
$l_2$	= jarak $F_1$ ke bantalan B	= 360,5 mm
$l_3$	= jarak bantalan A ke beban merata	= 20,5 mm
$l_4$	= jarak bantalan A ke bantalan B	= 280,5 mm
$l_5$	= jarak bantalan B ke beban merata	= 40,5 mm
$L$	= panjang beban merata	= 219,5 mm

Dari data diatas maka bisa digunakan untuk menghitung besarnya gaya reaksi pada Rva dan Rvb. Gaya reaksi pada Rvb adalah sebagai berikut

$$\sum MA = 0 (+)$$

$$(F_1 \times l_1) - (Q \times L (l_3 + \frac{1}{2} \times L)) + (Rvb \times l_4) = 0$$

$$(532,88 \times 80) - (0,703 \times 219,5(20,5 + \frac{1}{2} \times 219,5)) + (Rvb \times 280,5) = 0$$

$$42630,4 - (154,30 \times 130,25) + 280,5 Rvb = 0$$

$$42630,4 - 2009865 + 280,5 Rvb = 0$$

$$Rvb = \frac{22531,71}{280,5} = 80,33 \text{ N}$$

Jadi gaya reaksi yang terjadi pada Rvb adalah 80,33 N

Gaya reaksi pada Rva adalah sebagai berikut.

$$\sum MB = 0 (+)$$

$$(-F_1 \times l_2) - (Rva \times l_4) + (Q \times L (l_5 + \frac{1}{2} \times L)) = 0$$

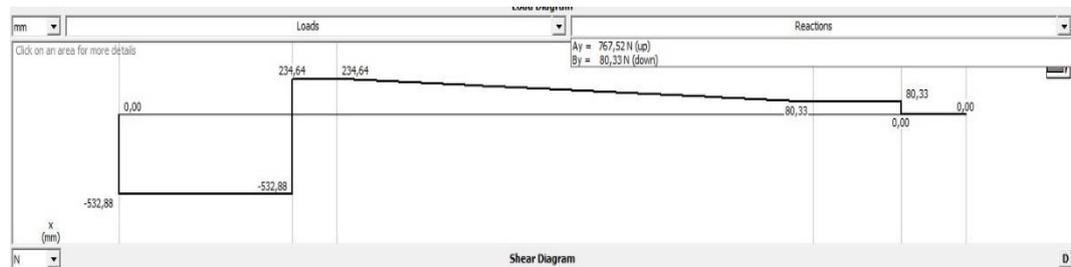
$$(-532,88 \times 360,5) - (Rva \times 280,5) + (0,703 \times 219,5 (40,5 + \frac{1}{2} \times 219,5)) = 0$$

$$-192103,24 - 280,5 Rva + (154,3 \times 150,25) = 0$$

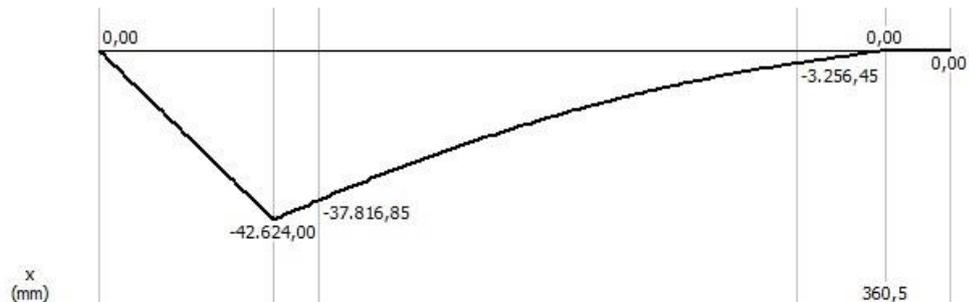
$$-192103,24 - 280,5 Rva + 23183,575 = 0$$

$$R_{va} = \frac{215286,815}{280,5} = 767,52 \text{ N}$$

Jadi gaya reaksi yang terjadi pada  $R_{va}$  adalah 767,52N



Gambar 4. 2 *shear* diagram poros



Gambar 4. 3 Diagram momen poros

Maka besarnya momen dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

Potongan 1

$$\sum M_1 = 0$$

$$= F_1 \times l_1$$

$$= 532,8 \times 80 = 42624,00 \text{ N}.mm$$

Potongan 2

$$\sum M_2 = 0$$

$$= (F_1 (l_1 + x) - (R_{va} (x)))$$

$$= (532,8(80 + x) - (767,52 (x)))$$

$$= 42624 + 532,8 x - 767,52 x$$

$$= 42624 - 234,72 x$$

$$= 42624 - 234,72 (20,5)$$

$$= -37,816,85 \text{ N}.mm$$

Potongan 3

$$\begin{aligned}\Sigma M_3 &= 0 \\ &= Rva \times l_5 \\ &= 40,5 \times 80,33 \\ &= 3256,45 \text{ N.mm}\end{aligned}$$

E. Diameter poros

Diketahui:

$$K_t = 1,5$$

$$K_m = 1,5$$

$$T = 4879,74 \text{ Kg.mm}$$

$$\tau_\alpha = 4,83 \text{ Kg/mm}^2$$

$$M = 42624,00 \text{ N/mm} = 4262,4 \text{ Kg.mm}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari diameter poros adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}d_s &\geq [(5,1/\tau_\alpha)\sqrt{(K_m \cdot M)^2 + (K_t \cdot T)^2}]^{1/3} \\ &\geq [(\frac{5,1}{6,44})\sqrt{(1,5 \times 4262,4)^2 + (1,5 \times 4879,74)^2}]^{1/3} \\ &\geq [0,79 \times \sqrt{6393,6^2 + 7319,61^2}]^{1/3} \\ &\geq [0,79 \times \sqrt{40878121096 + 53576690,55}]^{1/3} \\ &\geq [0,79 \times \sqrt{94454811,55}]^{1/3} \\ &\geq [0,79 \times 97187,78]^{1/3} \\ &\geq 7667,8413^{1/3} \\ &\geq 19,71 \text{ mm}\end{aligned}$$

Diameter minimal poros yang digunakan adalah 19,71 mm. Untuk menyesuaikan bantalan yang ada dipasaran, maka diameter poros yang dibuat adalah 25,4 mm

#### 4.2.5 Perencanaan bantalan

##### A. Perhitungan beban ekivalen

Diketahui:

$$F_a = 1,5 \text{ Kg}$$

$$F_r = 14,26 \text{ Kg}$$

$$V = 1$$

$$X = 0,56$$

$$Y = 1,31$$

(Faktor X, Y dan V diambil dari lampiran 4.A)

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari beban ekivalen adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} Pr &= X.V.F_r + Y.F_a \\ &= 0,56 \times 1 \times 14,26 + 1,31 \times 1,5 \\ &= 7,98 + 1,96 \\ &= 9,94 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Jadi besarnya beban ekivalen yang ditimbulkan sebesar 9,94 Kg

#### B. Faktor kecepatan

Diketahui:

$$n = 1000 \text{ Rpm}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari faktor kecepatan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} f_n &= \left(\frac{33,3}{n}\right)^{\frac{1}{3}} \\ &= \left(\frac{33,3}{1000}\right)^{\frac{1}{3}} \\ &= 0,03^{\frac{1}{3}} \\ &= 0,31 \end{aligned}$$

Jadi faktor kecepatan yang dihasilkan adalah 0,31

#### C. Faktor umur

Diketahui:

$$F_n = 0,31$$

$$C = 1100 \text{ Kg}$$

$$P_r = 9,94 \text{ Kg}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari faktor umur adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} F_h &= F_n \frac{c}{p_r} \\ &= 0,31 \times \frac{1100}{9,94} \\ &= 76,35 \end{aligned}$$

Jadi faktor umur yang diperoleh dari perhitungan diatas adalah 76,35

#### D. Umur bantalan

Diketahui:

$$F_h = 76,35$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari umur bantalan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} L_h &= 500 \cdot f_h^3 \\ &= 500 \times 76,35^3 \\ &= 500 \times 445068,7 \\ &= 222534386 \end{aligned}$$

Dalam satu hari mesin diperkirakan bekerja selama 8 jam dan mesin bekerja dalam putaran 1000 Rpm dalam satu menit, sehingga:

$$\begin{aligned} \text{Jumlah putaran} &= 1000 \text{ putaran} \times 60 \text{ menit} \\ &= 60.000 \text{ putaran/jam} \end{aligned}$$

Dalam satu hari mesin bekerja selama 8 jam/hari, sehingga jumlah putaran dalam satu hari sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah putaran} &= 60.000 \text{ putaran} \times 8 \text{ jam} \\ &= 480.000 \text{ putaran/hari} \end{aligned}$$

Jadi umur nominal bantalan yaitu

$$\begin{aligned}
 L_h &= \frac{222534386}{480.000} \\
 &= 463,613 \text{ hari} \\
 &= 463,613 \times 8 \text{ jam} \\
 &= 3708,9 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

#### 4.2.6 Perhitungan pasak

##### A. Gaya tangensial pada permukaan poros

Diketahui

$$T = 4792 \text{ Kg.mm}$$

$$d_s = 25,4 \text{ mm}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari gaya tangensial pada permukaan poros sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{T}{(d_s/2)} \\
 &= \frac{4792}{(25,4/2)} \\
 &= \frac{4792}{(12,7)} \\
 &= 377,32 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

##### B. Tegangan geser yang diizinkan

Diketahui:

Bahan yang digunakan = S45C

$$\sigma_B = 48 \text{ Kg/mm}^2$$

$$Sf_1 = 6,0$$

$$Sf_2 = 1,5$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari tegangan geser adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 T_{ka} &= \frac{\sigma_B}{Sf_1 \cdot Sf_2} \\
 &= \frac{48}{6 \times 1,5} \\
 &= 5,33 \text{ Kg/mm}^2
 \end{aligned}$$

Jadi tegangan geser yang diizinkan sebesar  $5,33 \text{ Kg/mm}^2$

### C. Panjang pasak

Diketahui:

$$F = 377,32 \text{ Kg}$$

$b = 6 \text{ mm}$  (lebar pasak 25 % dari diameter poros)

$$T_{ka} = 5,33 \text{ Kg}$$

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari panjang pasak minimum sebagai berikut.

$$\begin{aligned} l_1 &= \frac{F}{b \cdot Tka} \\ &= \frac{377,32}{6 \times 5,33} \\ &= \frac{377,32}{31,98} \\ &= 11,79 \text{ mm} \end{aligned}$$

Panjang pasak minimum adalah  $12,20 \text{ mm}$ , karena menyesuaikan dengan lebar diameter puli maka proses produksi panjang dibuat  $35 \text{ mm}$ .

### D. Tegangan geser

Diketahui:

$$F = 377,32 \text{ Kg}$$

$$b = 6 \text{ mm}$$

$$l = 40 \text{ mm}$$

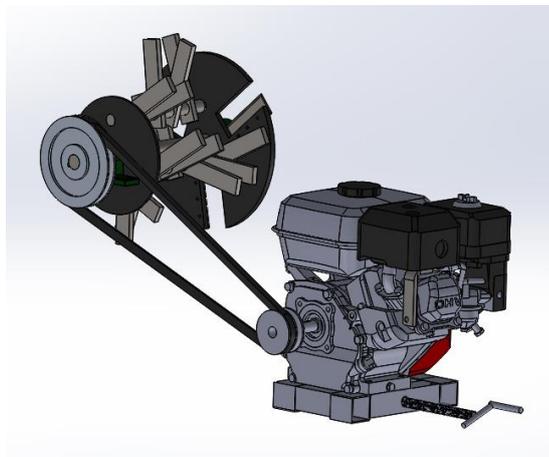
Dari data diatas maka diperoleh perhitungan untuk mencari tegangan geser yang terjadi adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} T_k &= \frac{F}{b \cdot l} \\ &= \frac{377,32}{6 \times 40} \\ &= \frac{377,32}{240} \\ &= 1,57 \text{ Kg/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan geser yang terjadi pada pasak sebesar  $1,57 \text{ Kg/mm}^2$ , dimana tegangan tersebut lebih kecil dibandingkan dengan tegangan geser yang diizinkan yaitu sebesar  $5,33 \text{ Kg/mm}^2$

### 4.3 Proses Produksi Sistem Transmisi Mesin Pencacah dan Penepung Bahan Baku Pakan Ternak

Proses produksi sistem transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak ini ada beberapa tahapan pengerjaan seperti proses pemotongan, proses bubut, proses gurdi, proses pengelasan, proses rakitan, dan proses *finishing*. Gambar mesin pencacah dan penepung pakan ternak dapat dilihat pada gambar 4.4 sebagai berikut.

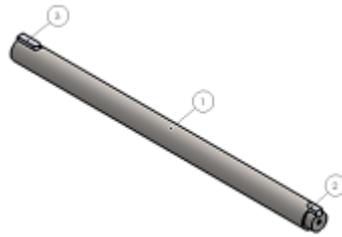


Gambar 4. 4 Sistem Transmisi Mesin Pencacah dan Penepung Bahan Baku Pakan Ternak Dengan Penggerak Motor Bensin

Dari gambar diatas memiliki bebarapa bagian atau komponen seperti poros transmisi, pulidan sabuk, pisau pencacah dan penepung dan motor bensin. Masing-masing bagian juga terdapat komponen yang proses pengerjaannya dilakukan dengan proses pemotongan, proses bubut, proses gurdi, proses pengelasan serta proses finishing

#### 4.3.1 Proses produksi poros transmisi

Pada bagian ini menjelaskan tahapan-tahapan proses pembuatan poros pada sistem transmisi mesin pencacah dan penepung pakan ternak. Gambar, alat bantu dan proses produksi poros dapat dilihat pada tabel 4.5

Gambar 4. 5 *Assembly* poros transmisi dan pasak

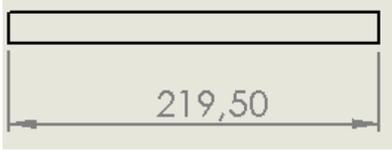
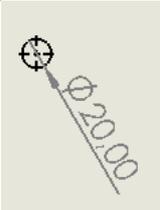
Tabel 4. 13 Proses produksi poros transmisi

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	Lakukan proses <i>facing</i> pada pros dari panjang 410 mm menjadi 395 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pahat rata kanan</li> <li>- Kunci L</li> <li>- Penggaris</li> </ul>
	Lakukan proses pembuatan alur pasak pada poros menggunakan mesin frais dengan lebar 6 mm dan panjang 35 mm.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Endmill</i> 5mm</li> <li>- <i>Collet</i></li> <li>- Jangka sorong</li> </ul>
	Lakukan pengeboran dengan diameter 8mm pada jarak 90mm dari ujung poros	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Chuck</i> bor</li> <li>- Bor 8 mm</li> <li>- Jangka sorong</li> </ul>

### 3.5.1 Proses produksi poros *hammer mill*

Pada bagian ini menjelaskan tahapan-tahapan proses pembuatan poros *hammer mill* pada sistem transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak. Gambar, alat bantu dan proses produksi poros *hammer mill* dapat dilihat pada tabel 4.14

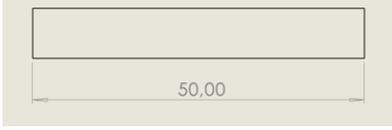
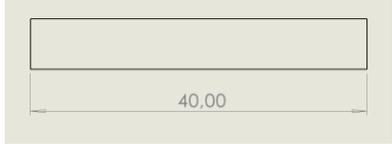
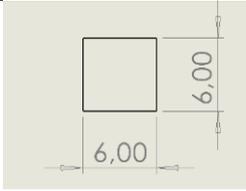
Tabel 4. 14 Proses produksi poros *hammer mill*

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	Lakukan proses <i>facing</i> pada pros dari panjang 250 mm menjadi 219,5 mm.	- Pahat rata kanan - Kunci L - Penggaris
	Lakukan proses bubut memanjang sepanjang 219,50 mm dari diameter 25,4 mm menjadi 20 mm	- Pahat rata kanan - Kunci L - Jangka sorong

#### 4.3.2 Proses produksi pasak

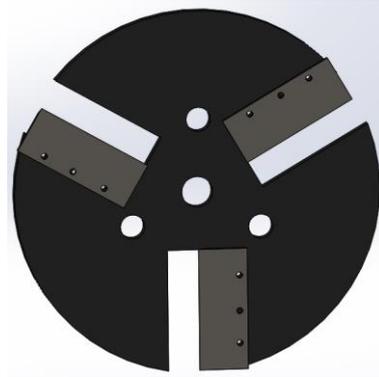
Pada bagian ini menjelaskan tahapan-tahapan proses pembuatan pasak pada sistem transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak. Gambar, alat bantu dan proses produksi pasak dapat dilihat pada tabel 4.15

Tabel 4. 15 Proses produksi pasak

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	Lakukan pemotongan besi untuk pasak sepanjang 50mm.	- <i>Bandsaw machine</i> - Jangka sorong
	Lakukan proses <i>frais</i> dimensi panjang dari 50mm menjadi 40mm.	- <i>Endmill 15mm</i> - <i>Collet</i> - Jangka sorong
	Lakukan proses <i>frais</i> dimensi tinggi dari 8mm menjadi 6mm.	- <i>Endmill 15mm</i> - <i>Collet</i> - Jangka sorong

#### 4.3.3 Proses produksi plat piringan diameter 300 mm

Pada bagian ini menjelaskan tahapan tahapan proses pembuatan plat piringan untuk dudukan pisau pencacah pada mesin pencacah dan penepung pakan ternak. Gambar, alat bantu dan proses produksi plat piringan 300 mm dapat dilihat pada tabel 4.6

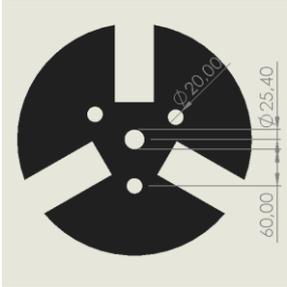
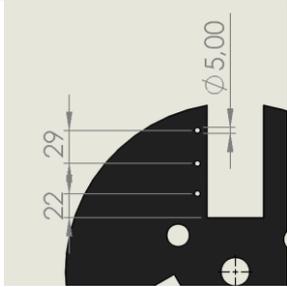


Gambar 4. 6 *Assembly* piringan 300 mm dan pisau pencacah

Tabel 4. 16 Proses produksi piringan 300 mm

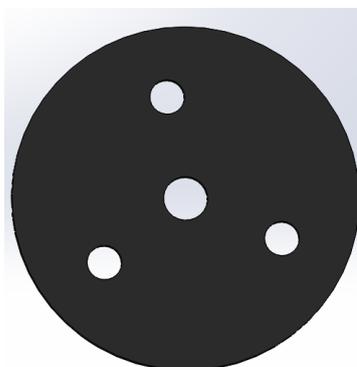
Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	Lakukan proses pemotongan plat setebal 1 cm menggunakan plasma <i>cutting</i> , dengan diameter 300 mm.	- Spidol - Alat bantu pembuat lingkaran
	Lakukan proses pemotongan menggunakan plasma <i>cutting</i> dengan ukuran dan bentuk yang tertera pada gambar disamping.	- Spidol - Penggaris siku

Tabel 4.16 Proses produksi piringan 300 mm (lanjutan)

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	<p>Lakukan proses bor dan bubut dalam untuk pembuatan lubang untuk poros transmisi diameter 25,4 mm dan proses bor untuk poros pisau penepung 20 mm dengan posisi sesuai pada gambar disamping.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bor diameter 10, 16, 20, 25 mm</li> <li>- Mesin Bubut</li> <li>- Jangka sorong</li> <li>- Spidol</li> </ul>
	<p>Lakukan proses bor untuk dudukan pisau pencacah diameter 5 mm, posisi sesuai pada gambar disamping.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spidol</li> <li>- Penggaris</li> <li>- Bor diameter 5 mm</li> <li>- Bor tangan</li> </ul>

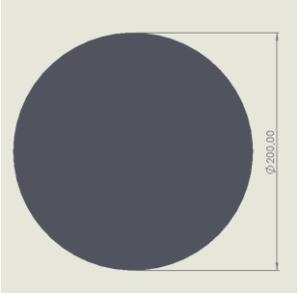
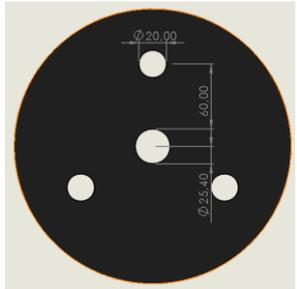
#### 4.3.4 Proses produksi plat piringan diameter 200 mm

Pada bagian ini menjelaskan tahapan tahapan proses pembuatan plat piringan untuk dudukan poros pisau penepung. Gambar, alat bantu dan proses produksi plat piringan 200 mm dapat dilihat pada tabel 4.7



Gambar 4. 7 Piringan 200 mm

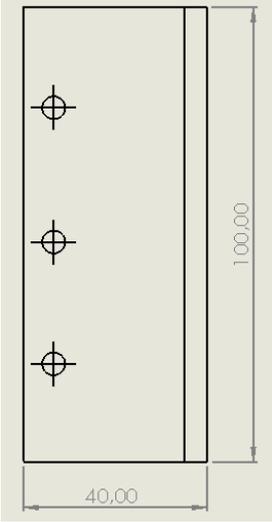
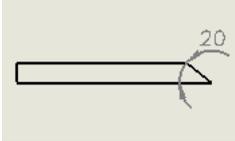
Tabel 4. 17 Proses produksi piringan diameter 200 mm

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	<p>Lakukan proses pemotongan plat setebal 1 cm menggunakan plasma <i>cutting</i>, menggunakan ukuran dan bentuk yang tertera pada gambar disamping.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gerinda tangan</li> <li>- Spidol</li> <li>- Alat bantu pembuat lingkaran</li> </ul>
	<p>Lakukan proses bor dengan diameter 25 mm dan bubut dalam untuk pembuatan lubang poros transmisi menjadi diameter 25,4 mm. Lakukan proses bor untuk poros pisau penepung dengan diameter 20 mm dengan posisi sesuai pada gambar disamping.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bor diameter 10, 16, 20, 25 mm</li> <li>- Mesin Bubut</li> <li>- Jangka sorong</li> <li>- Spidol</li> </ul>

#### 4.3.5 Proses produksi pisau pencacah

Pada bagian ini menjelaskan tahapan tahapan proses pembuatan pisau pencacah untuk dudukan poros pisau pencacah pada mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin. Gambar, alat bantu dan proses produksi pisau pencacah dapat dilihat pada tabel 4.18

Tabel 4. 18 Proses produksi pisau pencacah

Visual	Proses pengerjaan	Alat bantu
	<p>Lakukan proses pemotongan menggunakan plat setebal 4 mm menggunakan gerinda tangan dengan panjang dan lebar sesuai gambar disamping</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Spidol</li> <li>- Penggaris</li> </ul>
	<p>Lakukan proses pengasahan mata pisau menggunakan gerinda tangan</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tang</li> </ul>

#### 4.4 Perhitungan Estimasi Waktu Produksi

Tahap ini berisi perhitungan bagian-bagian proses produksi. Perhitungan yang digunakan yaitu untuk tahapan proses bubut, dan frais pada proses produksi sistem transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin.

##### 4.4.1 Perhitungan proses bubut

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk proses produksi poros transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin dengan material S45C menggunakan mesin bubut.

##### A. Perhitungan estimasi waktu pemotongan poros transmisi

Berikut adalah perhitungan waktu pemotongan poros transmisi menggunakan mesin gerinda potong.

$$T_{\text{potong}} = T_{\text{rata-rata}} \times \text{jumlah benda}$$

$$T_{\text{potong}} = 2 \text{ menit} \times 1$$

$$T_{\text{potong}} = 2 \text{ menit}$$

## B. Perhitungan proses bubut untuk pembuatan poros transmisi

Diketahui:

$$V = 25 \text{ m/menit}$$

$$F = 0,109 \text{ mm/putaran}$$

$$l_v = 5 \text{ mm}$$

$$l_w = 15 \text{ mm}$$

$$l_n = 0 \text{ mm}$$

$$l_t = l_v + l_w + l_n = 5 + 15 + 0 = 20 \text{ mm}$$

Dari data diatas, maka diperoleh:

### 1) Putaran benda kerja

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 15}$$

$$n = \frac{25000}{47,1}$$

$$n = 530,78 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang mendekati yaitu sebesar 530 rpm. (Lampiran 7B)

### 2) Kecepatan makan

$$V_f = f \times n$$

$$V_f = 0,109 \times 530$$

$$V_f = 57,77 \text{ mm/menit}$$

### 3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

$$t_c = \frac{20 \text{ mm}}{57,7 \text{ mm/menit}}$$

$$t_c = 0,34 \text{ menit}$$

Karena proses pembubutan memerlukan 6 kali pemakanan, maka waktu yang dibutuhkan untuk proses bubut adalah 2 menit 4 detik.

C. Proses bubut poros dari 25,4 mm menjadi 20 mm dengan panjang 219,5 mm

Diketahui:

$$d_o = 25,4 \text{ mm}$$

$$d_m = 20 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= (d_o + d_m) / 2 \\ &= (25,4 + 20) / 2 \\ &= 22,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$V_c = 25 \text{ m/menit (Lampiran 7.A)}$$

$$F_{rata} = 0,331 \text{ mm/putaran (Tabel feeding rata bubut pada Lampiran 7.C)}$$

$$l_{rata} = 310 \text{ mm (memanjang)}$$

Dari data diatas, maka diperoleh:

1) Putaran benda kerja

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 22,7}$$

$$n = \frac{25000}{71,27}$$

$$n = 350,77 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang paling mendekati yaitu sebesar 360 rpm

2) Kecepatan makan pembubutan (*facing*)

$$V_f = f \cdot n$$

$$V_f = 0,331 \times 360$$

$$V_f = 119,1 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan (memanjang)

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$t_c = \frac{310 \text{ mm}}{119,1 \text{ mm/menit}}$$

$$t_c = 2 \text{ menit } 2 \text{ detik}$$

Pembubutan memanjang dilakukan sebanyak 10 kali pemakanan dengan 9 kali pembubutan kasar dengan kedalaman 5 mm dan 1 kali pembubutan finishing dengan kedalaman 2 mm. Sehingga total waktu proses pembubutan

poros transmisi dari 25 mm menjadi 20 mm dengan panjang 310 mm adalah 20 menit 20 detik.

#### 4.4.2 Perhitungan proses gurdi

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk membuat lubang poros pisau penepung dan pengunci pisau pencacah dengan menggunakan mesin gurdi konvensional.

##### A. Perhitungan proses gurdi untuk pembuatan lubang poros *hammer mill* $\varnothing 20$

Diketahui :

$$K_r = \frac{118}{2} = 59^\circ$$

$$V = 25 \text{ m/menit (Tabel 1A lampiran 1)}$$

$$z = 2 \text{ (jumlah mata potong)}$$

$$\begin{aligned} f_z &= 0,084 \times \sqrt[3]{d} \\ &= 0,084 \times \sqrt[3]{20 \text{ mm}} \\ &= 0,22 \text{ mm/putaran} \end{aligned}$$

$$l_v = 10 \text{ mm}$$

$$l_w = 10 \text{ mm}$$

$$l_n = \frac{d/2}{\tan K_r} = \frac{20/2}{\tan 59^\circ} = \frac{10}{1,66} = 6,02 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} l_t &= l_v + l_w + l_n \\ &= 10 \text{ mm} + 10 \text{ mm} + 6,02 \text{ mm} \\ &= 26,02 \text{ mm} \end{aligned}$$

##### 1) Putaran spindel

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{1000 \times 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 20 \text{ mm}}$$

$$n = \frac{25000}{62,8 \text{ mm}}$$

$$n = 398 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang paling mendekati yaitu sebesar 400 rpm

2) Kecepatan makan

$$V_f = f_z \times z \times n$$

$$V_f = 0,22 \text{ mm/putaran} \times 2 \times 39,8 \text{ rpm}$$

$$V_f = 17,5 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

$$t_c = \frac{26,02}{17,5} = 1,48 \text{ menit}$$

Karena pisau *crusher* memiliki 3 jumlah poros, maka total waktunya adalah:

$$T \text{ total} = t_c \times \text{jumlah lubang}$$

$$= 1,48 \text{ menit} \times 6$$

$$= 8,8 \text{ menit}$$

B. Perhitungan proses gurdi untuk pembuatan lubang poros transmisi  $\emptyset 25$

Diketahui :

$$K_r = \frac{118}{2} = 59^\circ$$

$$V = 25 \text{ m/menit (Tabel 1A lampiran 1)}$$

$$z = 2 \text{ (jumlah mata potong)}$$

$$\begin{aligned} f_z &= 0,084 \times \sqrt[3]{d} \\ &= 0,084 \times \sqrt[3]{25 \text{ mm}} \\ &= 0,24 \text{ mm/putaran} \end{aligned}$$

$$l_v = 10 \text{ mm}$$

$$l_w = 10 \text{ mm}$$

$$l_n = \frac{d/2}{\tan K_r} = \frac{25/2}{\tan 59^\circ} = \frac{12,5}{1,66} = 7,81 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} l_t &= l_v + l_w + l_n \\ &= 10 \text{ mm} + 10 \text{ mm} + 7,81 \text{ mm} \\ &= 27,81 \text{ mm} \end{aligned}$$

1) Putaran *spindel*

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000}$$

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{1000 \times 25 \text{ m/menit}}{3,14 \times 25 \text{ mm}}$$

$$n = \frac{2500}{78,5 \text{ mm}}$$

$$n = 31,8 \text{ rpm}$$

2) Kecepatan makan

$$V_f = f_z \times z \times n$$

$$V_f = 0,22 \text{ mm/putaran} \times 2 \times 31,8 \text{ rpm}$$

$$V_f = 14 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{V_f}$$

$$t_c = \frac{27,81}{14} = 1,98 \text{ menit}$$

Karena jumlah  $\emptyset 25$  pada piringan ada 2, maka total waktunya adalah.

$$T \text{ total} = t_c \times \text{jumlah batang}$$

$$= 1,98 \text{ menit} \times 2$$

$$= 3,96 \text{ menit}$$

Jadi total waktu proses gudi sebagai berikut

$$T \text{ total} = t \emptyset 20 \text{ mm} + t \emptyset 25 \text{ mm}$$

$$= 8,8 \text{ menit} + 3,96 \text{ menit}$$

$$= 12,8 \text{ menit}$$

Dari proses perhitungan yang telah dilakukan, maka proses gudi untuk pembuatan lubang poros pisau penepung menggunakan putaran *spindle* sebesar 39,8 rpm untuk  $\emptyset 20$  mm dengan kecepatan potong 17,5 mm/menit dan 31,8 rpm untuk  $\emptyset 25$  dengan kecepatan potong 14 mm/menit. Waktu total pemotongan selama 12,8 menit.

#### 4.4.3 Perhitungan proses frais

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk proses produksi alur pada poros dan pasak pada sistem transmisi mesin pencacah dan penepung dengan penggerak motor bensin dengan menggunakan mesin frais konvensional.

A. Perhitungan proses frais untuk pembuatan alur pasak pada poros.

Diketahui:

$$V = 25 \text{ m/menit}$$

$$Fz = 0,004 \text{ mm/putaran}$$

$$\text{Diameter } \textit{endmill} = 6 \text{ mm}$$

$$Z = 4$$

$$lv = 6 \text{ mm}$$

$$lw = 35 \text{ mm}$$

$$ln = 0 \text{ mm}$$

$$lt = lv + lw + ln = 6 + 35 = 41 \text{ mm}$$

Dari data diatas, maka diperoleh:

1) Putaran *spindle*

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 6}$$

$$n = \frac{25000}{18,8}$$

$$n = 1329,78 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang paling mendekati yaitu sebesar 1470 rpm

2) Kecepatan makan

$$V_f = fz \cdot z \cdot n$$

$$V_f = 0,004 \times 4 \times 1470$$

$$V_f = 23,52 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{v_f}$$

$$t_c = \frac{41}{23,52}$$

$$t_c = 2 \text{ menit } 14 \text{ detik.}$$

Dari proses perhitungan yang telah dilakukan, maka proses frais untuk pembuatan jalur pasak pada poros menggunakan putaran *spindle* sebesar 1470 rpm dengan kecepatan makan 23,52 mm/menit dan memerlukan waktu pemotongan selama 2 menit 14 detik.

B Perhitungan proses frais untuk pembuatan pasak. (pengurangan panjang)

. Diketahui:

$$V = 25 \text{ m/menit}$$

$$F_z = 0,004 \text{ mm/putaran}$$

$$\text{Diameter } \textit{endmill} = 15 \text{ mm}$$

$$Z = 4$$

$$l_v = 3 \text{ mm}$$

$$l_w = 6 \text{ mm}$$

$$l_n = 3 \text{ mm}$$

$$l_t = l_v + l_w + l_n = 3 + 6 + 3 = 12 \text{ mm}$$

Dari data diatas, maka diperoleh:

1) Putaran *spindle*

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 15}$$

$$n = \frac{25000}{47,1}$$

$$n = 530,78 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang paling mendekati yaitu sebesar 512 rpm

2) Kecepatan makan

$$. \quad V_f = f_z \cdot z \cdot n$$

$$V_f = 0,004 \times 4 \times 512$$

$$V_f = 8,19 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{l_t}{v_f}$$

$$t_c = \frac{12}{8,19}$$

$$t_c = 1 \text{ menit } 46 \text{ detik}$$

Dari proses perhitungan yang telah dilakukan, maka proses frais untuk proses pengurangan panjang pada pasak menggunakan putaran *spindle* sebesar 512 rpm dengan kecepatan makan 8,19mm/menit dan memerlukan waktu pemotongan selama 7 menit 8 detik.

C. Perhitungan proses frais untuk pembuatan pasak. (pengurangan lebar x tinggi)

Diketahui:

$$V = 25 \text{ m/menit}$$

$$Fz = 0,004 \text{ mm/putaran}$$

$$\text{Diameter } \textit{endmill} = 15 \text{ mm}$$

$$Z = 4$$

$$lv = 5 \text{ mm}$$

$$lw = 40 \text{ mm}$$

$$ln = 5 \text{ mm}$$

$$lt = lv + lw + ln = 5 + 40 + 5 = 50 \text{ mm}$$

Dari data diatas, maka diperoleh:

1) Putaran *spindle*

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$n = \frac{25 \times 1000}{3,14 \times 15}$$

$$n = \frac{25000}{47,1}$$

$$n = 530,78 \text{ rpm}$$

Maka dipilih putaran yang paling mendekati yaitu sebesar 512 rpm

2) Kecepatan makan

$$V_f = fz \cdot z \cdot n$$

$$V_f = 0,004 \times 4 \times 512$$

$$V_f = 8,19 \text{ mm/menit}$$

3) Waktu pemotongan

$$t_c = \frac{lt}{v_f}$$

$$t_c = \frac{50}{8,19}$$

$$t_c = 4 \text{ menit } 38 \text{ detik}$$

Dari proses perhitungan yang telah dilakukan, maka proses *frais* untuk proses pengurangan lebar x tinggi pada pasak menggunakan putaran *spindle* sebesar 512 rpm dengan kecepatan makan 8,19 mm/menit dan memerlukan waktu pemotongan selama 11 menit 36 detik.

#### 4.4.4 Perhitungan waktu pengelasan

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk proses produksi pisau pencacah dan penepung pada mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin menggunakan mesin las SMAW.

Diketahui:

Total keliling pengelasan = 696 mm

Panjang batang elektoda = 100 mm

Dari data diatas maka diperoleh perhitungan waktu pengelasan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{A. Jumlah elektroda} &= \frac{\text{total panjang las}}{\text{panjang las per batang}} \\
 &= \frac{696 \text{ mm}}{100 \text{ mm}} \\
 &= 6,96 = 7 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

B. Waktu pengelasan perbatang

$$T1 = 1,86 \text{ menit}$$

$$T2 = 2,14 \text{ menit}$$

$$T3 = 2,5 \text{ menit}$$

$$T4 = 2,55 \text{ menit}$$

$$T5 = 2,68 \text{ menit}$$

$$T6 = 2,82 \text{ menit}$$

$$T7 = 2,95 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 \text{T rata-rata} &= \frac{T1 + T2 + T3 + T4 + T5 + T6 + T7}{7} \\
 &= \frac{1,86 + 2,14 + 2,5 + 2,55 + 2,68 + 2,82 + 2,95}{7} \\
 &= 2,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{C. Waktu pengelasan} &= \text{Jumlah elektroda} \times \text{Waktu pengelasan perbatang} \\
 &= 7 \times 2,5 \\
 &= 17,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Jadi waktu yang diperlukan untuk proses pengelasan pada pembuatan pisau pencacah adalah 17,5 menit, dengan keliling total pengelasan 696 mm.

#### 4.4.5 Perhitungan waktu pemotongan

Berikut merupakan perhitungan yang digunakan untuk proses pemotongan pada produksi piringan pada mesin pencacah dan penepung pakan ternak dengan penggerak motor bensin.

##### A. Perhitungan waktu pemotongan piringan $\varnothing$ 300 mm

Diketahui:

Keliling Lingkaran = 942 mm

T1 = 2 detik

T2 = 3 detik

T3 = 4 detik

Waktu pemotongan diatas merupakan waktu pemotongan per 10 mm.

Dari data diatas maka diperoleh waktu untuk proses pemotongan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} 1). \quad T \text{ rata-rata} &= \frac{T1 + T2 + T3}{3} \\ &= \frac{2 + 3 + 4}{3} \\ &= 3 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2.) \quad T \text{ pemotongan} &= T \text{ rata rata} \times \text{panjangnya pemotongan} \\ &= 3 \times 943 \\ &= 2829 \text{ detik atau } 47 \text{ menit} \end{aligned}$$

##### B. Perhitungan waktu pemotongan untuk dudukan pisau pencacah

Diketahui:

Keliling Lingkaran = 750 mm

T1 = 2 detik

T2 = 3 detik

T3 = 4 detik

Waktu pemotongan diatas merupakan waktu pemotongan per 10 mm.

Dari data diatas maka diperoleh waktu untuk proses pemotongan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 1) \quad T \text{ rata-rata} &= \frac{T1 + T2 + T3}{3} \\
 &= \frac{2 + 3 + 4}{3} \\
 &= 3 \text{ detik} \\
 2) \quad T \text{ pemotongan} &= T \text{ rata rata} \times \text{panjangnya pemotongan} \\
 &= 3 \times 750 \\
 &= 2250 \text{ detik atau } 37,5 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

A. Perhitungan waktu pemotongan piringan  $\emptyset$  200 mm

Diketahui:

Keliling Lingkaran = 628 mm

T1 = 2 detik

T2 = 3 detik

T3 = 4 detik

Waktu pemotongan diatas merupakan waktu pemotongan per 10 mm.

Dari data diatas maka diperoleh waktu untuk proses pemotongan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned}
 1) \quad T \text{ rata-rata} &= \frac{T1 + T2 + T3}{3} \\
 &= \frac{2 + 3 + 4}{3} \\
 &= 3 \text{ detik} \\
 2) \quad T \text{ pemotongan} &= T \text{ rata rata} \times \text{Panjangnya pemotongan} \\
 &= 3 \times 628 \\
 &= 1884 \text{ detik atau } 31 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

#### 4.4.6 Waktu produktif dan *non* produktif

Waktu produktif dan non produktif merupakan waktu yang digunakan pada saat proses produksi berlangsung, termasuk waktu persiapan alat dan proses penyetulan mesin dapat dilihat 4.19 berikut

Tabel 4. 19 Waktu produktif dan *non* produktif pada proses produksi

No.	Langkah pengerjaan	Waktu produktif (menit)	Waktu non produktif (menit)
1.	Proses bubut poros transmisi	2,4	5
2.	Proses bubut poros <i>hammer mill</i>	20,20	5
3.	Proses pengelasan	17,5	5
4.	Proses pemotongan piringan 300 mm	47	10 menit
5	Proses pemotongan dudukan pisau pencacah	37,5	5
6.	Proses pemotongan piringan 200 mm	31	10 menit
7.	Proses frais pembuatan alur pasak pada poros	2,14	-
8.	Proses frais pembuatan pasak (pengurangan panjang)	7,8	-
9.	Proses frais pembuatan pasak (pengurangan x lebar tinggi)	11,36	5 menit
10.	Proses gurdi pembuatan lubang $\varnothing$ 25 mm dan $\varnothing$ 20 mm	12,8	5
Jumlah waktu		189,7	50
Waktu total		239,7 menit	

#### 4.4.7 Perhitungan proses perakitan

Proses perakitan merupakan proses untuk menggabungkan semua komponen yang sudah dibuat sehingga didapatkan sebuah produk utuh. Waktu yang dibutuhkan untuk proses perakitan dapat dilihat pada tabel 4.20 berikut:

Tabel 4. 20 Perhitungan waktu proses perakitan

No.	Langkah pengerjaan	Waktu (menit)
1.	Persiapkan gambar	5
2.	Mempersiapkan peralatan	5
3.	Pemasangan drat pengatur ketegangan sabuk	15
4.	Pemasangan motoran pada dudukan	10
5.	Pemasangan puli penggerak pada motoran	5
6.	Pemasangan pisau pencacah dan penepung yang digerakan dengan poros transmisi	15
7.	Pemasangan puli yang digerakan dengan poros transmisi	5
8.	Pemasangan sabuk	5
9.	Pemasangan plat saringan	10
10.	Pemasangan <i>cover</i>	5
11.	Pemeriksaan akhir	5
Total waktu perakitan		85 menit

#### 4.4.8 Perhitungan waktu proses tunggu material dan penggunaan laboratorium

Sebelum proses produksi berlangsung, dilakukan persiapan yaitu pembelian material atau bahan untuk pembuatan mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak. Pembelian membutuhkan waktu tunggu tersedianya material untuk dikerjakan. Selain waktu tunggu pembelian material, terdapat juga waktu tunggu penggunaan laboratorium pemesinan dan fabrikasi yang ada di Program Studi Diploma III Teknik Mesin. Waktu tunggu material dan penggunaan laboratorium ditunjukkan pada tabel 4.21

Tabel 4. 21 Waktu proses tunggu material dan laboratorium

No	Keterangan	Jumlah estimasi waktu
1	Pembelian material untuk poros	1 hari
2	Pembelian material untuk piringan mesin pencacah dan penepung	4 hari
3	Pembelian <i>bearing</i>	1 hari
4	Pembelian <i>pillow block</i>	1 hari
5	Pembelian puli dan sabuk	1 hari
6	Pembelian motor penggerak	5 hari
7	Pembelian mur dan baut	1 hari
8	Penggunaan laboratorium pemesinan	14 hari
Total estimasi waktu proses tunggu material dan penggunaan laboratorium		28 hari

#### 4.4.9 Perhitungan waktu total produksi

Waktu total produksi sistem transmisi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak merupakan hasil dari penjumlahan dari semua waktu proses produksi dari awal hingga akhir. Jadi total waktu yang diperlukan untuk pembuatan mesin pencacah dan penepung pakan ternak dengan penggerak motor bensin adalah.

$$\begin{aligned}
 \text{Total waktu} &= (\text{Total waktu pada proses produksi} + \text{Total waktu perakitan}) + \\
 &\quad \text{waktu tunggu material dan laboratorium} \\
 &= (239,7 \text{ menit} + 85 \text{ menit}) + 28 \text{ hari} \\
 &= 1 \text{ hari} + 28 \text{ hari} \\
 &= 29 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

#### 4.5 Uji Fungsi

Uji fungsi mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin bertujuan untuk mengetahui apakah komponen fungsi dapat berfungsi dengan semestinya agar mendapatkan hasil pencacah dan penepung sesuai. Setelah melakukan uji fungsi mesin pencacah dan penepung pakan ternak dengan penggerak motor bensin akan didapatkan data hasil uji fungsi yang dapat dilihat pada tabel 4.22

Tabel 4. 22 Data uji fungsi

No.	Komponen	Uraian	Fungsi		Keterangan
			Ya	Tidak	
1.	Motor Bensin	Apakah putaran motor penggerak dapat meneruskan daya ke transmisi puli dan sabuk?	Ya		Motor penggerak dapat berputar dengan baik sesuai kebutuhan
2.	Transmisi Puli dan Sabuk	Apakah puli dan sabuk sudah sesuai dengan rasio/perbandingan yang dibutuhkan?	Ya		Jarak sumbu antar poros yaitu 480, menggunakan jenis sabuk A51 serta menggunakan puli 3 inchi dan 6 inchi dengan perbandingan 1 : 2
3.	Poros Transmisi	Apakah poros transmisi dapat meneruskan daya?	Ya		Poros mampu mentransmisikan daya dan menopang beban pisau pencacah dan penepung

Tabel 4.22 Data uji fungsi (lanjutan)

No.	Komponen	Uraian	Fungsi		Keterangan
			Ya	Tidak	
4.	Bantalan	Apakah jenis bantalan yang digunakan mampu mengurangi gesekan pada poros?	Ya		Menggunakan bantalan gelinding jenis ball bearing diameter bantalan yang digunakan 25,4 mm sesuai dengan diameter poros

#### 4.6 Uji Hasil

Uji hasil mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin bertujuan untuk mengetahui bagaimana hasil dari cacahan yang dihasilkan. Untuk melakukan uji hasil perlu dilakukan beberapa tahapan proses. Proses uji hasil dapat dilihat pada tabel 4.23 sebagai berikut.

Tabel 4. 23 Proses uji hasil

No.	Gambar	Langkah uji hasil
1.		Siapkan rumput gajah, saringan pencacah dan wadah berupa karung di output pencacahan.

Tabel 4.23 Proses uji hasil (lanjutan)

No.	Gambar	Langkah uji hasil
2.		<p>Sebelum menyalakan motor bensin, atur ketegangan sabuk terlebih dahulu supaya dapat dinyalakan dengan mudah. Jika sudah nyala, atur kembali ketegangan sabuk.</p>
3.		<p>Masukan rumput gajah ke input mesin pencacah dan penepung pakan ternak.</p>
4.		<p>Lakukan proses pencacahan dengan kecepatan putaran 1000 rpm.</p>

Setelah melakukan uji hasil mesin pencacah dan penepung pakan ternak dengan penggerak motor bensin akan didapatkan data ujia hasil yang dapat dilihat pada tabel 4.24

Tabel 4. 24 Data uji hasil

<b>Percobaan</b>	<b>Waktu (menit)</b>	<b>Hasil cacahan rumput gajah (kg)</b>
1	1 menit	0,8 kg
2	1 menit	0,9 kg
3	1 menit	0,9 kg
4	1 menit	0.7 kg
Rata-rata		0,83 kg

Dari data uji hasil diatas, disimpulkan bahwa mesin pencacah dan penepung bahan baku pakan ternak dengan penggerak motor bensin ini mampu mencacah rumput gajah dengan kapasitas 50 kg/jam.