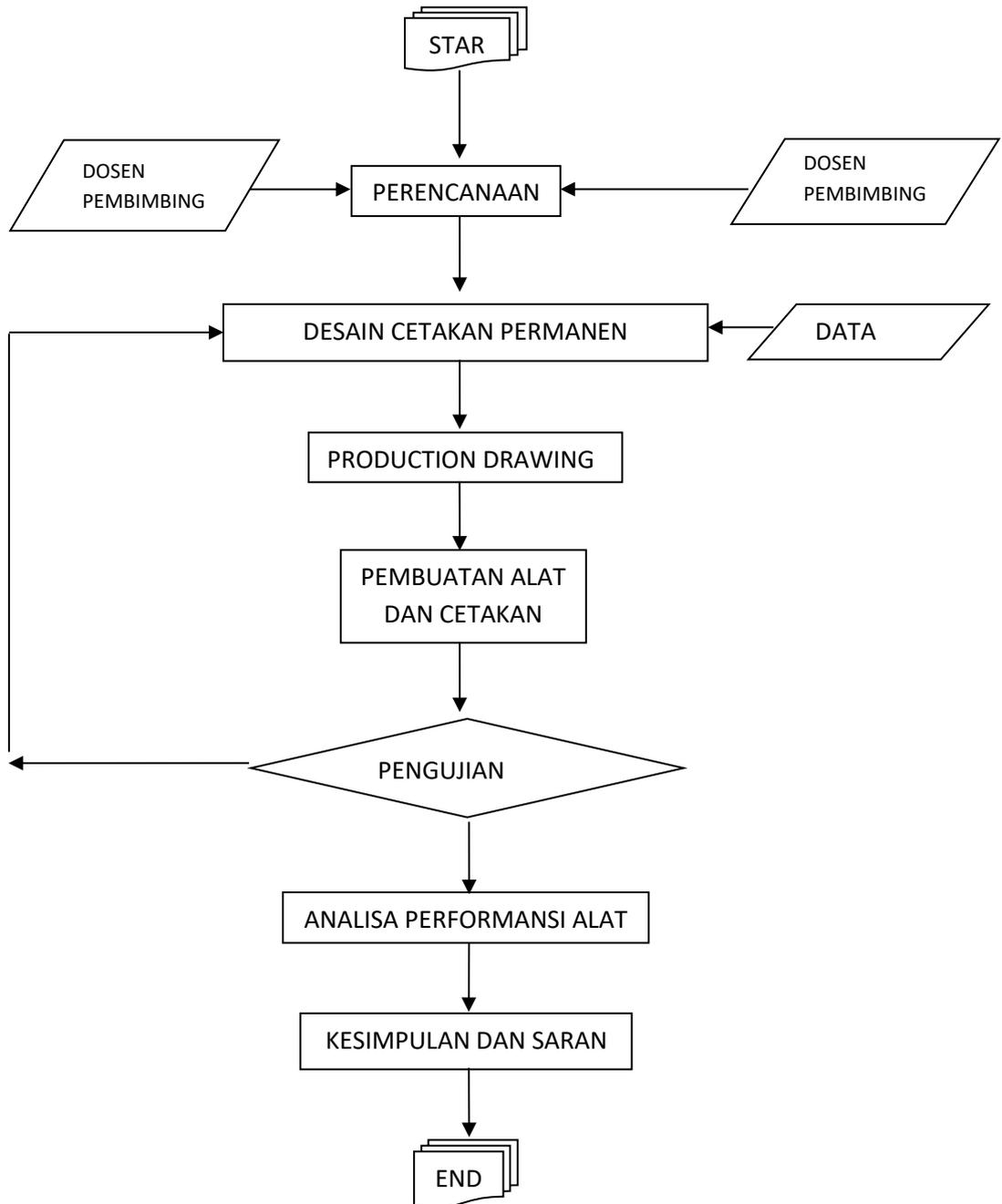


## BAB IV PEMBAHASAN



**Gambar 4.1** Diagram Alir Pembuatan Alat

#### 4.1. Proses Pembuatan

Adapun proses pembuatan yang dilakukan dalam pembuatan alat *hot press molding* untuk pembuatan gasket dimulai dari persiapan bahan dan alat yang digunakan, pembuatan cetakan permanen, dan pembuatan kerangka.

##### 4.1.1 Persiapan Alat dan Bahan yang digunakan

Sebelum melakukan proses pembuatan terlebih dahulu menyiapkan bahan yang diperlukan untuk membuat alat *hot press molding*, yaitu:

**Tabel 4.1** Bahan yang disiapkan

No	Bahan	Jumlah
1.	Besi Plat 1000 x 1000 x 5 mm	2 buah
2.	Besi L	2 meter
3.	Pompa Hidrolik	1 set
4.	Tempat Pemanas + Elemen	1 set
5.	Baut	6 buah
6.	Mur	6 buah
7.	Termostat	1 buah
8.	Karet Kompon 500 x 500 x 3 mm	1 buah
9.	Cat Besi	1 buah
10.	<i>Cutter milling</i> Ø3 mm, Ø8 mm, dan Ø10 mm	1 buah
11.	<i>Cutter Bor</i> Ø10 mm, dan Ø5 mm	1 buah
12.	Pahat Bubut Rata Kiri	1 buah
13.	<i>Aluminium Casting Alloy</i> 150 x 150 x 50 mm (untuk cetakan)	2 buah
14.	<i>Aluminium Casting Alloy</i> Ø50 x 100 mm (untuk cetakan)	1 buah
15.	Besi Hollow 25 x 25x2 mm	2 meter

**Tabel 4.2** Alat Yang Digunakan

<b>No</b>	<b>Alat</b>	<b>Jumlah</b>
1.	Mesin <i>Milling</i> CNC ( <i>Computer Numerical Control</i> ) digunakan untuk membuat cetakan <i>dies and punch</i> gasket pompa air shimizu agar presisi.	1 buah
2.	Mesin Bubut digunakan untuk membuat pin cetakan dan inti cetakan bawah.	1 buah
2.	Mesin Las digunakan untuk menyambung material yang digunakan untuk membuat kerangka, dan dudukan elemen pemanas	1 buah
3.	Mesin Bor tangan digunakan untuk pekerjaan dalam rangka pembuatan lubang pada benda kerja.	1 buah
4.	Mesin Gerinda Tangan digunakan untuk memotong besi hollow dan komponen lain serta menghaluskan permukaan.	1 buah
5.	Alat Ukur yaitu jangka sorong dan meteran digunakan untuk mendapatkan ukuran yang sesuai dengan perencanaan.	1 buah

## 4.1.2 Proses Pembuatan Cetakan

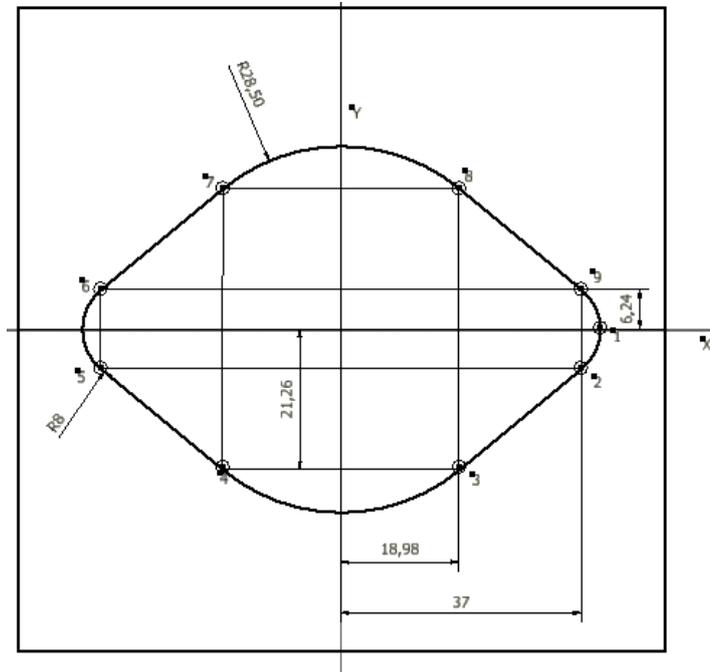
### 4.1.2.1 Pembuatan Cetakan

Pembuatan cetakan karet ini menggunakan mesin perkakas konvensional berbasis CNC (*Computer Numerical Control*) yaitu : mesin CNC *Milling*.

Sebelum melakukan langkah kerja terlebih dahulu mencari titik koordinat sumbu x,y, dan r :

**Tabel 4.3** Sumbu X, Y, dan r (jari – jari)

No	X	Y	r
1	40	0	
2	37	-6,24	8
3	18,98	-21,26	
4	-18,98	-21,26	28,5
5	-37	-6,24	
6	-37	6,24	8
7	-18,98	21,26	
8	18,98	21,26	28,5
9	37	6,24	

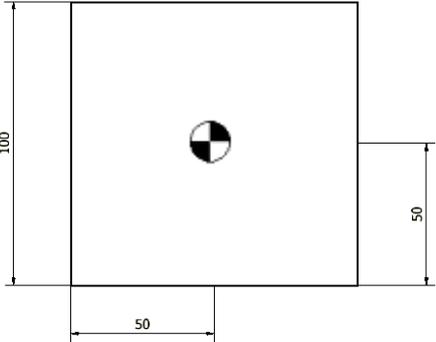
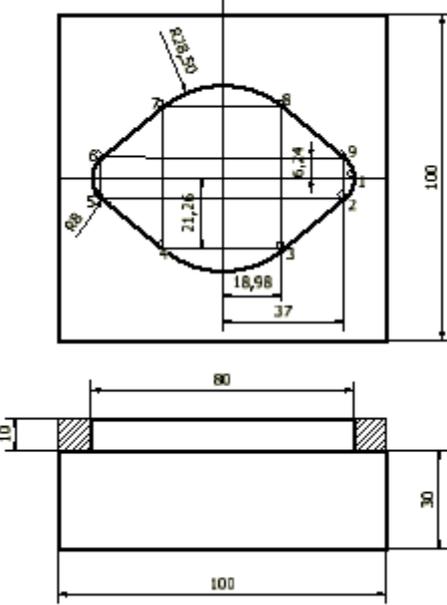


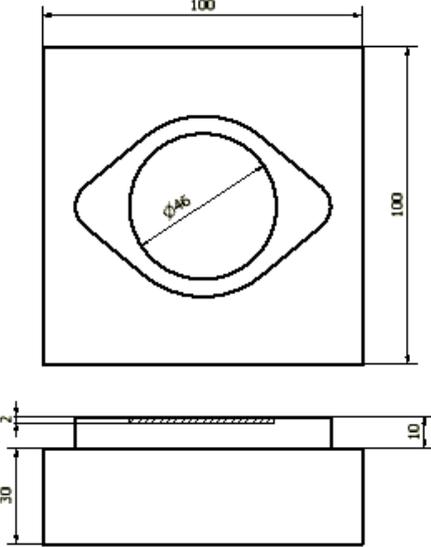
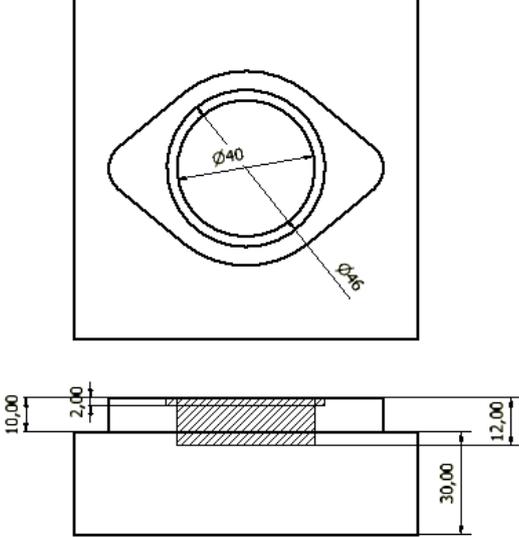
**Gambar 4.2** Koordinat sumbu x,y,dan r

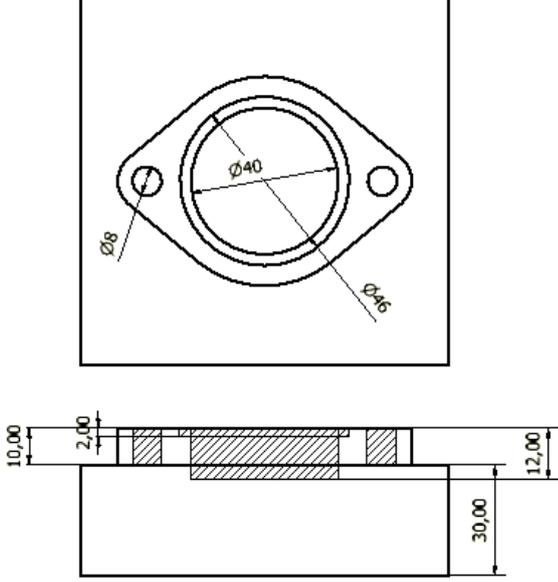
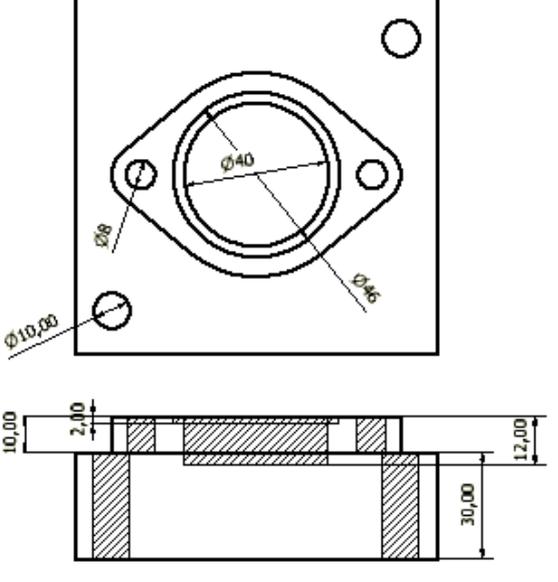
**A. Langkah Kerja Pembuatan Cetakan Atas**

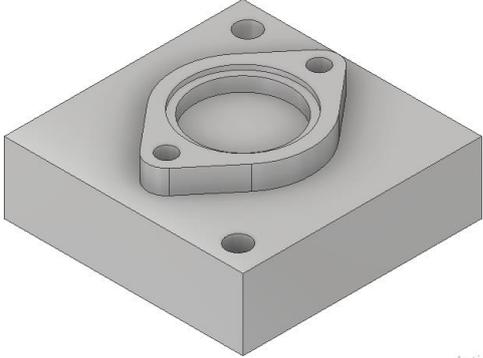
**Tabel 4.4** Proses pembuatan Cetakan Atas

No	Proses	Gambar	Alat	Waktu (menit)
1.	Siapkan peralatan yang diperlukan serta benda kerja Alluminium Casting Alloy - 100 x 100 x 50 mm		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	15

2.	Cekam benda kerja pada ragum dengan posisi x, y, dan z berturut – turut 100,100,40		-	
3.	Arahkan ke edit masukan kode program yang telah di di kerjakan ke mesin CNC milling		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	10
4.	Atur Koordinat benda kerja seperti pada gambar (G55)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	10

5.	<p>Arahkan ke edit, tekan search lalu cari program 1, selanjutnya arahkan ke auto lalu cycle start,</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	12
6.	<p>Selanjutnya program memakan kedalam 12 mm pada diameter 46 mm</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	8

7.	Selanjutnya, ganti cutter diameter 8, masih koordinat G54 edit search program ke 2. Auto lalu cycle start		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 8</math> mm</li> </ul>	6
8	Selanjutnya ganti pahat dengan diameter 10 mm, ganti koordinat benda kerja seperti gambar (G54) tekan search lalu pilih program 3 (bor). ZRN		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 10</math> mm</li> </ul>	8
9.	Auto, lalu tekan Cycle start.tunggu sampai program selesai			

10.	Selesai lepaskan benda kerja dan bersihkan kotoran yang menempel			
-----	---	--	--	--

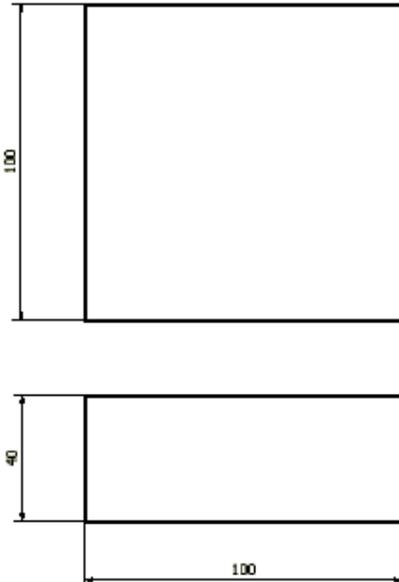
### Kode Program untuk Cetakan Atas (Punch)

1. T6; M6
2. G17 ; G40 ; G80 ;
3. G90 ; G55 ; G0 ; X63.6  
Y0.0 ;
4. S800 ; M3 ;
5. G43 ; H100 ; Z50.0 ;
6. Z0.0 ;
7. M98 ; H100 ; L16 ;  
(70 x 86)
8. G0 ; Z0.0 ;
9. M98 ; H200 ; L16 ;
10. G0 ; Z5.0 ;
11. X0.0 ; Y0.0 ;
12. G1 ; Z0.0 ; F100 ;
13. M98 ; H300 ; L4 (47 x 2)
14. G1 ; Z-2.0 ; F100 ;
15. M98 ; H400 ; L12 ;  
(40 x 6)
16. G1 ; Z-8.0 ; F100 ;
17. M98 ; H500 ; L10 ( 29 x 5)
18. G0 ; Z50.0 ;
19. M5 ; M30 ;
20. N100 ; ( 70 x 86 x 8 )
21. G91 ; G1 ; Z-0.5 ; F100 ;
22. G90 ; G41 ; D100 ; X35.0  
; Y0.0 ; F350 ;
23. G1 ; X35.0 ; Y-43.0 ;
24. X-35.0 ; Y-43.0 ;
25. X-35.0 ; Y-43.0 ;
26. X 35.0 ; Y 43.0 ;
27. X 35.0 ; Y 0.0 ;
28. G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;
29. M99 ;
30. G91 ; G1 ; Z-0.5 ; F100 ;
31. G90 ; G41 ; D6; X35.0 ;  
Y0.0 ; F350
32. G1 ; X35.0 ; Y-43.0 ;
33. X-35.0 ; Y-43.0 ;
34. X-35.0 ; Y-43.0 ;
35. X35.0 ; Y43.0 ;
36. X35.0 ; Y0.0 ;
37. G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;

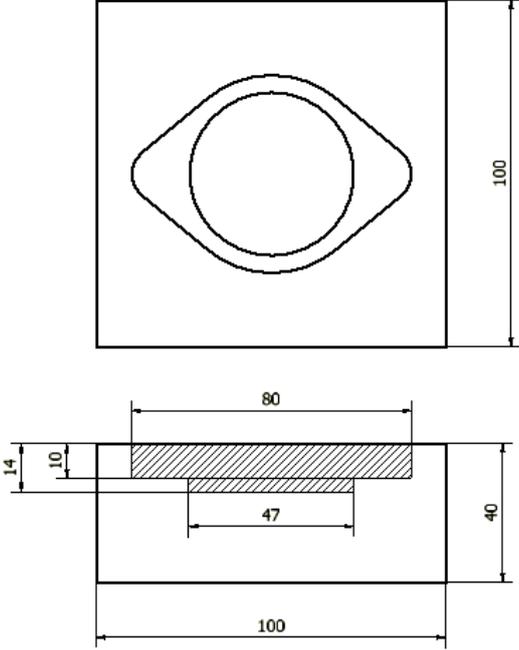
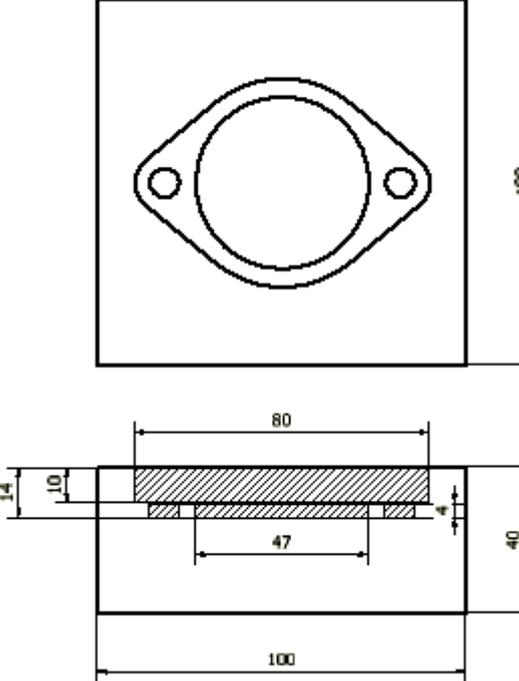
38. M99 ;
39. N200 (PUNCH);
40. G91 ; G1 ; Z-0.5 ; F100 ;
41. G90 ; G41 ; D6; X40.0 ;  
Y0.0 ; F350 ;
42. G2 ; X37.0 ; Y-6.24 ; R8.0  
;
43. G1 ; X18.98 ; Y-21.26 ;
44. G2 ; X-18.98 ; Y-21.6 ;  
R28.5 ;
45. G1 ; X-37.0 ; Y-6.24 ;
46. G2 ; X-37.0 ; Y6.24 ; R8.0  
;
47. G1 ; X-18.98 ; Y21.26 ;
48. G2 ; X18.98 ; Y21.26 ;  
R28.5 ;
49. G1 ; X37.0 ; Y6.24 ;
50. G2 ; X40.0 ; Y0.0 ;
51. G1 ; G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;
52. M99

## B. Langkah Kerja Pembuatan Cetakan Bawah

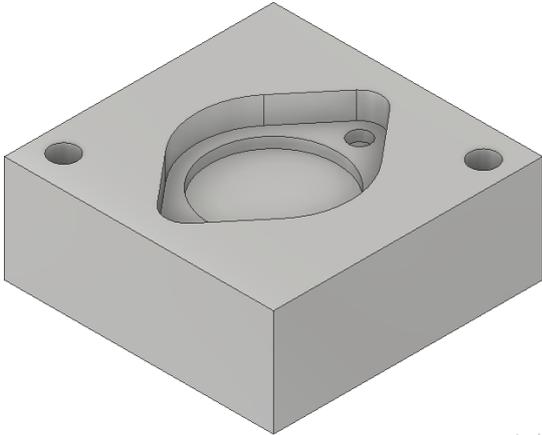
**Tabel 4.5** Proses pembuatan Cetakan Bawah

No	Proses	Gambar	Alat	Waktu (menit)
1.	Siapkan peralatan yang diperlukan serta benda kerja Aluminium Casting Alloy - 100 x 100 x 50 mm		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	15
2.	Cekam benda kerja pada ragum dengan		-	

	posisi x, y, dan z berturut – turut 100,100,40			
3.	Arahkan ke edit masukan kode program yang telah di di kerjakan ke mesin CNC milling		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	10
4.	Atur Koordinat benda kerja seperti pada gambar (G55)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	10

5.	Arahkan ke edit, tekan search lalu cari program 1, selanjutnya arahkan ke auto lalu cycle start,		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	12
6.	Selanjutnya program memakan kedalam 12 mm pada diameter 46 mm		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 14</math> mm</li> </ul>	8
7.	Selanjutnya, ganti cutter diameter 8, masih		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> </ul>	6

	koordinat G54 edit search program ke 2. Auto lalu cycle start		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 8</math> mm</li> </ul>	
8.	Selanjutnya ganti pahat dengan diameter 10 mm, ganti koordinat benda kerja seperti gambar (G54) tekan search lalu pilih program 3 (bor). ZRN		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gambar Kerja</li> <li>- Jangka Sorong</li> <li>- Kunci ragum</li> <li>- Cutter end mill <math>\phi 10</math> mm</li> </ul>	8
9.	Auto, lalu tekan Cycle start.tunggu sampai program selesai			

10.	Selesai lepaskan benda kerja dan bersihkan kotoran yang menempel			
-----	--	--	--	--

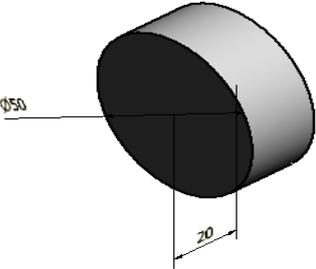
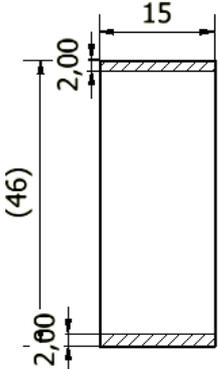
### Kode Program untuk Cetakan Bawah (Dies)

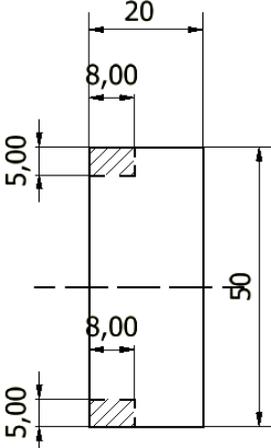
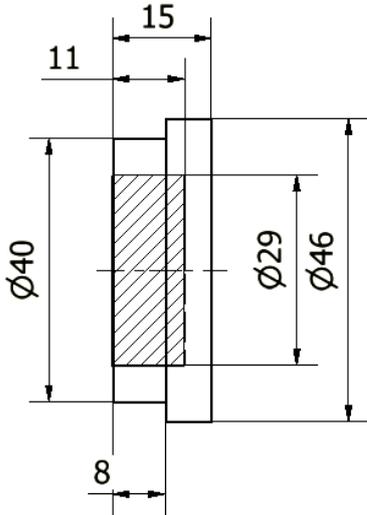
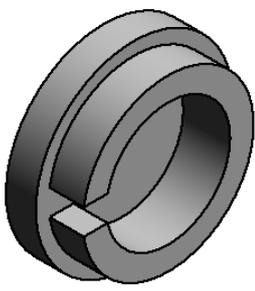
- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| 1. T8; M6                            | 18. G0 ; Z50.0 ;                                |
| 2. G17 ; G40 ; G80 ;                 | 19. M5 ; M30 ;                                  |
| 3. G90 ; G55 ; G0 ; X95.0<br>Y15.0 ; | 20. N100 ; ( 46 x 14 )                          |
| 4. S600 ; M3 ;                       | 21. G91 ; G1; Z-0.5 ; F100 ;                    |
| 5. G43 ; H8 ; Z50.0 ;                | 22. G90 ; G41 ; D100 ; X35.0<br>; Y0.0 ; F350 ; |
| 6. Z0.0 ;                            | 23. G1 ; X35.0 ; Y-43.0 ;                       |
| 7. G1 ; X-95.0 ; F80 ;               | 24. X-35.0 ; Y-43.0 ;                           |
| 8. G0 ; X-95.0 ; Y-15.0              | 25. X-35.0 ; Y-43.0 ;                           |
| 9. G1 X95 ; F80 ;                    | 26. X 35.0 ; Y 43.0 ;                           |
| 10. G0 ; Z50.0 M5                    | 27. X 35.0 ; Y 0.0 ;                            |
| 11. T6 ; M6                          | 28. G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;                        |
| 12. G90 G55 G0 X0.0 Y0.0             | 29. M99 ;                                       |
| 13. S800 M3                          | 30. G91 ; G1 ; Z-0.5 ; F100 ;                   |
| 14. G1 ; Z-2.0 ; F100 ;              | 31. G90 ; G41 ; D6; X35.0 ;<br>Y0.0 ; F350      |
| 15. M98 ; H400 ; L12 ;<br>(40 x 6)   | 32. G1 ; X35.0 ; Y-6.28 ;                       |
| 16. G1 ; Z-8.0 ; F100 ;              | 33. X-37.0 ; Y-21.26 ;                          |
| 17. M98 ; H500; L10 ( 29 x 5)        | 34. X-37.0 ; Y-21.26 ;                          |

35. X35.0 ; Y43.0 ;  
 36. X35.0 ; Y0.0 ;  
 37. G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;  
 38. M99 ;  
 39. N200 (DIES);  
 40. G91 ; G1 ; Z-0.5 ; F100 ;  
 41. G90 ; G41 ; D6; X40.0 ;  
 Y0.0 ; F350 ;  
 42. G2 ; X37.0 ; Y-6.24 ; R8.0  
 43. G1 ; X18.98 ; Y-21.26 ;  
 44. G2 ; X-18.98 ; Y-21.6 ;  
 R28.5 ;  
 45. G1 ; X-37.0 ; Y-6.24 ;  
 46. G2 ; X-37.0 ; Y6.24 ; R8.0  
 47. G1 ; X-18.98 ; Y21.26 ;  
 48. G2 ; X18.98 ; Y21.26 ;  
 R28.5 ;  
 49. G1 ; X37.0 ; Y6.24 ;  
 50. G2 ; X40.0 ; Y0.0 ;  
 51. G1 ; G40 ; X63.0 ; Y0.0 ;  
 52. M99

### C. Langkah Kerja Pembuatan Inti Cetakan Bawah

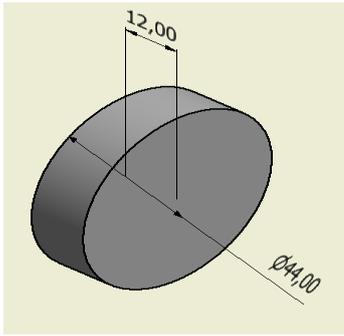
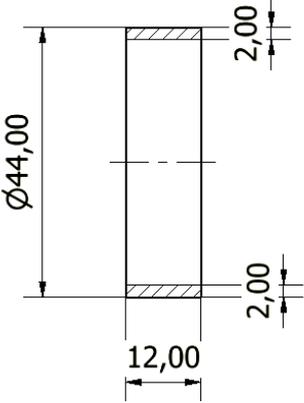
**Tabel 4.6** Proses Pembuatan Inti Bawah

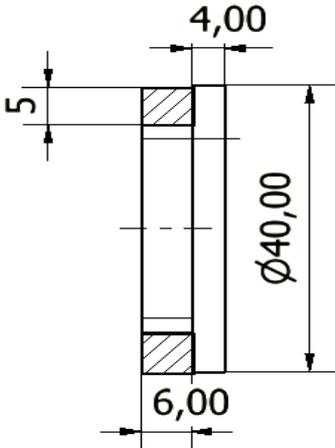
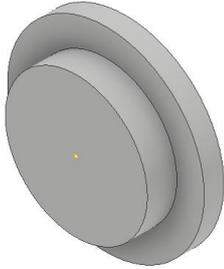
No	Proses	Gambar	Alat	Waktu (menit)
1	Siapkan Material Poros Almunium Casting Alloy $\varnothing 50 \times 20$ mm			
2.	Proses pembubutan memanjang pada sisi luar inti bawah		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka</li> </ul>	15

			Sorong	
3.	Proses pembubutan memanjang		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka</li> </ul>	10
4	Proses pembubutan memanjang pada sisi bagian dalam inti cetakan bawah		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka</li> </ul>	8
5	Selesai lepaskan benda kerja dan bersihkan kotoran yang menempel			

#### D. Langkah Kerja Pembuatan Inti Cetakan Atas

**Tabel 4.7** Proses Pembuatan Inti Atas

No	Proses	Gambar	Alat	Waktu (menit)
1	Siapkan Material Poros Almunium Casting Alloy $\varnothing 50 \times 20 \text{ mm}$			
2.	Proses pembubutan memanjang pada sisi luar inti atas		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka Sorong</li> </ul>	15

3.	Proses pembubutan memanjang		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka Sorong</li> </ul>	10
4.	Proses pembubutan memanjang pada sisi bagian dalam inti cetakan atas		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Poros almunium</li> <li>- Mesin bubut</li> <li>- Kunci Chuck</li> <li>- Mata Pahat bubut</li> <li>- Center Drill</li> <li>- Center Putar</li> <li>- Chuck Drill</li> <li>- Jangka Sorong</li> </ul>	8

#### 4.1.2.2. Perhitungan Waktu Pengerjaan Cetakan

##### A. Perhitungan Milling Cetakan Bagian Atas (*Milling*)

Pada proses pembuatan cetakan bagian atas terdapat dua siklus pengerjaan yakni : pengerjaan meratakan permukaan (1), pengerjaan pembentukan permukaan atas (2).

##### 1. Pengerjaan 1 (meratakan permukaan)

Diketahui : Cutter  $\varnothing 8$  mm

Tebal pemakanan = 0,5 mm

Fz = 0,08 mm/tooth (lihat lampiran)

Z = 8 tooth

Kedalaman lubang = 2 mm,

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

$$L = \text{Panjang siklus milling}$$

Dicari :  $T_m$  total....?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} L_1 &= 5 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + 5 \text{ mm} \\ &= 110 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n &= \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \dots\dots\dots(\text{Modul bahan ajar Fenoria,2017}) \\ &= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 8} \\ &= 994,71 \approx 1000 \text{ rpm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f &= f_z \cdot z \cdot n \\ &= 0,04 \text{ mm/tooth} \cdot 4 \text{ tooth} \cdot 1000 \text{ rpm} \\ &= 160 \text{ mm/menit} \end{aligned}$$

$$T_{m1} = \frac{L_1}{f} = \frac{110}{160} = 0,687 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan permukaan 2 mm

$$\frac{2}{0,5} = 4 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m1} = 4 \times 0,687 \text{ menit} = 2,748 \text{ menit}$$

Untuk meratakan permukaan atas dan bawah ;  $2 \times 2,748 \text{ menit} = 5,496 \text{ menit}$

$$\begin{aligned} T_{p1} &= T_m \\ &= 5,496 \text{ menit} \end{aligned}$$

## 2. Pengerjaan 2

- Diketahui :
- Cutter  $\varnothing 10 \text{ mm}$
  - Tebal pemakanan = 0,5 mm
  - $F_z$  = 0,04 mm/tooth (lihat lampiran)
  - $Z$  = 4 tooth
  - Kedalaman lubang = 8 mm , 2 mm , dan 12 mm

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

$$L = \text{Panjang siklus milling}$$

Dicari :  $T_m$  total...?

Penyelesaian :

$$L_1 = 6 + (\pi \times 6) + 6 + (\pi \times 12) + 6 + (\pi \times 18)$$

$$= 137,04 \text{ mm}$$

$$L_2 = 6 + (\pi \times 8) + 6 + (\pi \times 16)$$

$$= 87,36 \text{ mm}$$

$$L_3 = 4 + (\pi \times 4) + 3,05 + (\pi \times 8)$$

$$= 41,8 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 8}$$

$$= 994,71 \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$f = f_z \cdot z \cdot n$$

$$= 0,04 \text{ mm/tooth} \cdot 4 \text{ tooth} \cdot 1000 \text{ rpm}$$

$$= 160 \text{ mm/menit}$$

$$- T_{m1} = \frac{L_1}{f} = \frac{137,04}{160} = 0,856 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 8 mm ;

$$\frac{8}{0,5} = 16 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m1} = 16 \times 0,856 \text{ menit} = 13,704 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi  $1 \times 13,704 \text{ menit} = 13,704 \text{ menit}$

$$- T_{m2} = \frac{L_2}{f} = \frac{87,36}{160} = 0,546 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 2 mm ;

$$\frac{2}{0,5} = 4 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m2} = 4 \times 0,546 \text{ menit} = 2,184 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi  $1 \times 2,184 \text{ menit} = 2,184 \text{ menit}$

$$- T_{m3} = \frac{L3}{f} = \frac{41,8}{160} = 0,26 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 12 mm ;

$$\frac{12}{0,5} = 24 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m3} = 24 \times 0,26 \text{ menit} = 6,24 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi  $1 \times 6,24 \text{ menit} = 6,24 \text{ menit}$

Jadi, total waktu milling pada pengerjaan 2 :

$$\begin{aligned} T_{p2} &= T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} \\ &= 13,704 \text{ menit} + 2,184 \text{ menit} + 6,24 \text{ menit} \\ &= 22,128 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total waktu permesinan cetakan bagian atas adalah menggunakan mesin milling adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_{\text{total milling}} &= T_{p1} + T_{p2} \\ &= 5,496 \text{ menit} + 22,128 \text{ menit} \\ &= 27,624 \text{ menit} \end{aligned}$$

Pada Proses pembuatan cetakan bagian atas terdapat 4 lubang dua lubang berdiameter 10 mm dan dua lubang berdiameter 8 mm. Maka perhitungan waktu pekerjaannya sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui :} \quad \text{Mata Bor} &= \varnothing 8 \text{ mm dan } \varnothing 10 \text{ mm} \\ \text{Sr} &= 0,1 \text{ mm/putaran} \\ \text{Vc} &= 20 \text{ m/menit} \\ \text{L} &= \text{Kedalaman Pemakanan} \\ &= 1 + 0,3 \cdot d \text{ (mm)} \end{aligned}$$

Dicari :  $T_{\text{total drilling}} \dots ?$

Penyelesaian

- Pengerjaan Drilling 1 (lubang  $\varnothing 8 \text{ mm}$ )

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots(\text{Modul bahan ajar Fenoria,2017})$$

$$= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 8}$$

$$= 995,22 \approx 995 \text{ rpm}$$

$$L_1 = 1 + (0,3 \cdot d) = 12 + (0,3 \cdot 8) = 15 \text{ mm}$$

$$T_{m1} = \frac{L1}{sr \times n} = \frac{15}{0,1 \times 995} = 0,15 \text{ menit}$$

$$= 0,15 \text{ menit} \times \text{banyak pengeboran}$$

$$= 0,15 \text{ menit} \times 2 = 0,3 \text{ menit}$$

- Pengerjaan Drilling 2 (lubang Ø10 mm)

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots(\text{Modul bahan ajar Fenoria,2017})$$

$$= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 10}$$

$$= 795,77 \approx 800 \text{ rpm}$$

$$L_2 = 1 + (0,3 \cdot d) = 12 + (0,3 \cdot 10) = 24 \text{ mm}$$

$$T_{m2} = \frac{L2}{sr \times n} = \frac{24}{0,1 \times 995} = 0,3 \text{ menit}$$

$$= 0,3 \text{ menit} \times \text{banyak pengeboran}$$

$$= 0,3 \text{ menit} \times 2 = 0,6 \text{ menit}$$

$$\text{Jadi } T_{\text{total drilling}} = T_{m1} + T_{m2}$$

$$= 0,3 \text{ menit} + 0,6 \text{ menit}$$

$$= 0,9 \text{ menit}$$

**B. Perhitungan Milling Cetakan Bagian Bawah (*Milling*)**

Perhitungan Waktu Pengerjaan Mesin Frais (*Milling*)

Pada proses pembuatan cetakan bagian bawah terdapat dua siklus pengerjaan yakni : pengerjaan meratakan permukaan (1), pengerjaan pembentukan permukaan atas (2).

3. Pengerjaan 1 (meratakan permukaan)

Diketahui : Cutter Ø8 mm

Tebal pemakanan = 0,5 mm

Fz = 0,08 mm/tooth (lihat lampiran)

Z = 8 tooth

Kedalaman lubang = 2 mm,

Vc = 25 m/menit

L = Panjang siklus milling

Dicari : Tm total....?

Penyelesaian :

$$L1 = 5 \text{ mm} + 100 \text{ mm} + 5 \text{ mm}$$

$$= 110 \text{ mm}$$

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots(\text{Modul bahan ajar Fenoria,2017})$$

$$= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 8}$$

$$= 994,71 \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$f = fz \cdot z \cdot N \dots\dots\dots(\text{Modul bahan ajar Fenoria,2017})$$

$$= 0,04 \text{ mm/tooth} \cdot 4 \text{ tooth} \cdot 1000 \text{ rpm}$$

$$= 160 \text{ mm/menit}$$

$$Tm1 = \frac{L1}{f} = \frac{110}{160} = 0.687 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan permukaan 2 mm

$$\frac{2}{0,5} = 4 \text{ x pemakanan, jadi } Tm1 = 4 \times 0,687 \text{ menit} = 2,748 \text{ menit}$$

Untuk meratakan permukaan atas dan bawah ; 2 x 2,748 menit = 5,496 menit

$$Tp1 = Tm$$

$$= 5,496 \text{ menit}$$

#### 4. Pengerjaan 2

Diketahui :	Cutter $\varnothing 10 \text{ mm}$
	Tebal pemakanan = 0,5 mm
	Fz = 0,04 mm/tooth (lihat lampiran)
	Z = 4 tooth
	Kedalaman lubang = 8 mm , 2 mm , dan 12 mm
	Vc = 25 m/menit
	L = Panjang siklus milling

Dicari :  $T_m$  total...?

Penyelesaian :

$$L_1 = 6 + (\pi \times 6) + 6 + (\pi \times 12) + 6 + (\pi \times 18)$$

$$= 137,04 \text{ mm}$$

$$L_2 = 6 + (\pi \times 8) + 6 + (\pi \times 16)$$

$$= 87,36 \text{ mm}$$

$$L_3 = 4 + (\pi \times 4) + 3,05 + (\pi \times 8)$$

$$= 41,8 \text{ mm}$$

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

$$= \frac{1000 \times 25}{\pi \times 8}$$

$$= 994,71 \approx 1000 \text{ rpm}$$

$$f = fz \cdot z \cdot n$$

$$= 0,04 \text{ mm/tooth} \cdot 4 \text{ tooth} \cdot 1000 \text{ rpm}$$

$$= 160 \text{ mm/menit}$$

$$- T_{m1} = \frac{L_1}{f} = \frac{137,04}{160} = 0,856 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 8 mm ;

$$\frac{8}{0,5} = 16 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m1} = 16 \times 0,856 \text{ menit} = 13,704 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi 1 x 13,704 menit = 13,704 menit

$$- T_{m2} = \frac{L2}{f} = \frac{87,36}{160} = 0,546 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 2 mm ;

$$\frac{2}{0,5} = 4 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m2} = 4 \times 0,546 \text{ menit} = 2,184 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi 1 x 2,184 menit = 2,184 menit

$$- T_{m3} = \frac{L3}{f} = \frac{41,8}{160} = 0,26 \text{ menit}$$

Karena tebal pemakanan 0,5 mm maka kedalaman pemakanan lubang 12 mm ;

$$\frac{12}{0,5} = 24 \text{ x pemakanan, jadi } T_{m3} = 24 \times 0,26 \text{ menit} = 6,24 \text{ menit}$$

Untuk satu lubang jadi 1 x 6,24 menit = 6,24 menit

Jadi, total waktu milling pada pengerjaan 2 :

$$\begin{aligned} T_{p2} &= T_{m1} + T_{m2} + T_{m3} \\ &= 13,704 \text{ menit} + 2,184 \text{ menit} + 6,24 \text{ menit} \\ &= 22,128 \text{ menit} \end{aligned}$$

Total waktu permesinan cetakan bagian bawah adalah menggunakan mesin milling sebagai berikut :

$$\begin{aligned} T_{\text{total milling}} &= T_{p1} + T_{p2} \\ &= 5,496 \text{ menit} + 22,128 \text{ menit} \\ &= 27,624 \text{ menit} \end{aligned}$$

### C. Pengerjaan Inti Cetakan Atas

Poros Inti atas yang akan dikerjakan ini berukuran

#### 1. Perhitungan Waktu Pengerjaan Mesin Bubut (Turning)

Pada proses pembuatan inti cetakan bagian atas hanya menggunakan mesin bubut saja, untuk perhitungan waktu sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : Benda kerja} &= \varnothing 40 \times 15 \text{ mm} \\ \text{Tebal pemakanan} &= 1 \text{ mm (rouging) } 0,5 \text{ mm (finishing)} \end{aligned}$$

$V_c = 20 \text{ m/menit}$   
 $S_r = 0,5 \text{ mm/rev}$   
 $L = \text{Panjang langkah bubut}$

Dicari :  $T_m \text{ Bubut.....?}$

Penyelesaian :

Pengerjaan 1 pembubutan memanjang dari  $\varnothing 40$  menjadi  $\varnothing 29$

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{1000 \times V_c}{\pi \times d} \\
 &= \frac{1000 \times 20}{\pi \times 40} \\
 &= 159,235 \text{ rpm} \approx 159 \text{ rpm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 L &= l_a + l \\
 &= 5 + 6 \text{ mm} \\
 &= 11 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$T_{m1} = \frac{L^2}{s_r \times n} = \frac{11}{0,5 \times 159} = 0,14 \text{ menit}$$

Karena tebal yang akan dibubut = 11 mm, maka total waktu pengerjaan adalah

$$T_{m1} = 11 \times 0,14 \text{ menit} = 1,54 \text{ menit}$$

## 2. Perhitungan Waktu Pengerjaan Mesin Bubut (Turning)

Pada proses pembuatan inti cetakan bagian atas hanya menggunakan mesin bubut saja, untuk perhitungan waktu sebagai berikut :

Diketahui : Benda kerja =  $\varnothing 47 \times 40 \text{ mm}$   
 Tebal pemakanan = 1 mm (rouging) 0,5 mm (finishing)  
 $V_c = 20 \text{ m/menit}$   
 $S_r = 0,5 \text{ mm/rev}$   
 $L = \text{Panjang langkah bubut}$

Dicari : Tm Bubut.....?

Penyelesaian :

Pengerjaan 1 pembubutan memanjang dari Ø47 menjadi Ø40

$$\begin{aligned}n &= \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \\ &= \frac{1000 \times 20}{\pi \times 40} \\ &= 135,519 \text{ rpm} \approx 136 \text{ rpm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L &= la + l \\ &= 5 + 8 \text{ mm} \\ &= 13 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$Tm1 = \frac{L2}{sr \times n} = \frac{13}{0,5 \times 136} = 0,19 \text{ menit}$$

Karena tebal yang akan dibubut = 7 mm, maka total waktu pengerjaan adalah

$$Tm1 = 7 \times 0,19 \text{ menit} = 1,33 \text{ menit}$$

Jadi waktu total yang dibutuhkan untuk pembubutan inti cetakan atas dan bawah yaitu :

$$\begin{aligned}Tm \text{ total} &= Tm1 + Tm2 \\ &= 1,54 \text{ menit} + 1,33 \text{ menit} \\ &= 2,87 \text{ menit}\end{aligned}$$

### 3. Perhitungan Waktu Pengerjaan Mesin Bubut (Turning)

Pada proses pembuatan inti cetakan bagian atas hanya menggunakan mesin bubut saja, untuk perhitungan waktu sebagai berikut :

Diketahui :	Benda kerja	= Ø30 x 40 mm
	Tebal pemakanan	= 1 mm (rouging) 0,5 mm (finishing)
	Vc	= 20 m/menit
	Sr	= 0,5 mm/rev

$L$  = Panjang langkah bubut

Dicari :  $T_m$  Bubut.....?

Penyelesaian :

Pengerjaan 1 pembubutan memanjang dari  $\varnothing 40$  menjadi  $\varnothing 29$

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

$$= \frac{1000 \times 20}{\pi \times 30}$$

$$= 212,314 \text{ rpm} \approx 212 \text{ rpm}$$

$$L = l_a + l$$

$$= 5 + 32 \text{ mm}$$

$$= 37 \text{ mm}$$

$$T_m = \frac{L}{s_r \times n} = \frac{37}{0,5 \times 42} = 0,35 \text{ menit}$$

Karena tebal yang akan dibubut = 20 mm, maka total waktu pengerjaan adalah

$$T_m = 20 \times 0,35 \text{ menit} = 7 \text{ menit}$$

Karena poros yang dibutuhkan sebanyak 2, maka =  $7 \times 2 = 14$  menit

#### D. Waktu Total Permesinan

Sebelum menghitung waktu total permesinan untuk membuat cetakan ini, dikelompokkan terlebih dahulu menjadi dua, yaitu waktu total permesinan *milling*, dan waktu total permesinan bubut.

##### 1. Waktu Total Mesin *Milling*

**Tabel 4.8** Waktu Pengerjaan Mesin *Milling*

No	Nama Bagian	Waktu Pengerjaan (menit)				
		$T_{\text{setting}}$	$T_{\text{Peng}}$	$T_{\text{m mill}}$	$T_{\text{m bor}}$	$T_{\text{m total}}$
1	Cetakan bawah	20	10	27,624	0,9	58,524
2	Cetakan atas	20	10	35,637	0,9	43,253
3	Inti cetakan bawah	20	10	13,500	-	43,500

4	Inti cetakan atas	20	10	10,270	-	40,270
<b>Total Waktu Pengerjaan (menit)</b>						<b>185,547</b>

## 2. Waktu Total Mesin *Turning*

**Tabel 4.9** Waktu Pengerjaan Mesin *Turning*

No	Nama Bagian	Waktu Pengerjaan (menit)			
		T <sub>setting</sub>	T <sub>Peng</sub>	T <sub>m bubut</sub>	T <sub>m total</sub>
1	Cetakan bawah	-	-	-	-
2	Cetakan atas	-	-	-	-
3	Inti cetakan bawah	20	10	1,330	31,330
4	Inti cetakan atas	20	10	1,540	31,540
<b>Total Waktu Pengerjaan (menit)</b>					<b>62,870</b>

## 3. Waktu Total

**Tabel 4.10** Waktu Pengerjaan Total

No	Nama Bagian	Waktu Pengerjaan (menit)		
		Milling	Bubut	T <sub>m total</sub>
1	Cetakan bawah	58,524	-	58,524
2	Cetakan atas	43,253	-	43,253
3	Inti cetakan bawah	-	31,330	31,330
4	Inti cetakan atas	-	31,540	31,540
5	<i>Assembling</i>	-	-	15
<b>Total Waktu Pengerjaan (menit)</b>				<b>179,647</b>

Jadi, total waktu permesinan untuk membuat cetakan permanen karet gasket pompa air shimizu ini adalah:

$$T_m \text{ total} = 179,647 \text{ menit} \approx \frac{179,647 \text{ menit}}{60 \text{ menit / jam}} \approx 3,99 \text{ jam.}$$

Jika dalam sehari operator bengkel bekerja selama 8 jam , maka waktu yang dibutuhkan untuk membuat cetakan ini adalah 1 (satu) hari.

#### **4.2. Perhitungan Biaya Produksi**

Dalam pembuatan cetakan, sangat diperlukan analisa biaya produksinya karena dalam analisa biaya inilah kita dapat mengetahui biaya-biaya yang diperlukan selama proses produksi. Adapun biaya-biaya yang dikeluarkan dan termasuk kedalam kategori biaya produksi dalam pembuatan cetakan ini adalah sebagai berikut:

- A. Biaya material
- B. Biaya sewa mesin
- C. Biaya operator
- D. Biaya tak terduga
- E. Total Biaya Produksi
- F. Break Event Point (BEP)

Untuk bahan baku yang diperlukan dapat dibeli di psaran sesuai dengan harga pasar yang dihitung berdasarkan berat material baku.

##### **A. Biaya Material (BM)**

Untuk mengetahui besarnya biaya yang dibutuhkan untuk pembelian bahan baku dalam rancang bangun cetakan karet seal pompa air ini berdasarkan harga material dipasaran. Material yang digunakan untuk rancang bangun ini adalah plat dan poros (round bar) Aluminium dan mempunyai massa  $2,7 \text{ gr/cm}^3$ . Pemilihan bahan Aluminium karena dari berbagai perbandingan beberapa jenis bahan yang ada dan dapat dikerjakan dengan mudah menggunakan mesin *CNC (Computer Numerical Control)*. Harga bahan Aluminium dipasaran per kilogram yaitu Rp.26.000,- (berdasarkan website :

<http://fjb.m.kaskus.co.id/product/530470dcb1715378b465d/aluminium-aluminium-ingot-batangan/>)

Untuk menentukan harga material yang dikeluarkan untuk keperluan produksi ini, digunakan rumus:

- Volume bentuk balok =  $p \times l \times t$

- Volume bentuk silinder =  $\frac{\pi}{4} \times d^2 \times h$

- Berat material (W) = V × ρ

- Harga material = W × HS

Dimana : W = Berat material (Kg)

V = volume material (cm<sup>3</sup>)

ρ = massa jenis material (g/cm<sup>3</sup>)

TH = total harga per material (Rupiah)

HS = Harga Satuan (Rp/Kg)

p = panjang (mm)

l = lebar (mm)

t = tinggi (mm)

d = diameter (mm)

#### 1. Ukuran bahan plat

Untuk membuat bagian cetakan atas dan bawah yang berukuran 100 × 100 × 35 mm digunakan material mentah Aluminium dengan ukuran 215 × 105 × 40 mm dan massa jenis (ρ) = 2,7 g/cm<sup>3</sup>, yang selanjutnya dikerjakan dengan proses permesinan sehingga material terbagi menjadi 2 bagian dengan ukuran yang sama.

Maka volume material adalah :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= p \times l \times t \\ &= 215 \text{ mm} \times 105 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \\ &= 903000 \text{ mm}^3 \\ &= 903 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, berat material yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times \rho \\ &= 903 \text{ cm}^3 \times 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ &= 2438,1 \text{ gram} \\ &= 2,3481 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah didapat berat material, maka dapat dihitung harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan / material Aluminium yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \text{berat material} \times \text{harga material per kg} \\ &= 2,3481 \text{ kg} \times \text{Rp.26.000,-} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp. } 63.390,6,- = \text{Rp.}64.000,-$$

2. Ukuran bahan inti atas Ø40 mm

Untuk membuat bagian inti atas dengan ukuran Ø40 × 10 mm digunakan material Aluminium dengan ukuran Ø40 × 15 mm dan massa jenis ( $\rho$ ) = 2,7 g/cm<sup>3</sup> yang akan dikerjakan dengan proses permesinan. Maka volume material adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times (20 \text{ mm})^2 \times 15 \text{ mm} \\ &= 18.840 \text{ mm}^3 \\ &= 18,84 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, berat material yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times \rho \\ &= 18,84, \text{cm}^3 \times 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ &= 50,87 \text{ gram} \\ &= 0,0509 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah didapat berat material, maka dapat dihitung harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan / material Aluminium yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \text{berat material} \times \text{harga material per kg} \\ &= 0,0509 \text{ kg} \times \text{Rp.}26.000,- \\ &= \text{Rp. } 1.323,4,- = \text{Rp.}1.400,- \end{aligned}$$

3. Ukuran bahan inti bawah Ø46 mm

Untuk membuat bagian poros dengan ukuran Ø46 × 15 mm digunakan material Aluminium dengan ukuran Ø48 × 20 mm dan massa jenis ( $\rho$ ) = 2,7 g/cm<sup>3</sup> yang akan dikerjakan dengan proses permesinan. Maka volume material adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times (24 \text{ mm})^2 \times 20 \text{ mm} \\ &= 36172,8 \text{ mm}^3 \\ &= 36,1728 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, berat material yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times \rho \\ &= 36,1728, \text{cm}^3 \times 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ &= 97,66656 \text{ gram} \end{aligned}$$

$$= 0,0977 \text{ kg}$$

Setelah didapat berat material, maka dapat dihitung harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan / material Aluminium yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \text{berat material} \times \text{harga material per kg} \\ &= 0,0978 \text{ kg} \times \text{Rp. 26.000} \\ &= \text{Rp. 2.539,33,-} = \text{Rp.2.600,-} \end{aligned}$$

#### 4. Ukuran bahan poros Ø8 mm

Untuk membuat bagian poros dengan ukuran Ø8 × 15 mm digunakan material Aluminium dengan ukuran Ø30 × 20 mm dan massa jenis ( $\rho$ ) = 2,7 g/cm<sup>3</sup> yang akan dikerjakan dengan proses permesinan. Maka volume material adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times (15 \text{ mm})^2 \times 20 \text{ mm} \\ &= 14130 \text{ mm}^3 \\ &= 14,13 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

Jadi, berat material yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times \rho \\ &= 14,13 \text{ cm}^3 \times 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ &= 38,15 \text{ gram} \\ &= 0,03815 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah didapat berat material, maka dapat dihitung harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan / material Aluminium yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \text{berat material} \times \text{harga material per kg} \\ &= 0,03815 \text{ kg} \times \text{Rp.26.000,-} \\ &= \text{Rp. 991,-} = \text{Rp.1.000,-} \end{aligned}$$

#### 5. Untuk bahan poros Ø 10 mm

Untuk membuat bagian poros dengan ukuran Ø10 × 32 mm digunakan material Aluminium dengan ukuran Ø30 × 40 mm dan massa jenis ( $\rho$ ) = 2,7 g/cm<sup>3</sup> yang akan dikerjakan dengan proses permesinan. Maka volume material adalah:

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \pi \times r^2 \times t \\ &= 3,14 \times (15 \text{ mm})^2 \times 40 \text{ mm} \\ &= 28260 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$= 28,26 \text{ cm}^3$$

Jadi, berat material yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned} W &= V \times \rho \\ &= 28,26 \text{ cm}^3 \times 2,7 \text{ g/cm}^3 \\ &= 76,302 \text{ gram} \\ &= 0,076302 \text{ kg} \end{aligned}$$

Setelah didapat berat material, maka dapat dihitung harga yang dikeluarkan untuk membeli bahan / material Aluminium yang diperlukan:

$$\begin{aligned} \text{Harga} &= \text{berat material} \times \text{harga material per kg} \\ &= 0,076302 \text{ kg} \times \text{Rp. 26.000} \\ &= \text{Rp. 1.983,9,-} = 2.000,- \end{aligned}$$

Dengan metode yang sama seperti dituliskan sebelumnya, untuk perhitungan harga material yang lain dibuat dalam bentuk daftar tabel untuk memudahkan pembacaan.

**Tabel 4.11** Biaya Material

No.	Nama Bagian	Dimensi (mm)	Berat (Kg)	Jumlah	Harga (Rp)
1.	Plat Atas & Bawah	215 × 105 × 40	2,348	1	Rp.64.000,-
2.	Inti Atas Ø40 mm	Ø40 × 15	0,0509	1	Rp.1.400,-
3.	Inti Bawah Ø40 mm	Ø40 × 20	0,0678	1	Rp.2.600,-
4.	Poros Ø8 mm	Ø30 × 20	0,038	2	Rp.2.000,-
5.	Poros Ø 10 mm	Ø30 × 40	0,076	2	Rp.4.000,-
<b>Total Biaya Bahan</b>					<b>Rp. 74.000,-</b>

Jadi, total Biaya Material (BM) secara keseluruhan untuk membuat cetakan ini membutuhkan biaya sebesar Rp.74.000,-

## B. Biaya Sewa Mesin (BSM)

Untuk biaya sewa mesin dalam proses pembuatan cetakan ini, penulis tidak mengeluarkan biaya dikarenakan menggunakan fasilitas dari kampus Politeknik Negeri Sriwijaya, namun apabila ingin dihitung biaya sewa mesin yang dikeluarkan penulis mendapat informasi harga sewa mesin dari sumber website, yaitu:

([http://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.bblm.go.id/images/tarif/Tarif\\_PPNB\\_2017.pdf&ved=2ahUKEwiU9ly-sZvjAhVLQY8KHbXiDLwQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw26Sy0sxWWgfsQiutrsP”Pz](http://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=http://www.bblm.go.id/images/tarif/Tarif_PPNB_2017.pdf&ved=2ahUKEwiU9ly-sZvjAhVLQY8KHbXiDLwQFjAAegQIAhAB&usg=AOvVaw26Sy0sxWWgfsQiutrsP”Pz)).

**Tabel 4.12** Harga Sewa Mesin

JENIS PENERIMAAN NEGARA BUKAN PAJAK				SATUAN	TARIF
				N	(Rp)
<b>I</b>	<b>JASA PELAYANAN PELATIHAN</b>				
	A	Jasa Pelatihan			
		1	Pelatihan pengelasan (non sertifikasi) (56 jpl)		
		a	Peserta 2 orang	per orang	16,000,000
		b	Peserta 3 orang	per orang	12,500,000
		c	Peserta $\geq$ 5 orang	per orang	10,000,000
		2	Pelatihan Kalibrasi (24 jpl)		
		a	Peserta 2 orang	per orang	5,000,000
		b	Peserta 3 orang	per orang	4,000,000

		c	Peserta $\geq$ 5 orang	per orang	3,000,000
		3	Pelatihan pengecoran (non sertifikasi) (56 jpl)		
		a	Peserta 2 orang	per orang	16,500,000
		b	Peserta 3 orang	per orang	16,000,000
		c	Peserta $\geq$ 5 orang	per orang	15,000,000
	B		Jasa Pengajar dan Honor Pelaksana		
		1	Teori	per orang/jpl	100,000
		2	Praktek	per orang/jpl	60,000
		3	Pelaksana	per orang/jpl	75,000
	C		Jasa Pelatihan Kontraktual		
		1	Honor Instruktur	per orang/jpl	300,000
	D		Jasa Lainnya		
		1	Pembuatan bahan ajar	per diktat/edisi	500,000
		2	pembuatan silabus	per silabus	4,000,000

<b>II</b>	<b>JASA PELAYANAN SUPERVISI</b>				
	A	Jasa Supervisor dan Honor Pelaksana			
		1	Supervisor	per hari orang	1,000,000
		2	Pembantu Supervisor	per hari orang	700,000
<b>III</b>	<b>JASA PEMESINAN</b>				
		1	Milling CNC	per jam	175,000
		2	Bubut CNC	per jam	155,000
		3	Milling	per jam	75,000
		4.	Bubut	per jam	50.000

Rumus yang digunakan untuk perhitungan Biaya Sewa Mesin antara lain:

$$\mathbf{BSM = Tm \times B}$$

Keterangan:    BSM        = Biaya Sewa Mesin  
                       Tm         = Waktu Permesinan (jam)  
                       B            = Sewa Mesin (rupiah/jam)

Adapun perhitungan harga sewa mesin sebagai berikut:

1. Perhitungan mesin *milling*

Waktu total proses pengerjaan milling yaitu 185,55 menit atau sama halnya dengan 3,09 jam.

Sehingga didapat;

$$\begin{aligned} \text{BSM} &= Tm \times B \\ &= 3,09 \text{ jam} \times \text{Rp.40.000,-/jam} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp.123.600,-}$$

## 2. Perhitungan mesin bubut

Waktu total proses pengerjaan bubut yaitu 85,23 menit atau sama halnya dengan 1,42 jam.

Sehingga didapat:

$$\begin{aligned} \text{BSM} &= T_m \times B \\ &= 1,42 \text{ jam} \times \text{Rp.50.000,-/jam} \\ &= \text{Rp.71.000,-} \end{aligned}$$

**Tabel 4.13** Biaya Sewa Mesin

No.	Mesin	Waktu	Harga/jam	Harga Sewa (Rp)
1.	<i>Milling</i>	3.58	Rp.75.000,-	Rp.123.600,-
2.	Bubut	1,9	Rp.50.000,-	Rp.71.000,-
<b>Total Biaya Komponen Alat</b>				<b>Rp.194.600,-</b>

Jadi, total Biaya Sewa Mesin (BSM) yang dikeluarkan adalah sebesar Rp.194.600,-

## C. Biaya Operator

Untuk biaya operator diambil dari Upah Minimum Provinsi (UMP) Sumatera Selatan 2019 yaitu Rp.2.805.751,-/bulan naik sebesar 8 persen dari tahun sebelumnya yaitu sebesar Rp. 2.595.994,- (berdasarkan website : <http://gajimu.com/garmen/gaji-pekerja-garmen/gaji-minimum/ump-umk-sumsel>). Jadi, untuk menghitung biaya operator per hari digunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Upah} = \frac{\text{UMP}}{(\text{jumlah hari kerja dalam satu bulan} \times \text{waktu kerja dalam satu hari})}$$

Sehingga bisa kita ketahui biaya operatornya sebesar:

$$\text{Upah} = \frac{\text{UMP}}{(\text{jumlah hari kerja dalam satu bulan} \times \text{waktu kerja dalam satu hari})}$$

$$= \frac{\text{Rp. 2.805.751, -}}{25(\times 8 \text{ jam})}$$

$$= \text{Rp. 14.028,755, -/jam}$$

Maka total Biaya Operator (BO) adalah:

$$\begin{aligned} \text{BO} &= \text{Upah} \times \text{total waktu pengerjaan} \\ &= \text{Rp.14.028,755,-} \times 4 \text{ jam} \\ &= \text{Rp.56.115,02,-} = \text{Rp.56.000,-} \end{aligned}$$

#### D. Biaya Tak Terduga

Biaya tak terduga diambil 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin, jadi untuk mencari rumus biaya tak terduga adalah:

$$\mathbf{BT = 15\% \times (BSM + HM)}$$

Keterangan :  
 BT = Biaya Tak Terduga  
 BSM = Biaya Sewa Mesin  
 HM = Harga Material

Maka Biaya Tak Terduga (BT) adalah:

$$\begin{aligned} \text{BT} &= 15\% \times (\text{BSM} + \text{HM}) \\ &= 15\% \times (\text{Rp.194.600,-} + \text{Rp.74.000,-}) \\ &= 15\% \times \text{Rp.268.600,-} \\ &= \text{Rp.40.290,-} = \text{Rp.41.000,-} \end{aligned}$$

#### E. Biaya Produksi Total

Jadi, total biaya produksi “Cetakan Permanen Karet gasket Pompa Air Shimizu” ini adalah;

$$\mathbf{BPT = HM + BSM + BO + BT}$$

Keterangan:  
 BPT = Biaya Produksi Total  
 BT = Biaya Tak Terduga  
 BSM = Biaya Sewa Mesin  
 HM = Harga Material  
 BO = Biaya Operator

Maka:

$$\begin{aligned} \text{BPT} &= \text{HM} + \text{BSM} + \text{BO} + \text{BT} \\ &= \text{Rp.74.000,-} + \text{Rp.194.600,-} + \text{Rp.56.000,-} + \text{Rp.41.000,-} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp.}365.600,- = \text{Rp.}366.000,-$$

Dari hasil perhitungan diatas didapat Biaya Produksi Total (BPT) untuk pembuatan “Cetakan Permanen Karet *Gasket* Pompa Air Shimizu” sebesar Rp.366.000,-

#### **F. Break Even Point (BEP)**

Untuk menghitung *Break Event Point (BEP)* dari penjualan produk gasket pompa air shimizu terhadap jumlah produk dan jumlah uang yang dihasilkan agar tidak mengalami kerugian, dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

- Rumus untuk menghitung jumlah produk yang dihasilkan:

$$BEP = \frac{\text{Biaya Produksi Total}}{\text{Harga Jual Produk} - \text{Modal produk}}$$

- Rumus untuk menghitung jumlah uang yang dihasilkan:

$$BEP = \frac{\text{Biaya Produksi Total}}{\text{Harga Jual Produk} - \text{Modal produk}} \times \text{Harga jual produk}$$

Dimana:

Biaya Tetap (Biaya Produksi Total)	= Rp.366.000,-
Harga Bahan Karet <i>Compound</i>	= Rp.10.000,-
Berat Bahan Karet <i>Compound</i>	= 250 gram
Berat volume benda (gasket)	= 9 gr
Harga Jual Produk Gasket	= Rp.5.000,-/buah
Modal Produk	= (Harga Bahan / Berat Bahan) × Berat Volume Benda = (Rp.10.000,- / 250gr) × 9gr = Rp.360,-

Maka, *Break Even Point (BEP)* dari penjualan adalah:

$$BEP = \frac{\text{Rp. } 366.000, -}{\text{Rp. } 5.000, - - \text{Rp. } 360, -}$$

$$= 78,879 = 79 \text{ produk.}$$

$$BEP = \frac{\text{Rp}366.000, -}{\text{Rp. } 5.000, - - \text{Rp. } 360, -} \times \text{Rp. } 5.000, -$$

$$= 79 \times \text{Rp.}5000,-$$

$$= \text{Rp.}395.000,-$$

Jadi, hasil produk yang harus dijual agar terjadi *Break Even Point (BEP)* sebanyak 79 produk, dan uang yang harus diterima dari penjualan produk Gaster Pompa Air Shimizu adalah Rp.395.000,-

### **4.3 Pengujian Alat**

#### **4.3.1 Tujuan Pengujian**

Adapun tujuan dari pengujian alat cetakan karet gasket pompa air sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui apakah alat ini dibuat sesuai dengan apa yang direncanakan.
2. Untuk mengetahui kemampuan alat saat dioperasikan.
3. Untuk mengetahui apakah produk yang dihasilkan sesuai dengan hasil maksimal yang diinginkan.

#### **4.3.2 Peralatan dan Bahan yang Digunakan**

Adapun peralatan yang digunakan pada saat pengujian adalah :

1. Mesin press manual
2. Pemanas listrik
3. Pengontrol suhu digital
4. Tungku pemanas
5. Cetakan karet gasket pompa air shimizu
6. Karet kompon
7. Gunting karet
8. Sarung tangan

#### **4.3.3 Prosedur pengujian alat**

Pada dasarnya pengujian ini hanyalah untuk mengetahui apakah alat yang dibuat sesuai dengan yang direncanakan dan mengetahui hasil dari pengujian alat apakah sesuai dengan yang diharapkan.

Adapun prosedur pengujian alat cetakan karet ini adalah :

1. Persiapkan alat yang digunakan.
2. Masukkan pemanas listrik ke dalam meja pelat pemanas. lalu lakukan pengisian cetakan.
3. Isi cetakan dengan cetakan karet kompon sampai benar-benar padat kurang lebih  $\pm 10$  gram



**Gambar 4.3** Cetakan sudah terisi karet penuh

4. Naikkan cetakan karet gasket pompa air ke atas meja pelat pemanas.
5. Hidupkan pemanas listrik.
6. Atur suhu pemanasan tungku/*set point* yang akan digunakan untuk proses pemanasan ( dalam proses ini 130 °C)



**Gambar 4.4** Pengontrol suhu digital

7. Tunggu sampai temperatur sampai pada suhu yang kita inginkan.
8. Setelah temperatur alat/*set point* mencapai suhu yang kita inginkan,
9. Berikan tekanan dengan mesin *press* dan tunggu suhu sampai  $\pm 20$  menit.
10. Setelah  $\pm 20$  menit matikan pengatur suhu, buka kran angin press hidrolik, lalu angkat cetakan dari atas tungku pemanas dengan menggunakan sarung tangan.
11. Lalu keluarkan hasil cetakan.

**Tabel 4.14** Pengaruh Variasi Waktu Terhadap Hasil Produk Temperatur

No	Temperatur (°C)	Waktu (menit)	Hasil	Visual
1	110	20	Gagal	
1	120°C	20	Gagal	

2	130°C	20	Berhasil	
3	140°C	20	Gagal	

#### 4.3.4 Analisa Hasil Pengujian

##### A. Analisa dari bentuk Produk

Adapun analisa dari bentuk produk berdasarkan temperatur 100°C dan waktu pencetakan adalah sebagai berikut :

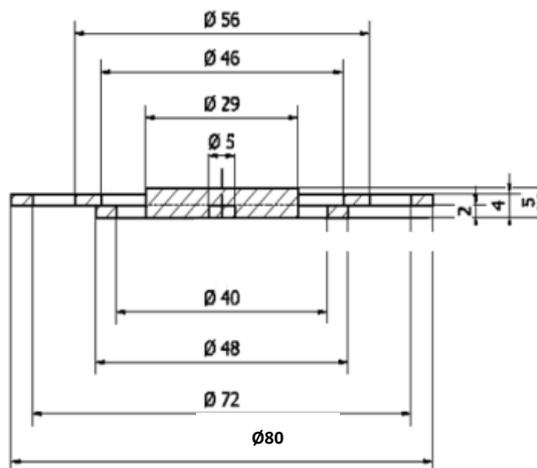
1. Pengujian pertama dengan waktu 20 menit dan temperatur 110°C hasil produk gagal. Bagian-bagian karet kompon tidak menyatu dengan baik serta produk yang dihasilkan belum terbentuk diakibatkan suhu yang digunakan kurang tinggi.
2. pengujian kedua dengan waktu 20 menit dan temperatur 120°C hampir berhasil. produk sudah mulai terbentuk, dan tekstur produk juga keras. tetapi pada bagian atas produk masih terapat pori-pori, dikarenakan waktu pencetakan yang kurang lama.

3. pengujian kedua dengan waktu 20 menit dan temperatur 130°C hasil produk berhasil. Seluruh permukaan terbentuk secara merata, dan tekstur dari produk juga lebih keras.
4. hasil pengujian ketiga dengan waktu 20 menit dan temperatur 140°C hasil produk gagal. Terdapatnya pori-pori di setiap permukaan dan terlihat hasil produk seperti terbakar, diakibatkan suhu terlalu panas. tekstur dari produk pun sangat lunak karena waktu pendinginan yang terlalu pendek.

Kekurangan pada produk ini adalah terdapatnya bintik-bintik kecil yang ada pada permukaan atas produk, yang diakibatkan oleh bahan dari cetakan karet gasket pompa air shimizu adalah *aluminium casting* sehingga pada saat pembuatan pada mesin CNC ternyata bahan yang digunakan pada bagian tengah aluminium mengalami cacat bahan, yaitu terdapatnya lubang-lubang kecil di permukaan cetakan. Hal ini dapat mempengaruhi hasil produk yang diproduksi.

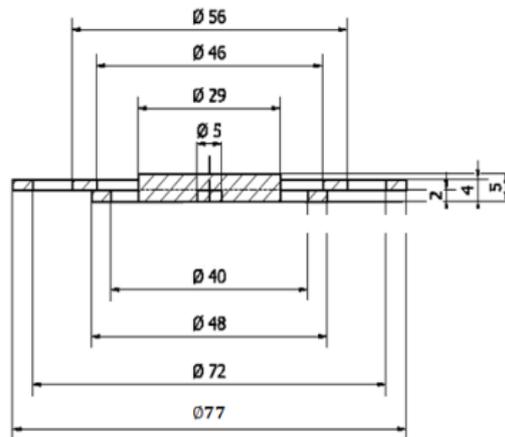
### **B. Analisa Dimensi Produk**

Rancangan produk yang telah dibuat dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



**Gambar 4.5 Rancangan produk**

Setelah melakukan proses pencetakan dimensi produk setelah melakukan pengujian adalah sebagai berikut.



**Gambar 4.6 Produk Hasil Pengujian**

Setelah melakukan analisa pengukuran terhadap sisi-sisi produk yang dihasilkan ternyata dimensi ukuran produk yang dihasilkan terjadi penyimpangan yang masih dalam batas toleransi. hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor yaitu :

1. faktor penyusutan bahan
2. faktor pemuian Cetakan

Setelah melakukan pengujian berulang-ulang didapat bahwa pencetakan yang baik untuk karet Gasket pompa air Shimizu ini adalah 20 menit dan temperatur  $130^{\circ}\text{C}$ .