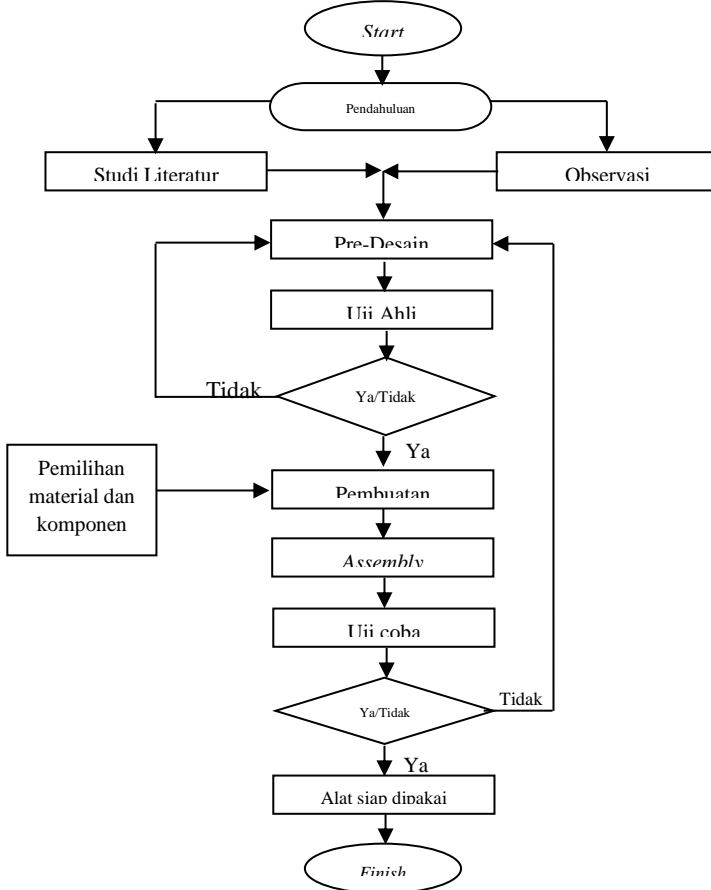


### BAB III ANALISIS DAN PERHITUNGAN

#### 3.1 Pembuatan *Stopper* Untuk Modifikasi *Fixture* OP-30

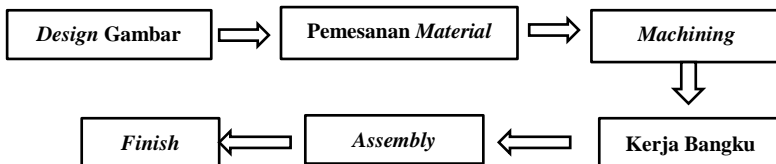
Proses produksi yang digunakan dalam modifikasi *fixture* ini yaitu menggunakan langkah-langkah yang dapat dilihat pada flowchart di bawah



**Gambar 1.1** *Flowchart* Proses Modifikasi *Fixture*

### 3.1.1 Alur Proses Pembuatan *Stopper*

Pembuatan *stopper* yang berfungsi untuk mencegah terjadinya kegagalan produk *under bracket* K97G akibat dari pemasangan terbalik pada *fixture* OP-30. Pembuatan *stopper* untuk modifikasi *fixture* OP-30 melalui beberapa tahap yaitu:



**Gambar 1.2** Diagram Alur Proses Pembuatan *Stopper*

#### 1. *Design* gambar

*Design* gambar merupakan tahap awal pembuatan *stopper* untuk modifikasi *fixture* OP-30. Dalam tahap awal ini melakukan pembuatan gambar bentuk *stopper* yang tepat untuk memodifikasi *fixture* OP-30 dan menentukan bahan jenis apa yang tepat untuk pembuatan *stopper*.

#### 2. Pemesanan material

Setelah *design* gambar dan jenis material yang tepat untuk pembuatan *stopper* langkah selanjutnya yaitu pemesanan material. Pemotongan material di usahakan seefisien mungkin agar bahan yang terbuang tidak terlalu banyak.

#### 3. *Machining*

Proses *machining* dalam pembuatan *stopper* menggunakan mesin CNC 3A KASUGA dengan *electrical control* menggunakan Mitsubishi M70. Proses *machining* diantaranya proses *milling* atas, kontur, *drilling*, *milling* bawah.

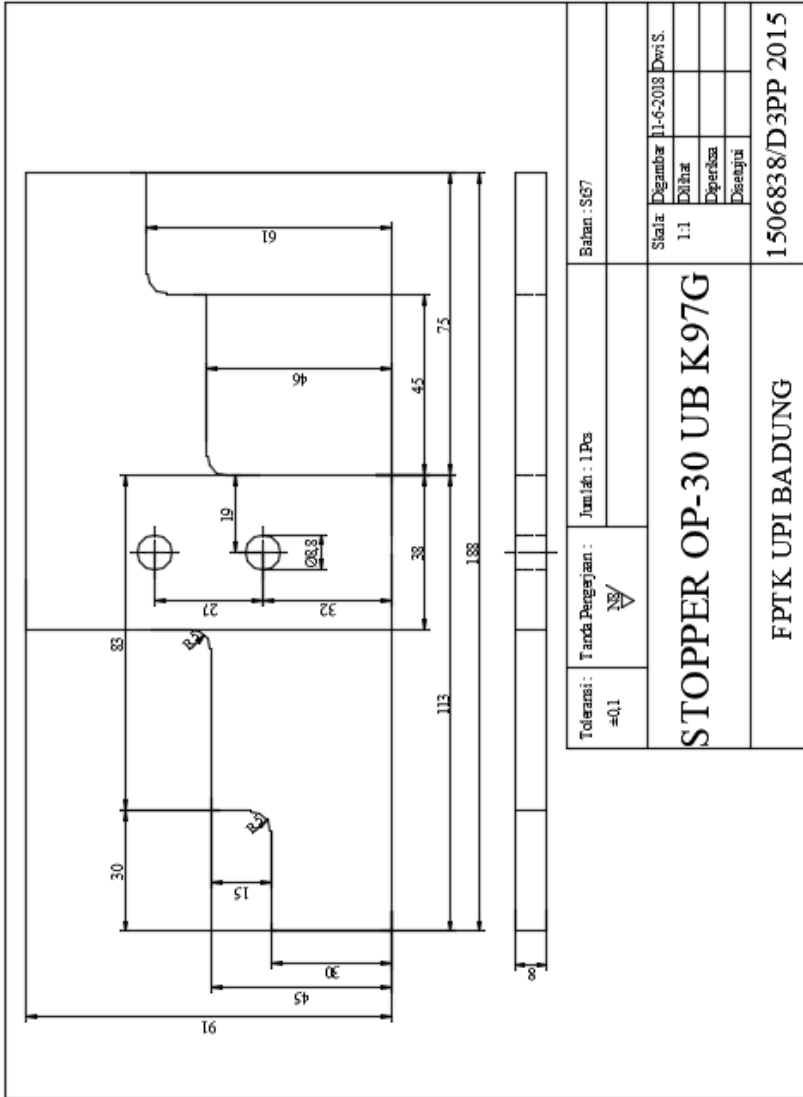
#### 4. Kerja bangku

Proses kerja bangku dalam pembuatan *stopper* diperlukan untuk menghilangkan sisi tajam akibat proses *machining*.

#### 5. *Assembly*

Setelah *stopper* selesai dibuat, langkah selanjutnya pemasangan *stopper* pada *fixture* OP-30.

### 3.1.2 Pre-Desain Stopper dan Pemilihan Bahan



### Gambar 1.3 Desain Stopper 2 Dimensi

Setelah desain terbuat, kemudian menentukan bahan yang tepat untuk pembuatan stopper. Bahan *stopper* menggunakan St37 dikarenakan fungsi dari *stopper* hanya sebagai pembatas agar *under bracket K97G* tidak terbalik saat dipasang pada *fixture OP-30*. Dimana komposisi kimia material St37 sebagai berikut:

**Tabel 1.1** Komposisi Kimia Material ST37 dalam %

Material	Unsur Kimia							
	C	Si	Mn	Cr	P	S	V	W
ST37	0,17	-	1,4	-	0,045	0.045	-	-

(Sumber: *Bohler steel Manual*)

Dimana: C : karbon; Mn : mangan; P : fosfor; S : belerang;  
Si : silicon; Cr : kromium; W : Wolfarm dan V :  
vanadium

#### 3.1.3 Pembuatan Stopper

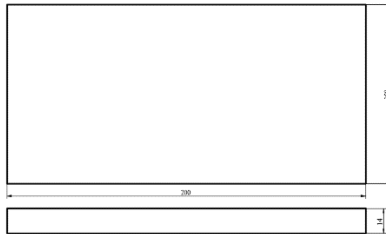
Adapun rencana kerja pembuatan *stopper* adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan benda kerja dengan menggunakan *plasma cutting*.
2. Pengefraisan muka dari ketebalan 14 mm sampai 13,6 mm lebar 91,4 mm dan panjang 188,8 mm dengan menggunakan *facemill*  $\phi 80$ .
3. Proses kontur dari ukuran bahan sampai ukuran benda kerja sedalam 8,8 mm dengan menggunakan pisau *endmill*  $\phi 10$ .
4. Proses pembuatan 2 lubang  $\phi 8,8$  mm dengan menggunakan drill  $\phi 8,8$ mm.
5. Pengefraisan muka dari ketebalan 13,6 mm menjadi 8 mm lebar 91,4 mm dan panjang 188,8 mm dengan menggunakan *facemill*  $\phi 80$

##### 3.1.3.1 Persiapan Kerja

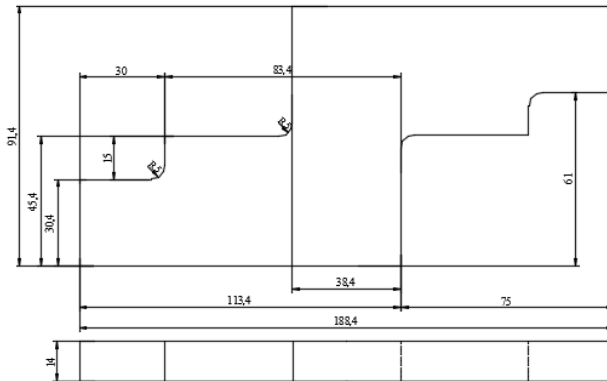
1. Persiapan Alat
  - a. Alat utama
    - Mesin CNC frais (3A)
    - Ragum
    - *Toolholder*
  - b. Alat Potong

- Facemill  $\phi 80$  mm
  - Endmill  $\phi 10$  mm
  - Twist drill  $\phi 8,8$  mm
- c. Alat bantu
- *Parallel block*
  - Kunci ragum
  - Palu konde
  - Kunci *tool holder*
- d. Alat ukur
- Jangka sorong / *vernier caliper*
- e. Alat pelindung diri
- Baju kerja
  - Sepatu safety
  - Sarung tangan woll
2. Persiapan Bahan
- Siapkan bahan St37 dengan ukuran :



**Gambar 1.4** Ukuran Bahan Awal Benda kerja

Potong benda kerja dengan menggunakan mesin *plasma cutting* seperti gambar di bawah ini:



**Gambar 1.5** Ukuran Bahan *Stopper* Setelah Pemotongan dengan *Plasma Cutting*

Tujuan pemotongan:

1. Memperingan kerja saat proses pemesinan.
2. Mempercepat proses pemesinan.

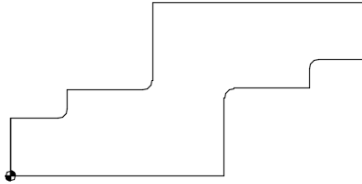
### 3.1.3.2 Proses Pemesinan

1. Nyalakan mesin CNC frais dengan cara putar ON saklar utama kemudian tekan tombol ON, tunggu hingga booting mesin selesai.
2. Tekan ke menu *rapid* gerakan sumbu X, Y, dan Z kemudian zero return mesin dengan mengubah ke menu *zeroreturn* kemudian tekan sumbu Z, X dan Y. Tunggu hingga posisi koordinat di layar 0 semua. Setelah zero return mesin siap digunakan.
3. Pasang benda kerja pada ragum dan dengan di tumpu oleh parallel blok (pencekaman hanya 3mm).



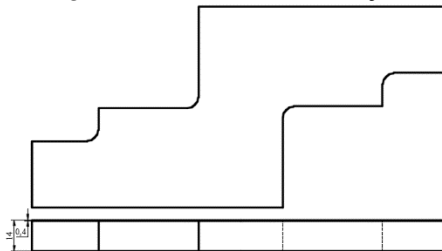
**Gambar 1.6** Pemasangan *Stopper* Untuk Proses Pemesinan

4. Setelah selesai pengeckaman benda kerja kemudian tahap pembuatan program. Proram dibuat dengan acuan titik 0 benda kerja pada kiri bawah benda kerja (kuadran pertama).



**Gambar 1.7** Titik 0 *Stopper* Untuk Pemrograman CNC

- a) Progam *milling* atas dari tebal 14 mm menjadi 13,6 mm



**Gambar 1.8** *Milling* Atas dari Tebal 14 mm Menjadi 13,6 mm

Dikarenakan *facemill*  $\varnothing 80$  tidak ada, maka proses *milling* atas menggunakan *tool facemill*  $\varnothing 25$  mm 2 mata *insert* dengan bahan carbida yang spesifikasinya adalah sebagai berikut :



### Gambar 1.9 Data *Tool Insert Facemill*

(Sumber: Mitsubishi Materials)

Simbol huruf P (atau C5 sampai C8) dan kode warna biru digunakan untuk menyayat baja yang liat dinamakan *steel cutting grade*. Simbol huruf K (atau C1 sampai C4) dan kode warna merah, digunakan untuk benda kerja besi tuang yang tidak liat dinamakan *cast iron cutting grade*. Selain kedua jenis tersebut ada karbida yang diberi kode huruf M, dan kode warna kuning, karbida ini digunakan untuk menyayat berbagai jenis baja, besi tuang, dan *nonferro* yang mempunyai sifat mampu mesin yang baik.

Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 200 \text{ m/min} \quad fz = 0,2 \text{ mm/rev} \quad N = 2$$

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

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

Maka dapat dicari:

- Kecepatan putar ( $n$ )

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

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

$$n = \frac{200 \times 1000}{3,14 \times 25}$$

$$n = \frac{200000}{78,5}$$

$$n = 2547 \text{ rpm}$$

- Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

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

$$v_f = 2 \times 0,2 \times 2547$$

$$v_f = 1018 \text{ mm/min}$$

Dari data perhitungan tersebut dapat dibuat program *milling* atas yaitu:

- Induk program  
N1 (*MILLINGATAS*)  
M06 T02 ;  
G90 G57 X-15. Y-12. ;

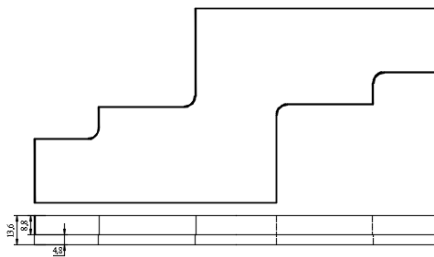


```

G43 H50 Z100. ;
M03 S2547 ;
M08 ;
G0 Z 0. ;
Z-0.4 ;
M98 H10 L2 ;
G90 G00 X-15. Y-12. ;
M90 G00 Z100. ;
M05 M09 ;
G91 G28 Z0. Y0. ;
M01 ;
;
- Anak program
N10 ;
G91 G00 Y24.;
G90 G01 X203. F1018 ;
G91 G00 Y24. ;
G90 G01 X-15. F1018 ;
M99 ;

```

b) Program *contour*



**Gambar 1.10** *Contour* kedalaman 8,8 mm

Program *contour* menggunakan *endmill*  $\varnothing 10$  mm 4 mata sayat dengan bahan *carbide*. Menurut tabel harga kecepatan potong *carbide* untuk pengerjaan *machine steel* yaitu  $v = 45-75$  m/min. Menurut tabel 2.3 harga *Cpt cutting tool endmill* untuk pengerjaan *machine steel* adalah 0,15 mm. Kedalaman pemakanan pisau jenis HSS dan carbide adalah 0,15-0.4 mm. Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 65 \text{ m/min } fz = 0,05 \text{ mm/rev } N = 4$$

$$D = 10 \text{ mm } \pi = 3,14$$

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

Maka dapat dicari:

- Kecepatan putar

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

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

$$n = \frac{65 \times 1000}{3,14 \times 10}$$

$$n = \frac{65000}{31,4}$$

$$n = 2070 \text{ rpm}$$

- Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

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

$$v_f = 4 \times 0,05 \times 2070$$

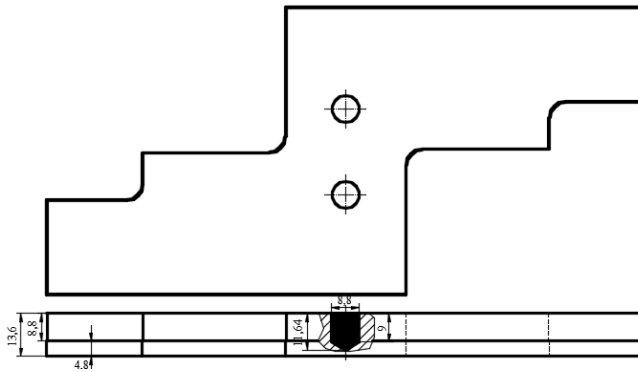
$$v_f = 414 \text{ mm/min}$$

Dari data perhitungan tersebut dapat dibuat program contour yaitu:

- Induk program  
 N2 (CONTOUR) ;  
 M06 T21 ;  
 G90 G57 X-15. Y-15. ;  
 M03 S2070 ;  
 M08 ;  
 G00 Z100. ;  
 Z0. ;  
 M98 H100 L22 D51 ;  
 G90 G0 Z100. ;  
 M05 ;  
 M09 ;  
 G91 G28 Z0. Y0. ;

```
M01 ;  
;  
- Anak program  
N100 ;  
G91 G00 Z-0.4 ;  
G90 G42 G00 Y0. ;  
G01 X113. F414 ;  
Y46. ;  
X158. ;  
Y61. ;  
X188 ;  
Y91. ;  
X75. ;  
Y45. ;  
X30. ;  
Y30. ;  
X0. ;  
Y-5. ;  
G90 G40 G00 X-15. Y-15. ;  
M99 ;
```

c) Program *drill*  $\phi 8,8$



**Gambar 1.11** Drilling  $\varnothing 8,8$  kedalaman 9 mm

Proses drill  $\varnothing 8,8$  menggunakan *tool twist drill*  $\varnothing 8,8$  dengan merek hartner 84802 yang spesifikasinya adalah sebagai berikut :



**Gambar 1.12** Data *Twist Drill* Hartner  
(Sumber: Manual Book Hartner FU500/FN500)

**Tabel 1.2** Data *Twist Drill Hartner*

Tool description	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ	FU 500 DZ
Order no.	84806	84802	84806	84802	Special Tool	Special Tool	84804	84804	84804
Diameter	4.5	5.56	2.5	5.5	2.38	6.8	6	6	6
Coating	TIN	TIN	TIN	TIN	Super A	FIRE	bright	bright	bright
Material group	Common structural steels	Stainless austenitic steels	Alloyed case hardened steels	Common structural steels	Tool steel	Stainless austenitic steels	Unalloyed heat treatable steel	Stainless austenitic steels	Long-chipping bronze
Material description	ST37/1.0039	XCrNi18-10/1.4304	20MnCr5/1.7147	St52-3/1.0570	100Cr6/1.2067	XCrNi18-10/1.4304	C45/1.0503	XCrNi18-10/1.4304	CuAl9Mn/2.0960
Drill. depth [mm]	12	43	10	10	10	30,8	18	18	18
Type of hole	Through hole	Through hole	Through hole	Blind hole	Blind hole	Through hole	Blind hole	Blind hole	Blind hole
Cooling	EC	EC	EC	EC	EC	EC	-	-	-
Coolant	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Soluble oil	Neat oil	Soluble oil	Dry	Dry	Dry
Machine type	Multi-spindle	Machining centre	Machining centre	Machining centre	Machining centre	Machining centre	Machining centre	Machining centre	Machining centre
$v_c$ [mm/min]	40	40	72	34,6	48	10	28	7	22
$f$ [mm/rev.]	0.1	0.1	0.08	0.1	0.06	0.08	0.1	0.06	0.8
Tool life [m]	25	9	54	85	25	30,5	Function test		

(Sumber: Manual Book Hartner FU500/FN500)

Dari data tersebut dapat diketahui:

$$v = 40 \text{ m/min} \quad f_z = 0,1 \text{ mm/rev} \quad N = 2$$

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

Maka dapat dicari:

- Kecepatan putar

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

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

$$n = \frac{40 \times 1000}{3,14 \times 8,8}$$

$$n = \frac{40000}{27,632}$$

$$n = 1434 \text{ rpm}$$

- Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

$$v_f = N \times f_z \times n$$

$$v_f = 2 \times 0,1 \times 1434$$

$$v_f = 286 \text{ mm/min}$$

- Panjang pemotongan ( $L$ )

$$L = l + 0,3 \times D$$

$$L = 9 + 0,3 \times 8,8$$

$$L = 9 + 2,64$$

$$L = 11,64 \text{ mm}$$

Dari data perhitungan tersebut dapat dibuat program *drill* yaitu:

```
N3 (DRILL) ;  
M06 T10 ;  
G90 G57 X94. Y32. ;  
M03 S1434 ;  
M08 Z100.  
Z5. ;  
M98 G81 Z-11.64 R5. F286 ;  
Y59. ;  
G90 G0 Z100. ;  
M05 ;  
M09 ;  
G91 G28 Z0. Y0. X0. ;  
M30 ;
```

5. Setelah selesai pembuatan program kemudian masukan program kedalam mesin dengan langkah pindah ke mode AUTO → PROGRAM → EDIT → NEW PROGRAM → ketik nama program (di ketik perblok + *input*) → OPEN → ketikan program yang telah dibuat.
6. Setelah program diketikan pasang *tool* pada *toolholder*, dan pasangkan ke *magazine tool* mesin CNC dengan cara ubah ke mode MDI kemudian ketikan program:
  - a) *Tool facemill*  $\phi 25$   
M06 T02 ;  
M30;
  - b) *Tool endmill*  $\phi 10$   
M06 T21 ;  
M30;
  - c) *Tool drill*  $\phi 8,8$   
M06 T10 ;

M30 ;

Lakukan pengetikan satu persatu kemudian cycle start → rubah ke mode MPG → pasangkan *tool* ke spindel mesin.

7. Setelah selesai pemasangan *tool* kemudian panggil *tool end mill*  $\phi 10$  untuk menyeting titik 0 benda kerja sumbu X dan Y dengan cara:

- a) Setting sumbu X

Putar handel ke mode MPG → putar searah jarum jam spindel mesin dengan cara ketik M03 + *input* + S500+ *input* → sentuhkan *cutting tool* ke benda kerja pada sumbu X, pergerakan meja dengan menggunakan MPG (*cutting tool* berada pada kiri benda kerja) → *input* → *spindle stop* → geser *cutting tool*  $\frac{1}{2}$  cutter + 0,2 mm ke kanan (+5.2 mm) → *input*



**Gambar 1.13** Seting Titik 0 Sumbu X Pembuatan *Stopper*

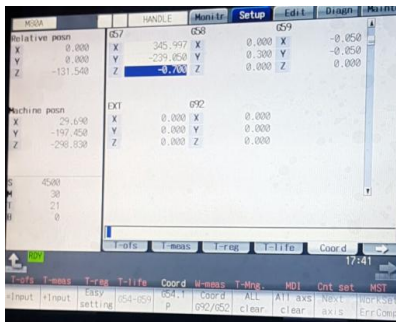
- b) Setting sumbu Y

Putar handel ke mode MPG → putar searah jarum jam spindel mesin dengan cara ketik M03 + *input* + S500+ *input* → sentuhkan *cutting tool* ke benda kerja pada sumbu X, pergerakan meja dengan menggunakan MPG (*cutting tool* berada pada belakang benda kerja) → *input* → *spindle stop* → geser *cutting tool*  $\frac{1}{2}$  cutter + 0,2 mm ke kanan (+5.2 mm) → *input*



**Gambar 1.14** Seting Titik 0 Sumbu Y Pembuatan *Stopper*

Setelah titik 0 benda kerja langkah selanjutnya memasukan nilai titik 0 dalam data mesin, dengan cara tekan menu *coordinate* kemudian arahkan kursor pada G57 sumbu X + *input* dan sumbu Y + *input*.



**Gambar 1.15** Pemasukan Harga Penyetingan Titik 0 Sumbu X dan Y

- Setelah penyetingan titik 0 benda kerja terhadap sumbu X dan Y kemudian penyetingan terhadap sumbu Z terhadap *tool face mill* dengan cara :

Panggil *tool facemill* → MPG → sentuhkan *tool facemill* ke permukaan benda kerja → *input* → **TOOL LENG MEASURE** → arahkan kursor ke no 50 → **WRITE OFFSET** (masukan juga data radius pisau)





**Gambar 1.16** Pemasukan Harga Penyetingan Titik 0 Sumbu X dan Y

9. Setelah selesai jalankan program *faching* supaya permukaan rata dan mempermudah penyetingan cutting tool endmill dan drill  $\phi 8,8$  terhadap sumbu Z. Pengoperasiannya dengan cara:  
Mode AUTO  $\rightarrow$  panggil program (tekan search  $\rightarrow$  cari nama program  $\rightarrow$  input)  $\rightarrow$  cycle start (aktifkan tombol M01 agar hanya proses *faching* saja yang bekerja)
10. Lakukan penyetingan tool endmill dan drill  $\phi 8,8$  terhadap sumbu Z (lakukan langkah seperti nomor 9) dan operasikan mesin.
11. Setelah selesai lepaskan benda kerja langkah pengerjaan selanjutnya adalah *milling* bawah.
12. Proses *milling* bawah menggunakan cutting tool *facemill*  $\phi 25$ . Maka dapat di buat program sebagai berikut:  
N1 (*MILLINGBAWAH*)  
M06 T02 ;  
G90 G58 X-15. Y-12. ;  
G43 H54 Z100. ;  
M03 S2547 ;  
M08 ;  
G0 Z0 ;  
M98 H10 L14 ;  
M90 G0 Z100. ;  
M05 M09 ;  
G91 G28 Z0. Y0. ;  
M01 ;  
;  
- Anak program

N20 ;  
 G91 G00 Z-0.4 ;  
 G91 G00 Y24. ;  
 G90 G01 X203. F1018 ;  
 G91 G00 Y24. ;  
 G90 G01 X-15. F1018 ;  
 G91 G00 Y24. ;  
 G90 G01 X203. F1018 ;  
 G91 G00 Y24. ;  
 G90 G01 X-15. F1018 ;  
 G90 G00 X-15. Y-12. ;  
 M99 ;

13. Setelah selesai pembuatan program *milling* bawah lakukan langkah nomor 5 kemudian langkah nomor 7 dan 8. Setelah itu operasikan mesin dengan cara:

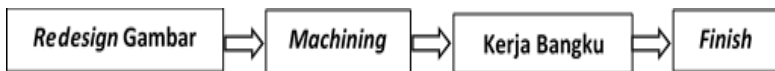
Mode AUTO → search program → cycle start.

14. Setelah selesai copot benda kerja dan hilangkan sisi tajam akibat proses pemesinan dengan menggunakan kikir.

### 3.2 Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper* pada *Standplate Fixture*

#### 3.2.1 Alur Proses Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper* pada *Stand Plate Fixture*

Setelah pembuatan *stopper* selesai, untuk mengikat *stopper* pada *fixture* di buatlah ulir pengikat *stopper* pada bagian *stand plate fixture*. Adapun alur proses untuk pembuatan ulir untuk pengikat *stopper* pada bagian *stand plate fixture* yaitu:



**Gambar 1.17** Alur Proses Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper* Pada *Stand Plate Fixture*

1. Redesign gambar

*Redesign* gambar merupakan proses awal perbaikan *stand plate fixture* yaitu memperbaiki *design* yang sudah ada.

2. *Machining*

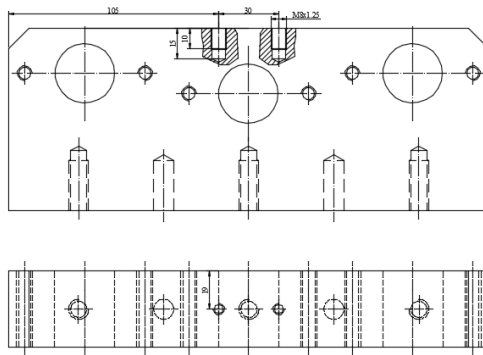
*Machining* merupakan proses merupakan proses pengeboran dengan menggunakan mesin CNC frais 3A untuk pembuatan ulir pengikat *stopper*.

3. Kerja bangku

Proses kerja bangku merupakan proses penempatan untuk membuat ulir pengikat *stopper*.

### 3.2.2 Redesign Stand Plate Fixture

Gambar perbaikan *stand plate fixture* seperti gambar di bawah ini:



Gambar 1.18 Redesign Stand Plate

### 3.2.3 Proses Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper*

Dikarenakan perbaikan *fixture* tidak di lepas pada mesin OP-30 maka dilakukan pengeboran langsung pada mesin CNC OP-30 dan proses

pengetapanya menggunakan manual. Proses perbaikanya adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat
  - Mesin CNC 3A
  - *Toolholder*
  - Twist drill  $\phi 7$  mm
  - Tap M8x1.25
  - Tangkai Tap
2. Pembuatan ulir pengikat
  - Setelah *drill*  $\phi 7$  terpasang pada *toolholder* langkah selanjutnya pasang *cutting tool* pada *spindle* mesin.
  - Setting titik 0 benda kerja pada pojok kiri benda kerja (kuadran satu) langkahnya sama seperti setting pada pembuatan *stopper*.
  - Twist drill menggunakan merk hartner 84804 maka dari table 3.2 diketahui:

$$D = 7\text{mm}$$

$$v = 28 \text{ m/min}$$

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

Maka dapat di cari:

- Kecepatan putar

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

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

$$n = \frac{\pi \times D}{28 \times 1000}$$

$$n = \frac{3,14 \times 7}{28000}$$

$$n = 21,98$$

$$n = 1273 \text{ rpm}$$

- Kecepatan Pergeseran Pisau (*Feeding*)

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

$$v_f = 2 \times 0,1 \times 1273$$

$$v_f = 254 \text{ mm/min}$$

- Putar spindle mesin dengan memasukan parameter di atas lalu buatlah 2 lubang  $\phi 7$  dengan menggunakan twist drill sedalam 15mm, dengan posisi sesuai gambar yang telah ditentukan.
- Buatlah 2 ulir dengan menggunakan tap M8x1 sedalam 10mm, dengan posisi sesuai gambar yang telah ditentukan.

### 3.3 Perhitungan Waktu Kerja Pembuatan *Stopper*

Perhitungan waktu produksi sangatlah penting dikarenakan dengan mengetahui berapa lama waktu produksi untuk membuat benda yang diinginkan, maka dapat melakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk setiap proses produksi. Maka dari pembuatan *stopper* dapat diperhitungkan waktunya sebagai berikut:

#### 3.3.1 Perhitungan Waktu Proses Miling Atas Dan Miling Bawah

Parameter yang mempengaruhi proses *milling* yaitu:

- Panjang benda kerja = 188 mm
- Lebar benda kerja = 91 mm
- Tebal benda kerja = 14 mm
- Tebal *milling* ( $b$ ) = 6 mm
- *Feeding* ( $vf$ ) = 1018 mm/min
- Putaran maksimal ( $n_{max}$ ) = 8000 rpm
- *Feeding* G0 ( $vf_{G0}$ )

*Feeding* G0 ( $vf_{G0}$ ) dapat dilihat pada tabel di bawah ini

**Tabel 1.3** *Rapid traverse rate and high-accuracy*

Least command increment	B	C
Metric input (mm/min, ° /min)	1 to 1000000	1 to 1000000
Inch input (inch/min)	1 to 100000	1 to 100000

(Sumber : Manual Book Mitsubishi Electric M-70 Series)

Maka *Feeding* G0 ( $vf_{G0}$ )  
= 1.000.000 mm/min

- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Z ( $lz$ )= 286 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu X ( $lx$ )= 345 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Y ( $ly$ )= 239 mm
- Diameter *facemill* ( $D$ ) = 25 mm
- Jarak bebas pisau ( $lv$ ) = 5 mm
- Tebal pemakanan ( $a$ ) = 0,4 mm

Jadi dari parameter tersebut dapat di hitung :

- a) Waktu pemakanan satu langkah *milling*

- Jarak lebih pisau ( $ln$ )
 
$$ln = \frac{D}{2} \times 2$$

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

$$ln = 25 \text{ mm}$$
- Panjang total ( $lt$ )
 
$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 5 + 188 + 25$$

$$lt = 218 \text{ mm}$$
- Waktu pemotongan ( $T$ )
 
$$T = \frac{lt}{vf}$$

$$T = \frac{218}{1018}$$

$$T = 0,2141 \text{ menit}$$

b) Jumlah langkah *milling* menyamping

Dikerenakan pisau frais yang dipakai yaitu and *facemill* Ø25 mm dan lebar permukaan benda kerja yang akan di *milling* 91 mm, maka dilakukan ( $z_1$ ) = 4 langkah pengefraisan menyamping.

c) Jumlah langkah *milling* menurun ( $z_2$ )

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

$$z_2 = \frac{6}{0,4}$$

$z_2 = 15$  kali pemakanan

d) Total pemakanan ( $z$ )

$$z = z_1 \times z_2$$

$$z = 4 \times 15$$

$z = 60$  kali pemakanan

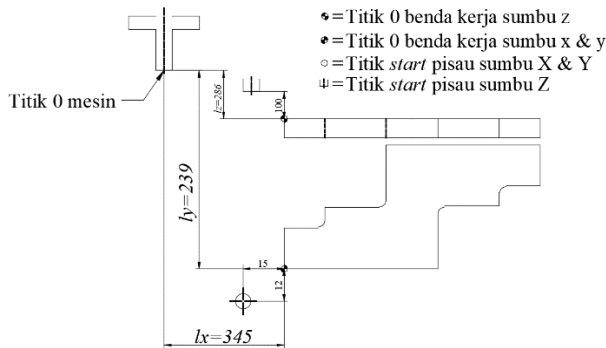
e) Total waktu pemakanan

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

$$T_{(pemakanan)} = 0,2141 \times 60$$

$$T_{(pemakanan)} = 12,846 \text{ menit}$$

f) Waktu pergerakan bebas *cutting tool*



**Gambar 1.19** Ilustrasi Gerak Bebas Proses Milling

- Pergerakan awal program
  - Pergerakan bebas awal program sumbu X
    - Dari 0 mesin ke koordinat -15 benda kerja =  $lx - 15 = 345 - 15 = 330$  mm
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Y
    - Dari 0 mesin ke koordinat -12 benda kerja =  $ly + 12 = 239 + 12 = 251$  mm
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Z
    - Dari 0 mesin ke koordinat 100 benda kerja =  $lz - 100 = 239 - 100 = 139$  mm
    - Dari koordinat 100 benda kerja ke koordinat 0 benda kerja = 100 mm
  - Pergerakan awal sumbu X dan Y *milling* atas dan *milling* bawah dilakukan secara bersamaan, maka :

Panjang langkah yang di tempuh =  $\sqrt{330^2 + 251^2} = \sqrt{171.901} = 414$  mm

- Dari perhitungan tersebut dapat dihitung total panjang pergerakan bebas *milling* atas dan *milling* bawah yaitu:

Panjang pergerakan awal *milling* =  $2 \times (414 + 139 + 100) = 1306$  mm

- Pergerakan siklus *milling*
  - Pergerakan bebas siklus program sumbu X
    - Pada proses pengerjaan siklus *milling* tidak ada pergerakan bebas sumbu X, maka pergerakan sumbu X = 0 mm
  - Pergerakan bebas siklus program sumbu Y

- Pergerakan 1 siklus program =  $(24 \times 4) + (96+12)$   
=  $96 + 108 = 204$  mm
- Pergerakan siklus dilakukan 15 kali maka =  $204 \times 15 = 3060$  mm
- Pergerakan bebas siklus program sumbu Z  
Pergerakan 1 siklus program = 0,4 mm
  - Pergerakan siklus dilakukan 15 kali maka =  $0,4 \times 15 = 6$  mm
- Dari data tersebut pergerakan bebas siklus =  $0 + 3060 + 6 = 3066$  mm
- Pergerakan akhir
  - Pergerakan bebas akhir program sumbu X
    - Pada proses pengerjaan akhir *milling* tidak ada pergerakan bebas sumbu X, maka pergerakan sumbu X = 0 mm
  - Pergerakan bebas akhir program sumbu Y
    - Dari koordinat -12 benda kerja ke 0 mesin =  $ly + 12 = 239 + 12 = 251$  mm
  - Pergerakan bebas akhir program sumbu Z
    - Pergerakan pembebasan benda kerja *milling* atas =  $100 + 0,4 = 100,4$  mm
    - Pergerakan pembebasan benda kerja *milling* bawah =  $100 + 6 = 106$  mm
    - Dari 100 benda kerja ke 0 mesin = 139 mm
  - Dari data tersebut pergerakan akhir sumbu Y dan Z *milling* atas dan *milling* bawah dilakukan secara bersamaan, maka :

Panjang langkah yang di tempuh =  $\sqrt{139^2 + 251^2} = \sqrt{82.322} = 286$  mm

- Dari perhitungan tersebut dapat dihitung total panjang pergerakan bebas *milling* atas dan *milling* bawah yaitu:

Panjang pergerakan akhir *milling* =  $(2 \times 286) + 106 + 100,4 = 778,4$  mm

- Total waktu pergerakan bebas *milling* atas dan *milling* bawah ( $lt_{(bebas)}$ )
  - Dari perhitungan di atas maka pergerakan bebas proses *milling* adalah  $1306 + 3066 + 778,4 = 5.150,4$  mm



- Total waktu pergerakan bebas

$$\text{Maka: } T_{(bebas)} = \frac{lt_{(bebas)} \times n_{max}}{n \times vf_{(G0)}} = \frac{5150,4 \times 8000}{2547 \times 1000000} = \mathbf{0,016} \text{ menit}$$

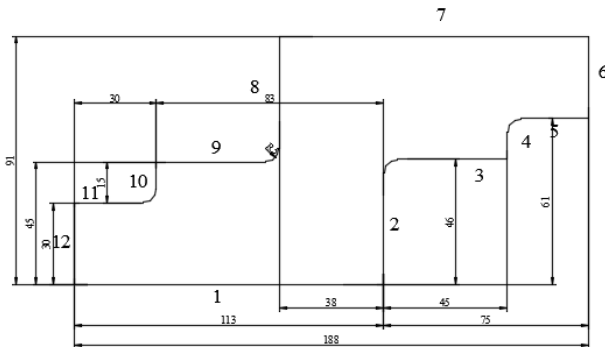
- g) Total waktu *milling*

$$T_{(total)} = T_{(pemakanan)} + T_{(bebas)} = \mathbf{12,846} + \mathbf{0,016} = \mathbf{12,862} \text{ menit}$$

### 3.3.2 Perhitungan Waktu Proses Contour

Parameter yang mempengaruhi proses contour adalah:

- Diameter *endmill* (D) = 10 mm
- *Feeding* (vf) = 414 mm/min
- *Feeding* G0 (vf<sub>(G0)</sub>) = 1.000.000 mm/min
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Z (lz)= 302 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu X (lx)= 345 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Y (ly)= 239 mm
- Tebal contour (b) = 8,8 mm
- Tebal pemakanan (a) = 0,4 mm
- Untuk mempermudah menentukan panjang pengerjaan (lw), jarak bebas pisau (lv) dan jarak lebih pisau (ln) maka dibuatlah gambar di bawah ini:



**Gambar 1.20** Penentuan *lw*, *lv*, *ln*

Panjang pengerjaan contour (*lw*) yaitu:

<i>lw1</i>	= 113 mm	<i>lw7</i>	= 113 mm
<i>lw2</i>	= 46 mm	<i>lw8</i>	= 46 mm
<i>lw3</i>	= 45 mm	<i>lw9</i>	= 45 mm
<i>lw4</i>	= 15 mm	<i>lw10</i>	= 15 mm

$$\begin{array}{ll}
 lw5 & = 30 \text{ mm} & lw11 & = 30 \text{ mm} \\
 lw6 & = 30 \text{ mm} & lw12 & = 30 \text{ mm}
 \end{array}$$

maka:

$$lw = lw1 + lw2 + lw3 + lw4 + lw5 + lw6 + lw7 + lw8 + lw9 + lw10 + lw11 + lw12$$

$$lw = 113 + 46 + 45 + 15 + 30 + 30 + 113 + 46 + 45 + 15 + 30 + 30$$

$$lw = 558 \text{ mm}$$

Dari gambar diatas dapat di tentukan jarak bebas pisau sebgai berikut:

$$\begin{array}{ll}
 lv1 = 10 \text{ mm} & lv7 = 0 \text{ mm} \\
 lv2 = 0 \text{ mm} & lv8 = 0 \text{ mm} \\
 lv3 = 0 \text{ mm} & lv9 = 0 \text{ mm} \\
 lv4 = 0 \text{ mm} & lv10 = 0 \text{ mm} \\
 lv5 = 0 \text{ mm} & lv11 = 0 \text{ mm} \\
 lv6 = 0 \text{ mm} & lv12 = 10 \text{ mm}
 \end{array}$$

Maka:

$$lv = lv1 + lv2 + lv3 + lv4 + lv5 + lv6 + lv7 + lv8 + lv9 + lv10 + lv11 + lv12$$

$$lv = 10 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 10$$

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

Dan jarak lebih pisau ( $ln$ ) yaitu:

$$\begin{array}{ll}
 ln1 & = 10 \text{ mm} & ln7 & = 10 \text{ mm} \\
 ln2 & = 0 \text{ mm} & ln8 & = 0 \text{ mm} \\
 ln3 & = 0 \text{ mm} & ln9 & = 0 \text{ mm} \\
 ln4 & = 0 \text{ mm} & ln10 & = 0 \text{ mm} \\
 ln5 & = 0 \text{ mm} & ln11 & = 0 \text{ mm} \\
 ln6 & = 10 \text{ mm} & ln12 & = 10 \text{ mm}
 \end{array}$$

maka:

$$ln = ln1 + ln2 + ln3 + ln4 + ln5 + ln6 + ln7 + ln8 + ln9 + ln10 + ln11 + ln12$$

$$ln = 10 + 0 + 0 + 0 + 0 + 10 + 10 + 0 + 0 + 0 + 0 + 10$$

$$ln = 40 \text{ mm}$$

Jadi dari parameter tersebut dapat di hitung :

a) Waktu pemakanan satu langkah contour

- Panjang total ( $lt$ )

$$lt = lv + lw + ln$$

$$lt = 20 + 558 + 40$$

$$lt = 618 \text{ mm}$$

- Waktu pemotongan ( $t_c$ )

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

$$T = \frac{618}{414}$$

$$T = 1,4928 \text{ menit}$$

- b) Jumlah langkah contour menurun

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

$$z = \frac{8,8}{0,4}$$

$z = 22$  kali pemakanan

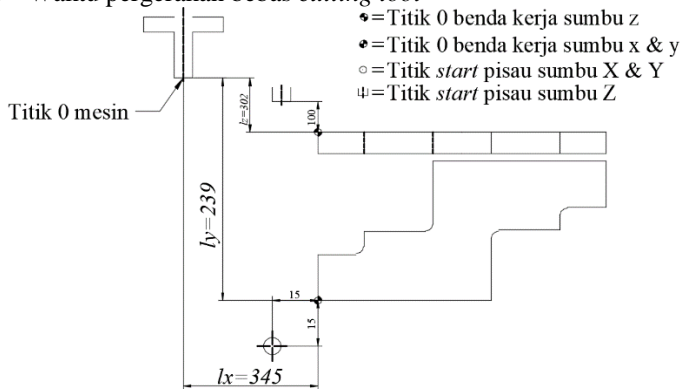
- c) Total waktu pemakanan contour

$$T_{(\text{pemakanan})} = t \times z$$

$$T_{(\text{pemakanan})} = 1,4928 \times 22$$

$$T_{(\text{pemakanan})} = 32,842 \text{ menit}$$

- d) Waktu pergerakan bebas *cutting tool*



**Gambar 1.21** Ilustrasi Gerak Bebas Proses Kontur

- Pergerakan awal program kontur
  - Pergerakan bebas awal program sumbu X
    - Pergerakan bebas sumbu X pada awal program kontur tidak ada pergerakan karena sumbu X tidak di *zero return* (dikembalikan ke posisi 0 mesin)
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Y
    - Dari 0 mesin ke koordinat -15 benda kerja =  $ly + 15 = 239 + 15 = 254$  mm
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Z
    - Dari 0 mesin ke koordinat 100 benda kerja =  $lz - 100 = 302 - 100 = 202$  mm
    - Dari koordinat 100 ke koordinat 0 benda kerja = 100 mm
  - Dari data tersebut pergerakan awal kontur =  $254 + 202 + 100 = \mathbf{556}$  mm
- Pergerakan siklus kontur
  - Pergerakan bebas siklus kontur program sumbu X
    - Pergerakan 1 siklus kontur sumbu X = 15 mm
    - Pergerakan siklus dilakukan 22 kali maka =  $15 \times 22 = 330$  mm
  - Pergerakan bebas siklus program kontur sumbu Y
    - Pergerakan 1 siklus program kontur = 15 mm
    - Pergerakan siklus dilakukan 22 kali maka =  $15 \times 22 = 330$  mm
  - Pergerakan bebas siklus program sumbu Z
    - Pergerakan 1 siklus program = 0,4 mm
    - Pergerakan siklus dilakukan 22 kali maka =  $0,4 \times 22 = 8,8$  mm
  - Dari data tersebut pergerakan siklus =  $330 + 330 + 8,8 = \mathbf{668,8}$  mm
- Pergerakan akhir
  - Pergerakan bebas akhir program sumbu X
    - Pada proses pengerjaan akhir kontur tidak ada pergerakan bebas sumbu X, maka pergerakan sumbu X = 0 mm
  - Pergerakan bebas akhir program kontur sumbu Y

- Dari -15 benda kerja ke 0 mesin =  $ly + 15 = 239 + 15 = 254$  mm
- Pergerakan bebas akhir program kontur sumbu Z
  - Pergerakan pembebasan benda kerja program kontur =  $100 + 8,8 = 108,8$  mm
  - Dari koordinat 100 benda kerja ke 0 mesin =  $302 - 100 = 202$  mm
- Pergerakan akhir program kontur ke titik 0 mesin akhir sumbu Y dan Z dilakukan secara bersamaan, maka :

Panjang langkah yang di tempuh =  $\sqrt{254^2 + 202^2} = \sqrt{105.320} = 324$  mm

- Dari data tersebut panjang pergerakan akhir program kontur =  $324 + 108,8 = 432,8$  mm
- Total waktu pergerakan bebas program kontur ( $lt_{(bebas)}$ )

Dari perhitungan di atas maka pergerakan bebas program kontur adalah  $556 + 668,8 + 432,8 = 1657,6$  mm

- Total waktu pergerakan bebas

$$\text{Maka: } T_{(bebas)} = \frac{lt_{(bebas)} \times n_{max}}{n \times vf_{(G0)}} = \frac{1657,6 \times 8000}{2070 \times 1000000} = 0,006 \text{ menit}$$

e) Total waktu *milling*

$$T_{(total)} = T_{(pemakanan)} + T_{(bebas)} = 32,842 + 0,006 = 32,848 \text{ menit}$$

### 3.3.3 Perhitungan Waktu Proses *Drilling* $\phi 8,8$

Parameter yang mempengaruhi waktu pengeboran adalah:

- *Feeding* ( $vf$ ) = 286 mm/min
- *Feeding* G0 ( $vf_{(G0)}$ ) = 1.000.000 mm/min
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Z ( $lz$ )= 276 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu X ( $lx$ )= 345 mm
- Jarak titik 0 mesin ketitik 0 bahan sumbu Y ( $ly$ )= 239 mm
- Panjang pengeboran ( $l$ ) = 9 mm
- Diameter mata bor ( $D$ ) = 8,8 mm

Maka dapat dihitung:

a) Panjang pemotongan ( $L$ )

$$L = l + 0,3 \times D$$

$$L = 9 + 0,3 \times 8,8$$

$$L = 9 + 2,64$$

$$L = 11,64 \text{ mm}$$

b) Waktu satu kali pengeboran ( $T_m$ )

$$T = \frac{L}{vf}$$

$$T = \frac{11,64}{286}$$

$$T = 0,041 \text{ menit}$$

c) Jadi waktu total pengeboran 2 lubang ( $T_{m(\text{pemakanan})}$ )

$$T_{(\text{pemakanan})} = 2 \times T_m$$

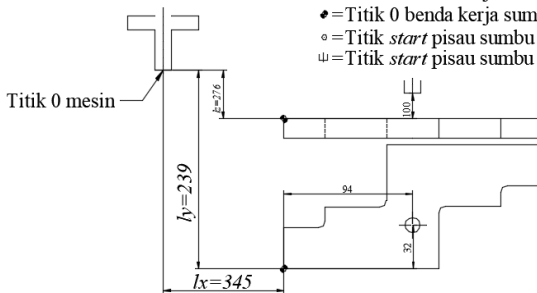
$$T_{(\text{pemakanan})} = 2 \times 0,041$$

$$T_{(\text{pemakanan})} = 0,082 \text{ menit}$$

d) Waktu pergerakan bebas *cutting tool* program pengeboran

Keterangan :

- ◆ = Titik 0 benda kerja sumbu z
- = Titik 0 benda kerja sumbu x & y
- = Titik start pisau sumbu X & Y
- ⊓ = Titik start pisau sumbu Z



**Gambar 1.22** Ilustrasi Pergerakan Bebas Proses Pengeboran

- Pergerakan awal program pengeboran
  - Pergerakan bebas awal program sumbu X
    - Pergerakan bebas sumbu X pada program pengeboran dari koordinat -15 benda kerja sampai koordinat 94 benda kerja, maka  $94 + 15 = 109 \text{ mm}$
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Y
    - Dari 0 mesin ke koordinat 32 benda kerja =  $ly + 32 = 239 - 32 = 207 \text{ mm}$
  - Pergerakan bebas awal program sumbu Z

- Dari 0 mesin ke koordinat 100 benda kerja =  $l_z - 100 = 276 - 100 = 176$  mm
- Dari koordinat 100 benda kerja ke koordinat 5 benda kerja = 95 mm
- Pergerakan awal proses pengeboran ke titik 0 mesin sumbu X dan Y dilakukan secara bersamaan, maka :
  - Panjang langkah yang di tempuh =  $\sqrt{109^2 + 207^2} = \sqrt{54730} = 233$  mm
- Dari data tersebut panjang pergerakan awal pengeboran :  $233 + 176 + 95 = \mathbf{504}$  mm
- Pergerakan proses pengeboran
  - Pergerakan bebas proses pengeboran sumbu X
    - Pada saat pengeboran proses pengeboran sumbu X tidak ada pergerakan, maka sumbu X = 0 mm
  - Pergerakan bebas proses pengeboran sumbu Y
    - Pergerakan proses pengeboran sumbu Y dari koordinat 32 sampai koordinat 59, maka sumbu Y =  $59 - 32 = 27$  mm
  - Pergerakan bebas proses pengeboran sumbu Z
    - Pergerakan 1 proses pengeboran =  $11,64 + 5 = 16,64$  mm
    - Pergerakan proses pengeboran dilakukan 2 kali maka =  $16,64 \times 2 = 32,28$  mm
  - Dari data tersebut pergerakan proses pengeboran =  $27 + 32,28 = \mathbf{60,28}$  mm
- Pergerakan akhir proses pengeboran
  - Pergerakan bebas akhir program proses pengeboran sumbu X
    - Pergerakan proses pengeboran sumbu X dari koordinat 94 ke 0 mesin, maka:  $345 + 94 = 439$  mm
  - Pergerakan bebas akhir program proses pengeboran sumbu Y
    - Dari koordinat 59 benda kerja ke 0 mesin =  $l_y - 59 = 239 - 59 = 180$  mm
  - Pergerakan bebas akhir program proses pengeboran sumbu Z

- Pergerakan pembebasan benda kerja proses pengeboran =  $100 - 5 = 95$  mm
  - Dari koordinat 100 benda kerja ke 0 mesin =  $276 - 100 = 176$  mm
  - Dari data tersebut pergerakan akhir proses pengeboran ke titik 0 mesin dilakukan secara bersamaan, maka:
    - Panjang langkah yang di tempuh =  $\sqrt{439^2 + (\sqrt{180^2 + 176^2})^2} = \sqrt{439^2 + 251^2} = 505$  mm
    - Dari data tersebut pergerakan akhir proses pengeboran yaitu:  $505 + 95 = 600$  mm
  - Total panjang pergerakan bebas proses pengeboran ( $lt_{(bebas)}$ )
    - Dari perhitungan di atas maka pergerakan bebas proses pengeboran adalah  $504 + 60,28 + 600 = 1164,28$  mm
  - Total waktu pergerakan bebas  $lt_{(bebas)}$ 

Maka:  $T_{(bebas)} = \frac{lt_{(bebas)} \times n_{max}}{n \times vf_{(G0)}} = \frac{1164,28 \times 8000}{1434 \times 1000000} = 0,006$  menit
- e) Total waktu proses pengeboran
- $T_{(total)} = T_{(pemakanan)} + T_{(bebas)} = 0,082 + 0,006 = 0,088$  menit

Dari perhitungan waktu diatas, berikut ini adalah total waktu proses pemesinan pembuatan *stopper* untuk modifikasi *fixture* OP-30:

**Tabel 1.4** Waktu Proses Pemesinan Pembuatan *Stopper*

<i>Machine Proses</i>	Nama Proses	Waktu Proses



CNC Frais 3A	<i>Milling</i> atas dan <i>milling</i> bawah dari tebal 14 mm menjadi 8 mm dengan menggunakan <i>cutting tool facemill</i> $\phi 25$ mm dengan 2 mata <i>insert</i>	12,862 menit
	Contour dengan menggunakan <i>cutting tool endmill</i> $\phi 10$ mm dengan 4 mata pisau	32,848 menit
	Drilling $\phi 8,8$ mm sedalam 9 mm dengan menggunakan <i>cutting tool twist drill</i> $\phi 8,8$ mm	0,088 menit
<b>Total (<math>T_m</math>)</b>		<b>45,798 menit</b>
Kikir	Mengikir untuk menghilangkan sisi tajam akibat dari proses pemesinan	<b>5 menit</b>

### 3.4 Perhitungan Waktu Kerja Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper* pada *Stand Plate Fixture*

Proses pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* dilakukan menggunakan mesin CNC frais 3A. Proses pemesinanya yang dilakukan untuk pembuatan ulir pengikat *stopper* hanya proses *drilling* dan prosesnya dilakukan secara manual. Proses pengetapan dilakukan secara manual menggunakan tap mesin dan tangkai tap. Maka parameter yang mempengaruhi waktu kerja pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* yaitu:

- *Feeding* ( $vf$ ) = 254 mm/min
- Panjang pengeboran ( $l$ ) = 15 mm
- Diameter mata bor ( $D$ ) = 7 mm

Maka dapat dihitung:

- a) Panjang pemotongan ( $L$ )

$$\begin{aligned}
 L &= l + 0,3 \times D \\
 L &= 15 + 0,3 \times 7 \\
 L &= 15 + 2,1 \\
 L &= 17,1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- b) Waktu satu kali pengeboran ( $T_m$ )

$$T = \frac{L}{vf}$$

$$T = \frac{17,1}{254}$$

$$T = 0,067 \text{ menit}$$

c) Jadi waktu total pengeboran 2 lubang ( $T_{m(\text{pemakanan})}$ )

$$T_{(\text{pemakanan})} = 2 \times T$$

$$T_{(\text{pemakanan})} = 2 \times 0,0667$$

$$T_{(\text{pemakanan})} = 0,134 \text{ menit}$$

Dari perhitungan waktu diatas, berikut ini adalah total waktu proses pemesinan pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* untuk modifikasi *fixture* OP-30:

**Tabel 1.5** Waktu Proses Pemesinan Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper*

<i>Machine Procces</i>	<b>Nama Proses</b>	<b>Waktu Proses</b>
CNC Frais 3A	Drilling 2 lubang $\phi 7$ mm sedalam 15 mm dengan menggunakan <i>cutting tool twist drill</i> $\phi 7$ mm	0,134 menit
<b>Total (<math>T_m</math>)</b>		<b>0,134 menit</b>
Pengetapan	Pembuatan 2 ulir pengikat <i>stopper</i> dengan menggunakan tap M8x1,25	<b>10 menit</b>

### 3.5 Perhitungan Biaya Pembuatan *Stopper*

Setiap proses pembuatan produk diperlukan perhitungan biaya produksi, hal ini penting karena dengan mengetahui besarnya biaya produksi dapat melakukan perhitungan besarnya biaya yang diperlukan untuk setiap proses produksi. Untuk mengetahui biaya produksi maka dapat di perhitungkan secara teoritik. Perhitungan biaya produksi dipengaruhi beberapa parameter, diantaranya:

- Harga material ( $k$ ) = Rp. 12.000,00/kg
- Harga pemotongan = Rp. 300.000,00 /m<sup>2</sup>
- Waktu pengerjaan ( $T_m$ ), waktu pengerjaan dapat dilihat pada table dibawah ini:

**Tabel 1.6 Waktu Pengerjaan Stopper**

Kegiatan operator <i>frais</i> (milling) 3A pada proses pembuatan Stopper	Persentasi kegiatan untuk jenis proses pemesinan		
	Persentasi pekerjaan (%)	Waktu kerja Efektif (menit)	Waktu kerja nyata (menit)
<b>Kegiatan produktif</b>			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	31,6	45,798	50,56
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i> )	16,9	24,49	27,04
3. Mengganti pisau	0,8	1,159	1,28
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	8,0	11,59	12,8
<b>Sub total</b>	<b>57,3</b>	<b>83.03</b>	<b>91,68</b>
<b>Kegiatan persiapan</b>			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang ( <i>jig / fixture</i> )	18,2	26,37	29,12
2. Mempelajari gambar teknik	0,4	0,58	0,64
3. Membersihkan geram	8,0	11,59	12,8
4. Meminjam dan mencari pisau atau peralatan lain	1,8	2,61	2,88
5. Diskusi dengan kepala pabrik/kelompok, membantu operator lain	0,4	0,58	0,64
<b>Sub total</b>	<b>28,8</b>	<b>41,73</b>	<b>46,08</b>
<b>Kegiatan pribadi</b>			
1. Pergi ke kamar kecil	1,8	2,61	2,88
2. Istirahat di dekat mesin	5,8	8,4	9,28
3. Menunggu pekerjaan	3,6	5,21	5,76
4. Ngobrol dengan karyawan lain	2,7	3,91	4,32
<b>Sub total</b>	<b>13,9</b>	<b>20.13</b>	<b>22,24</b>
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>144,89</b>	<b>160</b>

Jadi waktu kerja teoritis ( $T_{m(\text{teoritis})}$ ) adalah 144,89 menit  $\approx$  2,41 jam  
 waktu kerja *real* ( $T_{m(\text{real})}$ ) adalah 160 menit  $\approx$  2,67 jam

- Harga sewa mesin CNC = Rp. 100.000,00/jam (termasuk sewa alat dan biaya listrik)
- 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
- Dari hasil wawancara dengan pihak PT. PRN, Biaya perancangan (*design*) sebesar 10% dari harga produk.

### 3.5.1 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Kerja Teoritis

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

#### 1. Ongkos Material ( $C_M$ )

$$C_M = C_{M_o} + C_{M_i}$$

- Biaya Material ( $C_{M_o}$ )

$$C_{M_o} = w \times k$$

$$C_{M_o} = (\rho \times V) \times k$$

$$C_{M_o} = (\rho \times p \times l \times t) \times k$$

$$C_{M_o} = (7850 \times 0,2 \times 0,1 \times 0,014) \times 12.000$$

$$C_{M_o} = 2,189 \times 12.000$$

$$C_{M_o} = \text{Rp. } 26.376,00$$

- Ongkos tak langsung ( $C_{M_i}$ )

Ongkos tak langsung merupakan biaya pemotongan dan transportasi dalam pemrosesan bahan. Maka dapat dihitung :

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

$$C_{M_i} = (p \times l \times \text{harga pemotongan}) + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{M_i} = (0,2 \times 0,1 \times \text{Rp. } 300.000,00) + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{M_i} = \text{Rp. } 6.000,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{M_i} = \text{Rp. } 11.000,00$$

Maka ongkos material yaitu:

$$C_M = C_{M_o} + C_{M_i}$$

$$C_M = \text{Rp. } 26.376,00 + \text{Rp. } 11.000,00$$

$$C_M = \text{Rp. } 37.376,00$$

#### 2. Biaya perencanaan ( $C_{plan}$ )

$$C_{plan} = 10\% C_u$$

3. Biaya produksi ( $C_p$ )

$$C_p = C_o + C_m + C_e$$

a) Biaya peralatan ( $C_o$ )

Dikarenakan biaya peralatan untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

b) Biaya pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

- $c_m = B_o + B_m$

- **Biaya operator ( $B_o$ ) = Upah kerja standar ( $Uks$ ) / jam**  
 = UMK :  $T_o$   
 = Rp. 2.529.759,90 / bulan : 176 jam

**Biaya operator ( $B_o$ ) = Rp. 14.373,63 /jam**

- **Biaya mesin ( $B_m$ ) = Harga Sewa Mesin**  
**Biaya mesin ( $B_m$ ) = Rp. 100.000,00/jam**

Maka :

$$c_m = B_o + B_m$$

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

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

Maka biaya pemesinan :

$$C_m = c_m \times t_m$$

$$C_m = 114.373,63 \times 2,41$$

$$C_m = \text{Rp. } 275.640,45$$

c) Ongkos pahat ( $C_e$ )

Dikarenakan ongkos pahat untuk proses pembuatan *stopper* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

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

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

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

$$C_u = 37.376 + 10\%C_u + (275.640,45 + 1.000)$$

$$C_u = 10\%C_u + 37.376 + 276.640,45$$

$$C_u = 10\%C_u + 314.016,45$$

$$\frac{100}{100} C_u - \frac{10}{100} C_u = 314.016,45$$

$$\frac{90}{100} C_u = 314.016,45$$

$$C_u = \frac{100 \times 314.016,45}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. } 348.907,17$$

### 3.5.2 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Kerja *Real*

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

#### 1. Ongkos Material ( $C_M$ )

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

- Biaya Material ( $C_{Mo}$ )

$$C_{Mo} = w \times k$$

$$C_{Mo} = (\rho \times V) \times k$$

$$C_{Mo} = (\rho \times p \times l \times t) \times k$$

$$C_{Mo} = (7850 \times 0,2 \times 0,1 \times 0,014) \times 12.000$$

$$C_{Mo} = 2,189 \times 12.000$$

$$C_{Mo} = \text{Rp. } 26.376,00$$

- Ongkos tak langsung ( $C_{Mi}$ )

Ongkos tak langsung merupakan biaya pemotongan dan transportasi dalam pemrosesan bahan. Maka dapat dihitung :

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

$$C_{Mi} = (p \times l \times \text{harga pemotongan}) + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = (0,2 \times 0,1 \times \text{Rp. } 300.000,00) + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 6.000,00 + \text{Rp. } 5.000,00$$

$$C_{Mi} = \text{Rp. } 11.000,00$$

Maka ongkos material yaitu:

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

$$C_M = \text{Rp. } 26.376,00 + \text{Rp. } 11.000,00$$

$$C_M = \text{Rp. } 37.376,00$$

#### 2. Biaya perencanaan ( $C_{plan}$ )

$$C_{plan} = 10\% C_u$$

#### 3. Biaya produksi ( $C_p$ )

$$C_p = C_o + C_m + C_e$$

##### a) Biaya peralatan ( $C_o$ )

Dikarenakan biaya peralatan untuk proses pembuatan sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

##### b) Biaya pemesanan

$$C_m = c_m \times t_m$$

- $c_m = B_o + B_m$ 
  - **Biaya operator ( $B_o$ ) = Upah kerja standar ( $Uks$ ) / jam**  
 $= \text{UMK} : T_o$   
 $= \text{Rp. 2.529.759,90} / \text{bulan} : 176$   
**jam**
  - Biaya operator ( $B_o$ ) = Rp. 14.373,63 /jam**
  - **Biaya mesin ( $B_m$ ) = Harga Sewa Mesin**  
**Biaya mesin ( $B_m$ ) = Rp. 100.000,00/jam**

Maka :

$$c_m = B_o + B_m$$

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

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

Maka biaya pemesinan :

$$C_m = c_m \times t_m$$

$$C_m = 114.373,63 \times 2,67$$

$$C_m = \text{Rp. 305.377,59}$$

c) Ongkos pahat ( $C_e$ )

Dikarenakan ongkos pahat untuk proses pembuatan *stopper* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya perelatan Rp. 0,00

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

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

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

$$C_u = 37.376 + 10\%C_u + (305.377,59 + 1.000)$$

$$C_u = 10\%C_u + 37.376 + 306.377,59$$

$$C_u = 10\%C_u + 342.753,59$$

$$\frac{100}{100} C_u - \frac{10}{100} C_u = 342.753,59$$

$$\frac{90}{100} C_u = 342.753,59$$

$$C_u = \frac{100 \times 342.753,59}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. 380.837,32}$$

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

**Tabel 1.7** Perbandingan Waktu dan Biaya Pembuatan *Stopper*

Waktu (Menit)		Biaya (Rp)	
Teoritis	Real	Teoritis	Real
144,73	160	Rp. . 348. 907, 17	Rp. 380. 837, 32

### 3.6 Perhitungan Biaya Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper* pada *Stand Plate Fixture*

Parameter yang mempengaruhi perhitungan biaya pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* yaitu:

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

**Tabel 1.8 Waktu Pengerjaan *Stopper***

Kegiatan operator <i>frais (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)
<b>Kegiatan produktif</b>			
1. Mengawasi mesin yang bekerja (aktif memotong)	31,6	0,134	3,16
2. Memasang benda kerja, penyiapan, pengakhiran, pengambilan produk (mesin tidak memotong, <i>nonproduktif</i> )	16,9	0,072	1,69
3. Mengganti pisau	0,8	0,003	0,08
4. Mengukur benda kerja (pada atau diluar mesin)	8,0	0,033	0,8
<b>Sub total</b>	<b>57,3</b>	<b>0,242</b>	<b>5,73</b>
<b>Kegiatan persiapan</b>			
1. Memasang / menyetel peralatan bantu / pemegang ( <i>jig / fixture</i> )	18,2	0,077	1,82
2. Mempelajari gambar teknik	0,4	0,002	0,04



3. Membersihkan geram	8,0	0,033	0,08
4. Meminjam dan mencari pisau atau peralatan lain	1,8	0,007	0,18
5. Diskusi dengan kepala pabrik/kelompok, membantu operator lain	0,4	0,002	0,04
<b>Sub total</b>	<b>28,8</b>	<b>0,121</b>	<b>2,88</b>
<b>Kegiatan pribadi</b>			
1. Pergi ke kamar kecil	1,8	0,007	0,18
2. Istirahat di dekat mesin	5,8	0,026	0,58
3. Menunggu pekerjaan	3,6	0,016	0,36
4. Ngobrol dengan karyawan lain	2,7	0,012	0,27
<b>Sub total</b>	<b>13,9</b>	<b>0,061</b>	<b>1,39</b>
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>0,424</b>	<b>10</b>

Jadi waktu kerja teoritis ( $T_{m(\text{teoritis})}$ ) adalah 0,424 menit  $\approx$  0,007 jam  
waktu kerja *real* ( $T_{m(\text{real})}$ ) adalah 10 menit  $\approx$  0,167 jam

- Harga sewa mesin CNC = Rp. 100.000,00/jam (termasuk sewa alat dan biaya listrik)
- 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 pngetapan secara manual sebesar adalah Rp. 5.000,00
- Dari hasil wawancara dengan pihak PT. PRN, Biaya perancangan (*design*) sebesar 10% dari harga produk.

### 3.6.1 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Teoritik

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

1. Biaya Material ( $C_M$ )

$$C_M = C_{M_o} + C_{M_i}$$

$$C_{M_o} = w \times k$$

Dikerenakan hanya memodifikasi *stand plate fixture* maka biaya bahan di anggap Rp. 0,00

2. Biaya perencanaan ( $C_{plan}$ )

$$C_{plan} = 10\% C_u$$

3. Biaya produksi ( $C_P$ )

$$C_P = C_o + C_m + C_e$$

a) Biaya peralatan ( $C_o$ )

Dikarenakan biaya peralatan untuk proses pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

b) Biaya pemesinan

$$C_m = c_m \times t_m$$

- $c_m = B_o + B_m$

- Biaya operator ( $B_o$ ) = Upah kerja standar ( $Uks$ ) / jam  
= UMK :  $T_o$   
= Rp. 2.529.759,90 / bulan : 176 jam

Biaya operator ( $B_o$ ) = Rp. 14.373,63 /jam

- Biaya mesin ( $B_m$ ) = Harga Sewa Mesin

Biaya mesin ( $B_m$ ) = Rp. 100.000,00/jam

Maka :

$$c_m = B_o + B_m$$

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

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

Maka biaya pemesinan :

$$C_m = c_m \times t_m$$

$$C_m = 114.373,63 \times 0,007$$

$$C_m = \text{Rp. } 800,61$$

c) Ongkos pahat ( $C_e$ )

Dikarenakan ongkos pahat untuk proses pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

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

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

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

$$C_u = \text{Rp. } 0,00 + 10\%C_u + (800,61 + (5000 \times 2))$$

$$C_u = 10\%C_u + (800,61 + 10.000)$$

$$C_u = 10\%C_u + 10.800,61$$

$$\frac{100}{100}C_u - \frac{10}{100}C_u = 10.800,61$$

$$\frac{90}{100}C_u = 10.800,61$$

$$C_u = \frac{100 \times 10.800,61}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. } 12.000,67$$

### 3.6.2 Perhitungan Biaya Berdasarkan Waktu Real

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

1. Biaya Material ( $C_M$ )

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

$$C_{Mo} = w \times k$$

Dikarenakan hanya memodifikasi *stand plate fixture* maka biaya bahan di anggap Rp. 0,00

2. Biaya perencanaan ( $C_{plan}$ )

$$C_{plan} = 10\%C_u$$

3. Biaya produksi ( $C_P$ )

$$C_P = C_o + C_m + C_e$$

- a) Biaya peralatan ( $C_o$ )

Dikarenakan biaya peralatan untuk proses pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya peralatan Rp. 0,00

- b) Biaya pemesian

$$C_m = c_m \times t_m$$

- $c_m = B_o + B_m$

- Biaya operator ( $B_o$ ) = Upah kerja standar ( $Uks$ ) / jam  
= UMK :  $T_o$   
= Rp. 2.529.759,90 / bulan : 176 jam

Biaya operator ( $B_o$ ) = Rp. 14.373,63 /jam

- Biaya mesin ( $B_m$ ) = Harga Sewa Mesin

Biaya mesin ( $B_m$ ) = Rp. 100.000,00/jam

Maka :

$$c_m = B_o + B_m$$

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

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

Maka biaya pemesinan :

$$C_m = c_m \times t_m$$

$$C_m = 114.373,63 \times 0,167$$

$$C_m = \text{Rp. } 19.100,40$$

c) Ongkos pahat ( $C_e$ )

Dikarenakan ongkos pahat untuk proses pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture* sudah termasuk biaya sewa mesin, maka biaya perelatan Rp. 0,00

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

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

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

$$C_u = \text{Rp. } 0,00 + 10\%C_u + (19.100,40 + (5.000 \times 2))$$

$$C_u = 10\%C_u + (19.100,40 + 10.000)$$

$$C_u = 10\%C_u + 29.100,40$$

$$\frac{100}{90} C_u - \frac{10}{100} C_u = 29.100,40$$

$$\frac{100}{90} C_u = 29.100,40$$

$$C_u = \frac{100 \times 29.100,40}{90}$$

$$C_u = \text{Rp. } 32.333,78$$

Dari perhitungan di atas dapat dibandingkan waktu dan biaya pembuatan ulir pengikat *stopper* pada *stand plate fixture*, pada tabel dibawah ini:

**Tabel 1.9** Perbandingan Waktu dan Biaya Pembuatan Ulir Pengikat *Stopper*

Waktu (Menit)		Biaya (Rp)	
Teoritis	Real	Teoritis	Real
0,424	10	Rp. 12.000,67	Rp. 32.333,78

### 3.7 Perbandingan Waktu dan Biaya Modifikasi *Fixture* OP-30

Untuk mengetahui perbedaan waktu dan biaya secara teoritis dan *real* maka dapat dilihat pada table dibawah ini:

**Tabel 1.10** Perbedaan Waktu Dan Biaya Modifikasi *Fixture* OP-30

<b>Komponen</b>	<b>Waktu (Menit)</b>		<b>Biaya (Rp)</b>	
	<b>Teoritis</b>	<b>Real</b>	<b>Teoritis</b>	<b>Real</b>
<i>Stopper</i>	145,798	160	348.907,17	380.837,32
<i>Standplate Fixture</i>	0,424	10	12.000,67	32.333,78
<b>Total</b>	<b>146,222</b>	<b>170</b>	<b>360.907,84</b>	<b>413.171,1</b>