

BAB IV PROSES PEMBUATAN

4.1 Proses Pembuatan

Pada rancang bangun alat *bending* kaki tongkat ini diperlukan komponen-komponen yang tepat dan presisi agar semua komponen tersebut dapat di *assembly* dengan benar dan berfungsi dengan baik sesuai yang telah direncanakan sebelumnya. Proses permesinan dan pekerjaan tangan merupakan bagian dari proses pembuatan komponen-komponen yang akan dibuat. Pada pembahasan proses pembuatan akan dibuat rekapitulasi waktu pengerjaan.

Adapun komponen-komponen yang akan dibuat adalah :

1. Alas Meja
2. *Roller* 1
3. *Roller* 2
4. Plat Penghubung *Roller* 1&2
5. Plat Alas Kaki Meja
6. Peyangga Pipa
7. *Clamp* Peyangga Pipa
8. *Handle Stopper*
9. Poros *Roller* 2
10. Rangka Meja

4.1.1 Komponen Yang Dibutuhkan

Ada beberapa komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat *bending* kaki tongkat ini material pipa $\frac{3}{4}$ inci adalah:

Tabel 4.1 Komponen yang dibutuhkan

No	Komponen	Keterangan	Jumlah
1	<i>Roller</i>	Ø110mm x 55mm	1 Buah

		Ø65mm x 55 mm	
2	Besi <i>Hollow</i> 40mm x 40 mm x 2 mm	6000mm	2 Buah
3	Plat	650mm x 450mm x 6mm	1 Buah
		80mm x 80mm x 6mm	4 Buah
4	Pipa Aluminium 1 mm	Ø19,05 mm x 6000 mm	1 Buah
5	Besi	160mm x 38mm x 5mm	2 Buah
6	Penyangga Pipa	60mm x 60mm x 60mm	1 Buah
7	<i>Clamp</i> Penyangga Pipa	38mm x 3mm x 60mm	1 Buah

4.1.2 Peralatan Yang Digunakan

Alat yang digunakan dalam pembuatan alat *bending* kaki tongkat material pipa ¾ inci adalah:

Tabel 4.2 Peralatan yang digunakan

No	Jenis Pengerjaan	Peralatan
1	Pengerjaan Mesin	<ul style="list-style-type: none"> • Mesin Bubut • Mesin Bor • Mesin <i>Milling</i> • Mesin Las Listrik • Gerinda Tangan • <i>Cutting Torch</i>
2	Pengerjaan Tangan	<ul style="list-style-type: none"> • Penitik • Palu • Penggores
3	Pengukuran	<ul style="list-style-type: none"> • Jangka Sorong • Mistar Baja • Mistar Siku • Meteran

4.1.3 Bahan Pelengkap

Bahan pelengkap yang digunakan untuk membuat alat bending kaki tongkat material pipa $\frac{3}{4}$ inci adalah:

Tabel 4.3 Bahan Pelengkap

No	Komponen	Keterangan	Jumlah
1	Kawat Las (Elektroda)	Ø2,6	1 Kotak
2	Mata Bor	Ø10	1 Buah
		Ø12	1 Buah
		Ø15	1 Buah
		Ø16	1 Buah
3	Cat Minyak	Biru	1 Buah
		Hitam	1 Buah

4.1.4 Rumus Proses Pembuatan Komponen

Dalam proses pembuatan komponen tersebut membutuhkan beberapa mesin yaitu, mesin bubut, mesin bor, dan mesin *milling*. Untuk menghitung waktu permesinan maka rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

a. Mesin Bubut

Putaran mesin:

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

Keterangan:

n = Putaran Mesin (rpm)

Vc = Kecepatan Potong (mm/menit)

d = Diameter Poros (mm)

Pemakanan Memanjang:

$$Tm = \frac{la+l}{Sr \cdot n}$$

Keterangan:

T_m = Waktu pemakanan (menit)

l_a = panjang pemakanan awal (mm)

l = Panjang Pemakanan (mm)

S_r = Kedalaman Pemakanan (mm)

Pemakanan Melintang:

$$T_m = \frac{l_a + r}{S_r \cdot n}$$

Keterangan:

r = jari-jari poros (mm)

l_a = panjang pemakanan awal (mm)

S_r = Kedalaman Pemakanan (mm)

n = Putaran mesin (rpm)

b. Mesin Bor

Putaran Mesin

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

Keterangan:

n = Putaran Mesin (rpm)

V_c = Kecepatan Potong (mm/menit)

d = Diameter mata bor (mm)

Waktu pengerjaan:

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n}$$

Keterangan:

T_m = Waktu Pemakanan (menit)

L = Kedalaman Pemakanan

$$= 1 + 0,3 \cdot d$$

= Tebal benda

Sr = Kedalaman Pemakanan (mm)

c. Mesin Milling

Putaran mesin:

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

Keterangan:

n = Putaran Mesin (rpm)

Vc = Kecepatan Potong (mm/menit)

d = Diameter Mata *Cutter* (mm)

Waktu Pegerjaan:

$$S = n \cdot z \cdot Sr$$

$$Tm = \frac{L}{S}$$

$$A = \frac{B}{\phi_{cutter}}$$

Keterangan:

Tm = Waktu Pemakanan (menit)

L = Panjang Langkah

$$= l + \frac{d}{2} + 2$$

S = Kecepatan Pemakanan (mm/menit)

l = Panjang Pemakanan (mm)

d = Diameter *cutter* (mm)

z = Jumlah gigi *cutter*

Sr = Kedalaman pemakanan

B = Lebar pemakanan

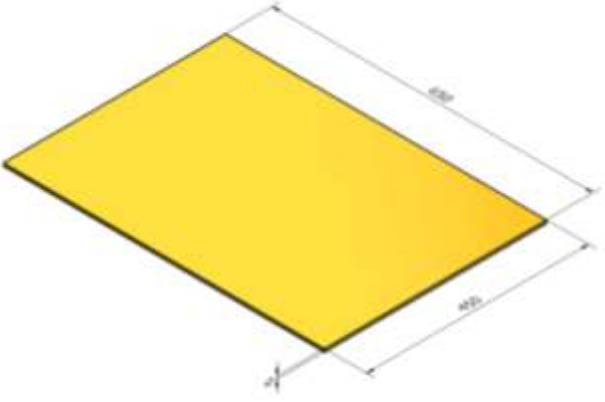
4.1.5 Proses Pembuatan Komponen

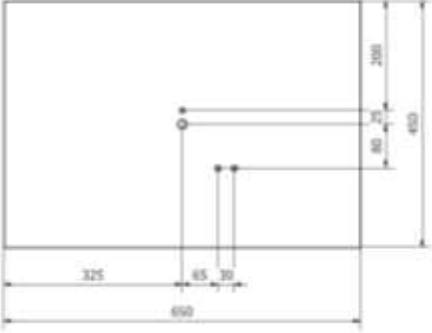
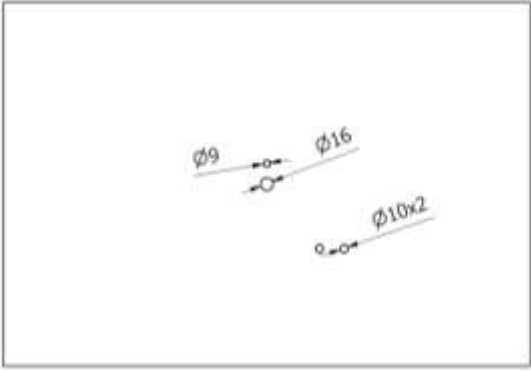
a. Proses Pembuatan Alas Meja

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. Plat ukuran 650mm x 450mm x 6mm
2. Mesin bor
3. Mata bor $\varnothing 9\text{mm}$, $\varnothing 10\text{mm}$ dan $\varnothing 16\text{mm}$
4. Mistar
5. Penitik
6. Palu
7. Penggores

Tabel 4.4 Langkah Kerja Pembuatan Alas Meja

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan plat dengan ukuran 650 mm x 450 mm x 6 mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores - Penitik - Palu

2	<p>Mengukur menggunakan mistar dan menentukan titik awal pengeboran dengan menentukan ukuran sesuai dengan gambar disamping</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores - Penitik - Palu
3	<p>Melakukan pengeboran dengan $\varnothing 10$ sebanyak 3. lubang, $\varnothing 9$ sebanyak 1 lubang dan $\varnothing 16$ sebanyak 1 lubang.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - APD - Mesin Bor - Mata Bor $\varnothing 9$ $\varnothing 10$ dan $\varnothing 16$

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bor:

$V_c = 20$ mm/menit

$S_r = 0,1$ mm

1. Pengeboran mata bor $\varnothing 10$ mm

$$L = 1 + 0,3 \cdot d$$

$$= 6 + 0,3.10$$

$$= 9 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20.1000}{\pi \cdot 10}$$

$$= 636,620 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$Tm_1 = \frac{L}{Sr \cdot n}$$

$$= \frac{9}{0,1 \cdot 636,620}$$

$$= 0,141 \text{ menit}$$

Dilakukan pada 3 titik sumbu yang telah ditentukan:

$$\text{Maka } Tm_1 \times 3 = 0,141 \times 3 = 0,423 \text{ menit}$$

2. Pengeboran mata bor $\emptyset 9$

$$L = 6 + 0,3 \cdot 9$$

$$= 8,7 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 9}$$

$$= 707,355 \text{ rpm}$$

Waktu pengerjaan:

$$Tm_2 = \frac{L}{Sr \cdot n}$$

$$= \frac{8,7}{0,1 \cdot 707,355}$$

$$= 0,810 \text{ menit}$$

3. Pengeboran mata bor $\emptyset 16$

$$L = 6 + 0,3 \cdot 16$$

$$= 10,8 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 16}$$

$$= 397,887 \text{ rpm}$$

Waktu pengerjaan:

$$\begin{aligned}
 Tm_3 &= \frac{L}{Sr \cdot n} \\
 &= \frac{10,8}{0,1 \cdot 397,887} \\
 &= 0,271 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Tmbor_1 &= Tset + Tm_1 + Tm_2 + Tm_3 \\
 &= 10 + 0,423 + 0,810 + 0,271 \\
 &= 11,504 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan pembuatan alas meja adalah:

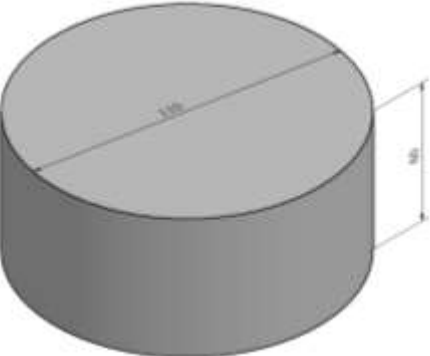
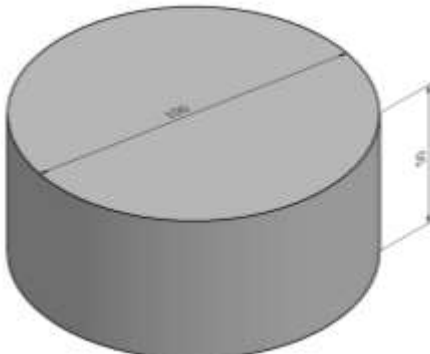
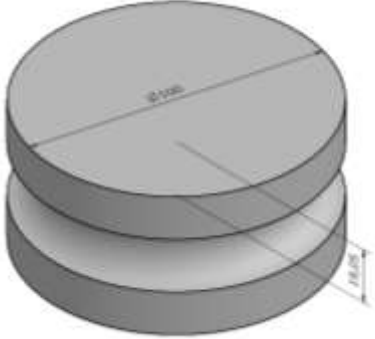
$$\begin{aligned}
 Ttotal_1 &= Tpemotongan + Tmbor \\
 &= 10 + 11,504 \\
 &= 21,504 \text{ menit}
 \end{aligned}$$


b. Proses Pembuatan *Roller 1*

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi pejal ukuran $\emptyset 110 \text{ mm} \times 60 \text{ mm}$
3. Mesin Bubut
4. Kunci L dan chuck bubut
5. Jangka Sorong
6. Pahat Rata Kanan, *Counter Bor*, Pahat Kuku
7. Mata Bor $\emptyset 10$ dan $\emptyset 16$

Tabel 4.5 Langkah Kerja Pembuatan *Roller* 1

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan poros berukuran $\varnothing 110$ mm x 60 mm.		-
2	Setting mesin bubut dan putaran mesin kemudian melakukan pemakanan pada kedua poros menjadi ukuran $\varnothing 100$ mm x 50 mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat rata kanan - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong
3	Kemudian, melakukan pemakanan melintang dibagian tengah-tengah sedalam 9,5 mm dan lebar		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat rata kanan - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong - Pahat kuku

	19,05 mm, sehingga terbentuk celah seperti di gambar.		
4	Melakukan pengeboran sampai tembus, sebelum itu gunakan center drill sebagai titik pusat pengeboran. Kemudian lakukan pengeboran sedalam 50 mm dengan $\varnothing 16$ mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Jangka sorong - Center Drill - Mata bor $\varnothing 10$ dan $\varnothing 16$

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bubut

$$V_c = 20 \text{ mm/menit}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 110}$$

$$= 57,87 \text{ rpm}$$

$$S_r = 0,5 \text{ mm}$$

1. Pemakanan melintang (muka) sepanjang 10 mm

$$Tm_4 = \frac{la+r}{S_r \cdot n}$$

$$= \frac{5 + 55}{0,5 \cdot 57,87}$$

$$= 2,07 \text{ menit}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm. Dengan panjang pemakanan 10 mm, maka dilakukan pemakanan sebanyak 20 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah:

$$Tm_4 = 2,07 \times 20 = 41,4 \text{ menit}$$

2. Pemakanan memanjang dengan kedalaman 10 mm dengan panjang 60 mm

$$Tm_5 = \frac{la+L}{Sr \cdot n}$$

$$= \frac{5 + 60}{0,5 \cdot 57,87}$$

$$= 2,25 \text{ menit}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 10 mm. maka pemakanan dilakukan sebanyak 20 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah:

$$Tm_5 = 2,25 \times 20 = 45 \text{ menit}$$

3. Pemakanan melintang dengan panjang 19,05 mm dan kedalaman 9,5 mm

$$Tm_6 = \frac{la+r}{Sr \cdot n}$$

$$= \frac{5 + 50}{0,5 \cdot 57,87}$$

$$= 1,90 \text{ menit}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 9,5 mm, maka pemakanan dilakukan sebanyak 19 kali

$$Tm_6 = 1,90 \times 19 = 36,1 \text{ menit}$$

Pemakanan melintang menggunakan pahat HSS 5/8 inci. Panjang pemakanan melintang sepanjang 19,05 mm. karena pemakanan melintang dilakukan sebanyak 2 kali maka perhitungannya adalah :

$$Tm_6 = 36,1 \times 2 = 69,2 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 T_{mbubut1} &= T_{set} + Tm_4 + Tm_5 + Tm_6 \\
 &= 10 + 41,4 + 45 + 72,2 \\
 &= 168,6 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Mesin Bor pada Pembubutan

$$V_c = 20 \text{ mm/menit}$$

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

1. Pengeboran mata bor $\varnothing 10 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 L &= 50 + 0,3 \cdot 10 \\
 &= 53 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 10} = 636,620 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$\begin{aligned}
 Tm_7 &= \frac{53}{0,1 \cdot 636,620} \\
 &= 0,83 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

2. Pengeboran Mata Bor $\varnothing 16 \text{ mm}$:

$$\begin{aligned}
 L &= 50 + 0,3 \cdot 16 \\
 &= 54,8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 16} = 397,887 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan :

$$Tm_8 = \frac{54,8}{0,1 \cdot 397,887} = 1,377 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 Tm_{bor2} &= T_{set} + Tm_7 + Tm_8 \\
 &= 10 + 0,83 + 1,377 \\
 &= 12,207 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan *roller* 1 adalah:

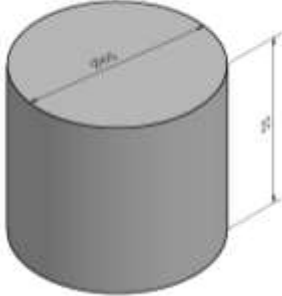
$$\begin{aligned}
 T_{total_2} &= T_{mbubut_1} + T_{mbor_2} \\
 &= 168,6 + 12,207 \\
 &= 180,807 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

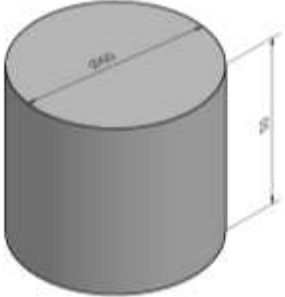
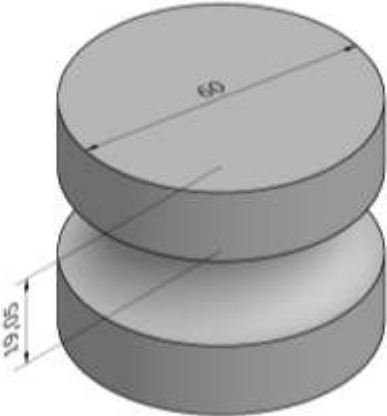
c. Proses pembuatan *Roller 2*

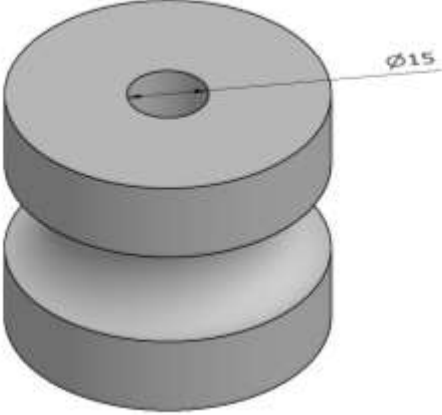
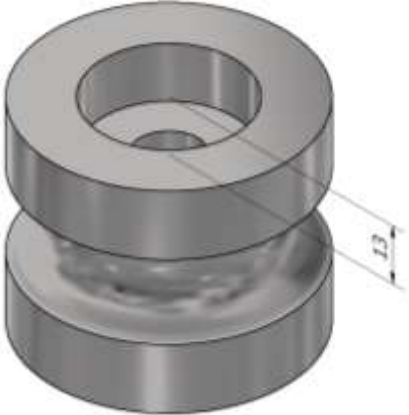
Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi pejal ukuran $\varnothing 65 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$
3. Mesin bubut
4. Kunci L dan chuck bubut
5. Jangka sorong
6. Pahat rata kanan, *counter* bor, pahat kuku, pahat bubut rata dalam
7. Mata bor $\varnothing 10$ dan $\varnothing 16$

Tabel 4.6 Langkah Kerja Pembuatan *Roller 2*

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan poros berukuran $\varnothing 65 \text{ mm} \times 55 \text{ mm}$.		-

2	<p>Setting mesin bubut dan putaran mesin kemudian melakukan pemakanan pada kedua poros menjadi ukuran $\varnothing 60$ mm x 50 mm.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat rata kanan - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong
3	<p>Kemudian, melakukan pemakanan melintang dibagian tengah-tengah sedalam 9,5 mm dan lebar 19,05 mm, sehingga terbentuk celah seperti di gambar.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat rata kanan - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong - Pahat kuku

4	<p>Melakukan pengeboran sampai tembus, sebelum itu gunakan center drill sebagai titik pusat pengeboran. Kemudian lakukan pengeboran sedalam 50 mm dengan $\varnothing 15$ mm.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Jangka sorong - Center Drill - Mata bor $\varnothing 10$ dan $\varnothing 15$
5	<p>Melakukan pemakanan memanjang sedalam 13 mm dengan lebar 19 mm, seperti gambar di samping.</p>		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat bubut rata dalam - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bubut:

$$V_c = 20 \text{ mm/menit}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 65}$$

$$= 97,94 \text{ rpm}$$

$$S_r = 0,5 \text{ mm}$$

1. Pemakanan melintang (muka) sepanjang 5 mm

$$\begin{aligned} Tm_9 &= \frac{la+r}{S_r \cdot n} \\ &= \frac{5 + 32,5}{0,5 \cdot 97,94} \\ &= 0,766 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm. Dengan panjang pemakanan 5 mm, maka dilakukan pemakanan sebanyak 10 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah :

$$Tm_9 = 0,766 \times 10 = 7,66 \text{ menit}$$

2. Pemakanan memanjang dengan kedalaman 10 mm dengan panjang 60 mm

$$\begin{aligned} Tm_{10} &= \frac{la+L}{S_r \cdot n} \\ &= \frac{5 + 55}{0,5 \cdot 97,94} \\ &= 1,225 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 5 mm. maka pemakanan dilakukan sebanyak 10 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah

$$Tm_{10} = 1,225 \times 10 = 12,25 \text{ menit}$$

3. Pemakanan melintang dengan panjang 19,05 mm dan kedalaman 9,5 mm

$$\begin{aligned} Tm_{11} &= \frac{la+r}{S_r \cdot n} \\ &= \frac{5 + 30}{0,5 \cdot 97,94} \\ &= 0,715 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 9,5 mm, maka pemakanan dilakukan sebanyak 19 kali

$$Tm_{11} = 0,715 \times 19 = 13,585 \text{ menit}$$

Pemakanan melintang menggunakan pahat HSS 5/8 inci. Panjang pemakanan melintang sepanjang 19,05 mm. karena pemakanan melintang dilakukan sebanyak 2 kali maka perhitungannya adalah :

$$Tm_{11} = 13,585 \times 2 = 27,17 \text{ menit}$$

4. Pemakanan memanjang dengan kedalaman 13 mm dengan panjang 19 mm

$$\begin{aligned} Tm_{12} &= \frac{la+L}{Sr \cdot n} \\ &= \frac{5 + 13}{0,5 \cdot 97,94} \\ &= 0,368 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 19 mm. maka pemakanan dilakukan sebanyak 38 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah

$$Tm_{12} = 0,368 \times 38 = 13,984 \text{ menit}$$

Pemakanan pada dua sisi jadi $Tm_{12} = 13,984 \times 2 = 27,968 \text{ menit}$

$$\begin{aligned} T_{mbubut2} &= T_{set} + Tm_9 + Tm_{10} + Tm_{11} + Tm_{12} \\ &= 10 + 7,66 + 12,25 + 27,17 + 27,968 \\ &= 85,048 \text{ menit} \end{aligned}$$

Mesin Bor pada Pembubutan

$$Vc = 20 \text{ mm/menit}$$

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

1. Pengeboran mata bor $\emptyset 10 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} L &= 50 + 0,3 \cdot 10 \\ &= 53 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 10} = 636,620 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$Tm_{13} = \frac{53}{0,1 \cdot 636,620}$$

$$= 0,83 \text{ menit}$$

2. Pengeboran Mata Bor $\varnothing 15$ mm:

$$L = 50 + 0,3 \cdot 15$$

$$= 54,5 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 15} = 424,413 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan :

$$Tm_{14} = \frac{54,5}{0,1 \cdot 424,413} = 1,284 \text{ menit}$$

$$Tmbor_3 = Tset + Tm_{13} + Tm_{14}$$

$$= 10 + 0,83 + 1,284$$

$$= 12,114 \text{ menit}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan *roller 2* adalah:

$$Ttotal_3 = Tmbubut_2 + Tmbor_3$$

$$= 85,048 + 12,114$$

$$= 97,162 \text{ menit}$$

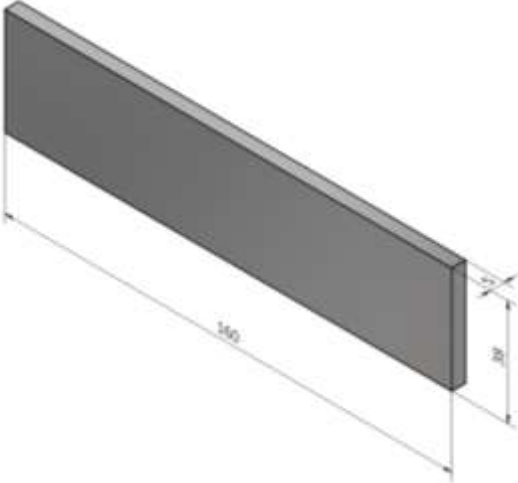
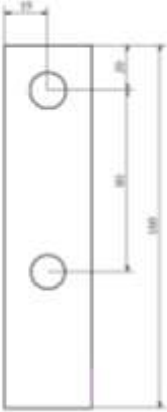
d. Proses Pembuatan Plat Penghubung *Roller 1* dan *Roller 2*

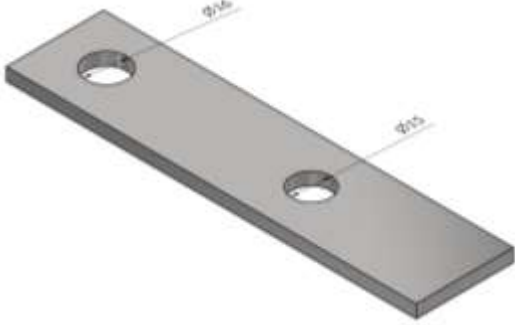
Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi plat ukuran 160mm x 38mm x 5mm
3. Mistar Baja
4. Penggores
5. Penitik

6. Mata Bor $\varnothing 10$, $\varnothing 15$ dan $\varnothing 16$
7. Mesin Bor
8. Palu

Tabel 4.7 Langkah Kerja Plat Penghubung *Roller 1* dan *Roller 2*

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan besi plat dengan ukuran seperti pada gambar.		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu
2	Mengukur dengan mistar seperti ukuran pada gambar dari sudut plat sehingga menemukan titik sumbu, kemudian gores dan buat titik		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu

	menggunakan penitik dan palu.		
3	Melakukan pengeboran dengan $\varnothing 10$ sebanyak 2 lubang, $\varnothing 15$ sebanyak 1 lubang dan $\varnothing 16$ sebanyak 1 lubang dengan kedalaman 5mm. Catatan menyatukan terlebih dahulu dua komponen yang telah dibuat dengan cara di las agar mendapatkan ukuran yang sama.		<ul style="list-style-type: none"> - Mata bor $\varnothing 10$, $\varnothing 15$ dan $\varnothing 16$

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bor:

$V_c = 20$ mm/menit

$S_r = 0,1$ mm

1. Pengeboran mata bor $\varnothing 10$ mm

$$L = 5 + 0,3 \cdot 10$$

$$= 8 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 10} = 636,620 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$Tm_{15} = \frac{8}{0,1 \cdot 636,620}$$

$$= 0,126 \text{ menit}$$

Dilakukan pada 2 titik sumbu yang telah ditentukan:

$$\text{Maka } Tm_{15} \times 2 = 0,126 \times 2 = 0,252 \text{ menit}$$

2. Pengeboran Mata Bor $\varnothing 15$ mm:

$$L = 5 + 0,3 \cdot 15$$

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

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 15} = 424,413 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan :

$$Tm_{16} = \frac{9,5}{0,1 \cdot 424,413} = 0,224 \text{ menit}$$

3. Pengeboran Mata Bor $\varnothing 16$ mm:

$$L = 5 + 0,3 \cdot 16$$

$$= 9,8 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 16} = 397,887 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan :

$$Tm_{17} = \frac{9,8}{0,1 \cdot 397,887} = 0,246 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} Tmbor_4 &= Tset + Tm_{15} + Tm_{16} + Tm_{17} \\ &= 10 + 0,252 + 0,224 + 0,246 \\ &= 10,722 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ttotal_4 &= Tpemotongan + Tmbor_4 \\ &= 10 + 10,722 \\ &= 20,722 \text{ menit} \end{aligned}$$

Dikarenakan ada 2 plat dengan ukuran yang sama, maka:

$$Ttotal_4 \times 2 = 20,722 \times 2 = 41,444 \text{ menit}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan plat penghubung *roller* 1 dan *roller* 2 adalah:

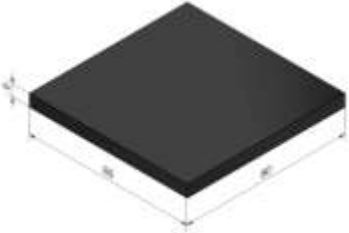
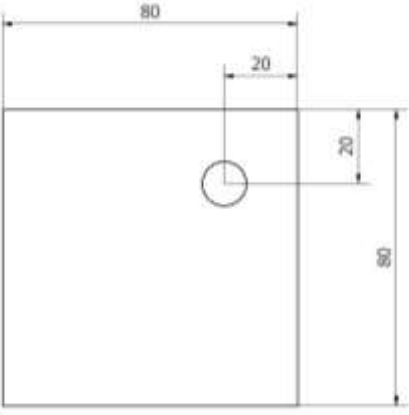
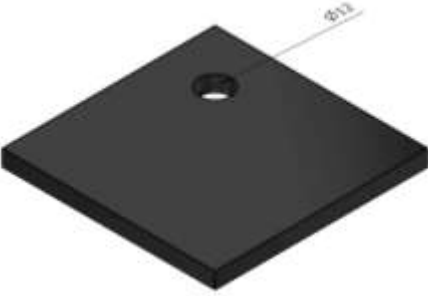
$$Ttotal_4 = 41,444 \text{ menit}$$

e. Proses Pembuatan Plat Alas Kaki Meja

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi plat ukuran 80mm x 80mm x 6mm
3. Mistar Baja
4. Penggores
5. Penitik
6. Mata Bor Ø12
7. Mesin Bor
8. Palu

Tabel 4.8 Langkah Kerja Plat Alas Kaki Meja

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan besi plat dengan ukuran seperti pada gambar.		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu
2	Mengukur dengan mistar seperti ukuran pada gambar dari sudut plat sehingga menemukan titik sumbu, kemudian gores dan buat titik menggunakan penitik dan palu.		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu
3	Melakukan pengeboran dengan $\varnothing 12$ sebanyak 1 lubang dengan kedalaman 6 mm, dilakukan		<ul style="list-style-type: none"> - Mata bor $\varnothing 12$

	sebanyak 4 kali pengeboran pada 4 plat yang sama ukurannya.		
--	---	--	--

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bor:

$V_c = 20$ mm/menit

$S_r = 0,1$ mm

1. Pengeboran mata bor $\varnothing 12$ mm

$$L = 6 + 0,3 \cdot 12$$

$$= 9,6 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 12} = 530,516 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$T_{m_{18}} = \frac{9,6}{0,1 \cdot 530,516}$$

$$= 0,181 \text{ menit}$$

$$T_{m_{bor_5}} = T_{set} + T_{m_{18}}$$

$$= 10 + 0,181$$

$$= 10,181 \text{ menit}$$

$$T_{total_5} = T_{pemotongan} + T_{m_{bor_5}}$$

$$= 10 + 10,181$$

$$= 20,181 \text{ menit}$$

Dikarenakan ada 4 plat dengan ukuran yang sama, maka:

$$T_{total_5} \times 4 = 20,181 \times 4 = 80,724 \text{ menit}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan alas kaki meja adalah:

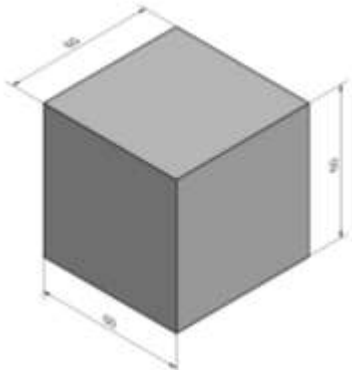
$$T_{total_5} = 80,724 \text{ menit}$$

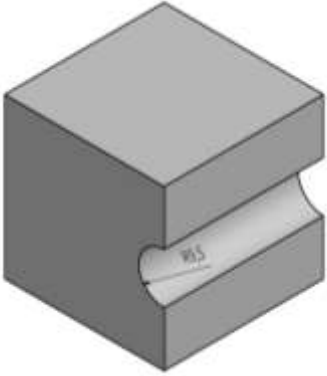
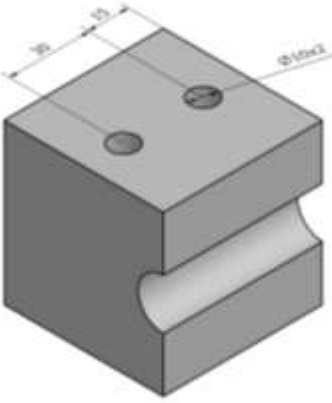
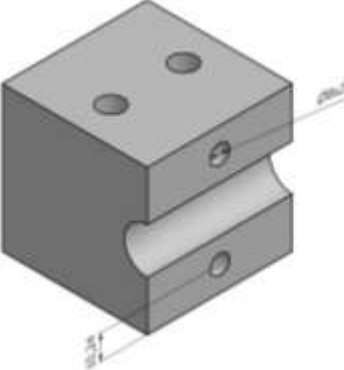
f. Proses Pembuatan Penyangga Pipa

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi plat ukuran 60mm x 60mm x 60mm
3. Mistar Baja
4. Penggores
5. Penitik
6. Mesin *Milling*
7. *Cutter Milling* Ø19
8. Mata Bor Ø8 dan Ø10
9. Mesin Bor
10. Palu

Tabel 4.9 Langkah Kerja Pembuatan Peyangga Pipa

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan Plat dengan ukuran 60mm x 60mm x 60mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores

2	Mengukur dengan mistar seperti ukuran pada gambar dan lakukan proses <i>milling</i> .		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores - penitik - <i>Cutter Milling</i> Ø19
3	Melakukan pengeboran dengan Ø10 sebanyak 2 lubang dengan kedalaman 60 mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores - Penitik - Palu - Mata bor Ø10
4	Melakukan pengeboran dengan Ø8 sebanyak 2 lubang dengan kedalaman 25 mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Mistar - Penggores - Penitik - Palu - Mata bor Ø8

Perhitungan Permesinan:

Mesin Milling:

$$L = 1 + \frac{d}{2} + 2$$

$$\begin{aligned}
 &= 9,5 + \frac{19}{2} + 2 \\
 &= 21 \text{ mm} \\
 n &= \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \\
 &= \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 19} \\
 &= 335,063 \text{ rpm} \\
 A &= \frac{B}{\phi_{\text{cutter}}} = \frac{19}{19} = 1 \text{ kali} \\
 S &= n \cdot z \cdot Sr \\
 &= 335,063 \cdot 4 \cdot 1 \\
 &= 1340,252 \text{ mm/menit}
 \end{aligned}$$

Waktu Pengerjaan:

$$\begin{aligned}
 T_{m19} &= \frac{L}{S} \times A \times \text{pemakanan} \\
 &= \frac{40}{1340,252} \times 1 \times 60 \\
 &= 0,940 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T_{\text{milling1}} &= T_{\text{set}} + T_{m19} \\
 &= 10 + 0,940 \\
 &= 10,940 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Mesin Bor:

$$Vc = 20 \text{ mm/menit}$$

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

1. Pengeboran $\phi 10 \text{ mm}$

$$\begin{aligned}
 L &= 60 + 0,3 \cdot 10 \\
 &= 63 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 10} = 636,620 \text{ rpm}$$

Waktu pengerjaan:

$$T_{20} = \frac{63}{0,1 \cdot 636,620}$$

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

Dilakukan pada 2 titik sumbu yang telah ditentukan:

$$T_{m20} = 0,99 \times 2 = 1,98 \text{ menit}$$

$$T_{mbor6} = T_{set} + T_{m20}$$

$$= 10 + 1,98$$

$$= 11,98 \text{ menit}$$

2. Pengeboran Ø8mm

$$L = 25 + 0,3 \cdot 8$$

$$= 27,4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 8} = 795,775 \text{ rpm}$$

Waktu pengerjaan:

$$T_{21} = \frac{27,4}{0,1 \cdot 795,775}$$

$$= 0,344 \text{ menit}$$

Dilakukan pada 2 titik sumbu yang telah ditentukan:

$$T_{m21} = 0,344 \times 2 = 0,688 \text{ menit}$$

$$T_{mbor7} = T_{set} + T_{m21}$$

$$= 10 + 0,688$$

$$= 10,688 \text{ menit}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan penyangga pipa adalah:

$$T_{total6} = T_{milling1} + T_{mbor6} + T_{mbor7}$$

$$= 10,940 + 11,98 + 10,688$$

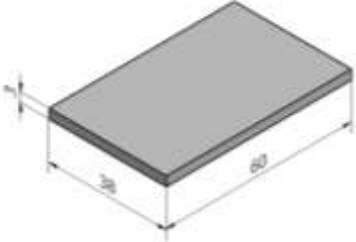
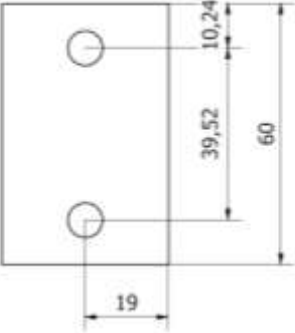
$$= 33,608 \text{ menit}$$

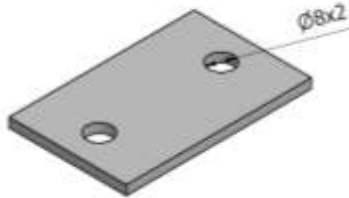
g. Proses Pembuatan *Clamp* Penyangga Pipa

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi plat ukuran 38mm x 3mm x 60mm
3. Mistar Baja
4. Penggores
5. Penitik
6. Mata Bor $\varnothing 8$
7. Mesin Bor
8. Palu

Tabel 4.10 Langkah Kerja *Clamp* Penyangga Pipa

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan besi plat dengan ukuran seperti pada gambar.		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu
2	Mengukur dengan mistar seperti ukuran pada gambar dari sudut plat sehingga menemukan titik sumbu, kemudian		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Penitik - Mistar - Palu

	gores dan buat titik menggunakan penitik dan palu.		
3	Melakukan pengeboran dengan $\varnothing 8$ sebanyak 2 lubang dengan kedalaman 3 mm, seperti pada gambar di samping.		<ul style="list-style-type: none"> - APD - Mata bor $\varnothing 8$

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bor:

$V_c = 20$ mm/menit

$S_r = 0,1$ mm

1. Pengeboran mata bor $\varnothing 8$ mm

$$L = 3 + 0,3 \cdot 8$$

$$= 5,4 \text{ mm}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 8} = 795,775 \text{ rpm}$$

Waktu Pengerjaan:

$$T_{m22} = \frac{5,4}{0,1 \cdot 795,775}$$

$$= 0,068 \text{ menit}$$

Dilakukan pada 2 titik sumbu yang telah ditentukan:

$$T_{m22} = 0,068 \times 2 = 0,136 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}T_{mbor_8} &= T_{set} + T_{m_{22}} \\ &= 10 + 0,136 \\ &= 10,136 \text{ menit}\end{aligned}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan alas kaki meja adalah:

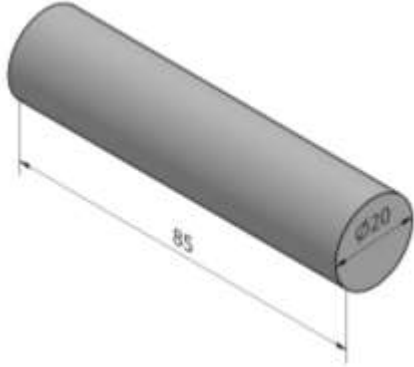
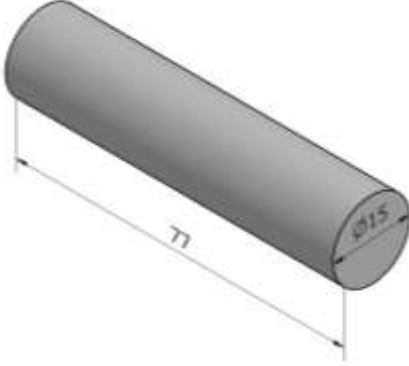
$$\begin{aligned}T_{total_7} &= T_{pemotongan} + T_{mbor_8} \\ &= 10 + 10,136 \\ &= 20,136 \text{ menit}\end{aligned}$$

h. Proses pembuatan Poros *Roller 2*

Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi pejal ukuran $\varnothing 20$ mm x 85 mm
3. Mesin bubut
4. Kunci L dan chuck bubut
5. Jangka sorong
6. Pahat rata kanan

Tabel 4.11 Langkah Kerja Pembuatan Poros *Roller 2*

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan poros berukuran $\varnothing 20$ mm x 85 mm.		-
2	Setting mesin bubut dan putaran mesin kemudian melakukan pemakanan pada kedua poros menjadi ukuran $\varnothing 15$ mm x 77 mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Pahat rata kanan - Kunci chuck bubut - Kunci L - Jangka sorong

Perhitungan Permesinan:

Mesin Bubut:

$$V_c = 20 \text{ mm/menit}$$

$$n = \frac{20 \cdot 1000}{\pi \cdot 20}$$

$$= 318,310 \text{ rpm}$$

$$S_r = 0,5 \text{ mm}$$

1. Pemakanan melintang (muka) sepanjang 8 mm

$$\begin{aligned}
 Tm_9 &= \frac{la+r}{Sr \cdot n} \\
 &= \frac{5 + 10}{0,5 \cdot 318,310} \\
 &= 0,471 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm. Dengan panjang pemakanan 8 mm, maka dilakukan pemakanan sebanyak 19 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah :

$$Tm_{23} = 0,471 \times 16 = 7,536 \text{ menit}$$

2. Pemakanan memanjang dengan kedalaman 5 mm dengan panjang 85 mm

$$\begin{aligned}
 Tm_{24} &= \frac{la+L}{Sr \cdot n} \\
 &= \frac{5 + 85}{0,5 \cdot 318,310} \\
 &= 2,827 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dikarenakan kedalaman pemakanan 0,5 mm dengan kedalaman 5 mm. maka pemakanan dilakukan sebanyak 10 kali, maka perhitungan waktu pengerjaannya adalah

$$Tm_{24} = 2,827 \times 10 = 28,27 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}
 T_{mbubut3} &= T_{set} + Tm_{23} + Tm_{24} \\
 &= 10 + 7,536 + 28,27 \\
 &= 45,806 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Maka didapat total waktu pengerjaan dari pembuatan poros *roller 2* adalah:

$$\begin{aligned}
 T_{total8} &= T_{pemotongan} + T_{mbubut3} \\
 &= 10 + 45,806 \\
 &= 55,806 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

i. Proses Pembuatan Rangka

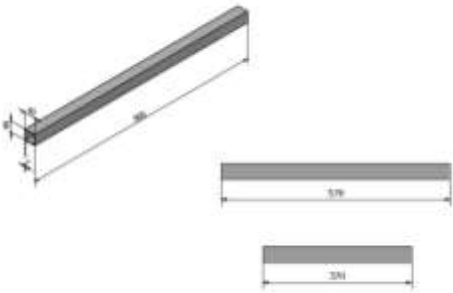
Alat dan bahan yang dibutuhkan:

1. APD
2. Besi hollow 40mm x 40mm x 2mm
3. Besi plat ukuran 650mm x 450mm x 6mm
4. Mistar siku
5. Meteran
6. Penggores
7. Penitik
8. Mesin gerinda tangan
9. Mata gerinda
10. Mesin las listrik
11. Elektroda
12. Sikat kawat
13. Kompresor
14. Cat kaleng



Gambar 4.1 Rangka Meja
Sumber: Diolah

Tabel 4.12 Langkah Kerja Rangka Meja

No	Langkah Kerja	Gambar	Alat yang digunakan
1	Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan.		-
2	Memotong besi hollow 40mm x 40mm x 2mm dengan ukuran panjang 900mm sebanyak 4 buah, 570mm sebanyak 4 buah, dan 370mm sebanyak 4 buah.		<ul style="list-style-type: none"> - Penggores - Mesin gerinda tangan - Mistar siku - Meteran
3	Kemudian, menyatukan 4 buah besi hollow dengan ukuran panjang 900mm dengan plat		<ul style="list-style-type: none"> - Mesin las listrik - Elektroda - Sikat kawat

	650mm x 450mm x 6mm		
4	Kemudian, memasang tiang penyangga antar sisi menggunakan besi hollow ukuran 570mm dan 370mm.		<ul style="list-style-type: none"> - Mesin las listrik - Elektroda - Sikat kawat - Penggores - Mistar siku - Meteran

Perhitungan Las

Diasumsikan banyak pemakaian elektroda sebanyak 50 batang, dimana 50 batang elektroda digunakan untuk mengelas rangka dan mengelas pada saat *assembling* alat *bending* kaki tongkat lansia ini. Dengan asumsi waktu pengelasan 5 menit/batang. Jadi waktu total pengelasan adalah: $15 \times 5 = 75$ menit

Jadi waktu total pengerjaan adalah:

$$\begin{aligned}
 T_{total} &= T_{set} + T_{pemotongan} + T_{las} \\
 &= 10 + 30 + 75 \\
 &= 115 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

4.1.6 Total Waktu Pengerjaan

Total waktu pengerjaan yang dibutuhkan dalam proses proses pembuatan alat *bending* kaki tongkat lansia ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.13 Waktu Pengerjaan

No	Bagian	Waktu Pengerjaan (menit)
1	Alas Meja	21,504
2	<i>Roller 1</i>	180,807
3	<i>Roller 2</i>	97,162
4	Penghubung <i>Roller 1 & 2</i>	41,444
5	Plat Alas Kaki Meja	80,724
6	Penyangga Pipa	33,608
7	<i>Clamp</i> Penyangga Pipa	20,136
8	Poros <i>Roller 2</i>	55,806
9	Rangka Meja	115
Total Waktu		646,191

Jadi total waktu yang dibutuhkan dalam pembuatan alat bending kaki tongkat lansia material pipa $\frac{3}{4}$ inci adalah : 646,191 menit atau 10,770 jam.