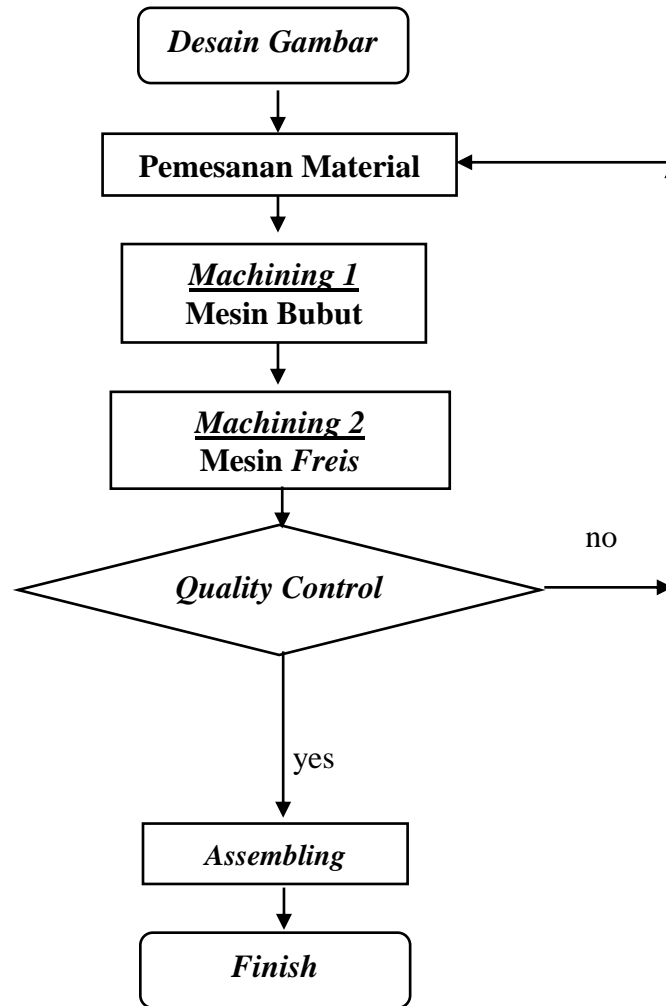


BAB III
ANALISIS PERHITUNGAN

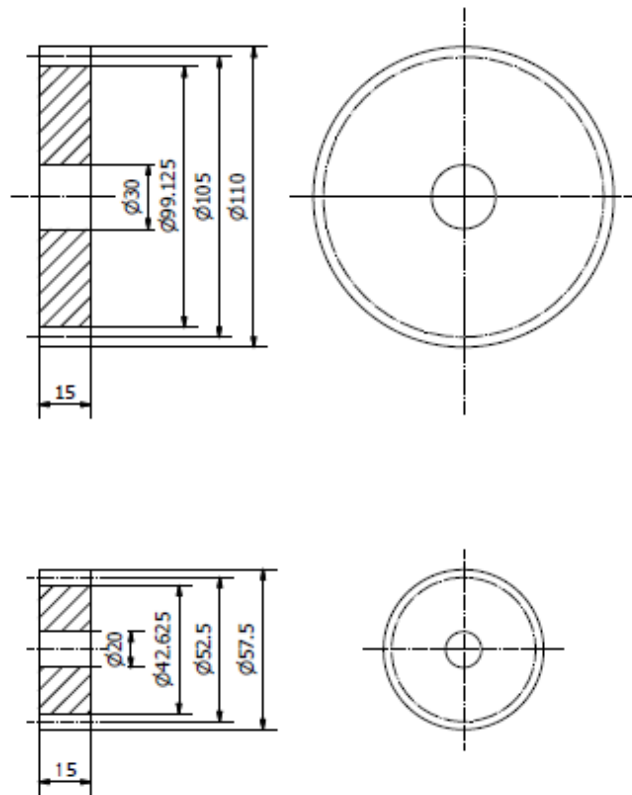
A. Diagram Alir

Komponen mekanisme pengatur posisi pengelasan pada alat bantu pengelasan pipa berfungsi sebagai mengubah posisi atau sudut posisi pengelasan. Komponen roda gigi ini terbuat dari material St.37 .Untuk pembuatan komponen roda gigi ini dimulai pada urutan aliran proses dibawah ini:



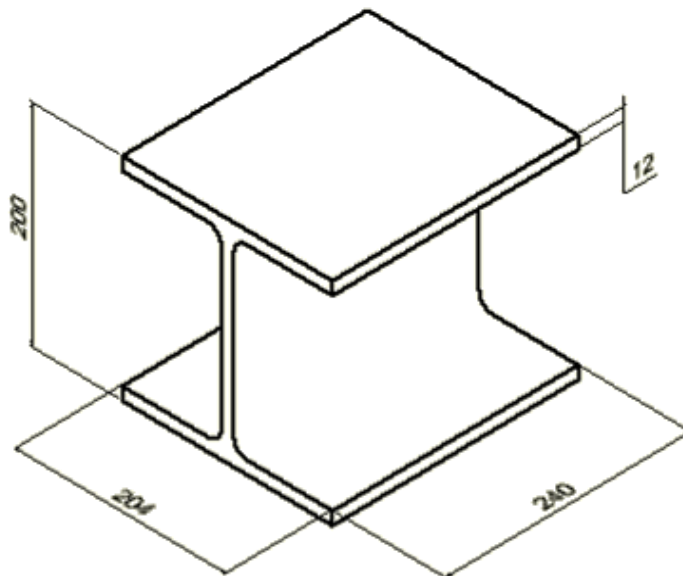
Gambar 3.1 Diagram Alir Kerja

B. Desain Gambar Roda Gigi Pengubah Posisi Pengelasan Pipa



Gambar 3.2 Roda Gigi Lurus

C. Designudukan besi H



Gambar 3.3 Besi H

D. Alat-alat yang digunakan

1. 1 unit mesin bubut
2. 1 unit mesin frais
3. Pahat bubut carbide (pahat rata kanan)
4. Center drill \varnothing 4mm
5. Mata bor \varnothing 5mm, \varnothing 10mm , \varnothing 20mm, \varnothing 28mm, \varnothing 30mm.
6. Chuck bor
7. Pisau modul $M = 2.5$
8. Dividing head
9. Kaca Mata

D. Rencana Kerja**1. Pengerjaan mesin bubut :**

- a. Menyenterkan pahat
- b. Menjepit benda kerja pada chuck bubut, kemudian memfacing muka dan diameter benda kerja.
- c. Membuat lubang center pada benda kerja, mengawali dengan menggunakan bor center dilanjutkan dengan diameter bor yang lebih besar kemudian dengan mengulangi dengan bor yang berdiameter lebih besar sampai mencapai diameter 30mm.
- d. Melepaskan benda kerja, kemudian memasang mandrel pada lubang center tersebut, membubut sampai diameter yang diminta.
- e. Melepaskan mandrel, membubut bagian sisi yang lainnya (facing) sampai tercapai tebal roda gigi.
- f. Menchamper benda kerja $\pm 1 \times 45^\circ$ dengan memiringkan eretan atas untuk membuat profil gigi.

2. Pengerjaan dengan mesin frais :

- a. Memasang benda kerja pada mandrel, memasangkan pada cak kepala pembagi, menyetting posisi pahat pada titik center terhadap benda kerja.

- b. Menyetting posisi pemakanan pada pahat pada titik nol pemakanan (mata pahat menempel pada benda kerja). Penyettingan dilakukan dalam keadaan pahat berputar, jika sudah tercapai skala nonius meja arah naik turun di nol kan.
- c. Menaikkan meja setinggi h, kemudian melakukan pemakanan alur yang pertama secara hati hati hingga selesai.
- d. Memutar benda kerja dengan menggunakan engkol pembagi (nc) untuk pemakanan alur berikutnya, menguilangi sampai terbentuk jumlah gigi yang di inginkan.
- e. Melepaskan benda kerja berikut mandrelnya hilangkan bagian bagian yang tajam dan memperbaiki gigi dengan menggunakan kikir.

E. Proses Pembuatan Roda Gigi Lurus 21

Bahan : ST 37
 Dimensi : \varnothing 65 mm x 17 mm
 Biaya Material

Tabel 3.1 Harga Pembelian Material
 (Survei : Pasar Teknik Jatayu, juli 2017)

No.	Nama Bahan	Harga Bahan / Kg (Rp)	Berat / Kg	Jumlah	Jumlah Harga (Rp)
1.	ST 37	22.500	0.439	1	Rp. 10.000
Jumlah					Rp. 10.000

Diketahui : $\frac{1}{2}$ diameter bahan (r) = 32.5 mm

Tinggi bahan = 17 mm

Berat jenis besi = 7,8 g/cm³

w = Volume x massa jenis

v = $\pi \cdot r^2 \cdot t$

= 3,14 x 32.5² x 17

= 56382.625 mm³ = 56.382625 cm³

w = 56.382625 cm³ x 7,8 g/cm³

$$= 439.784475 : 1000$$

$$= 0.439 \text{ kg}$$

$$C_m = \text{berat} \times \text{harga material}$$

$$= 0.439 \times \text{Rp.}22.500$$

$$= \text{Rp.} 9877 \approx \text{Rp.} 10.000$$

1. Ukuran roda gigi lurus dengan jumlah 21

Tabel 3.2 system module Perencanaan Roda Gigi Lurus 21

No	Nama	Simbol	Perhitungan (Rumus)	Hasil (mm)
1	Modul	M		2,5
2	Jumlah Gigi	Z		21
3	Diameter Lingkaran tusuk atau lingkaran bagi atau pitch circle	D	$D = Z \times M$ $= 21 \times 2,5$ $= 52,5$	52,5
4	Diameter Lingkaran kepala atau addendum circle	Da	$Da = (Z + 2) m$ $Da = (21 + 2) 2,5$ $= 57,5$	57,5
5	Diameter Lingkaran kaki atau dedendum circle	Df	$Df = D - 2,32 \times M$ $Df = 52,5 - 2,32 \times 2,5$ $= 46,625$	46,625
6	Tinggi Kepala Gigi atau addendum	Hk	$Hk = 1 \times M$ $Hk = 1 \times 2,5$ $= 2,5$	2,5
7	Kelonggaran atau Clearance	Cl	$Cl = 0,57 \times M$ $= 0,57 \times 2,5$ $= 1,425$	1,425
8	Tusuk atau circular Pitch	T	$T = M \times \pi$ $= 2,5 \times 3,14$ $= 7,85$	7,85
9	Tinggi Kaki Gigi atau dedendum	Hf	$Hf = 1,25 \times M$ $= 1,25 \times 2,5$ $= 3,125$	3,125
10	Tinggi Gigi atau Whole depth	H	$H = Hf + Hk$ $H = 3,125 + 2,5$ $H = 5,625$	5,625
11	Tebal Gigi atau tooth Thickness	C	$C = \frac{T}{2} = \frac{7,85}{2} = 3,925$	3,925

2. Proses Perhitungan Roda Gigi

a. Bubut muka I Ø65 dari panjang 20 mm menjadi 15 mm.

1) Kecepatan Putaran

$$\begin{aligned} \text{Diketahui : } V_c &= 27 \text{ m/min} \\ d &= 65 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 65} \text{ (rpm)}$$

$$n = 132 \text{ rpm} \approx 140 \text{ rpm}$$

2) Kecepatan Makan

$$\begin{aligned} v_f &= f \times n \\ &= 0,2 \times 140 \\ &= 28 \text{ mm/min} \end{aligned}$$

3) Waktu Kerja Mesin

$$\begin{aligned} t_c &= \frac{l_t}{v_f} \\ &= \frac{28,75}{28} \\ &= 1,02 \text{ menit} \approx 61,2 \text{ detik} \end{aligned}$$

4) Jumlah langkah pemakanan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } b &= 5 \text{ mm} \\ a &= 0,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } z &= \frac{b}{a} \\ z &= \frac{5 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}} \\ z &= 25 \text{ kali pemakanan} \end{aligned}$$

5) Total waktu pemakanan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } t_c &= 61,2 \text{ detik} \\ z &= 25 \text{ kali pemakanan} \end{aligned}$$

Maka:

$$\begin{aligned} t_{c(\text{total})} &= t_c \times z \\ t_{c(\text{total})} &= 61,2 \text{ detik} \times 25 \\ t_{c(\text{total})} &= 1530 \text{ detik} \\ &= 25,5 \text{ menit} \end{aligned}$$

b. Bubut rata I Ø65 menjadi Ø57,5 dengan panjang 15mm.

1) Kecepatan Putaran

$$\text{Diketahui : } V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$d = 65 \text{ mm}$$

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 65} \text{ (rpm)}$$

$$n = 132 \text{ rpm} \approx 140 \text{ rpm}$$

2) Kecepatan Makan

$$v_f = f \times n$$

$$= 0,2 \times 140$$

$$= 28 \text{ mm/min}$$

3) Waktu Kerja Mesin

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

$$= \frac{15}{28}$$

$$= 0,53 \text{ menit} \approx 31,8 \text{ detik}$$

4) Jumlah langkah pemakanan

$$\text{Diketahui: } b = 7,5 \text{ mm}$$

$$a = 0,2 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = 0,5 \times \frac{b}{a}$$

$$z = 0,5 \times \frac{7,5 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}}$$

$$z = 18,75 \approx 19 \text{ kali pemakanan}$$

5) Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } t_{c2} = 31,8 \text{ detik}$$

$$z = 19 \text{ kali pemakanan}$$

Maka:

$$t_{c(total)} = t_{c2} \times z$$

$$t_{c(total)} = 31,8 \text{ detik} \times 19$$

$$t_{c(total)} = 604,2 \text{ detik}$$

$$= 10,07 \text{ menit}$$

c. Proses *Center Drill*

Diketahui : $V_c = 27 \text{ m/min}$

Diameter center drill = 4mm

Pemotongan perputaran(f) = 0,09mm

Panjang lubang = 15mm

1) Panjang total pembubutan

$$L = L + L_a$$

$$= 15 + 1 = 16 \text{ mm}$$

2) Kecepatan Putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 4}$$

$$n = 2149 \text{ rpm} \approx 1800 \text{ rpm}$$

3) Waktu Pemotongan

$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{16}{0.09 \times 1800} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,098 \text{ menit}$$

d. Proses pengeboran lubang $\varnothing 10$

$V_c = 27 \text{ m/min}$

Jarak bebas mata bor (L_a) = 10mm

Pemakanan per putaran(f) = 0,09 mm/put

1) Panjang total pengeboran

$$L = L + L_a$$

$$= 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

2) Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 10} \text{ (rpm)}$$

$$n = 859,8 \text{ rpm} \approx 900 \text{ rpm}$$

3) Waktu Pemakanan

$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0.09 \times 900} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,308 \text{ menit}$$

e. Proses pengeboran $\varnothing 20$

$$V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$\text{Jarak bebas mata bor (L}_a\text{)} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Pemakanan per putaran (f)} = 0,09 \text{ mm/put}$$

1) Panjang total pengeboran

$$L = L + L_a$$

$$= 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

2) Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 20} \text{ (rpm)}$$

$$n = 430 \text{ rpm} \approx 450 \text{ rpm}$$

3) Waktu Pemakanan

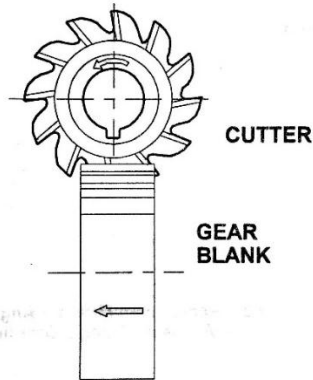
$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0.09 \times 450} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,617 \text{ menit}$$

1. Proses Pengefraisan

Frais gigi sebanyak 21 gigi dengan tinggi gigi 5,625 mm



Gambar 3.4 Proses pembuatan gigi 21

a. Perhitungan putaran

Diketahui: $V_c = 20 \text{ m/min}$

$$d = 60 \text{ mm}$$

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

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

$$n = \frac{20 \times 1000}{3,14 \times 60}$$

$$n = \frac{20000}{188,4}$$

$$n = 106,15 \text{ rpm} \approx 110 \text{ rpm (rpm yang mendekati berdasarkan pada mesin)}$$

b. Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_z = 0,08 \text{ mm}$

$$z = 12 \text{ gigi}$$

$$n = 110 \text{ rpm}$$

Maka:
$$v_f = f_z \times z \times n$$

$$v_f = 0,08 \times 12 \times 110$$

$$v_f = 105,6 \text{ mm/menit}$$

c. Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan

Diketahui: $lv = 15 \text{ mm}$

$$vf = 105,6 \text{ mm/menit}$$

$$D = 52,5 \text{ mm}$$

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

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$ln = \frac{D}{2}$$

$$ln = \frac{52,5 \text{ mm}}{2}$$

$$ln = 26,25 \text{ mm}$$

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 15 \text{ mm} + 26,25 \text{ mm}$$

$$lt = 46,25 \text{ mm}$$

$$tc = \frac{lt}{vf}$$

$$tc = \frac{46,25 \text{ mm}}{105,6 \text{ mm/menit}}$$

$$tc = 0,43 \text{ menit}$$

d. Jumlah langkah pengefraisan menyamping

Dikarenakan terdapat 21 gigi dari roda gigi maka dilakukan 21 kali pemotongan.

Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 5,625 \text{ mm}$

$$a = 1,2 \text{ mm}$$

Maka: $z = \frac{b}{a}$

$$z = \frac{5,625 \text{ mm}}{1,2 \text{ mm}}$$

$$z = 4,6 \approx 5 \text{ kali pemakanan}$$

e. Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,43 \text{ menit}$

$$z = 5 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,43 \text{ menit} \times 5 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 2,15 \text{ menit}$$

f. Total waktu pemakanan seluruhnya

Diketahui: $tc_{(total)} = 2,15 \text{ menit}$

$$y = 21 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: $t' = tc_{(total)} \times y$

$$t' = 2,15 \text{ menit} \times 21 \text{ kali pemakanan}$$

$$t' = 45,15 \text{ menit}$$

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan teoritis	Waktu Pemotongan nyata
<i>Turning</i>	Bubut muka I Ø65 dari panjang 20 mm menjadi 15 mm.	25,5 menit	30 menit
	Bubut rata I Ø65 menjadi Ø57,5 dengan panjang 15mm.	10,07 menit	15 menit
<i>Pengeboran</i>	Bor dari <i>center drill</i> sampai Ø20mm	1,042 menit	5 menit
<i>Pengefraisan</i>	Pembuatan roda gigi Ø57,5 dengan jumlah gigi 21	45,15 menit	60 menit
Total		81,762 menit	110 menit

Tabel 3.3 Waktu proses Pembubutan Roda Gigi Lurus 21

Tabel 3.4 Kegiatan Operator bubut pada proses pembuatan roda gigi

Kegiatan operator bubut (turning) pada proses pembuatan gigi 21	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	36,61	40
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	13,4	13,53	15
3. Mengganti pahat	1,9	1,91	3
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	5,65	3
Sub total	57,1	57,7	61
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>dividing head</i>)	16,4	16,57	20
2. Mempelajari gambar teknik	1,1	1,11	3
3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	3,5	3,53	2
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	3,5	3,53	5
5. Diskusi dengan dosen pembimbing / kepala bengkel	1,1	1,11	10

Sub total	25,6	25,85	40
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	2,9	2,93	5
2. Istirahat di dekat mesin	6,8	6,87	8
3. Menunggu pekerjaan	4,0	4,04	5
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	3,6	3,63	10
Sub total	17,3	17,47	28
Total	100%	101,02	129

Tabel 3.5 Kegiatan Operator Frais Pada Proses Pembuatan Roda Gigi

Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) pada proses pembuatan Roda Gigi	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	45,15	50
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	13,4	16,69	18
3. Mengganti pahat	1,9	2,36	5
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	16,97	20
Sub total	57,1	81,17	93
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>center</i>)	16,4	20,43	23
2. Mempelajari gambar teknik	1,1	1,37	5
3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	3,5	4,36	3
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	3,5	4,36	5
5. Diskusi dengan dosen pembimbing / kepala	1,1	1,37	10

bengkel			
Sub total	25,6	31,89	46
Kegiatan pribadi		0,0	0,0
1. Pergi ke kamar kecil	2,9	3,61	5
2. Istirahat di dekat mesin	6,8	8,47	7
3. Menunggu pekerjaan	4,0	4,98	5
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	3,6	4,48	4
Sub total	17,3	21,54	21
Total	100%	134,6	160

F. Proses Pembuatan Roda Gigi Lurus 42

Bahan : ST 37

Dimensi : \varnothing 120 mm x 25 mm

Biaya Material

Tabel 3.6 Harga Pembelian Material
(Survei : Pasar Teknik Jatayu, juli 2017)

No.	Nama Bahan	Harga Bahan / Kg (Rp)	Berat / Kg	Jumlah	Jumlah Harga (Rp)
1.	ST 37	22.500	2,204	1	Rp. 50.000
Jumlah					Rp. 50.000

Diketahui : $\frac{1}{2}$ diameter bahan (r) = 60 mm

Tinggi bahan = 25 mm

Berat jenis besi = 7,8 g/cm³

w = Volume x massa jenis

$$v = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \times 60^2 \times 25$$

$$= 282600 \text{ mm}^3 = 282,6 \text{ cm}^3$$

$$w = 282,6 \text{ cm}^3 \times 7,8 \text{ g/cm}^3$$

$$= 2204,28 : 1000$$

$$= 2,204 \text{ kg}$$

C_m = berat x harga material

$$= 2,204 \times \text{Rp.}22.500$$

$$=\text{Rp.} 49.590 \approx \text{Rp.} 50.000$$

1. Ukuran roda gigi lurus dengan jumlah 42

Tabel 3.7 system module Perencanaan Roda Gigi Lurus 42

No	Nama	Simbol	Perhitungan (Rumus)	Hasil (mm)
1	Modul	M		2,5
2	Jumlah Gigi	Z		42
3	Diameter Lingkaran tusuk atau lingkaran bagi atau pitch circle	D	$D = Z \times M$ $= 42 \times 2,5$ $= 105$	105
4	Diameter Lingkaran kepala atau addendum circle	Da	$Da = (Z + 2) m$ $Da = (42 + 2) 2,5$ $= 110$	110
5	Diameter Lingkaran kaki atau dedendum circle	Df	$Df = D - 2,32 \times M$ $Df = 105 - 2,32 \times 2,5$ $= 99,2$	99,2
6	Tinggi Kepala Gigi atau addendum	Hk	$Hk = 1 \times M$ $Hk = 1 \times 2,5$ $= 2,5$	2,5
7	Kelonggaran atau Clearance	Cl	$Cl = 0,57 \times M$ $= 0,57 \times 2,5$ $= 1,425$	1,425
8	Tusuk atau circular Pitch	T	$T = M \times \pi$ $= 2,5 \times 3,14$ $= 7,85$	7,85
9	Tinggi Kaki Gigi atau dedendum	Hf	$Hf = 1,25 \times M$ $= 1,25 \times 2,5$ $= 3,125$	3,125
10	Tinggi Gigi atau Whole depth	H	$H = Hf + Hk$ $H = 3,125 + 2,5$ $H = 5,625$	5,625
11	Tebal Gigi atau tooth Thickness	C	$C = \frac{T}{2} = \frac{7,85}{2} = 3,925$	3,925

2. Proses Perhitungan Roda Gigi

1. Bubut muka I Ø120 dari panjang 25 mm menjadi 15 mm.
 - a. Kecepatan Putaran

$$\text{Diketahui : } V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$d = 120 \text{ mm}$$

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 120}$$

$$n = 71,65 \text{ rpm} \approx 80 \text{ rpm}$$

b. Kecepatan Makan

$$vf = f \times n$$

$$= 0,2 \times 80$$

$$= 16 \text{ mm/min}$$

c. Waktu Kerja Mesin

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

$$= \frac{60}{16}$$

$$= 3,75 \text{ menit} \approx 225 \text{ detik}$$

d. Jumlah langkah pemakanan

$$\text{Diketahui: } b = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,2 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = \frac{b}{a}$$

$$z = \frac{10 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}}$$

$$z = 50 \text{ kali pemakanan}$$

e. Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } t_c = 225 \text{ detik}$$

$$z = 50 \text{ kali pemakanan}$$

Maka:

$$t_{c(\text{total})} = t_{c2} \times z$$

$$t_{c(\text{total})} = 225 \text{ detik} \times 50$$

$$t_{c(\text{total})} = 11250 \text{ detik}$$

$$= 187,5 \text{ menit}$$

2. Bubut rata I Ø120 menjadi Ø110

a. Kecepatan Putaran

$$\text{Diketahui : } V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$d = 120 \text{ mm}$$

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 120} \text{ (rpm)}$$

$$n = 71,65 \text{ rpm} \approx 80 \text{ rpm}$$

b. Kecepatan Makan

$$v_f = f \times n$$

$$= 0,2 \times 80$$

$$= 16 \text{ mm/min}$$

c. Waktu Kerja Mesin

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

$$= \frac{15}{16}$$

$$= 0,93 \text{ menit} \approx 55,8 \text{ detik}$$

d. Jumlah langkah pemakanan

$$\text{Diketahui: } b = 10 \text{ mm}$$

$$a = 0,2 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } z = 0,5 \times \frac{b}{a}$$

$$z = 0,5 \times \frac{10 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}}$$

$$z = 25 \text{ kali pemakanan}$$

e. Total waktu pemakanan

$$\text{Diketahui: } t_{c2} = 55,8 \text{ detik}$$

$$z = 25 \text{ kali pemakanan}$$

Maka:

$$t_{c(\text{total})} = t_{c2} \times z$$

$$t_{c(\text{total})} = 55,8 \text{ detik} \times 25$$

$$t_{c(\text{total})} = 1395 \text{ detik}$$

$$= 23,25 \text{ menit}$$

3. Proses *Center Drill*

Diketahui	: V_c	= 27m/min
	Diameter center dril	= 4mm
	Pemotongan perputaran(f)	= 0,09mm
	Panjang lubang	= 15mm

a. Panjang total pembubutan

$$\begin{aligned} L &= L + L_a \\ &= 15 + 1 \\ &= 16\text{mm} \end{aligned}$$

b. Kecepatan Putaran

$$\begin{aligned} n &= \frac{V_c \times 1000}{\pi \times d} \\ n &= \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 4} \\ n &= 2149 \text{ rpm} \approx 1800 \text{ rpm} \end{aligned}$$

c. Waktu Pemotongan

$$\begin{aligned} T &= \frac{L}{f \cdot n} \\ T &= \frac{16}{0.09 \times 1800} \text{ (menit)} \\ T &= 0,09 \text{ menit} \end{aligned}$$

4. Proses pengeboran lubang $\varnothing 10$

V_c	= 27 m/min
Jarak bebas mata bor (L_a)	= 10mm
Pemakanan per putaran(f)	= 0,09 mm/put

a. Panjang total pengeboran

$$\begin{aligned} L &= L + L_a \\ &= 15 + 10 = 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

b. Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 10}$$

$$n = 859,8 \text{ rpm} \approx 900 \text{ rpm}$$

c. Waktu Pemakanan

$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0,09 \times 900} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,30 \text{ menit}$$

5. Proses pengeboran $\varnothing 20$

$$V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$\text{Jarak bebas mata bor } (L_a) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Pemakanan per putaran } (f) = 0,09 \text{ mm/put}$$

a. Panjang total pengeboran

$$L = L + L_a$$

$$= 15 + 10 = 25 \text{ mm}$$

b. Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3.14 \times 20}$$

$$n = 430 \text{ rpm} \approx 450 \text{ rpm}$$

c. Waktu Pemakanan

$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0,09 \times 450} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,61 \text{ menit}$$

6. Proses pengeboran $\varnothing 28$

$$V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$\text{Jarak bebas mata bor } (L_a) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Pemakanan per putaran } (f) = 0,09 \text{ mm/put}$$

- a. Panjang total pengeboran

$$\begin{aligned} L &= L + L_a \\ &= 15 + 10 = 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 28} \text{ (rpm)}$$

$$n = 307 \text{ rpm} \approx 280 \text{ rpm}$$

- c. Waktu Pemakanan

$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0,09 \times 280} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,99 \text{ menit}$$

7. Proses pengeboran $\varnothing 30$

$$V_c = 27 \text{ m/min}$$

$$\text{Jarak bebas mata bor } (L_a) = 10 \text{ mm}$$

$$\text{Pemakanan per putaran } (f) = 0,09 \text{ mm/put}$$

- a. Panjang total pengeboran

$$\begin{aligned} L &= L + L_a \\ &= 15 + 10 = 25 \text{ mm} \end{aligned}$$

- b. Kecepatan putaran

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

$$n = \frac{27 \times 1000}{3,14 \times 30} \text{ (rpm)}$$

$$n = 286 \text{ rpm} \approx 280 \text{ rpm}$$

c. Waktu Pemakanan

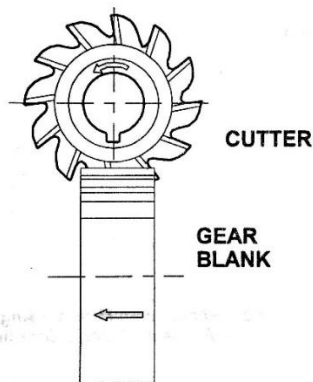
$$T = \frac{L}{f \cdot n}$$

$$T = \frac{25}{0,09 \times 280} \text{ (menit)}$$

$$T = 0,99 \text{ menit}$$

8. Proses Pengefraisan

Frais gigi sebanyak 42 gigi dengan tinggi gigi 5,625 mm



Gambar 3.5 Proses pembuatan gigi 42

a. Perhitungan putaran

Diketahui: $V_c = 20 \text{ m/min}$

$$d = 65 \text{ mm}$$

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

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

$$n = \frac{20 \times 1000}{3,14 \times 65}$$

$$n = \frac{20000}{204,1}$$

$$n = 97,99 \text{ rpm} \approx 110 \text{ rpm (rpm yang mendekati berdasarkan pada mesin)}$$

b. Kecepatan pemakanan

Diketahui: $f_z = 0,08 \text{ mm}$

$$z = 12 \text{ gigi}$$

$$n = 110 \text{ rpm}$$

Maka: $vf = fz \times z \times n$
 $vf = 0,08 \times 12 \times 110$
 $vf = 105,6 \text{ mm/menit}$

c. Waktu pemakanan satu langkah pengefraisan

Diketahui: $lw = 15 \text{ mm}$
 $vf = 105,6 \text{ mm/menit}$
 $D = 105 \text{ mm}$
 $lv = 5 \text{ mm}$

Maka: $tc = \frac{lt}{vf}$
 $lt = lv + lw + ln$
 $ln = \frac{D}{2}$
 $ln = \frac{105 \text{ mm}}{2}$
 $ln = 52,5 \text{ mm}$
 $lt = lv + lw + ln$
 $lt = 5 \text{ mm} + 15 \text{ mm} + 52,5 \text{ mm}$
 $lt = 72,5 \text{ mm}$
 $tc = \frac{lt}{vf}$
 $tc = \frac{72,5 \text{ mm}}{105,6 \text{ mm/menit}}$
 $tc = 0,68 \text{ menit}$

d. Jumlah langkah pengefraisan menyamping

Dikarenakan terdapat 42 gigi dari roda gigi maka dilakukan 42 kali pemotongan.

e. Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui: $b = 5,625 \text{ mm}$
 $a = 1,2 \text{ mm}$
Maka: $z = \frac{b}{a}$
 $z = \frac{5,625 \text{ mm}}{1,2 \text{ mm}}$

$$z = 4,6 \approx 5 \text{ kali pemakanan}$$

Total waktu pemakanan

Diketahui: $tc = 0,43$ menit

$$z = 5 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: $tc_{(total)} = tc \times z$

$$tc_{(total)} = 0,43 \text{ menit} \times 5 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 2,15 \text{ menit}$$

Total waktu pemakanan seluruhnya

Diketahui: $tc_{(total)} = 2,15$ menit

$$y = 42 \text{ kali pemakanan}$$

Maka: $t' = tc_{(total)} \times y$

$$t' = 2,15 \text{ menit} \times 42 \text{ kali pemakanan}$$

$$t' = 90,3 \text{ menit}$$

Tabel 3.8 Waktu proses Pembubutan Roda Gigi Lurus 42

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Pemotongan teoritis	Waktu Pemotongan nyata
<i>Turning</i>	Bubut muka I Ø120 dari panjang 25 mm menjadi 15 mm.	187,5 menit	215 menit
	Bubut rata I Ø120 menjadi Ø110 dengan panjang 15 mm.	23,25 menit	30 menit
<i>Pengeboran</i>	Bor dari <i>Center drill</i> sampai Ø30mm	2,98 menit	10 menit
<i>Pengefraisan</i>	Pembuatan roda gigi Ø110 dengan jumlah gigi 42	90,3 menit	100 menit
Total		304,03 menit	355 menit

Tabel 3.9 Kegiatan Operator Frais Pada Proses Pembuatan Gigi

Kegiatan operator frais (<i>milling</i>) pada proses pembuatan gigi	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	90,3	100
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	13,4	33,39	35
3. Mengganti pahat	1,9	4,73	5
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	13,95	15
Sub total	57,1	142,37	155
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>dividing head</i>)	16,4	40,87	50
2. Mempelajari gambar teknik	1,1	2,74	5
3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	3,5	8,72	10
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	3,5	8,72	5
5. Diskusi dengan dosen	1,1	2,74	10

pembimbing / kepala bengkel			
Sub total	25,6	63,79	80
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	2,9	7,22	3
2. Istirahat di dekat mesin	6,8	16,94	10
3. Menunggu pekerjaan	4,0	9,96	5
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	3,6	8,97	10
Sub total	17,3	43,09	28
Total	100%	249,25	263

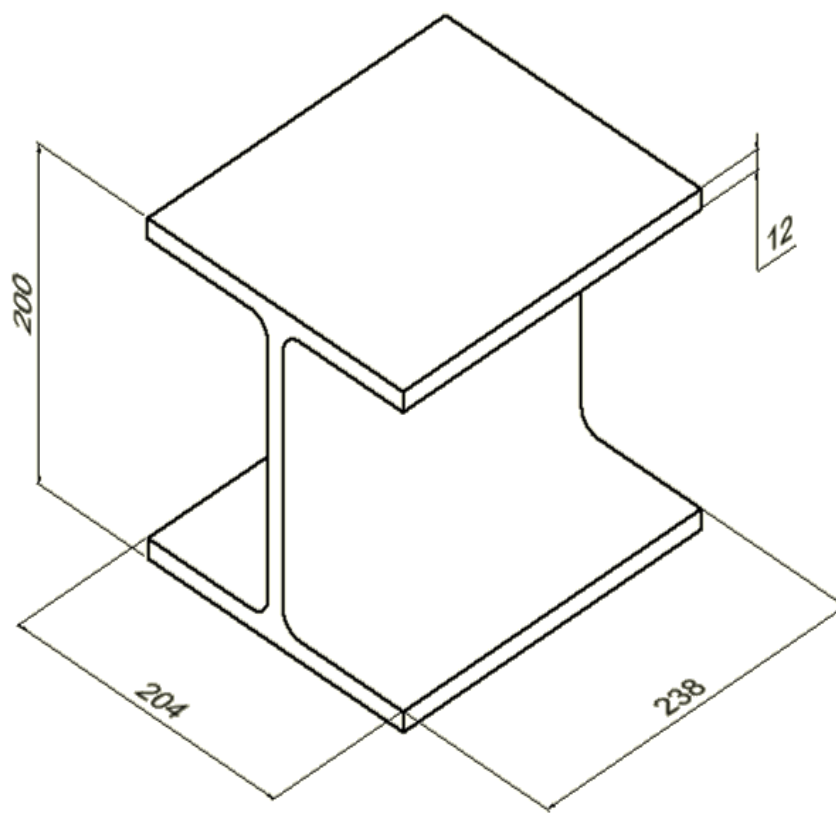
Tabel 3.10 Kegiatan Operator Bubut Pada Proses Pembuatan Gigi

Kegiatan operator <i>bubut</i> (<i>turning</i>) pada proses pembuatan Roda Gigi	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	36,2	210,75	40,0
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	13,4	77,94	14,8
3. Mengganti pahat	1,9	11,05	2,1
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	5,6	32,57	6,2
Sub total	57,1	332,31	63,1
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>center</i>)	16,4	95,39	18,1
2. Mempelajari gambar teknik	1,1	6,39	1,2
3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	3,5	20,35	3,9
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	3,5	20,35	3,9

5. Diskusi dengan dosen pembimbing / kepala bengkel	1,1	6,39	1,2
Sub total	25,6	148,87	28,3
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	2,9	16,86	3,2
2. Istirahat di dekat mesin	6,8	39,55	7,5
3. Menunggu pekerjaan	4,0	23,26	4,4
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	3,6	20,94	4,0
Sub total	17,3	100,61	19,1
Total	100%	581,79	110,5

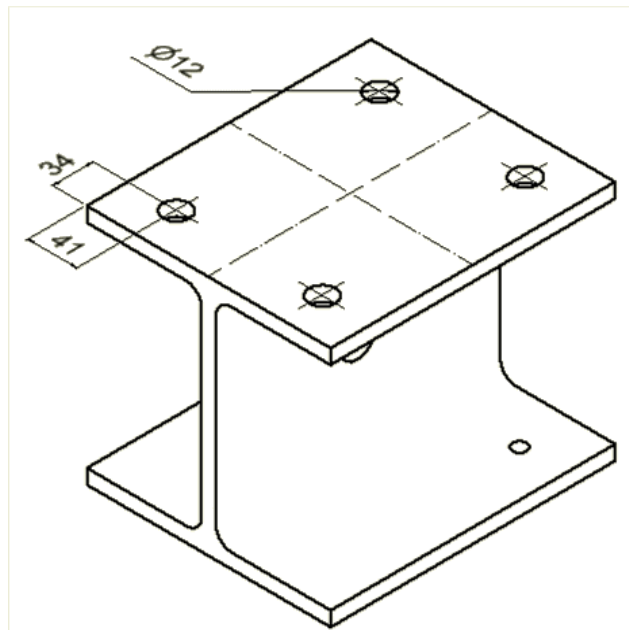
G. Pembuatan *Design* Besi H

1. Proses pengerjaan besi H menghilangkan *deburring* akibat pemotongan menggunakan *hand grinding*.



Gambar 3.6 Menghilangkan *deburring* dari panjang 240 mm menjadi panjang 238 mm

2. Proses *drilling* pada besi H di bagian atas dengan center bor dan mata bor $\text{Ø}6$ mm, $\text{Ø}9$ mm, $\text{Ø}12$ mm dengan kedalaman 12 mm



Gambar 3.7 Proses *drilling* dengan center bor dan mata bor $\text{Ø}6$ mm, $\text{Ø}9$ mm, $\text{Ø}12$ mm dengan kedalaman 12 mm

Mata bor $\text{Ø}6$

- 1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15$ m/min

$D = 6$ mm

Maka:
$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 6}$$

$$n = \frac{15000}{18,84}$$

$n = 796,17$ rpm ≈ 540 rpm (rpm yang mendekati berdasarkan **tabel 2.10**)

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.6 \\ &= 12 + 1,8 \\ &= 13,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 540 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{13,8}{0,1 \times 540} \\ &= \frac{13,8}{54} \\ &= 0.25 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø9 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 9 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

$$n = \frac{15000}{28,26}$$

$$n = 530,78 \text{ rpm} \approx 500 \text{ rpm (rpm yang mendekati}$$

berdasarkan **tabel 2.10)**

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.9 \\ &= 12 + 2,7 \\ &= 14,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$\text{Maka: } Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{14,7}{0,1 \times 500} \\
 &= \frac{14,7}{50} \\
 &= 0,294 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Mata Bor Ø12 mm

1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15 \text{ m/min}$

$$D = 12 \text{ mm}$$

Maka: $v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 12}$$

$$n = \frac{15000}{37,68}$$

$$n = 398,089 \text{ rpm} \approx 420 \text{ rpm (rpm yang mendekati berdasarkan tabel 2.10)}$$

2) Waktu pemotongan

Diketahui: $L = 1 + 0,3.D$

$$\begin{aligned}
 &= 12 + 0,3.12 \\
 &= 12 + 3,6 \\
 &= 15,6
 \end{aligned}$$

$$S_r = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 420 \text{ rpm}$$

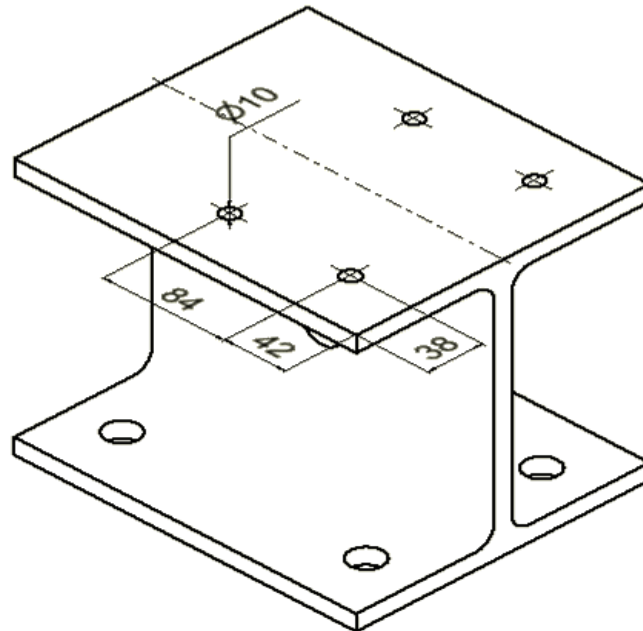
Maka: $T_m = \frac{L}{S_r \times n}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{15,6}{0,1 \times 420} \\
 &= \frac{15,6}{42} \\
 &= 0,37 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Pengeboran ini dilakukan dengan 4 kali *drilling* sebagai gambar 3.18, maka jumlah waktu pengeboran adalah

- Mata bor dengan Ø6 mm, $4 \times 0,25 \text{ menit} = 1 \text{ menit}$
- Mata bor dengan Ø9 mm, $4 \times 0,294 \text{ menit} = 1,176 \text{ menit}$
- Mata bor dengan Ø12 mm, $4 \times 0,37 \text{ menit} = 1,48 \text{ menit}$

3. Proses *drilling* pada besi H di bagian bawah



Gambar 3.8 Proses *drilling* dengan center bor dan mata bor Ø6 mm, Ø10 mm, dengan kedalaman 12 mm

Mata bor Ø6

1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15 \text{ m/min}$

$D = 6 \text{ mm}$

Maka:
$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 6}$$

$$n = \frac{15000}{18,84}$$

$$n = 796,17 \text{ rpm} \approx 540 \text{ rpm (rpm yang mendekati}$$

berdasarkan **tabel 2.10)**

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.6 \\ &= 12 + 1,8 \\ &= 13,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 540 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{13,8}{0,1 \times 540} \\ &= \frac{13,8}{54} \\ &= 0.25 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø10 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

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

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = \frac{15000}{31,4}$$

$$n = 477.7 \text{ rpm} \approx 500 \text{ rpm (rpm yang mendekati}$$

berdasarkan **tabel 2.10)**

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3. \\ &= 12 + 3 \\ &= 15 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$\text{Maka: } Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

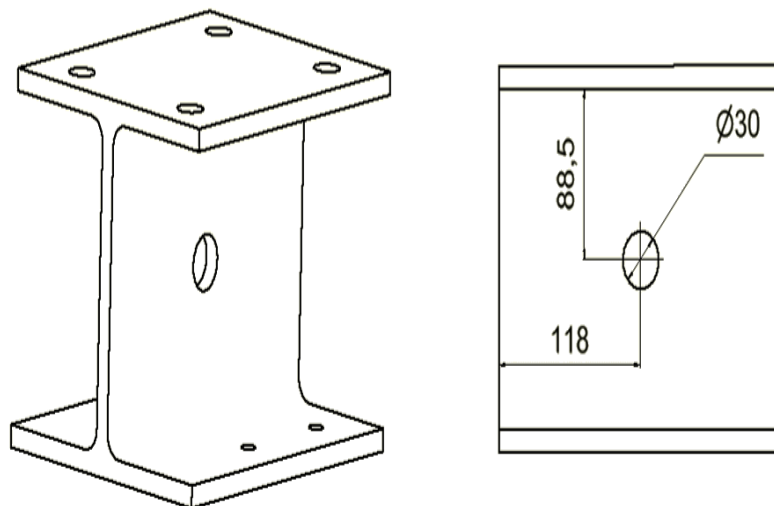
$$= \frac{14,7}{0,1 \times 500}$$

$$= \frac{15}{50}$$

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

Pengeboran ini dilakukan dengan 4 kali *drilling* sebagai gambar 3.19, maka jumlah waktu pengeboran adalah

- a. Mata bor dengan $\text{Ø}6$ mm, $4 \times 0,25$ menit = 1 menit
 - b. Mata bor dengan $\text{Ø}10$ mm, $4 \times 0,3$ menit = 1,2 menit
4. Proses *drilling* pada besi H di bagian tengah masuknya poros dengan center bor dan mata bor $\text{Ø}6$ mm, $\text{Ø}9$ mm, $\text{Ø}12$ mm, $\text{Ø}14$ mm, $\text{Ø}16$ mm, $\text{Ø}18$ mm, $\text{Ø}20$ mm, $\text{Ø}22$ mm, $\text{Ø}25$ mm, $\text{Ø}27$ mm, $\text{Ø}30$ mm dengan kedalaman 12 mm



Gambar 3.9 Proses *drilling* dengan center bor dan mata bor $\text{Ø}6$ mm, $\text{Ø}9$ mm, $\text{Ø}12$ mm, $\text{Ø}14$ mm, $\text{Ø}16$ mm, $\text{Ø}18$ mm, $\text{Ø}20$ mm, $\text{Ø}22$ mm, $\text{Ø}25$ mm, $\text{Ø}27$ mm, $\text{Ø}30$ mm dengan kedalaman 12 mm

Mata bor $\text{Ø}6$

- 1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15$ m/min

$D = 6$ mm

Maka:
$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 6}$$

$$n = \frac{15000}{18,84}$$

$$n = 796,17 \text{ rpm} \approx 540 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\text{Diketahui: } L = 1 + 0,3.D$$

$$= 12 + 0,3.6$$

$$= 12 + 1,8$$

$$= 13,8 \text{ mm}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 540 \text{ rpm}$$

$$\text{Maka: } Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

$$= \frac{13,8}{0,1 \times 540}$$

$$= \frac{13,8}{54}$$

$$= 0.25 \text{ menit}$$

Mata Bor Ø9 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 9 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 9}$$

$$n = \frac{15000}{28,26}$$

$$n = 530,78 \text{ rpm} \approx 500 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\text{Diketahui: } L = 1 + 0,3.D$$

$$= 12 + 0,3.9$$

$$= 12 + 2,7$$

$$= 14,7 \text{ mm}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 500 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{14,7}{0,1 \times 500} \\ &= \frac{14,7}{50} \\ &= 0,294 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø12 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 12 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } v &= \frac{\pi \times D \times n}{1000} \\ n &= \frac{v \times 1000}{\pi \times D} \\ n &= \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 12} \\ n &= \frac{15000}{37,68} \\ n &= 398,089 \text{ rpm} \approx 420 \text{ rpm (rpm yang mendekati)} \end{aligned}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.12 \\ &= 12 + 3,6 \\ &= 15,6 \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 420 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{15,6}{0,1 \times 420} \\ &= \frac{15,6}{42} \\ &= 0,37 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø14 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

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

$$n = \frac{15000}{43,96}$$

$$n = 341,21 \text{ rpm} \approx 350 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\text{Diketahui: } L = 1 + 0,3 \cdot D$$

$$= 12 + 0,3 \cdot 14$$

$$= 12 + 4,2$$

$$= 16,2 \text{ mm}$$

$$S_r = 0,1 \text{ mm/rev}$$

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

$$\text{Maka: } T_m = \frac{L}{S_r \times n}$$

$$= \frac{16,2}{0,1 \times 350}$$

$$= \frac{16,2}{35}$$

$$= 0,46 \text{ menit}$$

Mata Bor Ø16 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 16}$$

$$n = \frac{15000}{50,24}$$

$$n = 298,56 \text{ rpm} \approx 300 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\
 &= 12 + 0,3.16 \\
 &= 12 + 4,8 \\
 &= 16,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 300 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\
 &= \frac{16,8}{0,1 \times 300} \\
 &= \frac{16,8}{30} \\
 &= 0,56 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Mata Bor Ø18 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 18 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 18}$$

$$n = \frac{15000}{56,52}$$

$$n = 265.392 \text{ rpm} \approx 300 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned}
 \text{Diketahui: } L &= 12 + 0,3.D \\
 &= 12 + 0,3.18 \\
 &= 12 + 5,4 \\
 &= 17,4 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 300 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\
 &= \frac{17,4}{0,1 \times 300}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{17,4}{30}$$

$$= 0,58 \text{ menit}$$

Mata Bor Ø20 mm

1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15 \text{ m/min}$

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

Maka: $v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 20}$$

$$n = \frac{15000}{62,8}$$

$$n = 238,85 \text{ rpm} \approx 210 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

Diketahui: $L = 1 + 0,3.D$

$$= 12 + 0,3.20$$

$$= 12 + 6$$

$$= 18 \text{ mm}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 210 \text{ rpm}$$

Maka: $Tm = \frac{L}{Sr \times n}$

$$= \frac{18}{0,1 \times 210}$$

$$= \frac{18}{21}$$

$$= 0,85 \text{ menit}$$

Mata Bor Ø22 mm

1) Perhitungan putaran

Diketahui: $v = 15 \text{ m/min}$

$$D = 22 \text{ mm}$$

Maka: $v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 22}$$

$$n = \frac{15000}{69,08}$$

$$n = 217,1 \text{ rpm} \approx 210 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 12 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.22 \\ &= 12 + 6,6 \\ &= 18,6 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 210 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{17,4}{0,1 \times 210} \\ &= \frac{18,4}{21} \\ &= 0,87 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø25 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 25 \text{ mm}$$

$$\text{Maka: } v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

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

$$n = \frac{15000}{78,5}$$

$$n = 191,08 \text{ rpm} \approx 210 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 1 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.25 \\ &= 12 + 7,5 \\ &= 19,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 210 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{19,5}{0,1 \times 210} \\ &= \frac{19,5}{21} \\ &= 0,92 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø27 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 27 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } v &= \frac{\pi \times D \times n}{1000} \\ n &= \frac{v \times 1000}{\pi \times D} \\ n &= \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 27} \\ n &= \frac{15000}{84,78} \\ n &= 176,92 \text{ rpm} \approx 210 \text{ rpm (rpm yang mendekati)} \end{aligned}$$

2) Waktu pemotongan

$$\begin{aligned} \text{Diketahui: } L &= 12 + 0,3.D \\ &= 12 + 0,3.27 \\ &= 12 + 8,1 \\ &= 20,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$$

$$n = 210 \text{ rpm}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka: } Tm &= \frac{L}{Sr \times n} \\ &= \frac{20,1}{0,1 \times 210} \\ &= \frac{20,1}{21} \\ &= 0,95 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mata Bor Ø30 mm

1) Perhitungan putaran

$$\text{Diketahui: } v = 15 \text{ m/min}$$

$$D = 30 \text{ mm}$$

Maka:

$$v = \frac{\pi \times D \times n}{1000}$$

$$n = \frac{v \times 1000}{\pi \times D}$$

$$n = \frac{15 \times 1000}{3,14 \times 30}$$

$$n = \frac{15000}{94,2}$$

$$n = 159,2 \text{ rpm} \approx 210 \text{ rpm (rpm yang mendekati)}$$

2) Waktu pemotongan

Diketahui: $L = 1 + 0,3.D$

$$= 12 + 0,3.30$$

$$= 12 + 9$$

$$= 21 \text{ mm}$$

$Sr = 0,1 \text{ mm/rev}$

$n = 210 \text{ rpm}$

Maka:

$$Tm = \frac{L}{Sr \times n}$$

$$= \frac{19,5}{0,1 \times 210}$$

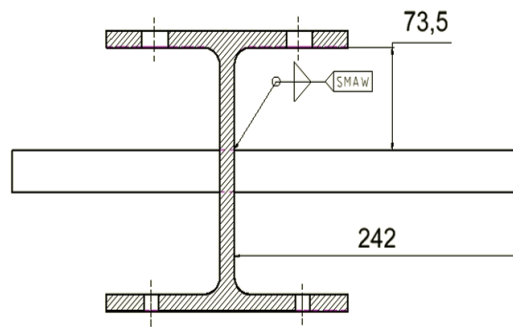
$$= \frac{21}{21}$$

$$= 1 \text{ menit}$$

5. Proses Pengerjaan Pengelasan Komponen Besi H Terhadap Poros

a. Las SMAW komponen tiang besi U terhadap plat 1 dan plat 2

- 1) Langkah pertama siapkan komponen besi U, plat 1 dan plat 2, lalu bersihkan ketiga kompoen tersebut dari berbagai kotoran seperti oli, debu, karat dan lain-lain.
- 2) Siapkan mesin las SMAW, nyalakan tombol ON. *Setting* besaran ampere yang akan digunakan sesuai dengan elektroda yang dipakai.
- 3) Lakukan pengelasan titik terlebih dahulu sebelum melakukan pengelasan sesuai dengan gambar kerja.
- 4) Lakukan pengelasan posisi 1F sesuai dengan gambar dibawah ini.



Gambar 3.10 Pengelasan Memanjang Posisi 1F

Komponen besi H terhadap poros

Tabel 3.11 Waktu Proses Pembuatan Komponen Bagian Besi H

<i>Machine Procces</i>	Nama Proses	Waktu Proses
<i>Hand Grinding</i>	Menggerinda sisi-sisi besi H akibat dari pemotongan bahan	30 menit
<i>Drilling</i>	Bagian besi H atas	
	<i>Drill</i> Ø6 mm	1 menit
	<i>Drill</i> Ø9 mm	1,176 menit
	<i>Drill</i> Ø12 mm	1,48 menit
	Bagian besi H bawah	
	<i>Drill</i> Ø6 mm	1 menit
	<i>Drill</i> Ø10 mm	1,2 menit
	Bagian tengah besi H	
	<i>Drill</i> Ø6 mm	0,25 menit
	<i>Drill</i> Ø9 mm	0,294 menit
	<i>Drill</i> Ø12 mm	0,37 menit
	<i>Drill</i> Ø14 mm	0,46 menit
	<i>Drill</i> Ø16 mm	0,56 menit
	<i>Drill</i> Ø18 mm	0,58 menit
<i>Drill</i> Ø20 mm	0,85 menit	
<i>Drill</i> Ø22 mm	0,87 menit	
<i>Drill</i> Ø25 mm	0,92 menit	

	<i>Drill</i> Ø27 mm	0,95 menit
	<i>Drill</i> Ø30 mm	1 menit
Las SMAW	Proses pengelasan poros pada besi H	20 menit
Total		62,96 menit

H. Perhitungan Biaya Pembuatan Seluruh Komponen Alat Bantu Pengelasan Pipa

1. Perhitungan waktu dan biaya pembuatan mekanisme alat bantu pengelasan pipa

Tabel 3.12 Waktu Pengerjaan mekanisme alat bantu pengelasan pipa

Kegiatan operator <i>drilling</i> pada proses pembuatan <i>Dudukan Toolpost</i>	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
Kegiatan produktif			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	34,9	18,81	25
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>)	15,7	8,44	15
3. Mengganti diameter <i>drill</i>	1,8	0,96	3,8
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	3,5	1,88	5,2
Sub total	55,9	30,09	49
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>jig / fixture</i>)	12,0	6,45	15
2. Mempelajari gambar teknik	0,5	0,26	2,1

3. Membersihkan geram atau perbaikan sederhana (<i>simple maintenance</i>)	5,3	2,285	5
4. Meminta / mencari pisau atau peralatan lain / mengirim / memindahkan benda kerja	4,0	2,15	3,9
5. Diskusi dengan dosen pembimbing / kepala bengkel	0,5	0,269	5
Sub total	22,3	11,97	31
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	2,4	1,29	5
2. Istirahat di dekat mesin	10,1	5,4	10
3. Menunggu pekerjaan	2,7	1,45	5,2
4. Berbincang dengan teman, bersanda gurau dan lain-lain	6,6	3,55	4,9
Sub total	21,8	11,69	25,1
Total	100%	53,75	105,1

I. Biaya Pembuatan Komponen Roda Gigi

1. Biaya Produksi pada mesin bubut

$$C_p = B_o + B_m + B_n$$

a. Perhitungan biaya berdasarkan waktu kerja *teoritis*

1) Biaya Operator = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja

$$U_{ks} = \text{UMK (bandung)} : \text{total waktu kerja satu bulan}$$

$$= \text{Rp. } 1.800.000/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 11.250/\text{jam}$$

$$B_o = \text{Rp. } 11.250 \times 4,17 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 46.912,50 \approx \text{Rp. } 47.000,00$$

2) Biaya mesin = Total waktu kerja x harga sewa

$$B_m = 4,17 \text{ jam} \times \text{Rp. } 30.000,00$$

$$= \text{Rp. } 125.100,00 \approx \text{Rp. } 125.000,00$$

3) Biaya lain-lain

$$B_l = \text{waktu kerja} \times \text{karga/kwh}$$

$$= 4,17 \text{ jam} \times \text{Rp. } 5.700,00$$

$$= \text{Rp. } 23.769,00 \approx \text{Rp. } 24.000,00$$

$$C_p = B_o + B_m + B_n$$

$$= \text{Rp. } 47.000 + \text{Rp. } 125.000 + \text{Rp. } 24.000$$

$$= \text{Rp. } 196.000,-$$

b. Perhitungan biaya berdasarkan waktu kerja *real*

1) Biaya Operator = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja

U_{ks} = UMK (Bandung) : total waktu kerja satu bulan

$$= \text{Rp. } 1.800.000/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 11.250/\text{jam}$$

$$B_o = \text{Rp. } 11.250 \times 5,08 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 57.150 \approx \text{Rp. } 58.000,00$$

2) Biaya mesin = Total waktu kerja x harga sewa

$$B_m = 5,08 \text{ jam} \times \text{Rp. } 30.000,00$$

$$= \text{Rp. } 152.400,00 \approx \text{Rp. } 152.000,00$$

3) Biaya lain-lain

$$B_l = \text{waktu kerja aktif} \times \text{harga/kwh}$$

$$= 5,08 \text{ jam} \times \text{Rp. } 5.700,00$$

$$= \text{Rp. } 28.956 \approx \text{Rp. } 29.000,00$$

$$C_p = B_o + B_m + B_l$$

$$= \text{Rp. } 58.000 + \text{Rp. } 152.000 + \text{Rp. } 29.000$$

$$= \text{Rp. } 239.000,-$$

2. Biaya Produksi pada mesin frais

$$C_p = B_o + B_m + B_n$$

a. Perhitungan biaya berdasarkan waktu kerja *teoritis*

1) Biaya Operator = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja

U_{ks} = UMK (Bandung) : total waktu kerja satu bulan

$$= \text{Rp. } 1.800.000/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan}$$

$$= \text{Rp. } 11.250/\text{jam}$$

$$B_o = \text{Rp. } 11.250 \times 6,39 \text{ jam}$$

$$= \text{Rp. } 71.887,00 \approx \text{Rp. } 72.000,00$$

2) Biaya mesin = Total waktu kerja x harga sewa

$$\begin{aligned} B_m &= 6,39 \text{ jam} \times \text{Rp. } 45.000,00 \\ &= \text{Rp. } 287.550,00 \end{aligned}$$

3) Biaya lain-lain

$$\begin{aligned} B_l &= \text{waktu kerja aktif} \times \text{kwh} \times \text{harga/kwh} \\ &= 6,39 \text{ jam} \times \text{Rp. } 5.700,00 \\ &= \text{Rp. } 36.423 \approx \text{Rp. } 37.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= B_o + B_m + B_n \\ &= \text{Rp. } 72.000 + \text{Rp. } 287.550 + \text{Rp. } 37.000 \\ &= \text{Rp. } 396.550,- \end{aligned}$$

b. Perhitungan biaya berdasarkan waktu kerja real

1) Biaya Operator = Upah kerja standar (U_{ks}) x waktu kerja

$$\begin{aligned} U_{ks} &= \text{UMK (Bandung)} : \text{total waktu kerja satu bulan} \\ &= \text{Rp. } 1.800.000/\text{bulan} : 160 \text{ jam/bulan} \\ &= \text{Rp. } 11.250/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_o &= \text{Rp. } 11.250 \times 7,05 \text{ jam} \\ &= \text{Rp. } 79.312 \approx \text{Rp. } 80.000,00 \end{aligned}$$

2) Biaya mesin = Total waktu kerja x harga sewa

$$\begin{aligned} B_m &= 7,05 \text{ jam} \times \text{Rp. } 45.000,00 \\ &= \text{Rp. } 317.250,00 \end{aligned}$$

3) Biaya lain-lain

$$\begin{aligned} B_l &= \text{waktu kerja} \times \text{kwh} \times \text{harga/kwh} \\ &= 7,05 \text{ jam} \times \text{Rp. } 5.700,00 \\ &= \text{Rp. } 40.185 \approx \text{Rp. } 40.500,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_p &= B_o + B_m + B_n \\ &= \text{Rp. } 80.000 + \text{Rp. } 317.250 + \text{Rp. } 40.500 \\ &= \text{Rp. } 437.750,- \end{aligned}$$

Tabel 3.13 Total Waktu dan Biaya Pembuatan Komponen Roda Gigi

Machine	Waktu Proses	Biaya Proses
---------	--------------	--------------

<i>Procces</i>	Teori	Real	Teori	Real
Bahan	-	-	Rp 60.000,-	
<i>Turning</i>	250,2 menit	304,8 menit	Rp. 196.000,-	Rp .239.000,-
Frais	384,1 menit	423 menit	Rp 396.550,-	Rp 437.750,-
Total	10,57 jam	12,13 jam	Rp 652.550,-	Rp 736.750,-

Dari analisis yang sudah ada antara data pada saat dihitung menggunakan teori dan mencari waktu pada saat mesin bekerja terdapat adanya perbedaan waktu yang cukup tinggi. Hal ini disebabkan oleh penanganan dan pengoperasian mesin pada saat dilapangan sudah menjadi hak operator. Dengan kata lain pada saat proses permesinan berlangsung operator dapat mengubah waktu potong dan pemakanan sesuai kondisi di lapangan tanpa mengikuti kecepatan yang dianjurkan menurut teori.