

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Analisis Permasalahan

3.1.1 Penyebab Terjadinya *Jumping Process* pada Produksi *Under Bracket K97G* di OP-40

Setiap perusahaan bisa saja mendapatkan beberapa kendala dalam proses produksinya, salah satunya terjadinya produk yang dihasilkan cacat, hal ini seringkali tidak bisa di hindari oleh perusahaan. Pada produksi *under bracket* tipe K97G di PT. PRN, khususnya pada OP-40 memiliki potensi menghasilkan produk cacat.

Proses *machining* OP-40 terdapat kegagalan produk akibat *Jumping Process*. Material finish dari OP-10 dan OP-20 dapat di proses pada OP-40. Tapi hal ini akan merugikan perusahaan karena akan mengganggu ritme produksi yang dimana *output* dalam satu hari (dua *shift*) dituntut untuk mencapai target. Material yang mengalami *jumping process* pada OP-40 tidak dapat langsung diperbaiki (*repair*), karena apabila material telah diproses pada OP-40 maka akan menimbulkan *burry* (tatal sisa pemotongan) pada lubang *inner tube* dan menyebabkan material tidak dapat dipasang pada *fixture* OP-30 sehingga material tersebut dipisahkan kedalam *repair box*, untuk dilakukan perlakuan tambahan yaitu menghilangkan *burry* menggunakan *mini grinder*. Berikut adalah beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya *jumping process* pada OP-40:

- 1) Manusia (Manpower)

Hilangnya fokus, konsentrasi, dan kelelahan menjadi penyebab kesalahan dalam bekerja. Contoh kasus yang disebabkan oleh manpower:

- a. Salah dalam men-*handling* material atau mengambil antrian material. Antrian material pada OP-40 seharusnya material finish dari OP-30, namun sering terjadi material yang diambil adalah material finish dari OP-20 atau antrian material untuk OP-30 sehingga menyebabkan loncatan antrian.
- b. Operator belum terbiasa dengan pekerjaannya. Apabila terdapat *manpower* baru maka potensi kesalahan dalam bekerja meningkat karena untuk beradaptasi dengan pola kegiatan baru memerlukan waktu.

2) *Machine* (mesin dan alat bantu produksi)

Mesin dan alat bantu produksi adalah salah satu alat yang mempengaruhi terjadinya produk cacat. Karena untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang optimal diperlukan mesin-mesin yang baik dan terawat serta alat pendukung yang fungsional dan efisien.

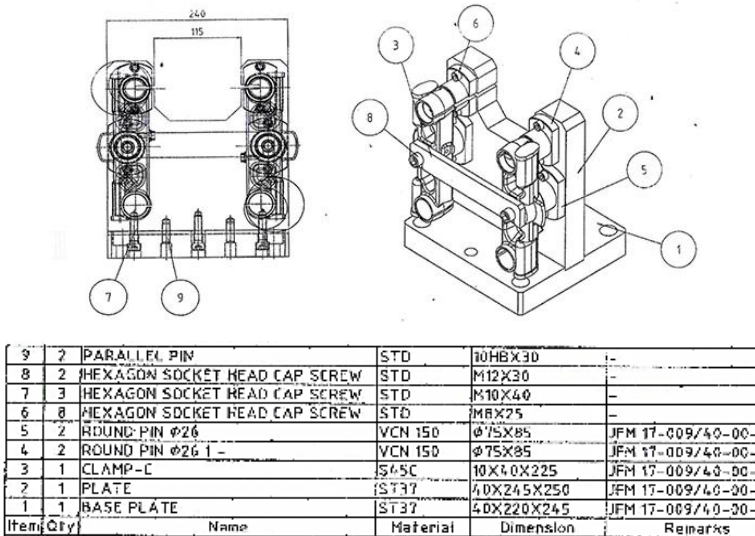
Mesin merupakan alat utama dalam proses produksi yang mempengaruhi hasil produksi, keberadaan alat bantu (*fixture*) juga tidak kalah pentingnya. Untuk pengerjaan produk-produk tertentu, keberadaan *fixture* sangat diperlukan. Pada proses produksi *under bracket* tipe K97G di OP-40, tidak dapat dipisahkan dari keberadaan *fixture*, karena tanpa menggunakan alat bantu tersebut proses produksi akan terhambat.

Alat bantu produksi berupa *fixture* pada OP-40 yang saat ini digunakan memiliki kekurangan, karena tidak dapat membedakan antara

material finish dari OP-20 dan OP-10. Dimana material finish tersebut kedua-duanya dapat dipasang dan diproses. Sementara, untuk pengerjaan di OP-40 material finish tersebut adalah material yang berasal dari OP-30. Hal ini menandakan bahwa dalam perencanaan atau disain *fixture* untuk digunakan pada OP-40 tersebut belum optimal dan perlu perbaikan/modifikasi.

3.1.2 Perbaikan Fixture Pada OP-40

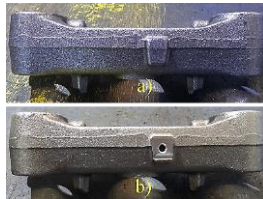
Observasi yang penulis lakukan menemukan bahwa, pada *fixture* OP-40 memiliki kekurangan yakni material finish dari OP-10 dan OP-20 dapat terpasang dengan baik. Hal tersebut merupakan potensi terjadinya *jumping process* dan menghasilkan produk cacat. Berikut adalah nama-nama dari bagian *fixtures* pada OP-40:



Gambar 1.1 Fixtures OP-40.

Tidak adanya pembeda atau penanda ketika memasang material yang salah pada *fixture*, antara material finish OP-30, OP-20, dan OP-10 dapat menyebabkan produk cacat akibat *jumping process* pada produk. Hal itulah yang menjadi fokus penulis untuk mencari solusi mengatasi produk cacat pada OP-40 akibat *jumping process*.

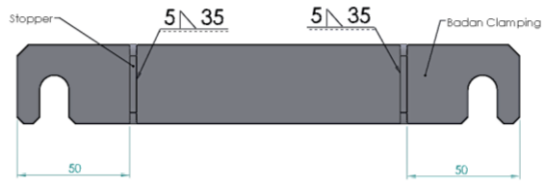
Menurut kajian penulis, solusi tercepat, murah, dan efisien untuk mengatasi *jumping process* pada *under bracket* tipe K97G di OP-40 adalah dengan cara memodifikasi *clamping fixture* OP-40 dengan menambahkan *stopper*, menggunakan plat setebal 3 mm yang di las. Hal ini akan menghilangkan potensi terjadinya *jumping process* karena material yang belum melewati proses produksi pada OP-30 tidak akan bisa diproses pada OP-40. Solusi tersebut dipilih penulis, karena selain mudah dibuat, tidak mengganggu jalannya proses produksi, dan bahan untuk membuat stoppernya pun mudah dicari serta tidak mengeluarkan banyak biaya. Cara ini memanfaatkan hasil proses dari OP-30, yaitu proses pembuatan dudukan spakbor, dimana pada OP-30 terdapat proses *facing* yang membuat salah satu bagian material memiliki perbedaan ketinggian dengan material *finish* dari OP-20 dan OP-10. Kondisi material tersebut dapat dimanfaatkan sebagai pembeda antara material finish OP-30 dan material finish OP-10, OP-20 ketika di pasang pada *fixture* OP-40.



Gambar 1.2 a). Sebelum Proses OP-30; b). Sesudah Proses OP-30.

(Sumber: PT. PRN)

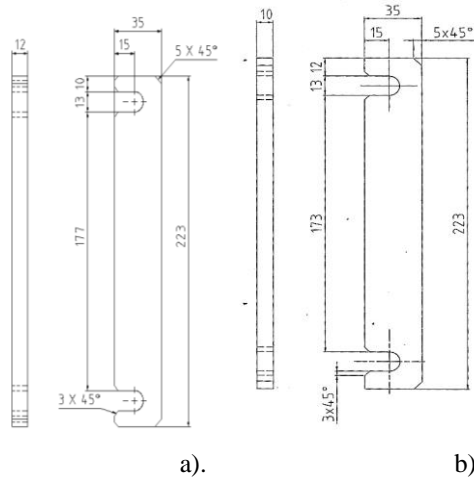
Berdasarkan permasalahan tersebut penulis memutuskan untuk memodifikasi *fixture* lebih spesifiknya yaitu pada bagian *clamping device*. Berikut adalah contoh gambaran hasil modifikasi *clamping*.



Gambar 1.3 Pemasangan *Stopper* Pada *Body Clamping*.

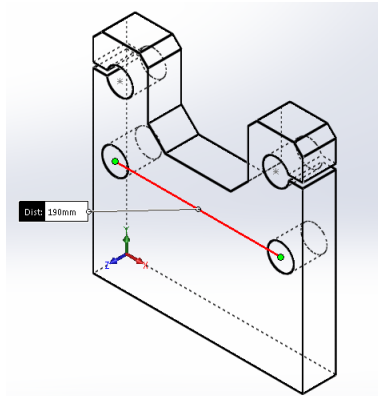
3.2 Pre-desain

Proses produksi *under bracket* K97G, terdapat tiga mesin CNC frais untuk melakukan pekerjaan OP-40, yakni mesin ML-85, ML-91, dan ML-92. Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan penulis, penulis menemukan pada mesin ML-85 terdapat *clamping* yang tidak sesuai dengan desain standar yang dibuat oleh PT. PRN, baik dari ukuran dan material yang digunakan.



Gambar 1.4 a). Dimensi body clamping mesin ML-85 yang penulis ukur saat observasi lapangan; b). Dimensi gambar kerja standar PT. PRN.

Berdasarkan gambar 3.4 dapat diketahui bahwa ukuran clamping yang digunakan oleh mesin ML-85 tidak sama dengan mesin ML-91 dan ML-92. Perbedaan ukuran ini disebabkan oleh jarak lokator pada plate *fixture* yang tidak sesuai gambar kerja yang penulis terima dari departemen *engineering*. Ketika penulis melakukan pengukuran, ukuran aktual yang penulis dapat adalah sebesar 190 mm, sedangkan pada gambar kerja plate *fixture* OP-40 jarak antara lokator sebenarnya adalah 186 mm.



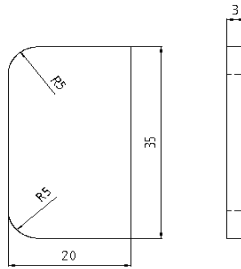
Gambar 1.5 Lokator *fixture* OP-40 Pada ML-85

Perbedaan ukuran jarak lokator ini disebabkan oleh kesalahan input kordinat pada saat pembuatan *plate* oleh *general workshop*, sehingga terdapat perbedaan jarak sebesar 4 mm.

Penulis menemukan bahwa clamping yang digunakan pada mesin ML-85 terbuat dari material ST37, sedangkan pada gambar kerja material yang digunakan untuk membuat clamping fixture OP-40 adalah S45C.

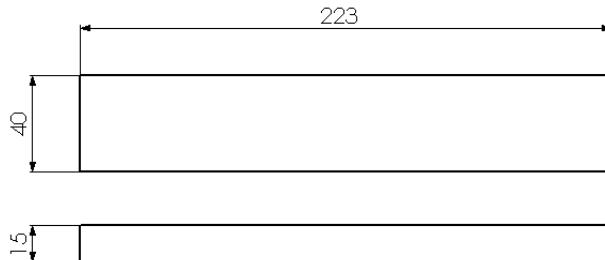
Material yang digunakan untuk membuat stopper tidak memerlukan spesifikasi khusus, karena fungsi *stopper* tersebut hanya sebagai penanda apabila terjadi kesalahan pemasangan material *under bracket* pada *fixture*, sehingga dalam membuat *stopper* ini, penulis menggunakan plat ST 37 dengan tebal 3 mm. pemilihan material ini memanfaatkan bahan sisa dari proses produksi *stay bracket*.

Material yang digunakan untuk membuat *stopper* mudah dicari serta tidak mengeluarkan banyak biaya. Berikut adalah gambar 2D dari *stopper*.

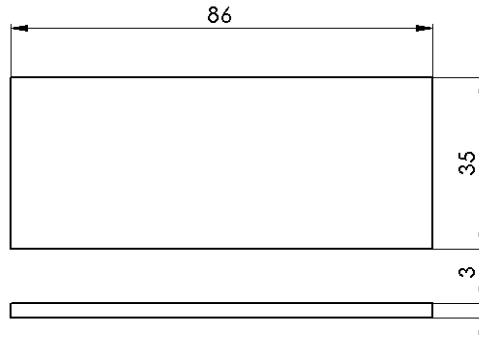


Gambar 1.6 *Stopper.*

Clamping device pada satu mesin OP-40 berjumlah 2 *clamping*. Dibutuhkan 2 badan *clamping* dan 4 plat *stopper*. Berdasarkan ukuran material pada gambar kerja, maka material yang dibutuhkan yaitu 2 buah material berbahan S45C dengan ukuran 230 mm x 40 mm x 15mm, sedangkan untuk membuat *stopper* diperlukan plat ST37 86 mm x 35 mm x 3 mm.



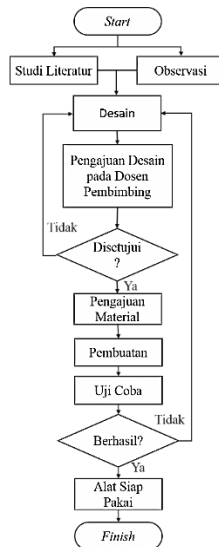
Gambar 1.7 Ukuran Material Badan *Clamping* yang Dibutuhkan.



Gambar 1.8 Ukuran Material *Stopper* yang Dibutuhkan.

3.2.1 Diagram Alir

Pembuatan *clamping device* ini dimulai pada urutan aliran proses dibawah ini:



Gambar 1.9 Diagram Alir Proses Pembuatan.

3.2.2 Rencana Kerja

Terdapat beberapa proses dalam membuat *clamping device*, diantaranya:

1) Proses frais CNC 3A

Proses frais bertujuan untuk membentuk badan *clamping* secara presisi.

Terdapat beberapa pengerjaan pada frais, yaitu:

- 1) Frais muka menggunakan face mill $\text{Ø}40$ mm, dari tebal 15 mm menjadi 12 mm.
- 2) Frais muka menggunakan $\text{Ø}40$ mm, dari lebar 40 mm menjadi 35 mm.
- 3) Frais kontur menggunakan pisau *end mill* $\text{Ø}13$ mm. Pengerjaan kontur dilakukan bertujuan untuk membentuk benda kerja agar sesuai dengan dimensi gambar kerja.

2) Kerja bangku

Pekerjaan kerja bangku bertujuan untuk membuat radius pada *stopper* dan menghilangkan sudut-sudut tajam pada badan *clamping* setelah proses *machining*. Pada proses kerja bangku terdapat beberapa pengerjaan, yaitu:

- 1) Menggores, pengerjaan ini bertujuan untuk membuat gambar atau pola *stopper* pada permukaan plat.
- 2) Gergaji, untuk memotong plat *stopper* menjadi ukuran yang mendekati gambar kerja.
- 3) Mengikir, pengerjaan mengikir adalah pengerjaan tahap akhir atau *finishing*. Setelah proses *machining* membuat badan *clamping* dan memotong plat hingga mendekati ukuran pada gambar kerja, maka diperlukan proses mengikir untuk menghilangkan *burry* dan sudut tajam pada kedua material. Mengikir juga digunakan untuk membentuk plat *stopper*.

3) Proses pengelasan

Proses pengelasan bertujuan untuk memasang *stopper* pada badan *clamping*. Proses pengelasan yang digunakan adalah las MIG (Metal Inert Gas).

3.3 Proses Pembuatan

3.3.1 Pembuatan Badan Clamping

a. Persiapan Kerja

1) Alat Pelindung Diri

1. Kemeja Praktik
2. Sepatu Safety

2) Mesin

1. Mesin CNC Frais 3A Kasuga V70X

3) Cutting Tool (Alat Potong)

1. Face mill Ø25 mm
2. Endmill Ø8 mm
3. *Setting tool*

4) Alat Bantu

1. Ragum
2. Blok Paralel
3. *Tool Holder*
4. *Collet*
5. Palu Plastik

5) Alat Ukur

1. Jangka sorong

6) Persiapan Material

Material yang dibutuhkan yaitu 2 buah material berbahan S45C dengan ukuran 230 mm x 40 mm x 15 mm.



Gambar 1.10 Material Badan *Clamping*.

Material S45C untuk membuat badan clamping diperoleh dengan cara mengajukan gambar (*sketch*) dan jenis bahan pada departemen general workshop, atas persetujuan dari pembimbing lapangan.

7) Pembuatan Program CNC Kontur *Clamping Device*

Sebelum membuat program CNC, nilai dari parameter yang digunakan harus diketahui terlebih dahulu. Parameter yang perlukan untuk membuat program kontur yaitu: 1). Putaran (n), 2). Kecepatan pergeseran pisau (v_f), 3). Diameter *cutting tool*.

Menurut tabel, nilai kecepatan potong *carbide* untuk pengerjaan *machine steel* yaitu $v = 45-75$ m/min. Menurut tabel pada halaman 19 nilai *Feed per Tooth* untuk *machine steel* dengan pisau *carbide* yaitu 0,2 mm. Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 65 \text{ m/min} \quad fz = 0,2 \text{ mm} \quad N = 4$$

$$D = 8 \text{ mm} \quad \pi = 3,14$$

Maka dapat dicari:

- a. Kecepatan putar

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

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

$$n = \frac{65 \times 1000}{3,14 \times 8}$$

$$n = \frac{65000}{25.1}$$

$$n = 2589.64 \text{ rpm}$$

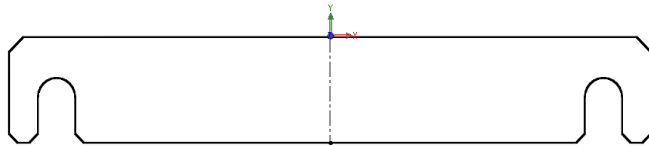
- b. Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

$$v_f = fz \times n \times N$$

$$v_f = 0,2 \times 2589,64 \times 4$$

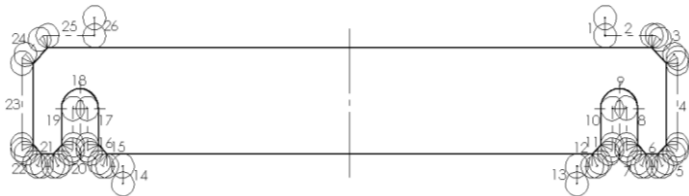
$$v_f = 2071.712 \text{ mm/min}$$

Pengerjaan kontur *cutting tool* yang digunakan pada perencanaan awal adalah *end mill* Ø13 mm. Namun saat dilapangan karena terkendala keterbatasan *cutting tool*, maka penulis menggunakan *cutting tool* yang tersedia yakni *end mill* Ø8 mm dengan 4 sisi mata pisau berbahan *carbide*. Pergerakan pisau harus dibuat seefektif mungkin, karena semakin sedikit pergerakan pisau maka waktu dan biaya pembuatan yang dikeluarkan akan lebih sedikit.



Gambar 1.11 Letak Koordinat (0,0) Pada benda kerja.

Proses pembuatan badan *clamping* memerlukan sebanyak 26 langkah pemakanan, berikut adalah skema pergerakan pisau.



Gambar 1.12 Skema Pergerakan Pisau.

Setelah mengetahui nilai parameter yang dibutuhkan, maka program CNC dapat dibuat. Berikut adalah program kontur badan *clamping*.

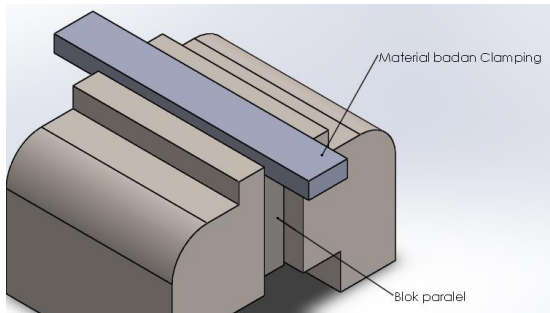
Tabel 1.1 Program CNC Kontur Badan Clamping.

No. Blok	G/M/N Code	Program
1	N1 (Program Induk)	-
2	M06	T2
3	G90 G55	X90. Y10.
4	G43	H1 Z100.
5	M3	S2500
6	Z10.	M7
7	G1	Z0. F518
8	M98	H10. L80
9	G90	G0. Z100.
10	M5	-
11	M9	-
12	G91 G28	Z0. Y0.
13	M30	-
14	-	-
15	N10 (Sub Program)	-
16	G91 G01	Z-0,5 F518
17	G90 G01 G41	Y0. D1
18	-	X112. ,C3
19	-	Y-35. ,C3
20	-	X101.5 ,C3
21	-	Y-20.
22	G03	X88.5 R6.5
23	G01	Y-35. ,C3
24	-	X80.
25	-	Y-45.
26	G91 G0	Z100.
27	G90 G40 G0	X-80. Y-45.
28	G91 G0	Z-100.
29	G90 G41 G1	Y-35. D1
30	-	X-88.5 ,C3
31	-	Y-20.
32	G03	X-101.5 R6.5

33	G01	Y-35. ,C3
34	-	X-112. ,C3
35	-	Y0. ,C5
36	-	X-90.
37	-	Y10.
38	G91 G0	Z100.
39	G90 G40 G0	X90. Y10.
40	G91 G0	Z-100.
41	M99	-

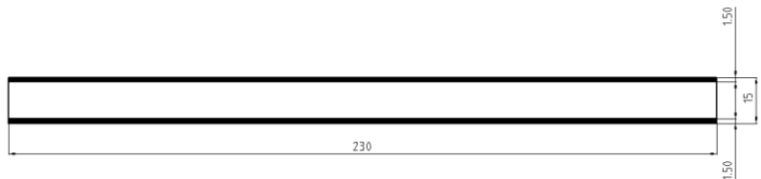
b. Pembuatan badan *clamping*

1. Nyalakan mesin CNC frais dengan cara putar ON saklar utama kemudian tekan tombol ON pada panel mesin, tunggu hingga *booting* mesin selesai.
2. Ubah mesin ke mode *rapid* untuk menggeser *cutting tool* gerakan sumbu X, Y, dan Z kemudin ubah mesin ke mode *zero return* (ZRN) tekan sumbu Z, X dan Y agar mesin dalam keadaan *zero position* atau titik nol mesin. Tunggu hingga semua posisi koordinat di layar 0. Setelah *zero return* mesin siap digunakan.
3. *Setting* benda kerja pada ragum menggunakan parallel blok. Atur ketinggian benda terhadap ragum sesuai keperluan pemakanan.



Gambar 1.13 Ilustrasi Setting Pencekaman Pada Ragum.

4. Frais muka manual sebanyak 2 kali pemakanan dari tebal 15 mm menjadi 12 mm sepanjang 230 mm, menggunakan face mill $\text{Ø}25$ mm menggunakan mode handle.



Gambar 1.14 Frais Muka dari tebal 15 mm menjadi 12 mm sepanjang 230 mm menggunakan face mill $\text{Ø}25$ mm.

Dalam proses facing, tool yang digunakan adalah facemill $\text{Ø}25$ mm dengan 2 mata insert dengan bahan carbida yang spesifikasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1.15 Spesifikasi Inset Tool Carbida.

(Sumber: Mitsubishi Materials)

Simbol huruf P (atau C5 sampai C8) dan kode warna biru digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Nilai C_{pt} dan v dapat dilihat pada keterangan spesifikasi *cutting tool*. Parameter yang digunakan menurut *MITSHUBISHI MATERIAL*, dimana v 145- 235 m/min dan nilai *feed per tooth* untuk face mill dengan material machine steel 0,4 mm.

Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 150 \text{ m/min} \qquad f_z = 0,4 \text{ mm} \qquad N = 2$$

$$D = 25 \text{ mm} \qquad \pi = 3,14$$

Maka dapat dicari:

a. Kecepatan putar (n)

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

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

$$n = \frac{150 \times 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{150000}{78,5}$$

$$n = 1910.8 \text{ rpm}$$

b. Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

$$v_f = N \times fz \times n$$

$$v_f = 2 \times 0,4 \times 1910.8$$

$$v_f = 1528.64 \text{ mm/min}$$

5. Frais muka manual sebanyak 2 kali dari tebal 40 mm menjadi 35 mm sepanjang 230 mm menggunakan face mill Ø25 mm menggunakan mode handle.



Gambar 1.16 Frais Muka dari tebal 40 mm menjadi 35 mm sepanjang 230 mm menggunakan face mill Ø25 mm.

Dalam proses facing, tool yang digunakan adalah facemill Ø25 mm dengan 2 mata insert dengan bahan carbida yang spesifikasinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1.17 Spesifikasi Insert Tool Carbida.

(Sumber: Mitsubishi Materials)

Simbol huruf P (atau C5 sampai C8) dan kode warna biru digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Nilai C_{pt} dan v dapat dilihat pada keterangan spesifikasi *cutting tool*. Parameter yang digunakan menurut *MITSHUBISHI MATERIAL*, dimana v 145- 235 m/min dan nilai *feed per tooth* untuk face mill dengan material machine steel 0,4 mm.

Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 150 \text{ m/min} \qquad fz = 0,4 \text{ mm} \qquad N = 2$$

$$D = 25 \text{ mm} \qquad \pi = 3,14$$

$$\text{Kedalaman pemakanan} = 0,4 \text{ mm}$$

Maka dapat dicari:

- a. Kecepatan putar (n)

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

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

$$n = \frac{150 \times 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{150000}{78,5}$$

$$n = 1910.8 \text{ rpm}$$

- b. Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

$$v_f = N \times fz \times n$$

$$v_f = 2 \times 0,4 \times 1910.8$$

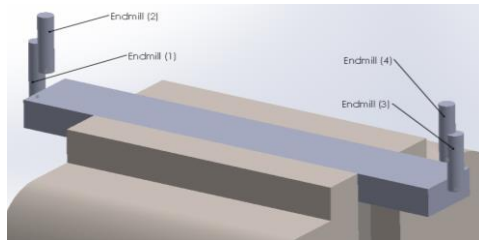
$$v_f = 1528.64 \text{ mm/min}$$

6. Input program CNC yang sudah di persiapkan pada mesin. Dengan cara tekan tombol search → ketik nomer program dengan nomer baru atau nomer yang tidak ada pada memory mesin untuk

membuat file baru → enter. Ketik program induk terlebih dahulu kemudian sub rogram.

7. Pasang *end mill* pada magazine mesin sesuai dengan nomer pada program, dengan cara ubah mode mesin menjadi *handle mode* → lalu pasang *holder cutting tool* dengan benar menurut nomer magazine pada program.
8. Setting titik nol benda kerja menggunakan *end mill*. Titik 0 benda kerja pada program yaitu berada di tengah, setelah selesai pemasangan *tool* kemudian panggil *tool end mill* $\varnothing 8$ mm untuk menyeting titik 0 sumbu X dan Y pada benda kerja, dengan cara:
 - a. *Setting* sumbu X

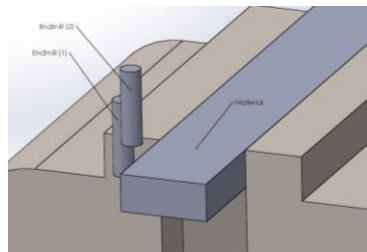
Ubah mode mesin ke mode *handle* untuk mengaktifkan MPG → aktifkan *spindle* mesin dengan arah putaran searah jarum jam dengan cara menekan tombol CW (*Clockwise*) pada panel → gerakan meja menggunakan MPG sentuhkan endmill pada permukaan samping kiri sumbu (x-) benda kerja pada sumbu X → input nilai → naikan sumbu z hingga jarak bebas → geser cutting tool ke kanan pada sumbu x dengan jarak $\frac{1}{2}$ diameter *end mill* + 0,2 mm ke kanan, menjadi 4.2 mm → input. Gerakan *end mill* ke sumbu (X+) sampai jarak bebas pahat → turunkan *end mill* ke sumbu (Z-) → sentuhkan end mill ke permukaan kanan material → input → naikan sumbu z hingga jarak bebas → geser cutting tool ke kiri pada sumbu x dengan jarak $\frac{1}{2}$ diameter *end mill* + 0,2 mm ke kanan, menjadi 4.2 mm → input.



Gambar 1.18 Setting sumbu X Titik Nol Benda kerja.

b. Setting sumbu Y

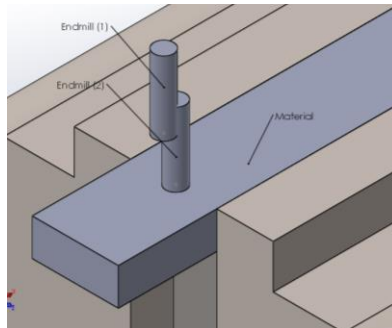
Putar handel ke mode MPG → putar searah jarum jam spindle mesin dengan cara ketik M03 + input + S500 + input → sentuhkan *cutting tool* ke benda kerja pada sumbu (Y), pergerakan meja dengan menggunakan MPG (*cutting tool* berada pada belakang benda kerja) → input → *spindle stop* → geser *cutting tool* ½ *cutter* + 0,2 mm ke kiri, menjadi 4.2 mm → input.



Gambar 1.19 Setting Titik Nol Sumbu Y Benda kerja.

Setelah titik 0 benda kerja langkah selanjutnya memasukkan nilai titik 0 dalam data mesin, dengan cara tekan menu coordinate kemudian arahkan kursor pada G55 sumbu X + input dan sumbu Y + input.

9. Setelah penyetingan titik 0 benda kerja terhadap sumbu X dan Y kemudian penyetingan terhadap sumbu Z terhadap *tool end mill* dengan cara turunkan sumbu z → sentuhkan ujung *end mill* kepada permukaan atas material → input.



Gambar 1.20 *Setting* Sumbu Z.

Setelah *setting* sumbu Z kembalikan posisi tool ketitik nol mesin (*Zero Return*).

10. Mode *AUTO* → panggil program dengan cara tekan opsi search → cari nama program → input.
11. Tekan tombol cycle start untuk memulai pemakanan otomatis.
12. Lakukan langkah yang sama untuk material kedua.

3.3.2 Pembuatan *Stopper*

1) Persiapan Kerja

a. Alat Pelindung Diri (APD)

1. Kemeja kerja
2. Sarung tangan wol

3. Sepatu safety

b. Mesin

1. Mesin gergaji vertikal

c. Alat potong

1. Kikir

d. Alat Bantu

1. Ragum

2. Penggores

3. Penitik

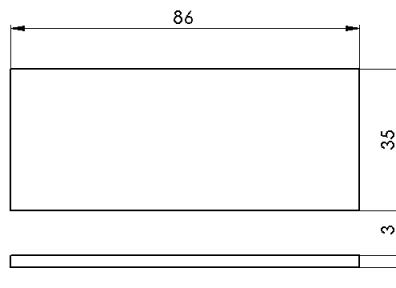
e. Alat ukur

1. Mistar baja

2. Radius gauge

2) Persiapan Material

Ukuran material yang dibutuhkan untuk membuat 4 buah *Stopper*, yaitu:



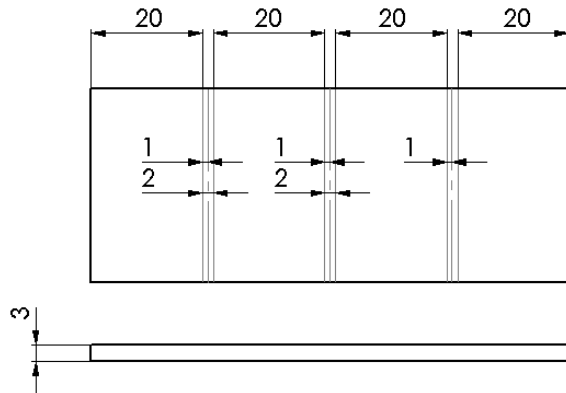
Gambar 1.21 Ukuran Plat *Stopper*.

Material untuk membuat *stopper clamping* penulis peroleh dari bahan sisa produksi *blanking stay bracket*.

3) Pembuatan *Stopper*

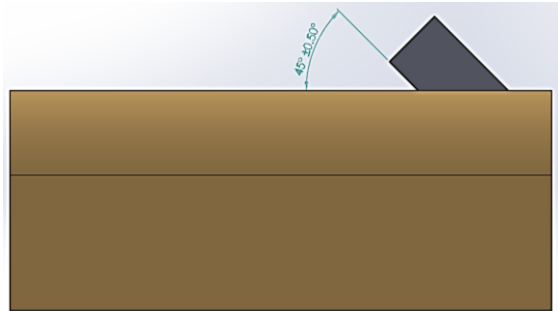
a. Gergaji

- 1) Lukis benda kerja menggunakan penggores dan mistar baja sesuai ukuran pada gambar kerja.



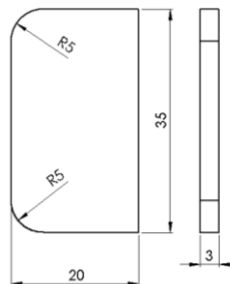
Gambar 1.22 Sketsa Garis Bantu Pemotongan.

- 2) Tekan tombol on pada mesin.
 - 3) Potong plat mengikuti garis bantu.
- #### b. Kikir
- 1) Pasang material pada ragum, rapihkan permukaan bekas pemotongan hingga lebar benda kerja menjadi 20 mm. lakukan pada kedua material dan pastikan tidak ada yang tirus.
 - 2) Setting kembali pencekaman plat pada ragum untuk membuat radius sebesar R5 mm pada benda kerja, dengan cara posisikan material seperti gambar berikut.



Gambar 1.23 Pemasangan Benda Kerja Pada Ragum.

- 3) Kikir sudut benda kerja hingga membentuk radius R5 mm. Kikir menggunakan kikir kasar, dengan cara mengayunkan kikir keatas dan kebawah dengan arah sejajar pada bidang benda kerja yang dikikir. Setelah radius mendekati ukuran R5 mm, ganti kikir halus untuk finishing dan ukur menggunakan radius gauge.
- 4) Lakukan hal yang sama untuk sudut sebaliknya hingga memperoleh bentuk seperti gambar dibawah.



Gambar 1.24 Dimensi *Stopper*.

- 5) Kerjakan langkah yang sama untuk membuat stopper pada benda kerja berikutnya.

3.3.3 Pengelasan

1) Persiapan Kerja

a. Alat Pelindung Diri (APD)

1. Kemeja kerja
2. Sarung tangan wol
3. Sepatu safety
4. Topeng las

b. Mesin

1. Mesin las MIG (Metal Inert Gas) Nishida MIG-270 F
2. Unit pengontrol kawat elektroda (Wire Feeder)
3. Handel las beserta holder
4. Kabel las dan kabel control
5. *Massa grounding*
6. Tabung gas CO₂
7. Elektroda tipe ER70S-3 Ø 0.8 mm

c. Alat Bantu

Ragum

Penggores

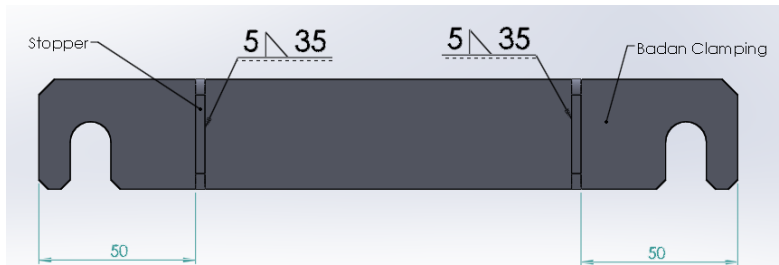
Palu konde

d. Alat ukur

1. Mistar baja

2) Persiapan Material

Benda kerja yang digunakan adalah body clamping dan 2 buah stopper yang sudah dibuatn sebelumnya.

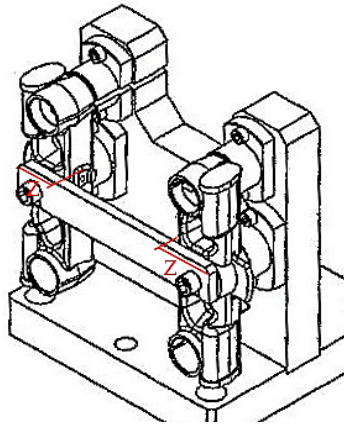


Gambar 1.25 Contoh Pemasangan *Stopper* pada *Badan Clamping*.

3) Proses Pengelasan

a. Membuat Garis Batas (Datum)

1. Gunakan penggores dan mistar baja untuk membuat garis bantu. Lukis garis bantu pada badan clamping untuk menjadi jarak datum dari permukaan samping badan clamping sampai stopper.
 - Tentukan terlebih dahulu jarak garis patokan (Z) terhadap kedua sisi samping pada *clamping*, dengan cara memasang material *finish* OP-30 pada *fixture* OP-40 lalu pasang *clamping*. Ukur menggunakan mistar baja dari sisi samping *clamping* sampai permukaan rata dudukan spakbor. Dari hasil pengukuran tersebut dapat diperoleh jarak sebesar 48 mm, lebihkan 2 mm untuk pembebas *clamping* sehingga jarak totalnya yaitu 50 mm. Gunakan jarak tersebut sebagai jarak untuk membuat garis batas untuk mengelas *stopper*.



Gambar 1.26 Mencari Jarak Z.

- Setelah memperoleh jarak z maka tandai menggunakan penggores, seperti gambar berikut:



Gambar 1.27 Menggaris batas *Stopper* pada *Clamping*.

- Lakukan langkah yang sama pada badan *clamping* berikutnya.
- b. Persiapan Mesin Las**
1. Hidupkan mesin las, untuk *setting* parameter pada mesin las dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1.2 Rekomendasi Parameter Pengelasan (MIG).

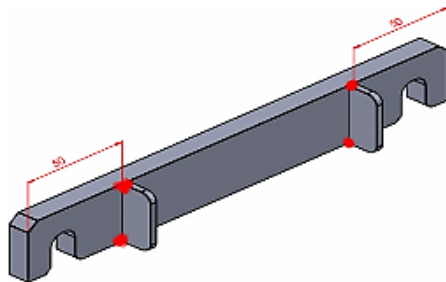
Wire Diameter	AMPS	Volts	Argon 1-5% O ₂	Wire Feed imp
.023	85-170	23-27	25	360-620
.030	135-230	24-28	25	390-670
.035	165-300	24-28	30	360-520
.045	200-375	24-30	30-35	210-390
1/16	275-500	24-32	40	150-360
3/32	300-600	24-30	50	75-125

(Sumber : Technical Specification Sheet, The Harris Products Group).

- Gunakan ampere no. 4 (± 165 A) pada mesin las, untuk menghindari banyaknya *spatter*.
- Setting parameter *Rotation Speed (RS)* pada no.3 (± 360 m/min), agar elektroda tidak terlalu pendek dalam sekali las.
- Atur kecepatan gas CO₂ sebesar 30 L/min.
- Untuk parameter spot welding time, setting pada angka nol, karena tidak diperlukan jarak khusus untuk mengelas *stopper* ini.

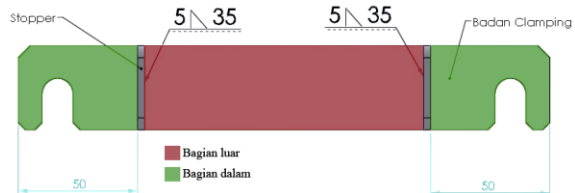
c. Mengelas

- Lakukan las titik (*tack weld*) pada stopper, pastikan *stopper* menempel lurus pada tanda yang sudah dibuat.



Gambar 1.28 *Tack weld.*

- Karena fungsinya hanya sebagai pembatas dan tidak memerlukan kekuatan lasan tertentu, maka cukup dilakukan pengelasan dengan lebar pengelasan sebesar 5 mm.
- Lakukan pengelasan dengan posisi pengelasan 2F pada sisi bagian luar pada kedua *stopper*. Pada sisi bagian dalam tidak perlu di lakukan pengelasan karena dapat menyebabkan *clamping* akan sulit terpasang sebab material terhalang oleh logam las.



Gambar 1.29 Las Sisi Luar Pada *Stopper*.

- Lakukan langkah yang sama pada badan *clamping* berikutnya.

3.4 Perhitungan Waktu Pembuatan *Clamping Device*

3.4.1 Perhitungan Waktu Frais Muka Dari tebal 15 mm Menjadi 12 mm Pada Satu Material.

- a. Waktu Pemakanan satu langkah pengefraisan

$$\text{Diketahui: } lw = 230 \text{ mm} \quad D = 25 \text{ mm}$$

$$vf = 1528.64 \text{ mm/min} \quad lv = 5 \text{ mm}$$

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

- Jarak lebih Pisau (ln)

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

$$ln = \frac{25 \text{ mm}}{2} \times 2$$

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

- Panjang total (lt)

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 230 \text{ mm} + 25 \text{ mm}$$

$$lt = 260 \text{ mm}$$

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

$$tc = \frac{260 \text{ mm}}{1528.64 \text{ mm/min}}$$

$$tc = 0,17 \text{ menit}$$

- b. Jumlah langkah pengefraisan (z_1)

Karena pisau yang digunakan yaitu face mill $\varnothing 25$ mm dan lebar permukaan benda kerja yaitu 40 mm, maka dilakukan penyayatan $z_1 = 3$ kali langkah dalam satu kali pengefraisan.

- c. Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui:

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

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

Maka: $z_2 = \frac{b}{a}$

$$z_2 = \frac{3 \text{ mm}}{0,5 \text{ mm}} = 6 \text{ kali pemakanan}$$

- d. Total pemakanan (z)

$$z = z_1 \times z_2$$

$$z = 3 \times 6$$

$$z = 18 \text{ kali pemakanan}$$

- e. Total waktu pemakanan pada satu bidang

Diketahui:

$$tc = 0,17 \text{ menit}$$

$$z = 18 \text{ kali pemakanan}$$

Maka:

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

$$tc_{(total)} = 0,17 \text{ menit} \times 18 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 3.02 \text{ menit}$$

3.4.2 Perhitungan Waktu Frais Muka Dari lebar 40 mm Menjadi 35 mm Pada Satu Material.

- a. Waktu Pemakanan satu langkah pengefraisan

Diketahui: $lw = 230 \text{ mm}$ $D = 25 \text{ mm}$

$vf = 1528.64 \text{ mm/min}$ $lv = 5 \text{ mm}$

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

- Jarak lebih Pisau (ln)

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

$$ln = \frac{25 \text{ mm}}{2} \times 2$$

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

- Panjang total (lt)

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5 \text{ mm} + 230 \text{ mm} + 25 \text{ mm}$$

$$lt = 260 \text{ mm}$$

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

$$tc = \frac{260 \text{ mm}}{1528.64 \text{ mm/min}}$$

$$tc = 0,17 \text{ menit}$$

- b. Jumlah langkah pengefraisan (z_1)

Karena pisau yang digunakan yaitu face mill $\varnothing 25$ mm dan lebar permukaan benda kerja yaitu 12 mm, maka dilakukan penyayatan $z_1 = 1$ kali langkah dalam satu kali pengefraisan.

- c. Jumlah langkah pengefraisan menurun

Diketahui:

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

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

Maka: $z_2 = \frac{b}{a}$

$$z_2 = \frac{5 \text{ mm}}{0,2 \text{ mm}} = 25 \text{ kali pemakanan}$$

- d. Total pemakanan (z)

$$z = z_1 \times z_2$$

$$z = 1 \times 25$$

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

- e. Total waktu pemakanan pada satu bidang

Diketahui:

$$tc = 0,17 \text{ menit}$$

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

Maka:

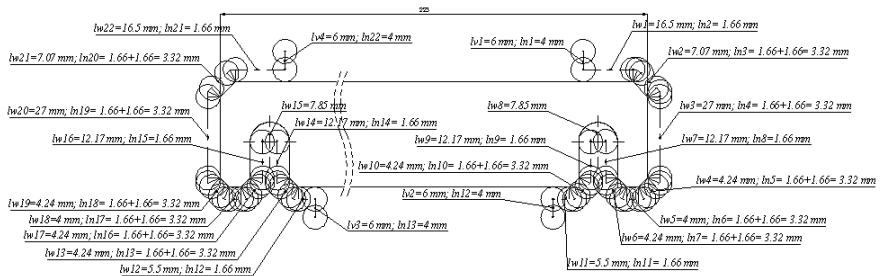
$$tc_{(total)} = tc \times z$$

$$tc_{(total)} = 0,17 \text{ menit} \times 25 \text{ kali pemakanan}$$

$$tc_{(total)} = 4.25 \text{ menit}$$

3.4.3 Perhitungan Waktu Kontur Pada Satu Material.

Parameter yang dibutuhkan untuk menghitung waktu proses pembuatan *clamping device*, yaitu: 1). Panjang pengerjaan (lw), 2). Jarak bebas pisau (lv) dan 3). Jarak lebih pisau (ln), untuk mempermudah perhitungan, maka dibuat skema pergerakan pahat seperti gambar berikut:



Gambar 1.30 Skema Langkah Pengerjaan.

Diketahui: Diameter (D) = 8 mm
 Feeding (vf) = 517,9 mm/min
 Feeding program G0 ($vf_{(G0)}$) = 10000 mm/min
 Tebal kontur (b) = 12 mm
 Tebal Pemakanan (a) = 0,2 mm
 Panjang pengerjaan kontur (lw) = 195,92 mm
 Jarak bebas pisau (lv) = 2,5 mm
 Jarak lebih pisau (ln) = 69,12 mm
 Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan Z (lz) = 312 mm
 Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan X (lx) = 123 mm
 Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan y (ly) = 104 mm

Maka dapat dihitung:

1. Panjang Pengerjaan (lw):

$$lw_1; lw_{22} = 16.5 \times 2 = 33 \text{ mm}$$

$$lw_2; lw_{21} = 7.07 \times 2 = 14,14 \text{ mm}$$

$$lw_3; lw_{20} = 20 \times 2 = 40 \text{ mm}$$

$$lw_4; lw_6; lw_{10}; lw_{13}; lw_{17}; lw_{19} = 4.24 \times 6 = 25.4 \text{ mm}$$

$$lw_5; lw_{18} = 4 \times 2 = 8 \text{ mm}$$

$$lw_7; lw_9; lw_{14}; lw_{16} = 12.17 \times 2 = 48.68 \text{ mm}$$

$$lw_8; lw_{15} = 7.85 \times 2 = 15.7 \text{ mm}$$

$$lw_{11}; lw_{12} = 5.5 \times 2 = 11 \text{ mm}$$

$$lw = 33 + 14,14 + 40 + 25,4 + 8 + 48,68 + 15,7 + 11 = 195,92$$

mm

2. Jarak Bebas Pisau (lv)

$$lv_1; lv_2; lv_4; lv_5 = 6 \times 4 = 24 \text{ mm}$$

$$lv_3; lv_6 = 160 \text{ mm}$$

3. Jarak Lebih Pisau (ln)

$$ln_1; ln_{22} = 4 \times 2 = 8 \text{ mm}$$

$$ln_2; ln_{21} = 1,66 \times 2 = 3,32 \text{ mm}$$

$$ln_3; ln_{20} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_4; ln_{19} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_5; ln_{18} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_6; ln_{17} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_7; ln_{16} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_8; ln_{15} = 1,66 \times 2 = 3,32 \text{ mm}$$

$$ln_9; ln_{14} = 1,66 \times 2 = 3,32 \text{ mm}$$

$$ln_{10}; ln_{13} = 3,32 \times 2 = 6,64 \text{ mm}$$

$$ln_{11}; ln_{12} = 1,66 \times 2 = 3,32 \text{ mm}$$

$$ln_{12}; ln_{13} = 4 \times 2 = 8 \text{ mm}$$

$$ln = 8 + 3,32 + 6,64 + 6,64 + 6,64 + 6,64 + 6,64 + 3,32 + \\ 3,32 + 6,64 \quad 3,32 + 8 = 69,12 \text{ mm}$$

4. Waktu pemakanan satu langkah kontur

- Panjang total (lt)

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 24 + 195,92 + 69,12$$

$$lt = 289 \text{ mm}$$

- Waktu pemotongan

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

$$tc = \frac{289}{517,9}$$

$$tc = 0,55 \text{ menit}$$

5. Jumlah langkah kontur menurun

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

$$z = \frac{12}{0,4}$$

$$z = 30 \text{ kali pemakanan}$$

6. Total waktu pemakanan

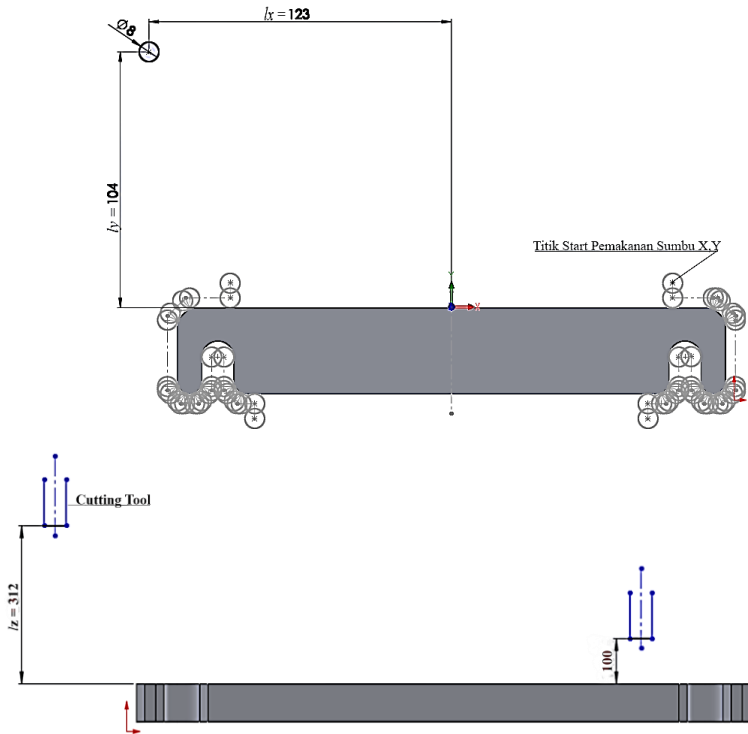
$$tc_{(pemakanan)} = tc \times z$$

$$tc_{(pemakanan)} = 0,55 \times 30$$

$$tc_{(pemakanan)} = 16,5 \text{ menit}$$

7. Waktu pergerakan bebas tanpa pemakanan (G_0).

- Pergerakan awal program kontur.



Gambar 1.31 Pergerakan Bebas G0 Awal.

- Pergerakan bebas awal program sumbu X.

Dari 0 mesin ke koordinat x 90 benda kerja.

$$l_x + 90 = 123 + 90 = 213 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas awal program sumbu Y.

Dari 0 mesin ke koordinat y 10 benda kerja.

$$l_y - 10 = 104 - 10 = 94 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas awal program sumbu Z.

Dari 0 mesin ke koordinat Z 100 benda kerja.

$$l_z - 100 = 312 - 100 = 212 \text{ mm}$$

- Panjang langkah yang di tempuh

$$\begin{aligned} \text{Pergerakan Awal} &= \sqrt{213^2 + (\sqrt{94^2 + 212^2})^2} = \\ &= \sqrt{213^2 + 231,905^2} = 314,87 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Pergerakan siklus kontur.
- Kedalaman pemakanan 1 siklus program 0,2 mm.
- Pergerakan siklus dilakukan 80 kali, maka:

$$0,2 \times 80 = 16 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas program sumbu X.
Dari koordinat X 80 ke koordinat x -80 benda kerja.

$$2 \times 160 = 230 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas program sumbu Y.
Pergerakan bebas pada sumbu Y saat siklus kontur tidak ada atau sama dengan 0.

- Pergerakan bebas program sumbu Z.
Dari koordinat z-0,2 ke z100.

$$100 + 16 = 116 \text{ mm}$$

Dari data tersebut pergerakan pemakanan bebas dari total program siklus didapat:

$$230 + 0 + 116 = 346 \text{ mm}$$

- Pergerakan akhir
- Pergerakan bebas akhir program sumbu X.
Dari koordinat x 90 benda kerja ke 0 mesin.

$$l_x + 90 = 123 + 90 = 213 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas akhir program sumbu Y.

Dari koordinat y 10 benda kerja ke koordinat 0 mesin.

$$l_y - 10 = 104 - 10 = 94 \text{ mm}$$

- Pergerakan bebas akhir program sumbu Z.

Pergerakan akhir program kontur ke titik 0 mesin dilakukan secara

Pergerakan pembebasan benda kerja program kontur = $100 + 13 = 113 \text{ mm}$.

Dari koordinat Z 100 ke titik 0 mesin.

$$l_z - 100 = 312 - 100 = 212 \text{ mm}$$

- Panjang langkah yang di tempuh

$$\begin{aligned} \text{Pergerakan Awal} &= \sqrt{213^2 + (\sqrt{94^2 + 212^2})^2} = \\ &= \sqrt{213^2 + 231,905^2} = 314,87 + 113 \text{ mm} = 427,87 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Total waktu pergerakan bebas program kontur ($lt_{(bebas)}$)

Dari data tersebut panjang pergerakan akhir program kontur = $314,87 + 346 + 427,87 = \mathbf{1088,74 \text{ mm}}$

- Total waktu pergerakan bebas

$$\text{Maka: } tc_{(pergerakan\ bebas)} = \frac{lt_{(bebas)}}{vf_{(G0)}} = \frac{1088,74}{10000} = \mathbf{0,1088 \text{ menit}}$$

8. Total waktu.

$$tc_{(total)} = tc_{(pemakanan)} + tc_{(pergerakan\ bebas)} = \mathbf{16,5 + 0,1088 = 16,608 \text{ menit}}$$

3.4.4 Waktu Pengelasan

Tabel 1.3 Welding Condition Mild Steel Short Arc ER70S-3.




PLATE THICK		WELD POSITION	JOINT DESIGN	ROOT		NOISE THICK		FILLER METAL DIA		WIRE FEED SPEED		VOLTAGE	AMPS DC RP	TRAVEL SPEED IPM	NO OF PASSES
IN	mm			IN	mm	IN	mm	IN	mm	mm/sec	mm/sec				
0.025	0.64	F,H,V3,O	1 & 4	0			0.3	0.76	110-120	47-51	13-14	45-50	20-25	8-11	1
0.037	0.94	F,H,V3,O	2 & 4	0			0.3	0.76	125-135	53-57	13-14	55-60	20-25	8-11	1
		F,H,V3,O	3 & 4	0			0.35	0.89	110-120	47-51	15-16	70-75	30-36	13-15	1
		F	1	3/32	1.79		0.35	0.89	180-190	76-80	16-17	110-115	25-30	11-13	1
		H	1	3/32	1.79		0.35	0.89	170-180	72-76	16-17	105-110	25-30	11-13	1
0.063	1.6		4				0.35	0.89	180-190	76-80	16-17	110-115	23-28	10-12	1
		V3,O	1	3/32	1.79		0.35	0.89	140-150	59-63	15-16	85-90	13-18	5-8	1
			4				0.35	0.89	145-155	61-66	15-16	90-95	23-28	10-12	1
		F	1	3/32	1.79		0.35	0.89	265-275	112-116	18-20	150-156	14-19	5-8	1
			1	3/4	1.79		0.45	1.1	150-160	63-68	18-19	160-165	15-20	5-8	1
		H	1	3/5	1.79		0.35	0.89	220-230	93-97	17-18	120-135	13-18	5-8	1
0.125	3.2		4				0.35	0.89	270-280	114-118	18-20	155-160	23-28	10-12	1
			4				0.45	1.1	175-185	74-78	18-20	175-185	25-30	11-13	1
		V3,O	1	3/5	1.79		0.35	0.89	220-230	93-97	17-18	130-135	13-18	5-8	1
			4				0.35	0.89	220-230	93-97	17-19	130-135	18-23	8-10	1
		F	1	3/16	4.8		0.45	1.1	220-230	93-97	19-20	210-215	15-20	6-10	1
			2	3/32	2.4	1/16	0.45	1.1	220-230	93-97	19-20	210-215	13-18	5-10	1
		H	4				0.45	1.1	210-225	89-95	19-21	210-215	15-20	8-10	1
1.875	4.8		1	3/16	4.8		0.45	1.1	180-190	76-80	18-20	175-185	12-17	5-7	2
			2	3/32	2.4	1/16	0.45	1.1	180-190	76-80	18-20	175-185	15-20	6-8	1
		V3,O	2	3/32	2.4	1/16	0.35	0.89	200-210	85-89	17-18	120-125	10-15	4-6	2
			4				0.35	0.89	240-250	102-106	17-19	140-145	13-18	5-8	1

Menurut tabel diatas waktu pengelasan yang dibutuhkan untuk tipe pengelasan *T-joint* (sambungan T) dengan tebal plat ± 3 mm adalah $t = 10$ mm/ sec. Proses pengelasan pada stopper ini diketahui bahwa panjang lasannya adalah $L = 35$ mm, maka dapat dihitung, waktu yang dibutuhkan untuk mengelas *stopper*, yaitu:

$$T_{(lasan)} = \frac{L}{t} = \frac{35}{10} = 3,5 \text{ detik}$$

Karena terdapat dua kali proses pengelasan maka $T(lasan) \times 2 = 3,5 \times 2 = 7$ detik, karena terdapat dua *clamping* yang akan dilas maka $7 \text{ detik} \times 2 = 14 \text{ detik} \approx 0,233$ menit.

Tabel 1.4 Waktu Proses Pembuatan *Stopper*.

Machine Proses	Nama Proses	Waktu Proses
----------------	-------------	--------------

CNC Frais 3A	Frais muka manual menggunakan <i>cutting tool</i> $\varnothing 25$ mm dengan 2 <i>insert tool</i> , dari tebal 15 mm sampai 12 mm.	3,02 menit
	Frais muka manual menggunakan <i>cutting tool</i> $\varnothing 25$ mm dengan 2 <i>insert tool</i> , dari lebar 40 mm sampai 35 mm.	4,25 menit
	Pengerjaan kontur menggunakan <i>end mill</i> $\varnothing 8$ mm dengan 4 mata pisau.	16,608 menit
Hasil perhitungan waktu diatas adalah waktu pemesinan untuk satu badan <i>clamping</i> , karena terdapat dua buah material maka jumlah waktu x 2 = Total (<i>Tm</i>)		23.878 menit x 2 = 47.756 menit
Total (<i>Tm</i>)		47.756 menit
Kikir	Mengikir sudut tajam pada badan <i>clamping</i> setelah proses pemesinan.	5 menit
Gergaji	Memotong plat untuk membuat <i>stopper</i> .	10 menit
Kikir	Membentuk radius dan merapihkan sisi <i>stopper</i> setelah pemotongan.	20 menit
Pengelasan	Persiapan mesin las dan alat bantu pengelasan.	5 menit

	Las pemasangan antara <i>stopper</i> dan badan <i>clamping</i> sepanjang 35 mm x 2 kali pengelasan, dan setebal 5 mm	0,233 menit
--	--	--------------------

3.5 Biaya pembuatan

Perhitungan biaya sangat diperlukan dalam proses produksi, karena dengan mengetahui besar biaya yang diperlukan maka dapat diperhitungkan secara teoritik.

Berikut adalah parameter yang mempengaruhi pada perhitungan biaya, diantaranya:

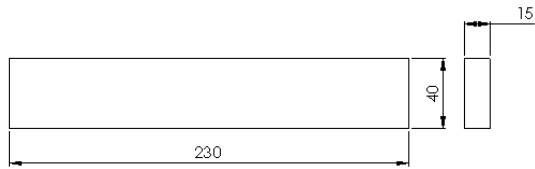
a. Parameter perhitungan biaya.

- Harga sewa mesin CNC = Rp. 100.000,00/jam (termasuk sewa alat dan biaya listrik).
- Biaya kerja bangku Rp. 10.000,00.
- UMK 2018 (Subang) = Rp. 2.529.759,90 /bulan.
- Waktu kerja operator (T_o) 1 bulan di asumsikan 22 hari kerja, 1 hari kerja di asumsikan 8 jam, maka (T_o) dalam 1 bulan = 176 jam.
- Biaya untuk menghilangkan sisi tajam akibat proses pemesinan adalah Rp. 1.000,00.
- Biaya perancangan 10% dari total biaya per produk (C_u).

b. Berat material (w).

1) Badan *Clamping*.

Harga material S45C/kg (k) = Rp. 20.500,00.



Gambar 1.32 Badan *Clamping*.

Gambar diatas adalah sketsa bagian, bertujuan agar mempermudah perhitungan luas area material. Berikut adalah perhitungan berat satu material badan *clamping*:

- Luas area keseluruhan

$$L = p \times l$$

$$L = 230 \times 40$$

$$L = 9200 \text{ mm}^2$$

- Volume badan *clamping*

$$V = L \times t$$

$$= 9200 \times 15$$

$$= 138000 \text{ mm}^3 = 138000 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

- Rumus berat

$$\text{Masa jenis } (\rho) = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$w = V \times \rho$$

$$= 138000 \times 10^{-9} \times 7850$$

$$w = 1,08 \text{ kg/ material}$$

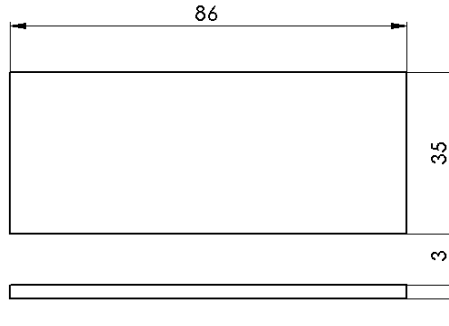
- Berat total material

Karena terdapat 2 buah material maka, berat material (w) x 2

$$= 1,08 \times 2 = 2,16 \text{ kg.}$$

2) *Stopper*

Harga material (k) = Rp. 15.000,00/kg (Termasuk biaya pemotongan).



Gambar 1.33 *Material Stopper.*

Gambar diatas adalah sketsa bagian, bertujuan agar mempermudah perhitungan luas area material. Berikut adalah perhitungannya:

- Luas area keseluruhan

$$L = p \times l$$

$$L = 86 \times 35$$

$$L = 3010 \text{ mm}^2$$

- Volume badan *clamping*

$$V = L \times t$$

$$= 3010 \times 3$$

$$= 9030 \text{ mm}^3 = 9030 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

- Rumus berat

$$\text{Masa jenis } (\rho) = 7850 \text{ kg/m}^3$$

$$w = V \times \rho$$

$$= 9030 \times 10^{-9} \times 7850$$

$$w = 0,070 \text{ kg}$$

Waktu pengerjaan (T_m), waktu pengerjaan dapat dilihat pada table dibawah ini:

Tabel 1.5 Waktu Pengerjaan Badan *Clamping*

Kegiatan operator <i>frais</i> (<i>milling</i>) 3A pada proses pembuatan <i>Stopper</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)	31,6	47.75	52,65
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i>).	16,9	25.54	28.15
3. Mengganti pisau	0,8	1.20	1.33
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	8,0	12	13.32
Sub total	57,3	86.49	95.45
Kegiatan persiapan			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang (<i>jig / fixture</i>).	18,2	27.3	30.30

2. Mempelajari gambar teknik	0,4	0.6	0.66
3. Membersihkan Tatal	8,0	12	13.31
4. Meminjam dan mencari pisau atau peralatan lain	1,8	2.7	2.99
5. Diskusi dengan kepala pabrik/kelompok, membantu operator lain.	0,4	0.6	0.66
Sub total	28,8	43.2	47.92
Kegiatan pribadi			
1. Pergi ke kamar kecil	1,8	2.7	2.97
2. Istirahat di dekat mesin	5,8	8.7	9.57
3. Menunggu pekerjaan	3,6	5.4	5.94
4. Berbincang dengan pegawai dan lain-lain	2,7	4.05	4.45
Sub total	13,9	20.85	22.935
Total	100%	150.54	166.30

- Jadi waktu kerja teoritis ($Tm_{(teoritis)}$) adalah 150.54 menit \approx 2.5 jam, sedangkan waktu kerja *real* ($Tm_{(real)}$) adalah 166.30 menit \approx 2.77 jam.

3.5.1 Perhitungan Biaya Waktu Kerja Teoritis.

Berikut adalah rumus perhitungan biaya pembuatan /produk:

$$C_u = C_M + C_{plan} + \Sigma C_p$$

a. Biaya Material (C_M)

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi}$$

1) Biaya Material (C_{Mo})• Badan *Clamping*

Harga material S45C/kg (k) = Rp. 20.500,00-.

- Biaya Material ($C_{M(badan\ clamping)}$)

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Berat Meterial } (w) \times \text{Harga Material } (k)$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = 2,16\text{ kg} \times \text{Rp. } 20.500,00 / \text{kg}$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Rp. } 44.280,00.$$

• *Stopper*

Harga material (k) = Rp. 15.000,00 /kg (Termasuk biaya pemotongan).

- Biaya Material ($C_{M(badan\ clamping)}$)

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Berat Meterial } (w) \times \text{Harga Material } (k)$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = 0,070\text{ kg} \times \text{Rp. } 12.000,00 / \text{kg}$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Rp. } 840,00.$$

• Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk material badan *clamping*

$$\begin{aligned} \text{dan stopper adalah } C_{Mo(Total)} &= C_{M(badan\ clamping)} + C_{M(stopper)} \\ &= 44.280,00 + 840,00 \\ &= \text{Rp. } 45.120,00. \end{aligned}$$

2) Ongkos tak langsung (C_{Mi})

Ongkos tak langsung merupakan biaya pemotongan dan transportasi dalam pemrosesan bahan. Karena biaya pemotongan disatukan dengan biaya material, maka didapat Rp. 0,00. Sehingga dapat dihitung:

C_{Mi} = Biaya pemotongan + Biaya transportasi

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 5.000,00$$

Maka ongkos material yaitu:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi}$$

$$C_M = \text{Rp. } 45.120,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_M = \text{Rp. } 50.120,00.$$

b. Biaya Produksi (C_p)

Rumus untuk mencari biaya produksi yaitu:

$$C_p = C_o + C_m + C_e$$

1) Biaya Peralatan (C_o)

Biaya peralatan untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, sehingga dapat diasumsikan harga peralatan sebesar Rp. 0,00.

2) Biaya Pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

• Ongkos Operasi Mesin (c_m)

- Biaya operator (B_o) = Upah kerja standar (Uks) / jam

$$= \text{UMK} : T_o$$

$$= \text{Rp. } 2.529.759,90 / \text{bulan} : 176 \\ \text{jam (total jam kerja sebulan)}$$

$$\text{Biaya operator (Bo)} = \text{Rp. } 14.373,63 / \text{jam}$$

- Biaya mesin (B_m) = Harga Sewa Mesin

$$\text{Biaya mesin (Bm)} = \text{Rp. } 100.000,00 / \text{jam}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad cm &= Bo + Bm \\
 cm &= \text{Rp. } 14.373,63 + \text{Rp. } 100.000,00 \\
 cm &= \text{Rp } 114.373,63 / \text{jam}
 \end{aligned}$$

Maka biaya pemesinan :

$$\begin{aligned}
 C_m &= c_m \times t_m \\
 C_m &= 114.373,63 \times 2,5 \\
 C_m &= \text{Rp. } 285.934,07
 \end{aligned}$$

c. Biaya pengelasan

Biaya pengelasan ditentukan berdasarkan wawancara kepada pihak PT. PRN bahwa biaya untuk mengerjakan pengelasan sepanjang 140 mm dengan lebar pengelasan 5 mm menggunakan mesin las Nishida MIG-270 F dan elektroda tipe ER70S-3 Ø 0.8 mm, sebesar Rp. 70.000,00.

d. Ongkos pahat (C_e)

Ongkos pahat untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, sehingga dapat diasumsikan ongkos pahat sebesar Rp. 0,00.

Maka dari perhitungan di atas dapat dicari biaya produksi berdasarkan waktu kerja teoritis yaitu:

$$\begin{aligned}
 C_u &= C_M + C_{plan} + \Sigma C_p \\
 C_u &= C_M + 10\% C_u + \Sigma C_p \\
 C_u &= 50.120,00 + 10\% C_u + (285.934,07 + 10.000,00 \\
 &\quad + 70.000,00) \\
 C_u &= 10\% C_u + 50.120,00 + 365.934,07
 \end{aligned}$$

$$C_u = 10\%C_u + 416.054,07$$

$$\frac{100}{100}C_u - \frac{10}{100}C_u = 416.054,07$$

$$\frac{90}{100}C_u = 416.054,07$$

$$C_u = \frac{100 \times 416.054,07}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. } 462.282,3$$

3.5.2 Perhitungan Biaya Waktu Kerja Real

Berikut adalah rumus perhitungan biaya pembuatan /produk:

$$C_u = C_M + C_{plan} + \Sigma C_p$$

a. Biaya Material (C_M)

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi}$$

1) Biaya Material (C_{Mo})

- Badan *Clamping*

Harga material S45C/kg (k) = Rp. 20.500,00-.

- Biaya Material ($C_{M(badan\ clamping)}$)

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Berat Meterial } (w) \times \text{Harga Material } (k)$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = 2,16 \text{ kg} \times \text{Rp. } 20.500,00 / \text{kg}$$

$$C_{M(badan\ clamping)} = \text{Rp. } 44.280,00.$$

- *Stopper*

Harga material (k) = Rp. 15.000,00 /kg (Termasuk biaya pemotongan).

- Biaya Material ($C_{M(badan\ clamping)}$)

$$C_{M(\text{badan clamping})} = \text{Berat Meterial } (w) \times \text{Harga Material } (k)$$

$$C_{M(\text{badan clamping})} = 0,070 \text{ kg} \times \text{Rp. } 12.000,00 / \text{kg}$$

$$C_{M(\text{badan clamping})} = \text{Rp. } 840,00.$$

- Jumlah biaya yang dikeluarkan untuk material badan *clamping* dan *stopper* adalah $C_{Mo \text{ (Total)}}$

$$= C_{M(\text{badan clamping})} + C_{M(\text{stopper})}$$

$$= 44.280,00 + 840,00$$

$$= \text{Rp. } 45.120,00.$$

2) Ongkos tak langsung (C_{Mi})

Ongkos tak langsung merupakan biaya pemotongan dan transportasi dalam pemrosesan bahan. Karena biaya pemotongan disatukan dengan biaya material, maka didapat Rp. 0,00. Sehingga dapat dihitung:

$$C_{Mi} = \text{Biaya pemotongan} + \text{Biaya transportasi}$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 0,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 5.000,00$$

Maka ongkos material yaitu:

$$C_M = C_{Mo} + C_{Mi}$$

$$C_M = \text{Rp. } 45.120,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_M = \text{Rp. } 50.120,00.$$

b. Biaya Produksi (C_p)

Rumus untuk mencari biaya produksi yaitu:

$$C_p = C_o + C_m + C_e$$

3) Biaya Peralatan (C_o)

Biaya peralatan untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, sehingga dapat diasumsikan harga peralatan sebesar Rp. 0,00.

4) Biaya Pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

• Ongkos Operasi Mesin (c_m)

- Biaya operator (B_o) = Upah kerja standar (Uks) / jam

$$= \text{UMK} : T_o$$

$$= \text{Rp. } 2.529.759,90 / \text{bulan} : 176 \text{ jam (total jam kerja sebulan)}$$

$$\text{Biaya operator (Bo)} = \text{Rp. } 14.373,63 / \text{jam}$$

- Biaya mesin (B_m) = Harga Sewa Mesin

$$\text{Biaya mesin (Bm)} = \text{Rp. } 100.000,00 / \text{jam}$$

- $c_m = B_o + B_m$

$$c_m = \text{Rp. } 14.373,63 + \text{Rp. } 100.000,00$$

$$c_m = \text{Rp. } 114.373,63 / \text{jam}$$

Maka biaya pemesinan :

$$C_m = c_m \times t_m$$

$$C_m = 114.373,63 \times 2,77$$

$$C_m = \text{Rp. } 316.814,95$$

c. Biaya pengelasan

Biaya pengelasan ditentukan berdasarkan wawancara kepada pihak PT. PRN bahwa biaya untuk mengerjakan pengelasan sepanjang 140 mm dengan lebar pengelasan 5 mm menggunakan mesin las Nishida

MIG-270 F dan elektroda tipe ER70S-3 Ø 0.8 mm, sebesar Rp. 70.000,00.

d. Ongkos pahat (C_e)

Ongkos pahat untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, sehingga dapat diasumsikan ongkos pahat sebesar Rp. 0,00.

Maka dari perhitungan di atas dapat dicari biaya produksi berdasarkan waktu kerja teoritis yaitu:

$$C_u = C_M + C_{plan} + \Sigma C_p$$

$$C_u = C_M + 10\% C_u + \Sigma C_p$$

$$C_u = 50.120,00 + 10\% C_u + (316.814,95 + 10.000,00 + 70.000,00)$$

$$C_u = 10\% C_u + 50.120,00 + 396.814,95$$

$$C_u = 10\% C_u + 446.934,95$$

$$\frac{100}{100} C_u - \frac{10}{100} C_u = 446.934,95$$

$$\frac{90}{100} C_u = 446.934,95$$

$$C_u = \frac{100 \times 446.934,95}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. } 496.594,38$$

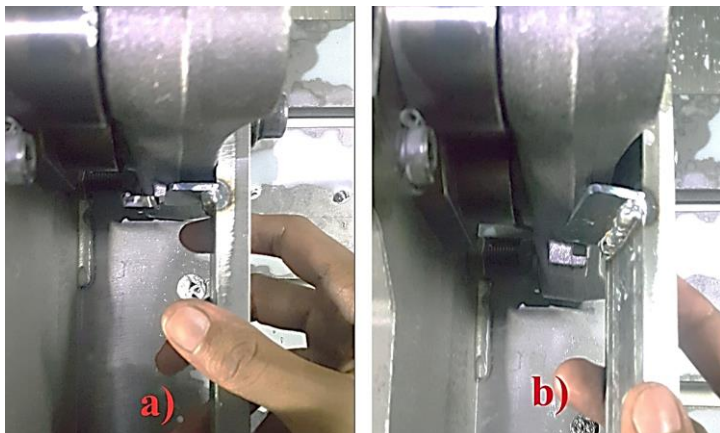
Dari perhitungan Waktu dan Biaya Proses Pembuatan *stopper* dapat dibandingkan seperti tabel dibawah ini:

Tabel 1.6 Perbandingan Waktu dan Biaya Pembuatan *clamping device*.

Waktu (Menit)		Biaya (Rp)	
Teoritis	Real	Teoritis	Real
150.54	166.30	Rp. 462. 282,3	Rp. 496. 594, 38

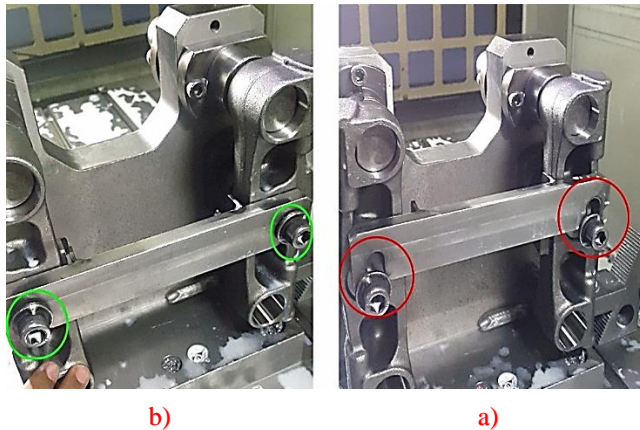
3.6 Uji Coba Keefektifan Modifikasi *Clamping Device*

Uji coba ditujukan untuk mengetahui apakah modifikasi atau perbaikan yang dilakukan berfungsi sesuai perencanaan yang dimaksud. Sebelum *clamping* dimodifikasi, material *finish* dari OP-10 dan OP-20 dapat terpasang dengan baik pada *fixture* OP-40, namun setelah *clamping fixture* dimodifikasi apabila material *finish* dari OP-10 dan OP-20 terpasang pada *fixture* OP-40 *clamping* tidak bisa mengunci karena tidak dapat masuk. Berikut adalah hasil uji coba pada OP-40:



Gambar 1.34 Cara Kerja *Stopper*. a) Material benar; b) Material Salah.

(Sumber: PT. PRN)





Gambar 1.35 Pemasangan *Clamping Fixture* OP-40. a) Sebelum Dimodifikasi; b) Sesudah Dimodifikasi.


(Sumber: PT. PRN)

Uji coba dilakukan menggunakan material finish dari OP-30, dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar diatas (a) bahwa material masih dapat dipasang dengan benar pada *fixture*. Hal ini menandakan *Stopper* tidak mempengaruhi pada pemasangan material yang benar. Sedangkan pada uji coba kedua dilakukan menggunakan material *finish* dari OP-20, dapat dilihat pada gambar diatas (b) bahwa *clamping* tidak dapat masuk karena terhalang oleh material. sehingga apa bila terjadi loncatan antrian setidaknya memberi tanda kepada operator bahwa material tersebut mengalami loncatan antrian, sehingga material tidak terproses dan terhindar dari produk cacat.

Tabel 1.7 Data Repairment Under Bracket Tipe K97G dari bulan Januari – Maret 2018.

	DATA REPAIRMENT UNDER BRACKET		TYPE	BULAN	
			K97G	JANUARI	
NO.	JENIS MASALAH	KATEGORI REPAIR	Qty		
1	Ø 34 Shaft minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	168		
2	Ø 31 Inner Tube minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	23		
3	Tap M10 x 1,25 kurang dalam	Additional Treatment (Tap Manual)	12		
4	Tap M6 x 1,25 kurang dalam	Additional Treatment (Tap Manual)	6		
5	Jumping Process OP-40	Additional Treatment & Rework , Pembersihan Burry dan pengerjaan kembali pada mesin.	16		
6	Bor Ø 8,75mm meleset	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	4		
TOTAL				229	

	DATA REPAIRMENT UNDER BRACKET		TYPE	BULAN	
			K97G	FEBRUARI	
NO.	JENIS MASALAH	KATEGORI REPAIR	Qty		
1	Ø 34 Shaft minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	120		
2	Ø 31 Inner Tube minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	8		
3	Facing Step OP-10	Additional Treatment (Poly cap)	5		
4	Bor Ø 8,75mm meleset	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	2		
5	Material belum tuntas OP-40	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	6		
TOTAL				141	

	DATA REPAIRMENT UNDER BRACKET		TYPE	BULAN	
			K97G	MARET	
NO.	JENIS MASALAH	KATEGORI REPAIR	Qty		
1	Ø 34 Shaft minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	108		
2	Ø 31 Inner Tube minus (-)	Additional Treatment (Poly cap)	39		
3	Facing Step OP-10	Additional Treatment (Poly cap)	10		
4	Bor Ø 8,75mm meleset	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	12		
5	Lost process Tap OP-40	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	6		
6	Lost process Chamfering OP-20	Rework (Pengerjaan kembali menggunakan mesin)	14		
TOTAL				189	

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa, setelah dipasang *clamping device* yang dimodifikasi, sejak awal Februari, tidak ada lagi temuan produk rusak akibat *jumping process*.

