

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Proses Pembuatan

4.1.1. K3 (Kesehatan dan Keselamatan Kerja)

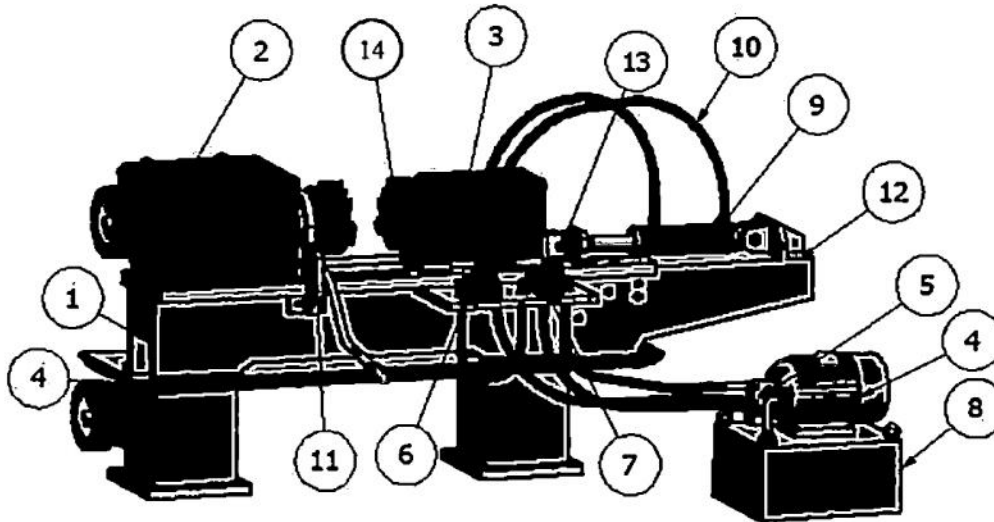
Dalam proses pembuatan peralatan mesin friction welding perlu memperhatikan masalah kesehatan dan keselamatan kerja (K3). Tujuan dari K3 antara lain :

- a. Dapat memberikan pertolongan pertama pada kecelakaan (P3K).
- b. Untuk mengurangi dan mencegah terjadinya kecelakaan kerja.
- c. Dapat memberikan alat perlindungan diri (APD).
- d. Dapat mencegah dan mengendalikan timbul dan tersebaranya suhu, kelembaban, asap, debu, radiasi dan penyakit akibat kerja (PAK)
- e. Untuk mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran.

tindakan-tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan keselamatan kerja antara lain :

- Menggunakan pelindung kepala untuk melindungi dari benturan benda-benda keras.
- Menggunakan sarung tangan.
- Menggunakan pakaian serta sepatu/alas kaki yang sesuai dengan ketentuan lab.
- Menggunakan kaca mata untuk melindungi mata dari benda asing yang berbahaya.

4.1.2. konstruksi Peralatan Mesin Friction Welding



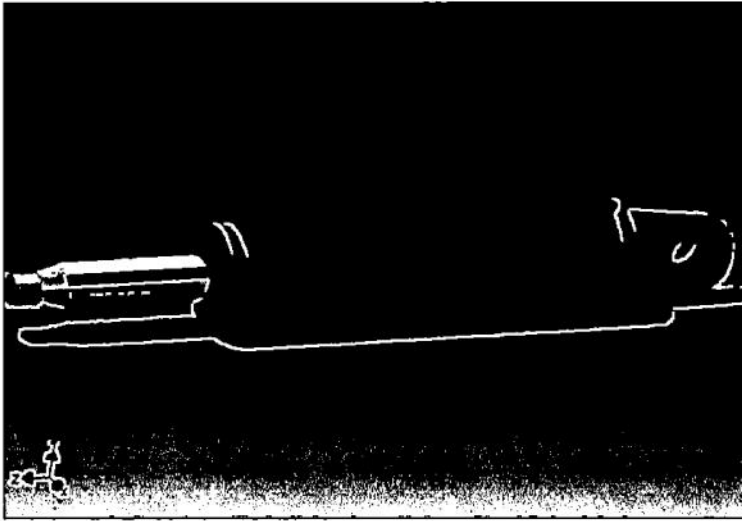
Gambar 4.1. komponen utama mesin friction welding.

Keterangan gambar 4.1. :

1. Rangka utama
2. Kepala tetap
3. Kepala lepas
4. Motor listrik
5. Pompa hidrolis
6. *Valve 4/3*
7. *Pressure relief valve*
8. Tangki
9. Silinder hidrolis
10. Selang hidrolis
11. Rem
12. Meja hidrolis
13. Mounting
14. Bantalan luncur

4.1.3. Pembuatan silinder hidrolis

Berikut adalah desain silinder hidrolis.

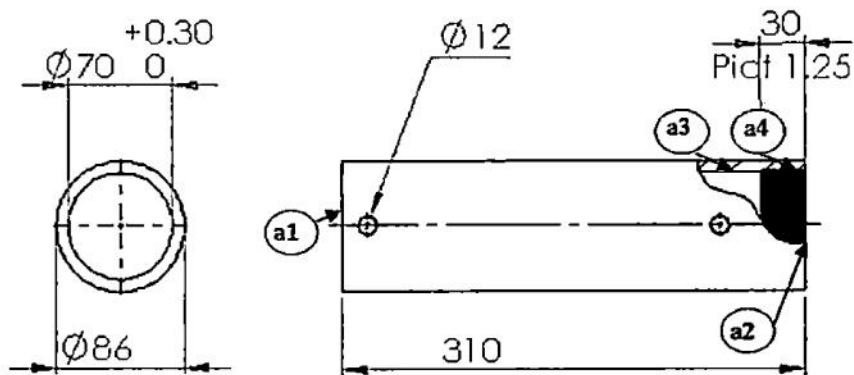


Gambar 4.2. Silinder hidrolis.

Pada tahap pembuatan silinder hidrolis dibagi menjadi beberapa komponen.

Adapun komponen tersebut ialah:

a. *Cylinder tube*

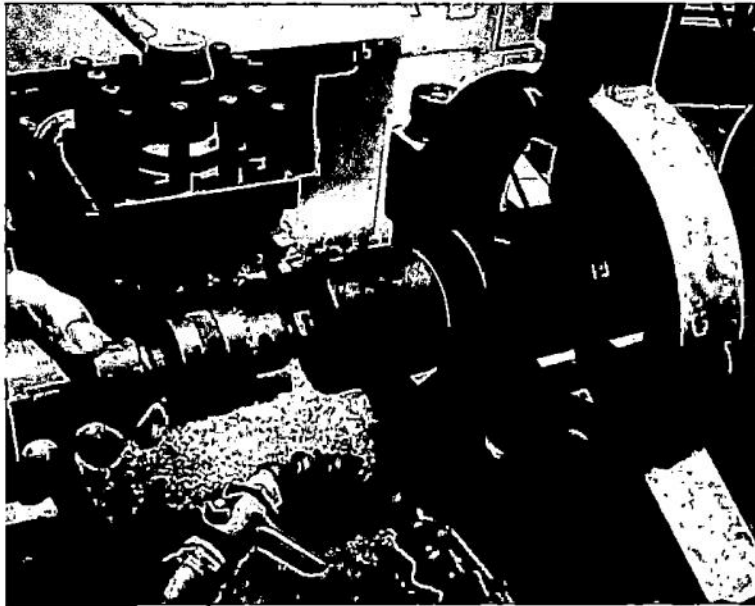


Gambar 4.3. desain *Cylinder tube*.

Dalam pembuatan *cylinder tube* bahan yang dibutuhkan adalah *Steel barrel* dengan ukuran bahan diameter luar 86 mm, diameter dalam 64 mm

dan panjang 310 mm. langkah-langkah dalam pembuatan *cylinder tube* adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat yaitu *Steel barrel*.
- ii. Melubangi benda kerja dengan menggunakan mesin *drill* dengan cara memberikan tanda titik terlebih dahulu menggunakan penitik kemudian *drill* menggunakan mata *drill* ukuran mulai dari $\text{Ø } 4$ mm, $\text{Ø } 6$ mm, $\text{Ø } 8$ mm, $\text{Ø } 10$ mm. Hal ini dimaksudkan agar proses *drill* lebih mudah.
- iii. Memasang benda kerja pada *chuck* di mesin bubut dan memosisikan bahan baku *center* dengan menggunakan bantuan *dial gauge*.
- iv. Proses pembubutan dimulai dengan pembubutan sisi a1, a2, pembubutan dalam a3 dan a4 kemudian dilanjutkan dengan membuat ulir dalam pada sisi a4.
- v. Langkah selanjutnya adalah proses *honing* atau proses penghalusan pada sisi dalam *cylinder tube* dengan menggunakan amplas yang sudah dimodifikasi.



Gambar 4.4. Proses *honing cylinder tube*.

- vi. Membersihkan benda kerja yang sudah dikerjakan dari kotoran yang menempel.

Perhitungan pembubutan *cylinder tube* :

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit.

i. Pembubutan a3

- Menentukan putaran spindle (n)

$$n = \frac{Cs}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{150.000 \text{ mm menit}}{\pi \times 70}$$

$$n = 682,44 \text{ Rpm}$$

Putaran spindle yang tersedia adalah 540 rpm

- kedalaman potong (t) = 1 mm
 ➤ Menentukan jumlah langkah (i)

$$i = \frac{Do - Di}{2 \times t}$$

$$i = \frac{70 - 64}{2 \times 1}$$

$$i = 3x$$

- Menentukan *feed*

$$f = f_o \times n$$

$$f = 0,3 \times 540$$

$$f = 162 \text{ mm menit}$$

- Menentukan waktu untuk 1 langkah (T_i)

$$T_i = \frac{l}{f}$$

$$T_i = \frac{310}{162}$$

$$T_i = 1,913 \text{ menit}$$

- Menentukan waktu total (t)

$$T = T_i \times i$$

$$T = 1,913 \times 3$$

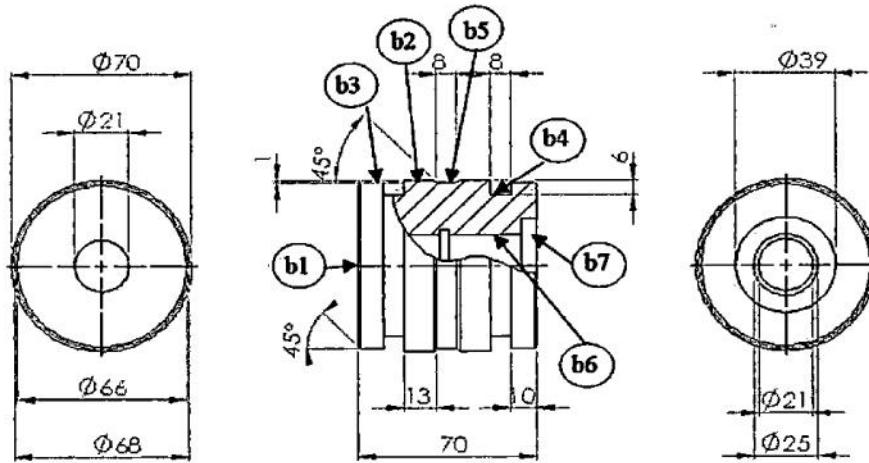
$$T = 5,739 \text{ menit}$$

Tabel 4.1 perhitungan bubut *cylinder tube*.

<i>Bidang</i>	<i>a3</i>	<i>a4</i>
<i>l (mm)</i>	310	30
<i>Do (mm)</i>	70	72
<i>Di (mm)</i>	64	70
<i>n (rpm)</i>	682,44	663,48
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	540	540
<i>t (mm)</i>	1	1
<i>I</i>	3	1
<i>f (mm/menit)</i>	162,00	162,00
<i>Ti (menit)</i>	1,91358025	0,19
<i>T (menit)</i>	5,74074074	0,19

Gambar 4.5. *Cylinder tube*.

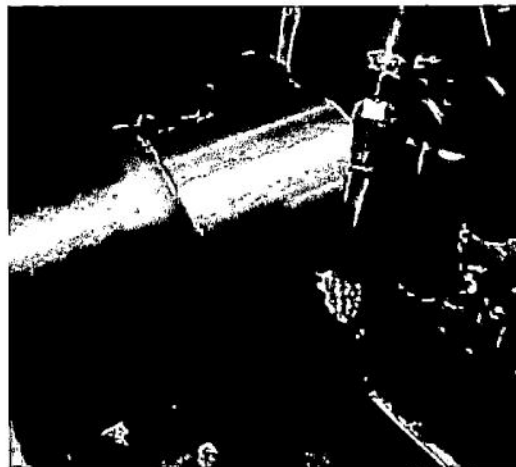
b. Piston



Gambar 4.6. desain piston.

Langkah-langkah dalam pembuatan piston antara lain :

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat.
- ii. Memasang benda kerja ke *chuck* pada mesin bubut, dan memposisikan benda kerja *center* dengan menggunakan *dial gauge*.
- iii. Pembubutan dimulai dengan membubut sisi b1 kemudian membubut sisi b2 dan b3 sesuai ukuran yang ditentukan.



Gambar 4.7. Proses pembubutan rata piston.

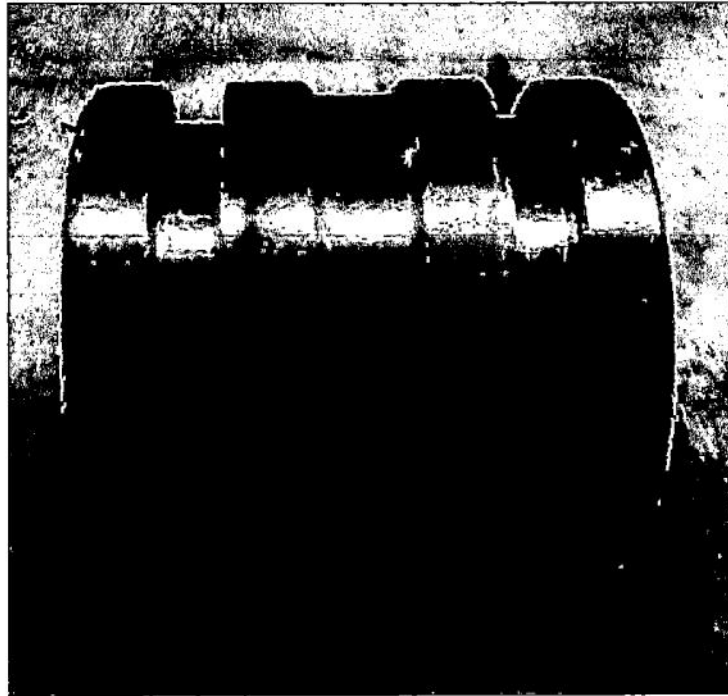
- iv. Mengganti mata pahat dengan pahat alur untuk pengerjaan pembuatan tempat *seal* pada sisi b4. Pastikan pembubutan tempat *seal* presisi agar *seal* tidak mudah lepas.
- v. Selanjutnya pengerjaan saluran pelumasan yang ada di bagian sisi tengah piston dengan menggunakan mata pahat alur V.
- vi. Melubangi bagian tengah piston dengan menggunakan mesin *drill* sampai ukuran 25 mm. Dalam proses *drilling* dilakukan beberapa kali pengerjaan menggunakan ukuran mata *drill* 4 mm, 8 mm, 15 mm dan 25 mm.
- vii. Ganti pahat dengan pahat dalam untuk membuat profil yang ada di dalam piston yaitu pada sisi b6 dan b7.
- viii. Untuk proses selanjutnya yaitu membuat ulir dalam, pada proses ini menggunakan pahat ulir dalam.
- ix. Langkah selanjutnya adalah membuat *chamfer* dengan kemiringan 45°.
- x. Proses terakhir adalah proses penghalusan pada sisi luar piston dengan menggunakan amplas ukuran 1000.
- xi. Membersihkan benda kerja dan mesin bubut. Rapikan seperti semula.

Perhitungan pembubutan piston

Diketahui *cutting speed* (CS) untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit.

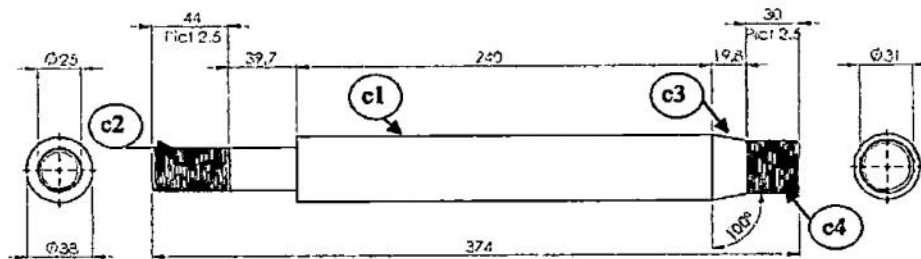
Tabel 4.2 perhitungan piston.

<i>Bidang</i>	<i>b2</i>	<i>b3</i>	<i>b4</i>	<i>b5</i>	<i>b6</i>	<i>b7</i>
<i>l (mm)</i>	70	20	16	8	70	8
<i>Do (mm)</i>	90	70	70	70	25	39
<i>Di (mm)</i>	70	68	54	66	22	25
<i>n (rpm)</i>	530,79	682,44	682,44	682,44	1910,83	1224,89
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	325	540	541	542	1600	1000
<i>t (mm)</i>	1	1	1	1	1	1
<i>I</i>	10	1	8	2	2	7
<i>f (mm/menit)</i>	97,50	162,00	162,30	162,60	480,00	300,00
<i>Ti (menit)</i>	0,7179	0,12	0,0985	0,049	0,15	0,026
<i>T (menit)</i>	7,1794	0,12	0,7886	0,098	0,29	0,186



Gambar 4.8. Piston.

c. Batang piston (*Piston Rod*)



Gambar 4.9. desain batang piston.

Langkah-langkah dalam pembuatan batang piston antara lain:

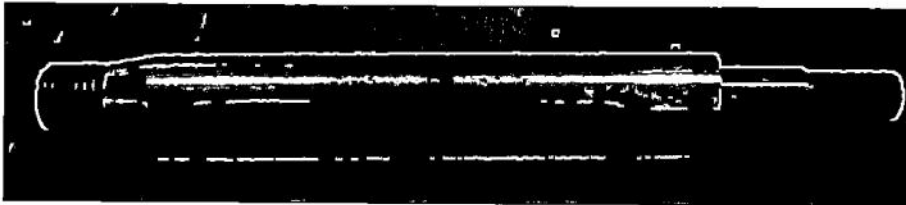
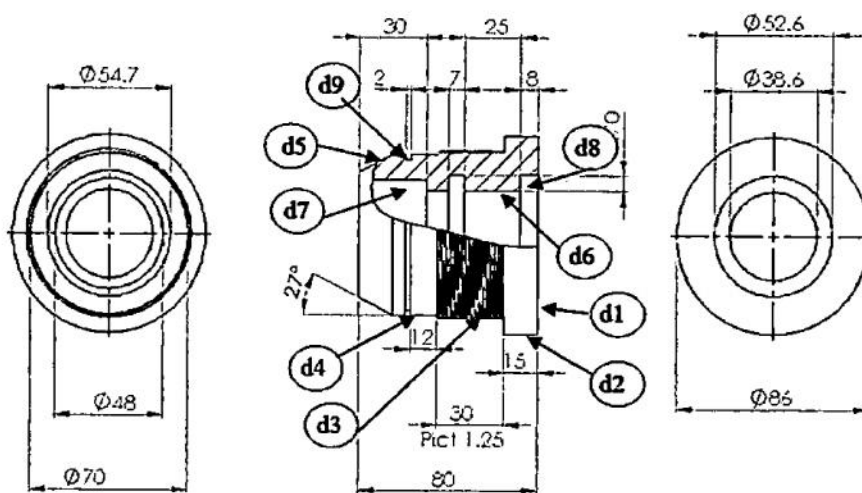
- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat menjadi batang piston yaitu besi pejal dengan ukuran bahan $\text{Ø } 38 \times 400 \text{ mm}$.
- ii. Langkah kedua adalah proses pembubutan untuk pembuatan sisi c2 dengan menggunakan pahat bubut lurus dan pembuatan ulir dengan menggunakan pahat bubut ulir pada sisi c2 dengan panjang sesuai gambar desain.
- iii. Bubut sisi c4 sampai ukuran yang ditentukan.
- iv. Membuat tirus pada sisi c3 dengan cara memiringkan eretan atas sampai sudut yang ditentukan.
- v. Membuat ulir pada sisi c4.
- vi. Setelah selesai proses pembubutan, langkah selanjutnya adalah melapisi permukaan bakal batang piston dengan *chrom*. *Chrom* yang dipakai untuk melapisi permukaan adalah jenis *hard chrom*.
- vii. Batang piston siap untuk digunakan.

Perhitungan pembubutan batang piston

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah $150 \text{ m/menit} \approx 150.000 \text{ mm/menit}$.

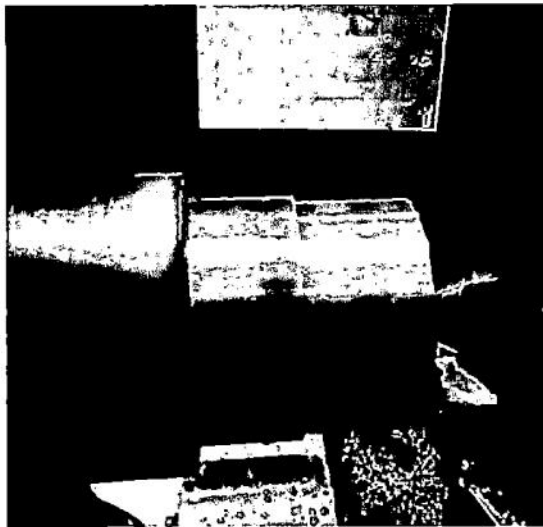
Tabel 4.3 perhitungan batang piston.

Bidang	c2	c4
l (mm)	83,7	30
Do (mm)	38	38
Di (mm)	25	31
n (rpm)	1257,12	1257,12
n yang tersedia (rpm)	1000	1000
t (mm)	1	1
I	7	4
f (mm/menit)	300,00	300,00
Ti (menit)	0,279	0,10
T (menit)	1,953	0,40

Gambar 4.10. *Piston rod.*d. Kepala silinder (*Cylinder Head*)Gambar 4.11. desain *Cylinder Head.*

Langkah-langkah pembuatan kepala silinder adalah sebagai berikut:

- i. Pembuatan kepala silinder dimulai dengan menyiapkan benda kerja bakal kepala silinder dengan ukuran $\varnothing 90 \text{ mm} \times 90 \text{ mm}$.
- ii. Langkah kedua adalah membubut bidang d1 sampai ukuran yang ditentukan.
- iii. Proses pembubutan dilanjutkan dengan membubut rata pada sisi d2, d3 dan d4.



Gambar 4.12. Proses pembubutan rata *cylinder head*.

- iv. Tahapan selanjutnya adalah membuat tirus. Untuk membuat tirus pada sisi d5, atur sudut *tool post* dengan cara memutar *eretan atas* sesuai dengan sudut yang ditentukan.
- v. Pada bidang d3 dibuat ulir dengan menggunakan pahat ulir.
- vi. Melubangi benda kerja dengan menggunakan mesin *drill* secara bertahap sampai dengan ukuran *drill* $\varnothing 25 \text{ mm}$ dan dilanjutkan dengan membubut dalam sampai dengan ukuran diameter $\varnothing 38,6 \text{ mm}$.
- vii. Proses selanjutnya adalah pengerjaan tempat bushing yaitu pada sisi d7.

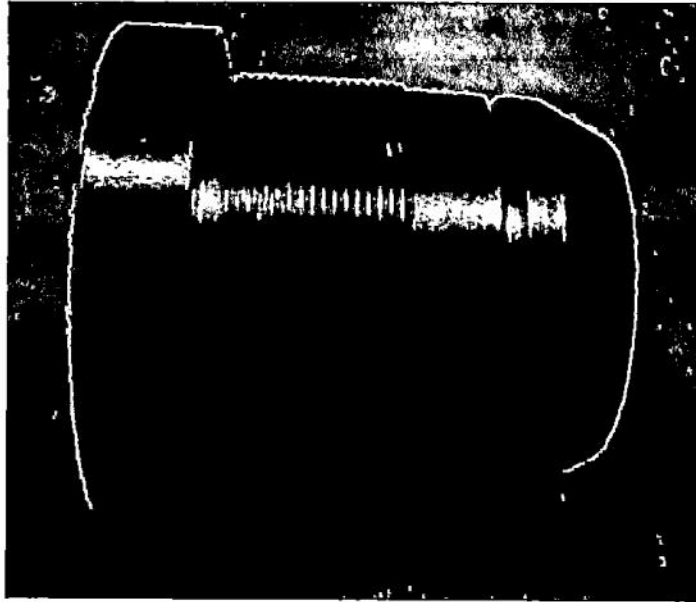
- viii. Membuat tempat *seal wiper* pada bidang d8 dengan menggunakan pahat dalam.
- ix. Selanjutnya membuat tempat *seal O-ring* pada bidang d9 yang ada pada bagian dalam benda kerja.
- x. Melubangi sisi d1 untuk membuat tempat pengunci dengan cara tandai terlebih dahulu sisi d1 dengan menggunakan penitik. Setelah itu dilubangi dengan menggunakan mesin *drill* secara bertahap sesuai dengan desain.
- xi. *Cylinder head* siap untuk digunakan.

Perhitungan pembubutan *cylinder head*

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit.

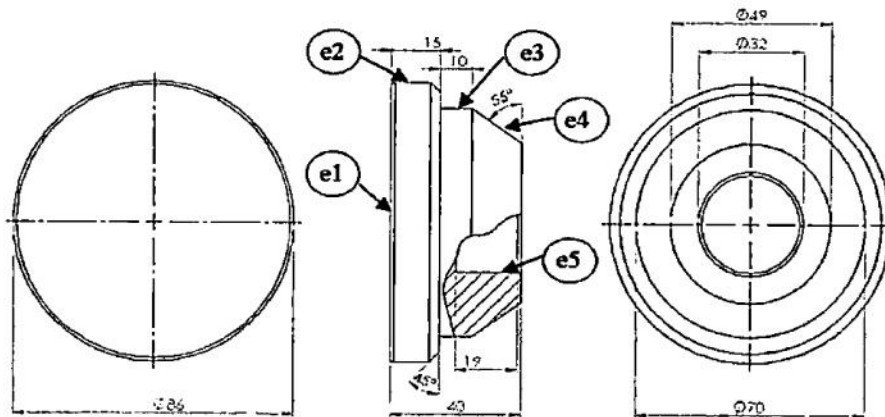
Tabel 4.4 perhitungan *cylinder head*.

Bidang	d2	d3	d4	d6	d7	d8
<i>l (mm)</i>	80	30	35	80	30	8
<i>Do (mm)</i>	90	86	73	38,6	50	52,6
<i>Di (mm)</i>	86	73	70	25	38,6	38,6
<i>n (rpm)</i>	530,79	555,47	654,39	1237,58	955,41	908,19
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	325	540	540	1000	700	700
<i>t (mm)</i>	1	1	1	1	1	1
<i>i</i>	2	7	2	7	6	7
<i>f (mm/menit)</i>	97,5	162,00	162,00	300,00	210,00	210,00
<i>Ti (menit)</i>	0,82	0,19	0,22	0,27	0,14	0,04
<i>T (menit)</i>	1,64	1,30	0,43	1,87	0,86	0,27



Gambar 4.13. *Cylinder head.*

e. *End Cup*



Gambar 4.14. desain end cup.

Langkah-langkah dalam pembuatan kepala silinder antara lain:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan di buat
- ii. Memasang benda kerja ke mesin bubut.
- iii. Membuat rata pada sisi e1.
- iv. Setelah sisi e1 rata, dilanjutkan dengan pemakanan pada sisi e2 dan e3 sampai ukuran yang sudah ditentukan.

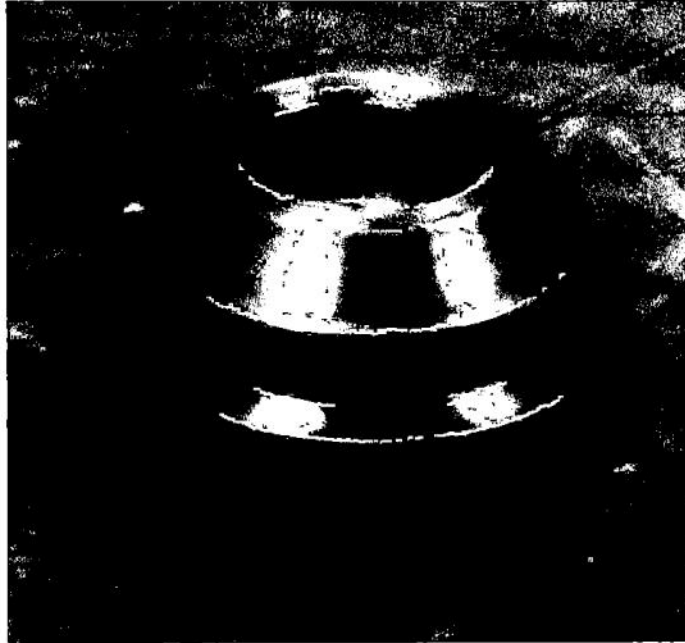
- v. *Chamfer* pada ujung sisi e1 dengan kemiringan 45° .
- vi. Selanjutnya membuat tirus pada sisi e4 dengan memiringkan eretan atas sesuai dengan sudut yang ditentukan.
- vii. Melubangi pada sisi e5 bagian tengah dengan mata *drill* $\varnothing 25$ mm secara bertahap dan dilanjutkan dengan membubut dalam.
- viii. *End cup* selesai dibuat.

Perhitungan pembubutan *end cup*

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit ≈ 150.000 mm/menit.

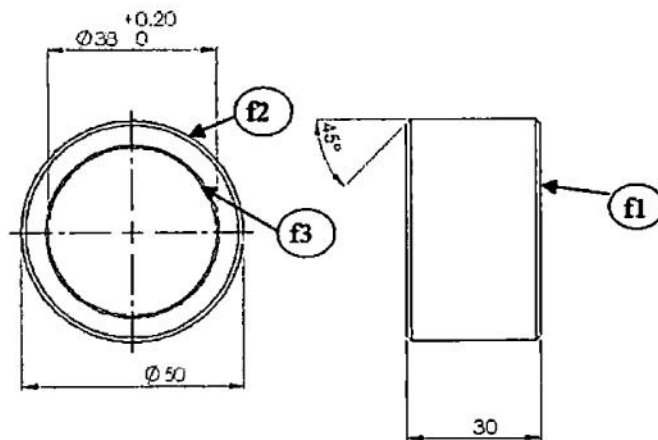
Tabel 4.5 perhitungan *end cup*.

<i>Bidang</i>	<i>e2</i>	<i>e3</i>	<i>e5</i>
<i>l (mm)</i>	40	25	19
<i>Do (mm)</i>	90	86	30
<i>Di (mm)</i>	86	70	25
<i>n (rpm)</i>	530,79	555,47	1592,36
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	325	540	1000
<i>t (mm)</i>	1	1	1
<i>I</i>	2	8	3
<i>f (mm/menit)</i>	97,50	162,00	300,00
<i>Ti (menit)</i>	0,410256	0,15	0,06
<i>T (menit)</i>	0,820513	1,23	0,19



Gambar 4.15. *End cup.*

f. *Bushing Rod Piston*



Gambar 4.16. Desain *bushing piston rod.*

Langkah-langkah pembuatan *Bushing Piston rod* adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat berupa kuningan.
- ii. Memasang benda kerja pada mesin bubut.
- iii. Meratakan pada sisi f1 dan f2 sampai ukuran yang ditentukan.

- iv. Melubangi bagian tengah dengan menggunakan *drill* dan dilanjutkan dengan pembubutan dalam untuk membuat sisi f3 sesuai ukuran yang ditentukan.



Gambar 4.17. Proses pembuatan lubang.

- v. *Bushing piston rod* selesai dibuat.

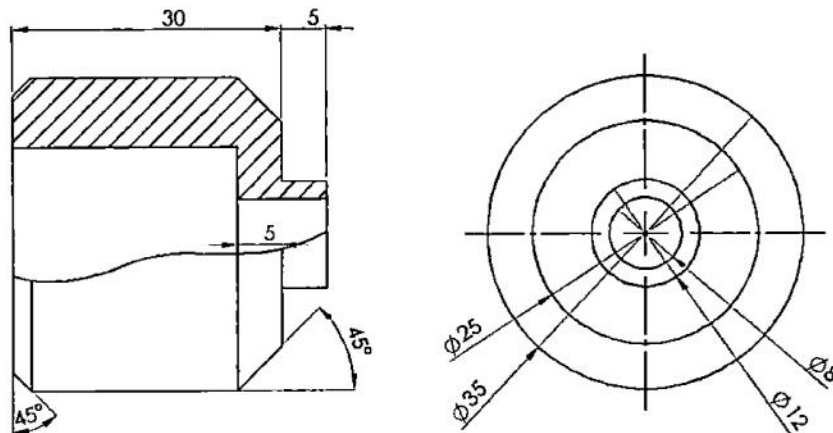
Perhitungan pembubutan *bushing piston rod*

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cooper* adalah 300 m/menit \approx 300.000 mm/menit.

Tabel 4.6 perhitungan *bushing piston rod*.

<i>Bidang</i>	<i>f2</i>	<i>f3</i>
<i>l (mm)</i>	30	30
<i>Do (mm)</i>	65	38
<i>Di (mm)</i>	50	25
<i>n (rpm)</i>	1469,87	2514,25
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	1000	2000
<i>t (mm)</i>	1	1
<i>I</i>	8	7
<i>f (mm/menit)</i>	300,00	600,00
<i>Ti (menit)</i>	0,1	0,05
<i>T (menit)</i>	0,8	0,35

Gambar 4.18 *Bushing piston rod*.

g. Saluran *intake*Gambar 4.19. Desain saluran *intake*.

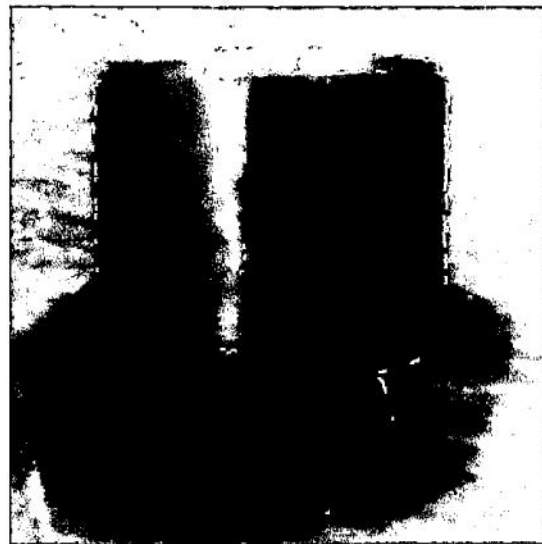
- i. menyiapkan benda kerja yang akan dibuat berupa 2 buah silinder pejal.
- ii. Memasang benda kerja pada mesin bubut.
- iii. Membubut rata sampai ukuran yang ditentukan.
- iv. Melubangi benda kerja pada bagian tengah dengan menggunakan *drill*.
- v. *Chamfer* pada sudut benda kerja
- vi. Membuat ulir pada lubang dengan menggunakan tap.
- vii. mengulangi langkah “ii” sampai “iv” hingga 2 buah saluran *intake* selesai dibuat.

Perhitungan pembubutan saluran intake

Diketahui *cutting speed* (*CS*) untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit

Tabel 4.7. Perhitungan bubut *saluran intake*.

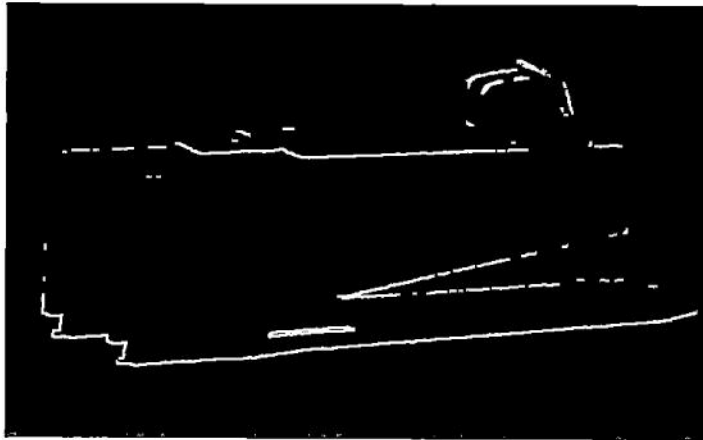
<i>Bidang</i>	<i>p2</i>	<i>p3</i>
<i>l (mm)</i>	35	0,5
<i>Do (mm)</i>	38	35
<i>Di (mm)</i>	35	12
<i>n (rpm)</i>	1257,12	1364,88
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	1000	1000
<i>t (mm)</i>	1	1
<i>I</i>	3	3
<i>f (mm/menit)</i>	300,00	300,00
<i>Ti (menit)</i>	0,116667	0,001667
<i>T (menit)</i>	0,35	0,005



Gambar 4.20. Saluran intake.

4.1.4. Pembuatan meja hidrolik

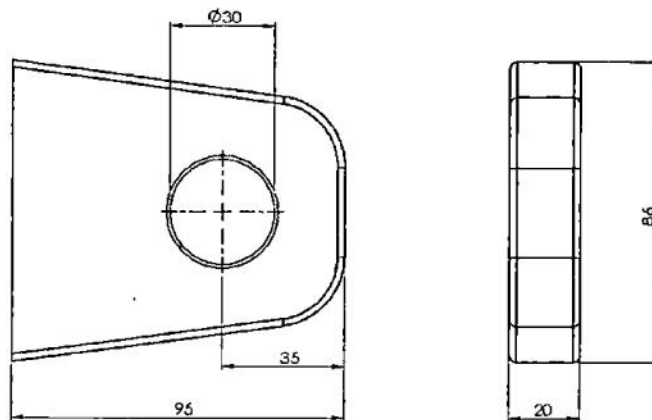
Berikut adalah desain meja hidrolik.



Gambar 4.21. Gambar meja hidrolik.

Pada tahap pembuatan meja hidrolik dibagi menjadi beberapa komponen. Adapun komponen tersebut ialah:

a. *Mounting*

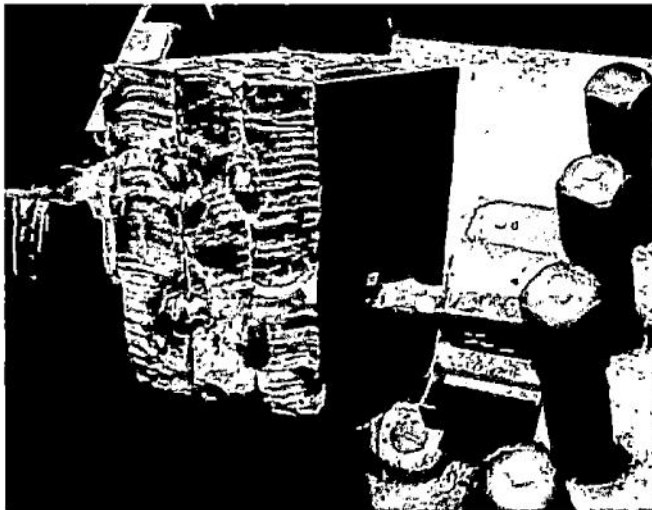


Gambar 4.22. desain *mounting*.

Langkah-langkah dalam pembuatan mounting adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat yaitu plat besi 90 mm x 80 mm x 20 mm sebanyak 6 buah.

- ii. Memotong benda kerja membentuk profil seperti gambar desain dengan menggunakan *blender*.
- iii. Meratakan sisi bekas pemotongan dengan menggunakan gerinda.
- iv. Mengelas pipa ukuran $\varnothing 35$ mm dan panjang 50 mm pada satu titik tengah dengan lubang yang akan dibuat. Hal ini dimaksudkan sebagai pegangan pada mesin bubut.
- v. Buat lubang pada sisi tengah dengan menggunakan mesin bubut dengan cara *drilling* terlebih dahulu kemudian dibubut dalam sampai ukuran yang ditentukan.



Gambar 4.23. Proses pembubutan dalam.

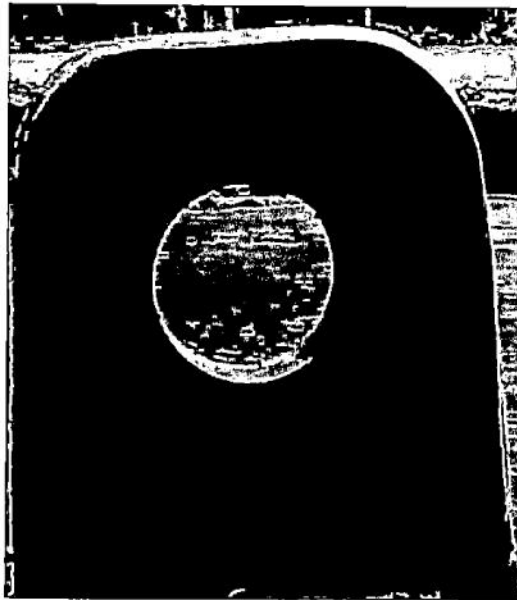
- vi. Mengulangi langkah “ ii ” sampai “ v ” hingga semua *mounting* berjumlah 6 buah selesai dibuat.
- vii. *Mounting* selesai dibuat.

Perhitungan pembubutan *mounting*

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit.

Tabel 4.8 Perhitungan bubut *mounting*

<i>Bidang</i>	<i>ml</i>
<i>l (mm)</i>	20
<i>Do (mm)</i>	30
<i>Di (mm)</i>	25
<i>n (rpm)</i>	1592,36
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	1000
<i>t (mm)</i>	1
<i>I</i>	3
<i>f (mm/menit)</i>	300,00
<i>Ti (menit)</i>	0,066667
<i>T (menit)</i>	0,2

Gambar 4.24. *Mounting*.

- iv. Langkah selanjutnya adalah melubangi plat pada sisi yang bersinggungan dengan meja mesin bubut dengan menggunakan *drill*.
- v. Membuat ulir pada lubang yang ada pada rangka utama dengan menggunakan tap.
- vi. Meja hidrolik selesai dibuat.

4.1.5. Pembuatan Rem

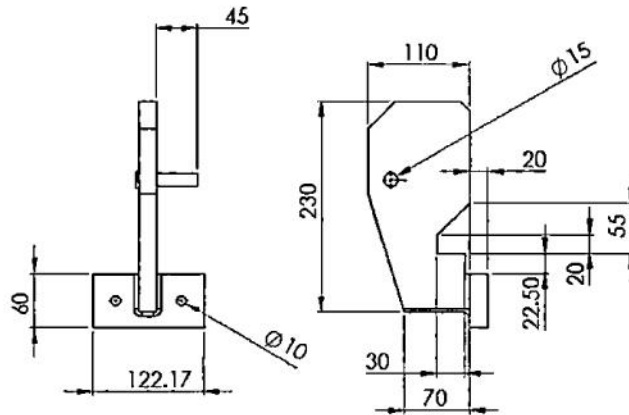
Berikut adalah desain rem pada mesin *friction welding*.



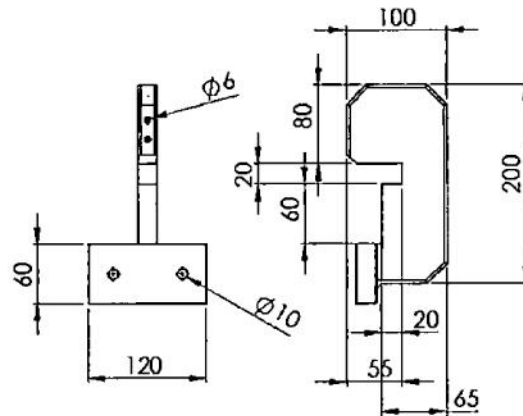
Gambar 4.27. Gambar rem.

Pada tahap pembuatan rem dibagi menjadi beberapa komponen. Adapun komponen tersebut ialah :

a. Dudukan rem



Gambar 4.28. Dudukan rem A

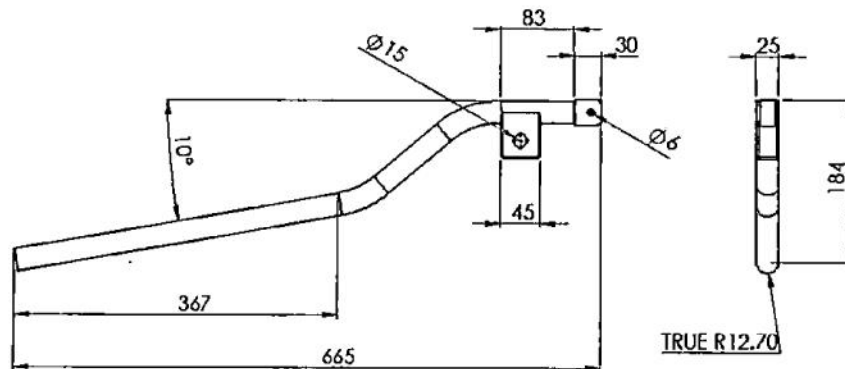


Gambar 4.29. Dudukan rem B.

Langkah-langkah dalam pembuatan dudukan rem antara lain

- i. Menyiapkan benda kerja bakal dudukan rem berupa plat besi.
- ii. Memotong plat besi membentuk profil seperti gambar desain.
- iii. Menyambung bagian-bagian plat yang sudah dipotong menggunakan las. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 80 A.
- iv. Melubangi plat pada beberapa titik yang sudah ditentukan.
- v. Menyambung as pada dudukan plat A dengan menggunakan las listrik.
- vi. Melubangi dan tap rangka utama.
- vii. Dudukan rem selesai dibuat.

b. Tuas



Gambar 4.30 Desain tuas.

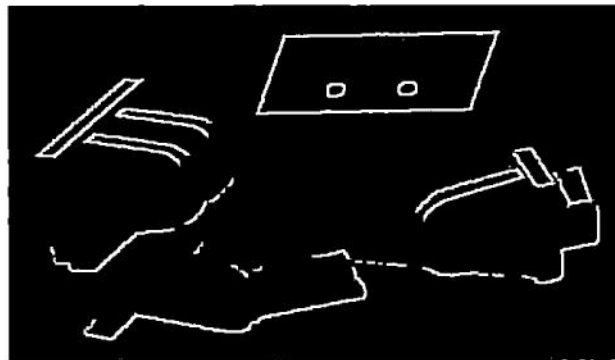
Berikut adalah langkah-langkah pembuatan tuas rem:

- i. Menyiapkan benda kerja berupa besi pipa ukuran $\frac{1}{4}$ " dengan panjang 900 mm, besi plat ukuran 100 mm x 20 mm x 3 mm, besi plat ukuran 50 mm x 50 mm x 20 mm dan besi plat ukuran 20 mm x 20 mm x 30 mm
- ii. Menekuk pipa membentuk seperti pada gambar desain dengan menggunakan rol pipa.
- iii. Melubangi besi plat ukuran 50 mm x 50 mm x 20 mm dengan mata *drill* 15 mm secara bertahap.
- iv. Menyambung besi pipa dan plat ukuran ukuran 50 mm x 50 mm x 20 mm dengan cara dilas menggunakan mesin las listrik. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 70 A.
- v. Langkah selanjutnya adalah besi plat ukuran 100 mm x 20 mm x 3 mm ditekuk menjadi bentuk profil " U " dengan spesifikasi ukuran yang telah ditentukan.
- vi. Menyambung plat besi yang sudah di tekuk ke ujung pipa dengan cara dilas menggunakan las listrik. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 70 A.

- vii. Selanjutnya besi plat ukuran 20 mm x 20 mm x 30 mm dilubangi dengan menggunakan mata *drill* 8 mm di kedua sisinya sampai tembus pada sisi sebaliknya.
- viii. Membuat ulit pada lubang rangka utama dengan menggunakan tap.
- ix. Tuas rem selesai dibuat.

4.1.6. Pembuatan komponen tambahan

Berikut adalah desain komponen tambahan.

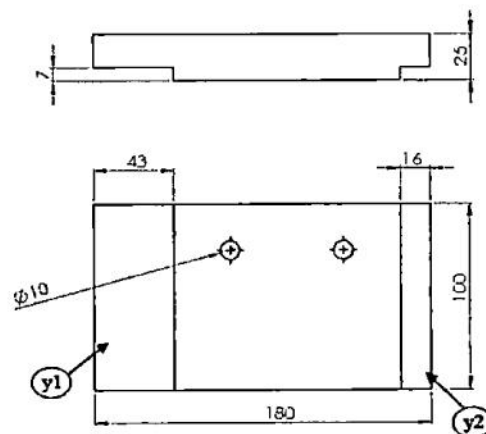


Gambar 4.31. komponen tambahan.

Pada tahap pembuatan komponen tambahan dibagi menjadi beberapa komponen.

Adapun komponen tersebut ialah:

a. Bantalan peluncur



Gambar 4.32. Desain bantalan peluncur.

Langkah-langkah dalam pembuatan bantalan peluncur adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan di buat ukuran 200 mm x 180 mm x 25 mm sebanyak 2 buah.
- ii. Membuat profil seperti gambar desain dengan menggunakan mesin frais.
- iii. Setelah selesai membuat profil, dilanjutkan dengan membuat lubang sebagai jalur masuk baut untuk mengunci kepala lepas dengan menggunakan mesin *drill*.
- iv. Mengulangi langkah “ii” sampai “iv” sampai benda kerja sebanyak 2 buah selesai dibuat.

Perhitungan *milling* bantalan luncur

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *HSS* dengan benda kerja yang dikerjakan berupa *cast iron* adalah 25 m/menit \approx 25.000 mm/menit.

- Menentukan putaran spindel (n)

$$n = \frac{Cs}{\pi \times d}$$

$$n = \frac{25.000 \text{ mm menit}}{\pi \times 10}$$

$$n = 795,77 \text{ Rpm}$$

Putaran spindel yang tersedia adalah 720 rpm

- $f_z = 0,025$
- Menentukan kecepatan makan (v_f)

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

$$v_f = 0,025 \times 4 \times 720$$

$$v_f = 72 \text{ mm menit}$$

- Menentukan waktu untuk 1 langkah (t_c)

$$t_c = \frac{(lv + lw + ln)}{f}$$

$$t_c = \frac{7 + 100 + 5}{72}$$

$$t_c = 1,5 \text{ menit}$$

➤ Menentukan jumlah langkah (i)

a. Bidang y1

$$i = \frac{l_b}{d}$$

$$i = \frac{43}{10}$$

$$i = 4,3$$

$$i = 5 \times$$

b. Bidang y2

$$i = \frac{l_b}{d}$$

$$i = \frac{16}{10}$$

$$i = 1,6$$

$$i = 2 \times$$

➤ Menentukan waktu total (T)

a. Bidang y1

$$T = t_c \times i$$

$$T = 1,5 \times 5$$

$$T = 7,5 \text{ menit}$$

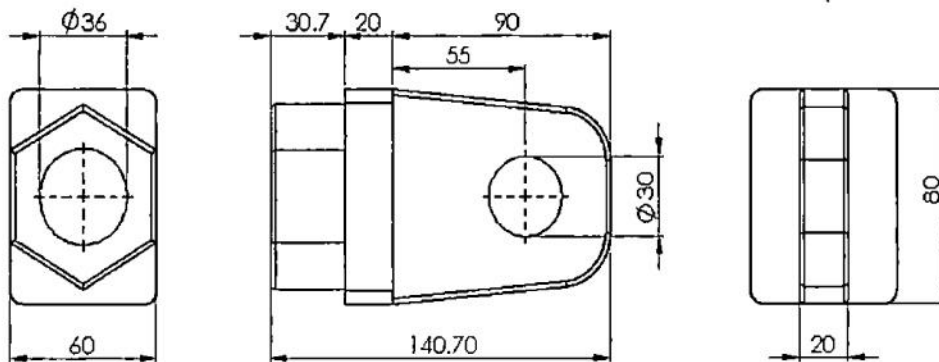
b. Bidang y2

$$T = t_c \times i$$

$$T = 1,5 \times 2$$

$$T = 3 \text{ menit}$$

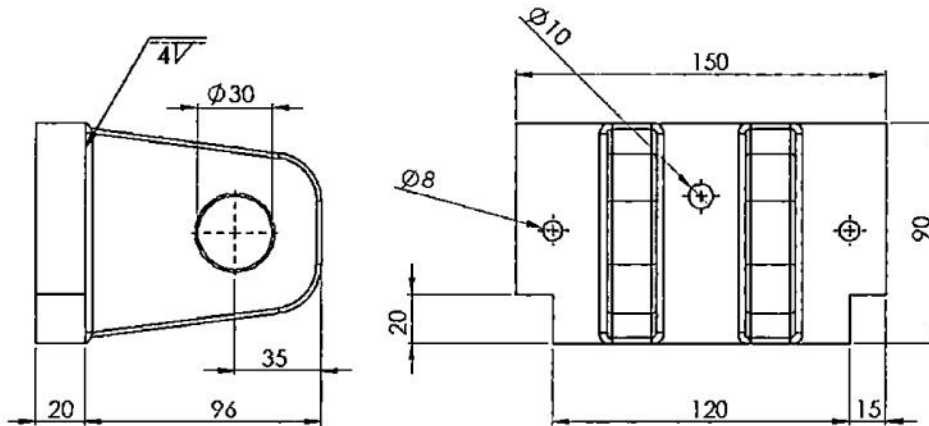
b. *Mounting cylinder*



Gambar 4.33. *mounting cylinder*.

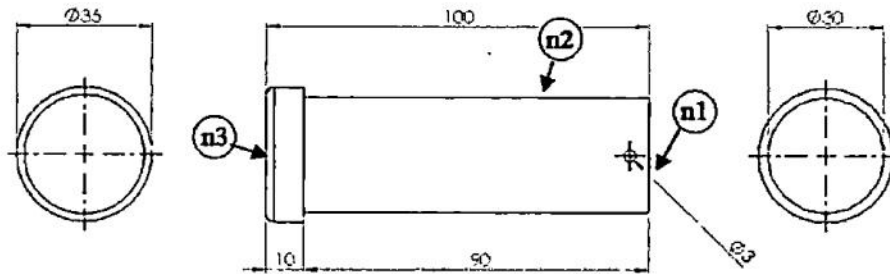
Proses pembuatan *Mounting cylinder* adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat yaitu mur dan plat besi.
- ii. Menyambung mur, plat besi dan *mounting* dengan las listrik sesuai dengan desain. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 85 A.
- iii. *Mounting cylinder* selesai dibuat.

c. Dudukan *Mounting*Gambar 4.34. desain dudukan *mounting*.

Proses pembuatan dudukan *Mounting* adalah:

- i. Menyiapkan benda kerja yang akan dibuat.
- ii. Membentuk profil pada plat dengan menggunakan *blender*.
- iii. Merapikan sisi bekas pemotongan dengan menggunakan mesin gerinda sampai halus.
- iv. Menitik pada benda kerja dengan menggunakan penitik dan dilanjutkan dengan melubangi benda kerja pada titik yang sudah ditentukan dengan menggunakan mata *drill* 8 mm dan 10 mm.
- v. Menyambung plat tersebut dengan 2 buah *mounting* pada salah satu sisinya dengan jarak yang sudah ditentukan dengan menggunakan las listrik. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 85 A.
- vi. Dudukan *Mounting* selesai dibuat.

d. *Pen mounting*Gambar 4.35. desain *pen mounting*.

Langkah pembuatan *pen mounting* adalah sebagai berikut:

- i. Menyiapkan 2 buah benda kerja yang akan dibuat.
- ii. Membubut benda kerja pada sisi n1, n2 dan n3 sampai ukuran yang ditentukan.
- iii. *Pen mounting* siap digunakan.

Perhitungan pembubutan *pen mounting*

Diketahui *cutting speed (CS)* untuk pahat *Carbide* dengan benda kerja yang dibubut berupa *cast steel* adalah 150 m/menit \approx 150.000 mm/menit.

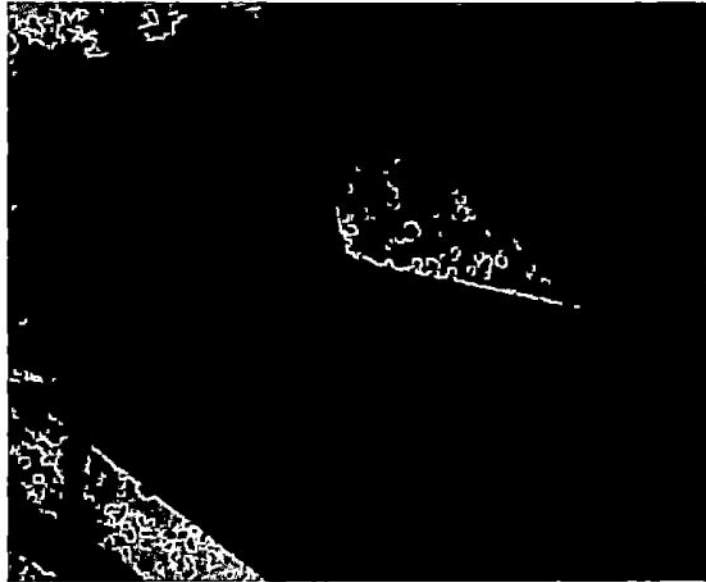
Tabel 4.9. Perhitungan bubut *pen mounting*

<i>Bidang</i>	<i>n2</i>
<i>l (mm)</i>	90
<i>Do (mm)</i>	35
<i>Di (mm)</i>	30
<i>n (rpm)</i>	1364,88
<i>n yang tersedia (rpm)</i>	1000
<i>t (mm)</i>	1
<i>I</i>	3
<i>f (mm/menit)</i>	300,00
<i>Ti (menit)</i>	0,3
<i>T (menit)</i>	0,9

4.2. Proses Perakitan

Setelah semua komponen selesai dibuat, tahapan selanjutnya adalah proses perakitan. Proses perakitan dimulai dengan pemasangan sistem hidrolik, kepala lepas, meja hidrolik, dan pemasangan rem. Berikut adalah langkah-langkah perakitan mesin *friction welding* :

- a. Langkah pertama dalam proses perakitan adalah dengan merakit sistem hidrolik. Berikut langkah-langkah perakitan sistem hidrolik:
 - i. Memasang saluran *intake* ke *cylinder tube* dengan cara dilas dengan menggunakan las listrik.



Gambar 4.36. pemasangan saluran *intake* dengan *cylinder tube*.

- ii. Menyambungkan *end cup* ke *cylinder tube* dengan menggunakan las listrik. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 80 A.



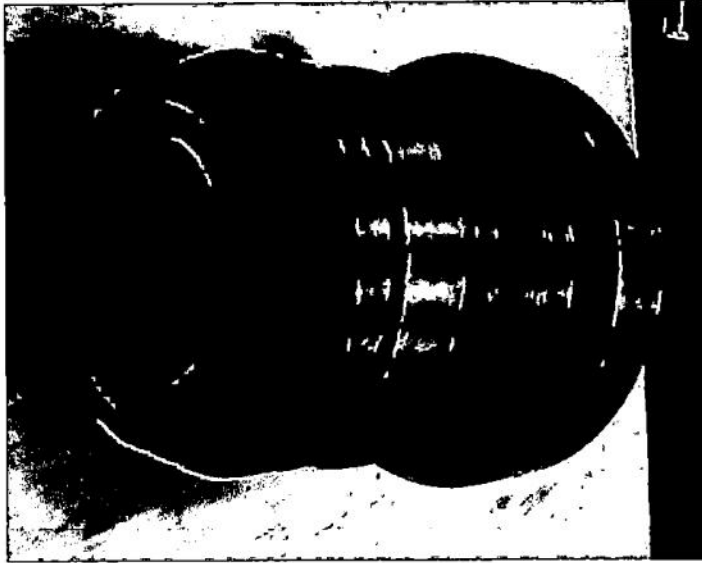
Gambar 4.37. pemasangan *end cup* dengan *cylinder tube*.

- iii. Menyambungkan *mounting* dan *end cup* dengan cara dilas menggunakan las listrik. Elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 80 A.



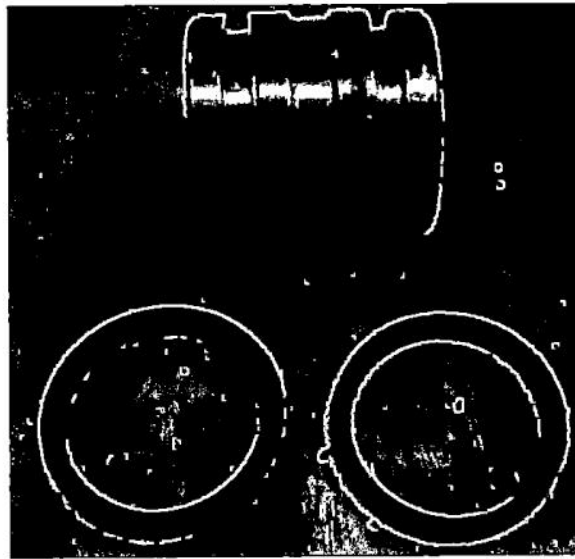
Gambar 4.38. penyambungan *mounting* dengan *end cup*.

- iv. Memasukkan *bushing piston rod* ke *cylinder head*.

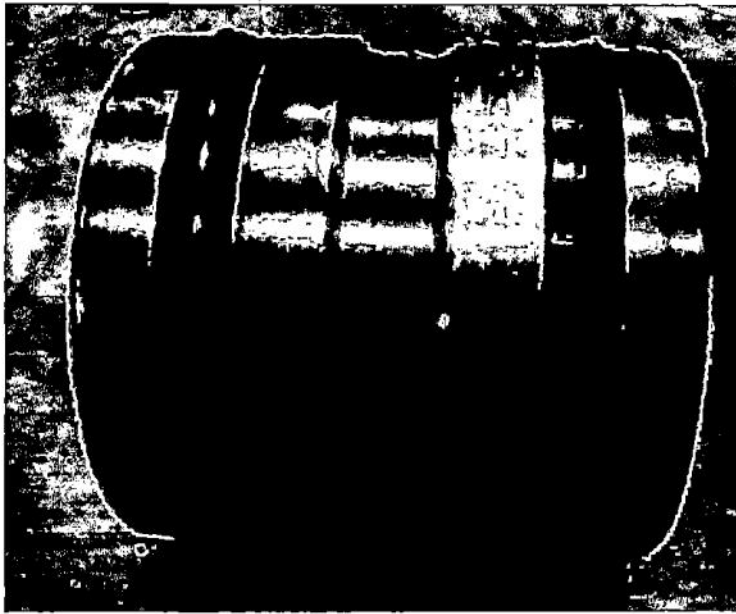


Gambar 4.39. pemasangan *bushing* ke *cylinder head*.

- v. Memasang *seal* piston ke tempat *seal* pada piston.

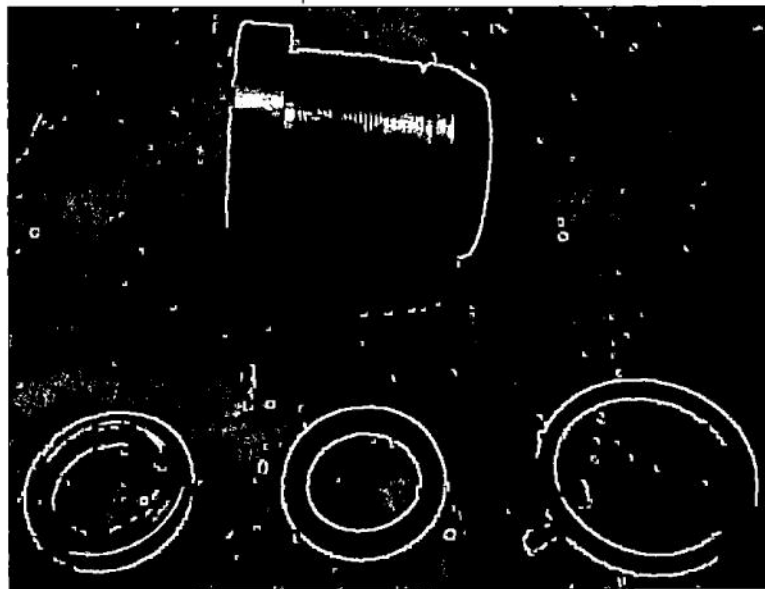


Gambar 4.40. piston dan *seal* piston sebelum terpasang.

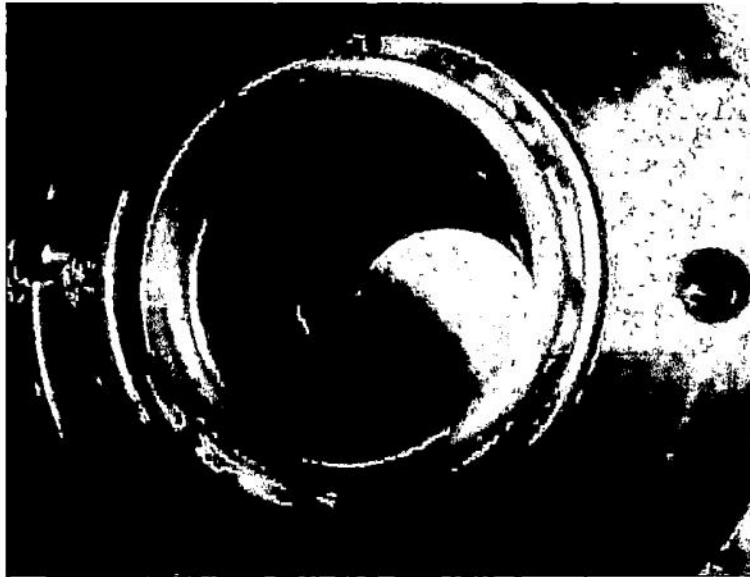


Gambar 4.41. *seal piston* setelah terpasang ke piston.

- vi. Memasang *seal wiper*, *seal rod piston* dan *seal "O" ring* ke *cylinder head*.

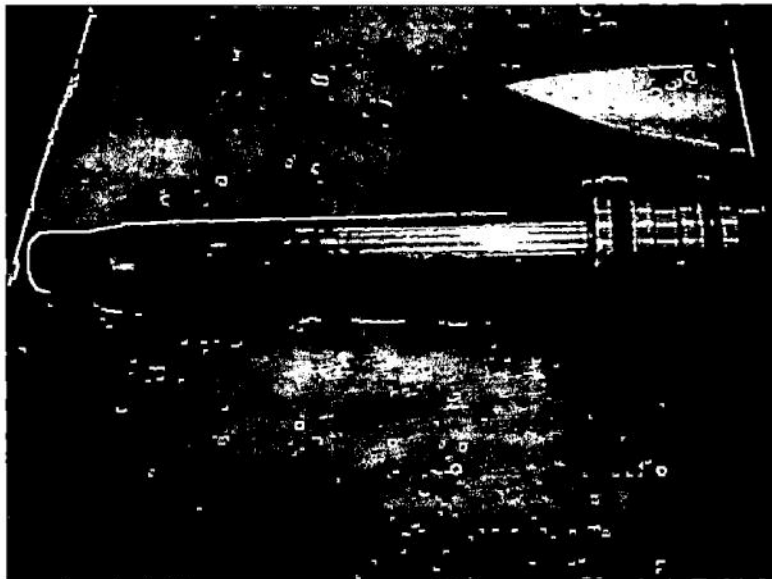


Gambar 4.42. *cylinder head*, *seal wiper*, *seal piston rod* dan *seal "O" ring* sebelum terpasang.



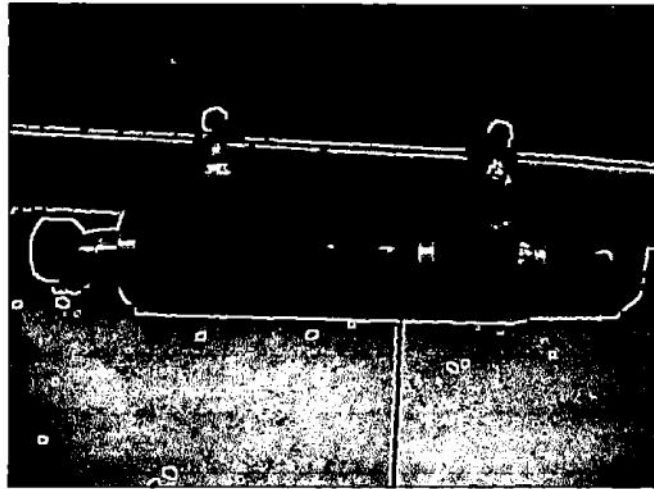
Gambar 4.43. Pemasangan seal pada cylinder head.

- vii. Memasukkan *piston* ke ujung *rod piston* dan kunci dengan mur.



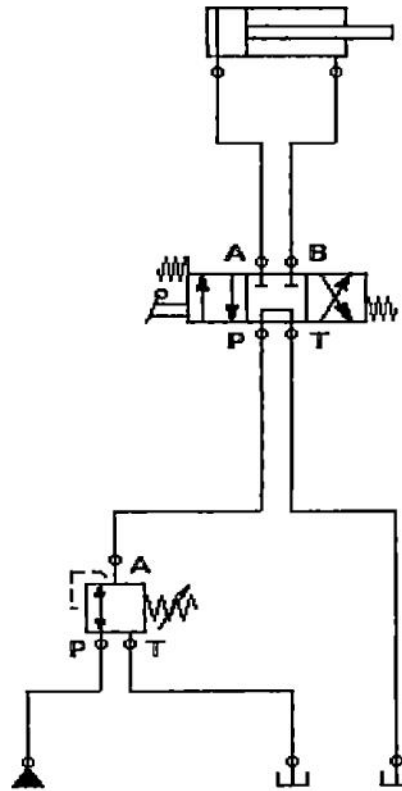
Gambar 4.44. Pemasangan *piston* dengan *piston rod*.

- viii. Memasukkan *rod piston* yang telah terpasang *piston* ke *cylinder tube*, dan tutup *cylinder tube* dengan *cylinder head* dan pada saat memasukkan *piston* dan *cylinder head* ke *cylinder tube*, *seal* tetap ditempat dan tidak bergeser.



Gambar 4.45. silinder hidrolik setelah selesai dirakit.

- ix. Merangkai tangki, *filter*, motor listrik, *gear pump*, *selang hidrolik*, *valve*, *pressure valve*, *pressure gauge*, *fitting* dan silinder hidrolik sesuai dengan rangkaian yang sudah direncanakan.



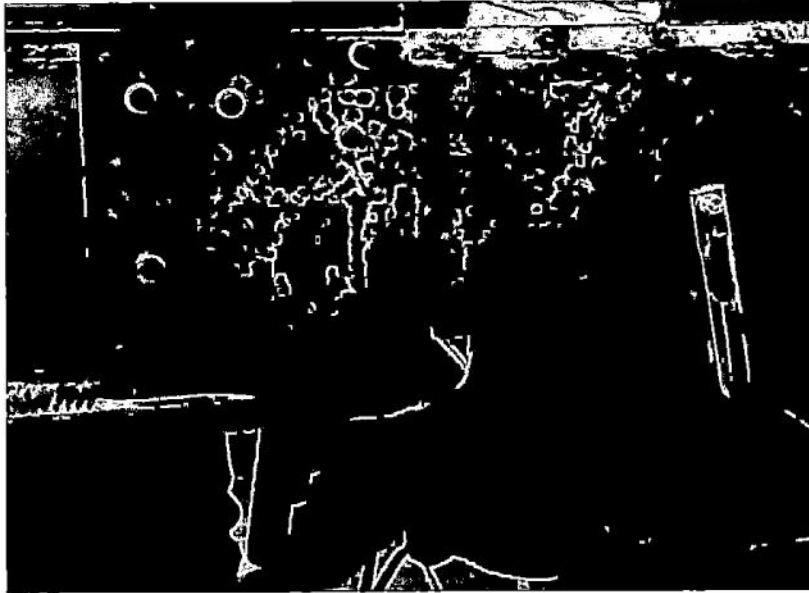
Gambar 4.46. Desain rangkaian hidrolik.

- x. Isi tangki hidrolik dengan oli hidrolik.
- b. Setelah hidrolik selesai dirakit, langkah selanjutnya adalah merakit meja hidrolik. Adapun langkah-langkahnya sebagai berikut:
 - i. Menyambung 2 buah mounting dengan meja hidrolik pada sisi yang sudah ditentukan dengan menggunakan las dan elektroda yang digunakan adalah seri RD – 260 dan arus yang digunakan adalah 90 A.



Gambar 4.47. Pemasangan *mounting* ke meja hidrolik.

- ii. Memasang meja hidrolik dengan rangka utama dengan menggunakan baut. Pastikan lubang pada meja hidrolik dengan rangka utama satu sumbu agar baut mudah dipasangkan.



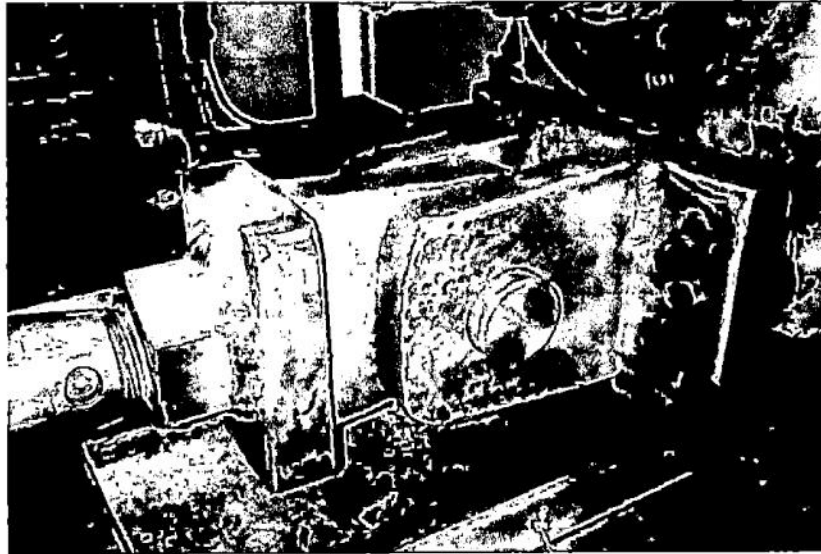
Gambar 4.48. Pemasangan meja hidrolik dengan rangka utama dengan baut.

- iii. Meja hidrolik selesai dirakit.
- c. Proses selanjutnya adalah perakitan rem. Langkah-langkah dalam perakitan rem adalah:
 - i. Memasangudukan plat A dan plat B pada rangka utama dengan menggunakan baut.
 - ii. Memasukkan tuas pada as yang terletak pada dudukan rem A.
 - iii. Memposisikan tuas tepat mengarah pada bidang pengereman kemudian kancing tuas menggunakan mur.
 - iv. Memasang dudukan kampas, *ball joint* dan kampas rem ke dudukan rem dan tuas.



Gambar 4.49.udukan rem A.

- v. Rem siap digunakan.
- d. Selanjutnya adalah perakitan komponen tambahan. Berikut adalah proses perakitan komponen tambahan:
- i. Memasang kedua bantalan luncur ke kepala lepas pada sisi bawah bagian depan dan belakang dengan menggunakan baut.
 - ii. Memasukkan bantalan luncur dan kepala lepas ke rangka utama.
 - iii. Memasangudukan mounting ke kepala lepas dengan menggunakan baut dan *mounting cylinder* di tengah kedudukan *mounting*. Kemudian memasukkan *pen mounting* ke lubang *mounting*.



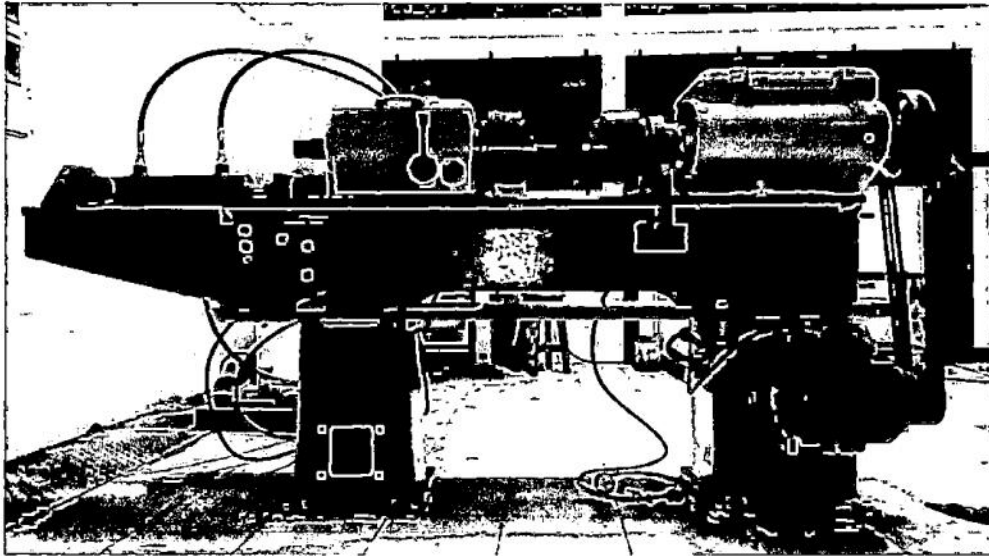
Gambar 4.50. dudukan *mounting*, *mounting cylinder* dan *pen*.

- e. Langkah yang terakhir adalah memasang silinder hidrolik ke meja hidrolik dengan cara memposisikan *mounting* pada *end cup* berada di tengah *mounting* meja hidrolik kemudian memasukkan *pen* pada lubang *mounting*.



Gambar 4.51. *mounting end cup*, *mounting* meja hidrolik dan *mounting*.

- f. Mesin *friction welding* siap untuk digunakan.



Gambar 4.52. Mesin friction welding.

4.3. Langkah-langkah pengoperasian

Berikut adalah langkah-langkah pengoperasian mesin *friction welding*:

- a. Memasang benda kerja yang akan dilas pada *chuck*. Pastikan benda kerja yang terpasang terkunci dengan kuat.
- b. Menyalakan motor listrik pada sistem hidrolik.
- c. Mengatur tekanan yang diinginkan melalui *pressure valve*.
- d. Menghidupkan motor listrik pada mesin *friction welding*.
- e. Menekan tuas pada *valve* hidrolik sampai kedua benda kerja bersentuhan.
- f. Pada saat proses penyambungan, motor listrik pada mesin *friction welding* dimatikan dan pada waktu yang hampir bersamaan tuas rem ditarik dan tuas *valve* hidrolik ditekan sampai kedua benda kerja menyatu.
- g. Mematikan motor listrik pada sistem hidrolik.
- h. Mengambil benda kerja dari *chuck*.
- i. Membersihkan mesin *friction welding* dari kotoran.