

ANALISA PROSES PRODUKSI *JIG* UNTUK PERAKITAN PINTU DEPAN MOBIL X

Rudi Saputra

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri ,
Institut Sains Dan Teknologi Nasional
Jakarta Selatan, Telp: 021-7270090
Email : rudisaputra09@yahoo.com

ABSTRACT

Jig utilising for helping automotive production process at PT. X has very good prospect, for Indonesian automotive technological development generally. It can because in automotive industrial uses Jig very helpful to operator who is required to produce very high quality and quantity product.

As Jig's production is need long time and very complicated, beside a lot numbers of operators, so it get many problems to solve to. Right strategy has to be done to solve it, such as observing *Standard Operation Procedure* is it can do well or it has some injaourable variances did by operators.

Some ways to solve the problem or fixed up some damages at every process, then all we must do is cleaning tool after using it, routine checking, and repairing broken component.

Keyword : Jig, Automotive

I. PENDAHULUAN

Jig adalah alat pemegang komponen (*part*) yang digunakan dalam proses perakitan dua *part* atau lebih menjadi sebuah *part assembly* atau *part* yang terakit, *Jig* memiliki banyak kegunaan dan fungsi sehingga dikategorikan sebagai alat bantu yang banyak membantu pekerjaan operator dan mesin. Contohnya adalah sebagai alat bantu dalam menyatukan bagian pintu mobil yaitu rangka bagian dalam dengan plat bagian luar pada proses pengelasan titik atau *spot*. Penggunaan *jig* sangat baik dalam perakitan pintu mobil dilihat dari berbagai aspek, baik itu ekonomi dan teknis karena dapat mempermudah dan mempersingkat proses pengelasan *spot* sehingga mampu meningkatkan produktivitas, dan mengurangi cacat produk.

Jig dapat dibuat dengan cara pengecoran bahan besi tuang, pabrikasi dari pelat baja, dan dengan cara pengelasan, atau dengan cara merakit menggunakan baut. Cara yang digunakan tergantung dari ukuran

dan bentuk dari perlengkapan, dan juga tergantung dari waktu yang tersedia untuk membuatnya. bila ukurannya besar maka jig tersebut terbuat dari baja yang dikeraskan permukaannya. Pegangan biasanya terbuat dari bahan plastik, dan ada juga bagian – bagian lain yang terbuat dari fiber-glass.

Penentuan apakah dalam suatu produksi itu membutuhkan suatu *Jig* atau tidaknya dapat diukur melalui beberapa parameter dengan mempertimbangkan biaya produksi, jumlah barang yang akan dibuat, harga barang yang akan dipasarkan, kesulitan pengerjaan benda kerja tersebut dan keselamatan bagi operator mesin perkakas dalam proses pengerjaan benda kerja tersebut harus diperhatikan untuk menghindari resiko yang lebih besar yang harus dihadapi.

II. STUDI PUSTAKA

Definisi *Jig and Fixture* adalah alat pemegang komponen (*part*) yang digunakan dalam proses perakitan dua *part* atau lebih menjadi sebuah *part assembly* atau *part*

yang terakit¹. Bagian aplikasi *Jig and fixture* seperti terlihat pada gambar 2.2



Gambar 2.2 Salah satu aplikasi *Jig and Fixture* untuk pintu mobil

2.1. Fungsi dan kegunaan

Jig and fixture memiliki banyak kegunaan dan fungsi sehingga *jig and fixture* dikategorikan sebagai alat bantu yang banyak membantu pekerjaan operator dan mesin. Contohnya adalah sebagai alat bantu dalam menyatukan bagian pintu mobil yaitu *inner* dan *outer* pada proses pengelasan *spot* atau titik. Penggunaan *Jig and fixture* sangat baik dalam perakitan pintu mobil dibandingkan dengan cara manual dilihat dari berbagai segi, baik itu ekonomi dan teknis, karena dapat mempermudah dan mempersingkat proses pengelasan *spot* sehingga mampu meningkatkan produktivitas, dan mengurangi cacat produk.

Tujuan perencanaan adalah untuk menentukan cara yang paling ekonomis untuk memproduksi suatu komponen, perlengkapan yang tersedia harus dijadikan bahan pertimbangan, dan metode terpilih mungkin membutuhkan kompromi. Perencanaan biasanya dilakukan beberapa saat sebelum pekerjaan pemrosesan dimulai, sehingga :

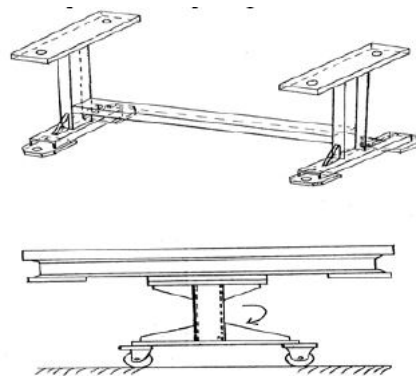
- 1.1. Ukuran bahan mentah dapat ditetapkan
- 1.2. Kebutuhan mesin perkakas dapat dinilai
- 1.3. *Jig, fixture*, perkakas dan alat – alat bantu ukur dapat dirancang
- 1.4. Kebutuhan pekerja dapat dipelajari

- 1.5. Waktu yang dibutuhkan untuk menghasilkan benda kerja dapat dihitung.

2.2. Bagian-Bagian *Jig*

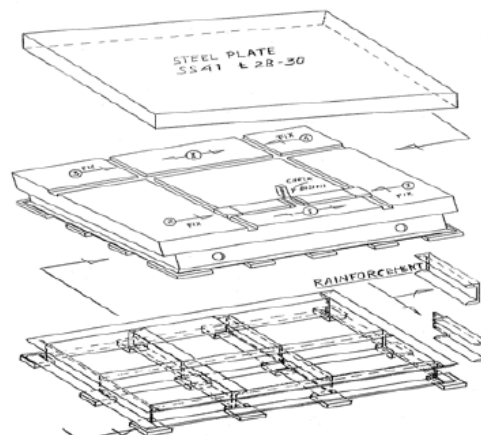
Sebuah *jig* memiliki komponen-komponen pendukung agar dapat berfungsi dengan baik. Komponen tersebut terbagi atas tiga bagian yaitu :

- A. Kaki (*stand*) berfungsi sebagai penahan dari *base*, jumlahnya tergantung dari besar kecilnya ukuran *base* itu sendiri seperti terlihat pada gambar 2.3



Gambar 2.3. *Fixed* dan *rotary stand*

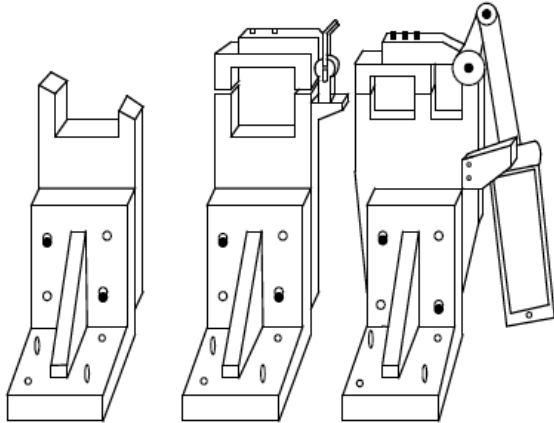
- B. *Base / Bed* adalah tempat dimana beberapa *locator* terpasang dan terdiri dari bermacam-macam ukuran dan memiliki titik acuan (*datum*), lobang baut dan *dowel pin* untuk penempatan *locator* seperti terlihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.4. *Base*

¹ SOP Toyota, Mengenal Jig, *Fabrication Jig* hal 1

- C. *Locator* itu sendiri biasanya terpisah dari *jig*, terbuat dari besi tuang dan disatukan dari perakitan komponen-komponen dengan cara dilas atau dengan baut. *Locator* juga memiliki toleransi agar mudah dipindahkan dan disetel oleh operator sehingga dapat diposisikan dengan baik sesuai dengan pekerjaan yang akan dibuat seperti terlihat pada gambar 2.5



Gambar 2.5. *Locator* tipe A, B, C

2.3. Tahapan Perencanaan Pembuatan *Jig and Fixture*

Perencanaan haruslah berlandaskan suatu teori yang jelas, karena tujuan perencanaan adalah menghasilkan suatu metode yang handal, adapun urutan pekerjaan yang harus dilakukan dalam perencanaan :

- A. Pelajari gambar komponen agar dapat dipahami fungsi komponen yang akan dibuat , sehingga persyaratan teknis yang harus dimiliki komponen tersebut dapat dipahami secara benar. Toleransi ukuran yang terdapat pada gambar komponen tersebut harus dipahami dengan baik, dengan kata lain perencana harus memahami dengan baik bentuk, ukuran serta berat dari komponen yang akan dibuat dan juga harus mengetahui bila akan timbul masalah balancing.
- B. Daftar atau lingkari, ukuran-ukuran benda kerja yang akan dikerjakan dengan mesin. Berilah tanda bila memerlukan pengerjaan kasar (*roughing*) dahulu sebelum pengerjaan halus (*finishing*) dan juga beri tanda

ukuran penting dengan tujuan untuk menetapkan mana yang akan digunakan untuk lokasi

- C. Persiapan draft proses secara kasar dengan mengacu keaturan dasar berikut:

- Tetapkan minimum satu datum pada kesempatan pertama, sebagai contoh bubutlah permukaan ujung batas (*facing*). Sangat mungkin untuk menghasilkan datum yang kedua pada saat yang sama.
- Hasilkan sebanyak mungkin produk untuk sekali setting, ingat bahwa setiap dilakukan setting baru, kemungkinan terjadi penurunan ketelitian.
- Agar supaya diperoleh keyakinan terjadinya hubungan yang teliti antara setiap bagian benda kerja, maka datum orisinil harus dipakai selama mungkin.
- Kekompakkan operasi sejenis bila memungkinkan. Hal ini akan mengurangi waktu handling.
- Lakukan operasi yang memerlukan ketelitian (misalnya penggeridan) pada akhir urutan pemesinan, sehingga terhadap permukaan yang penting dapat diminimalkan.
- Lakukan inspeksi disetiap saat tertentu proses pemesinan.
- Lakukan pembersihan dengan baik sebelum suatu bagian digunakan sebagai penepatan (*location*).
- Yakinkan bahwa semua bagian tepat ditempatnya.

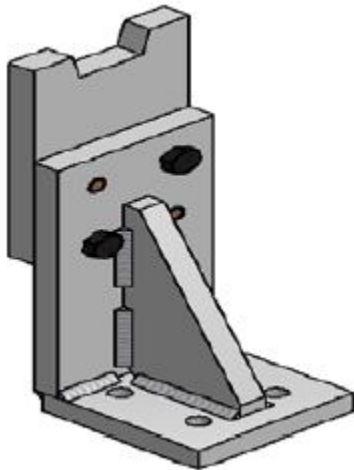
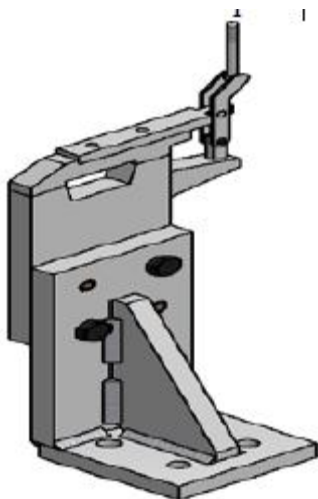
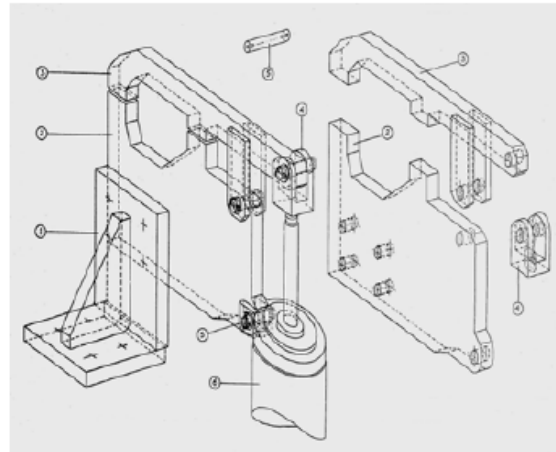
- D. Periksa draft proses untuk meyakinkan bahwa semua tahap pemesinan sudah terangkum.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan adalah mengadakan penelitian dan pengujian langsung terhadap benda uji, gambaran singkat tentang penelitian ini adalah sebagai berikut:

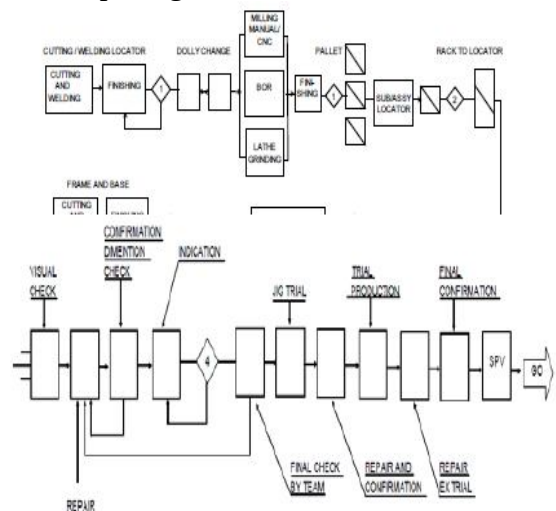
3.1. Jenis –jenis *locator* untuk perkitan pintu *inner* dan *outer* mobil

- *Locator* tipe A seperti terlihat pada gambar 3.1. memiliki *body locator*, *Stopper unclamp*, *hole volt* dan *hole dowel pin*
- *Locator* tipe B seperti terlihat pada gambar 3.2. memiliki *body locator*, *Stopper unclamp*, *hole volt* dan *hole dowel pin*, *arm clamp*, *head clamp*
- *Locator* tipe C seperti terlihat pada gambar 3.3. memiliki *body locator*, *Stopper unclamp*, *hole volt* dan *hole dowel pin*, *arm clamp*, *head clamp*, *handle clamp* dan *very clamp* (manual)/ *air cylinder* (pneumatic)

Gambar 3.1. *Locator* Tipe AGambar 3.2 *locator* Type BGambar 3.3. *Locator* Tipe C

3.2 Proses *Cutting* / *Welding*

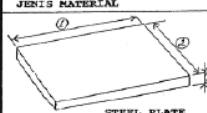
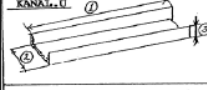
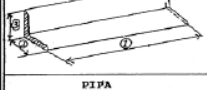
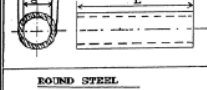
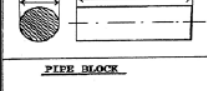
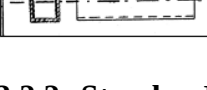
Pada proses *cutting* dan *welding* terdapat beberapa tahapan proses pengerjaan suatu benda kerja, dari proses pemotongan benda kerja, proses pemesinan, sampai dengan proses perakitan seperti terlihat pada gambar 3.4.

Gambar 3.4. *Fabrication Flow Process*.

3.2.1. Jenis Material

Pada proses *cutting* dan *welding* kita harus mengetahui jenis *material* yang digunakan berikut dengan spesifikasi dan ukurannya serta fungsinya, berikut adalah spesifikasi *jenis material* yang digunakan seperti terlihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1. Jenis Material

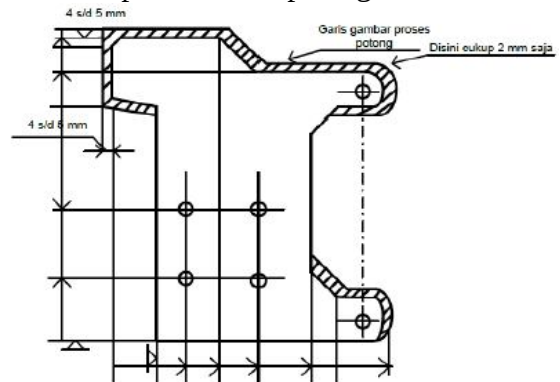
JENIS MATERIAL	SPEKIFIKASI/UKURAN	KEGUNAAN
 STEEL PLATE	SS41, S45C, SKD, SKX, dll 1. Panjang = 2450 mm 2. Lebar = 1225 mm 3. Tebal sebagai berikut t = 8,10,12,16,19,22,25, 28,36,32,40,45,59,60, dst	Khusus untuk pembuatan base, stand dan locator. Untuk pembuatan perlu diperhatikan kualitasnya.
 KANAL U	1. Panjang = 6000 mm. 2. Lebar nya ber-macam-macam. 3. Tebal sisi U ber-macam-macam. Contoh dalam standard UWP.50 = 40X50X6000 mm. UWP.100 = 50X100X6000 mm.	Untuk reinforcement base & stand.
 BESI SIU	1. Panjang = 6000 mm. 2. Kesikuhan = 50X30 mm. 3. Kesikuhan = 30X30 mm. Untuk kesikuannya bermacam-macam (25X25) (30X30) (40X40) (50X50) (60X60) dst.	Untuk pembuatan rak ² pada locator reinforcement dll.
 PIPA	L = Panjang = 6000 mm. D = Ø Luar pipa. d = Ø Dalam pipa. Jenis material ber-macam-macam Type Ø Luar dan Ø Dalam. Jenis bahannya juga bermacam-macam.	Untuk pembuatan stand rotary, cover shaf dll.
 ROUND STEEL	L = Panjang D = Diameter Jenis material bermacam-macam SS41, S45C, SKD, SKX dll. Diameter round steel juga bermacam-macam.	Untuk pembuatan pin ² pada locator shaf/ejector, lifter dll.
 PIPE BLOCK	Material pipe block ini ada beberapa type bisa dilihat pada katalog (special buku pipe block).	Banyak digunakan untuk reinforcement hand tool (HT) dll.

3.2.2. Standar Proses Pemotongan Pada Trasher (Khusus Locator)

Proses pemotongan material dilakukan menggunakan mesin *trasher* dan *band saw*. Pada mesin *trasher* ada beberapa standar pemotongan yaitu :

1. Gambar *locator* dibuat gambar detail terlebih dahulu . Pada ukuran gambar yang terdapat dimensi dan nantinya melalui proses pemessinan, ukuran dimensi tersebut dilebihkan 4 sampai 5 mm dari ukuran yang sebenarnya.
2. Setelah gambar detail sesuai dengan keterangan nomor satu maka garis dipertebal dengan spidol hitam (special) agar bisa terbaca dengan baik oleh sensor yang terdapat pada mesin *trasher*, dan pada setiap sudut garis dibuat R (*radius*) 2 sampai 3 mm. Radius berfungsi membantu posisis belok sewaktu mesin bekerja secara otomatis.
3. Ketebalan garis spidol tersebut 2 sampai 3 kali penekanan spidol, dan bila terlalu tipis membuat garis, maka sensor tidak dapat membaca garis gambar tersebut dengan sempurna dan akan berjalan mundur.

Sehingga *trasher* tidak bekerja sesuai dengan garis detail gambar yang kita inginkan dengan tepat seperti terlihat pada gambar 3.5



Gambar 3.5. Gambar detail

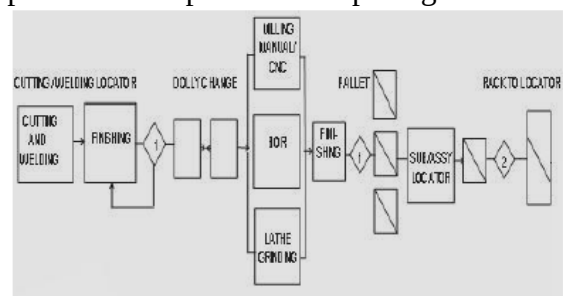
Pemakaian *Cut / Tip* (ukuran mata potong tempat dimana api keluar) disesuaikan dengan tebal plat yang akan dipotong dan jumlah pemakaian C2H2 serta O2, berikut adalah standar pemakaian *cut / tip* yang digunakan seperti terlihat pada tabel 3.2.

Tabel 3.2. Standar Pemakaian Cut / Tip

TEBAL PLATE																Pemakaian
8	10	12	16	18	22	25	28	30	32	40	50	60	65	75	100	120
																C2H2
																O2
																Tip no. 1
																Tip no. 2
																Tip no. 3
																Tip no. 4
																Tip no. 5

3.2.3. Pengelasan

Proses pengelasan selalu mengacu pada (SOP) *Standard Operation Procedure*, baik itu pengelasan *locator* ataupun pengelasan stand agar produksi tidak meleset dan hasil sesuai dengan permintaan seperti terlihat pada gambar 3.7.



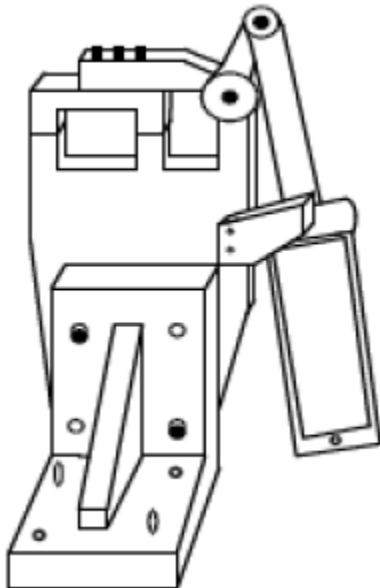
Gambar 3.7. Welding locator fabrication flow process

3.2.4. Sub Assy

Sub assy adalah proses sebelum *assembly*, dimana komponen-komponen *locator* yang telah di machining (bersih dari kotoran atau *spatter*) dirakit dan dirangkai menjadi sebuah *locator* dengan berbagai tipe distation work sub assy seperti terlihat pada gambar 3.12 dan gambar 3.13, sesuai dengan desain gambar yang langsung dibuat dijepang dengan JIS (*Japan Industrial Standard*). Pada gambar tersebut terdapat penomoran di setiap detail-detailnya sesuai dengan *part* yang akan dirakit.



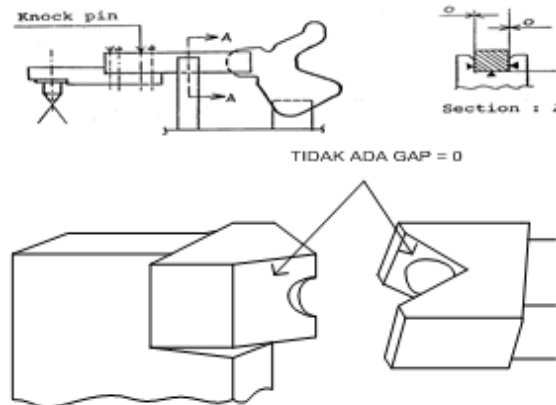
Gambar 3.12. Station work Sub assy



Gambar 3.13. Sub Assy Locator

Proses penyatuan detail *locator* dengan pengelasan, pemasangan baut dan *shim* (logam aluminium tipis dengan ukuran tebal 0.5 dan 1,0 mm). Tujuan dari proses ini adalah mencapai titik nol antara *arm clamp*

dan *stopper pin* seperti terlihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Posisi *Stopper Pin* dan *Arm Clamp*

Pada proses ini terkadang tidak tercapai posisi nol karena kelebihan ukuran maka yang harus dilakukan adalah merepair salah satu detail *locator* dengan gerinda tangan kecil, jika tidak bisa juga maka diserahkan kembali pada proses sebelumnya yaitu machining. Jika terjadi kekurangan ukuran pada salah satu detail yang akan dirakit maka ditambahkan *shim* jika memungkinkan.

IV. PEMBAHASAN DAN ANALISA

4.1. Perhitungan Pada Proses

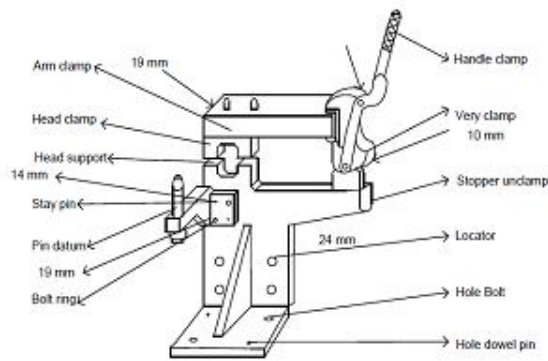
Pada pembuatan *jig* diperlukan beberapa mesin, yaitu mesin potong (*trash*, *band saw*, dan gerinda), mesin bubut, mesin freis, mesin CNC, mesin bor dan mesin las. Mengingat keterbatasan yang ada, terutama keterbatasan waktu, maka dalam Tugas Akhir ini hanya dibahas proses bor dan proses las saja.

4.1.1. Proses Pemessinan Pada Proses Bor

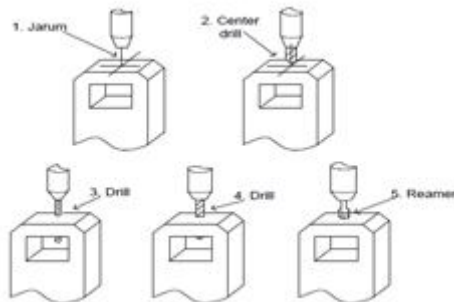
4.1.1.1. Kondisi Pemotongan Pada Proses Bor

1. Kecepatan potong (v)

Kecepatan potong pada 4 mata potong pahat yang berbeda, pada pembuatan lubang pada *stay pin*, *handle clamp*, *arm clamp*, *very clamp*, dan *lokator* seperti pada gambar 4.1 dan gambar 4.2.



Gambar 4.1. Detail locator yang akan di bor



Gambar 4.2. Pembuatan lubang pin

$$v_1 = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{1000} = \frac{\pi \cdot 24 \cdot 800}{1000} = 60,31 \text{ m/min}$$

$$v_2 = \frac{\pi \cdot d_2 \cdot n_2}{1000} = \frac{\pi \cdot 19 \cdot 900}{1000} = 53,72 \text{ m/min}$$

$$v_3 = \frac{\pi \cdot d_3 \cdot n_3}{1000} = \frac{\pi \cdot 14 \cdot 1100}{1000} = 48,38 \text{ m/min}$$

$$v_4 = \frac{\pi \cdot d_4 \cdot n_4}{1000} = \frac{\pi \cdot 10 \cdot 1400}{1000} = 43,96 \text{ m/min}$$

Dimana,

v = Kecepatan potong (m/min)

d = diameter gundi (m), digunakan d1 = 24 mm, d2 = 19 mm, d3 = 14 mm, d4 = 10 mm
n = putaran poros utama (rpm) dari diagram 2.1. hal 21 didapat n1 = 800 rpm, n2 = 900 rpm, n3 = 1100 rpm, n4 = 1400 rpm

2. Gerak Makan Permata Potong (fz)

$$fz1 = \frac{v_{f1}}{800 \times 2} = 0,04 \text{ mm/rad,}$$

$$v_{f1} = 0,04 \cdot (800 \times 2) = 64 \text{ mm/min}$$

$$fz2 = \frac{v_{f2}}{900 \times 2} = 0,05 \text{ mm/rad,}$$

$$v_{f2} = 0,05 \cdot (900 \times 2) = 90 \text{ mm/min}$$

$$fz3 = \frac{v_{f3}}{1100 \times 2} = 0,06 \text{ mm/rad,}$$

$$v_{f3} = 0,05 \cdot (1100 \times 2) = 132 \text{ mm/min}$$

$$fz4 = \frac{v_{f4}}{1400 \times 2} = 0,08 \text{ mm/rad,}$$

$$v_{f4} = 0,08 \cdot (1400 \times 2) = 224 \text{ mm/min}$$

dimana,

fz = gerak makan permata potong (mm/rad), dari diagram 2.2. hal 21. didapat

fz1 = 0,04 mm/rad fz2 = 0,05 mm/rad

fz3 = 0,06 mm/rad fz4 = 0,08 mm/rad

vf = kecepatan makan (mm/min)

n = putaran poros utama (rpm)

z = Jumlah gigi pahat = 2

3. Kedalaman Potong (α)

$$\alpha = d1/2 = 24/2 = 12 \text{ mm}$$

$$\alpha = d2/2 = 19/2 = 9,5 \text{ mm}$$

$$\alpha = d3/2 = 14/2 = 7 \text{ mm}$$

$$\alpha = d4/2 = 10/2 = 5 \text{ mm}$$

4. Waktu Pemotongan (tc)

Dimana,

tc = waktu pemesinan (min)

lt = Panjang pemesinan (min)

vf = Kecepatan makan (mm/min).

➤ Stay pin :

$$tc2 = lt2 / vf2 = 1 / 90 = 0,0111 \text{ min}$$

$$tc3 = lt3 / vf3 = 1 / 132 = 0,0075 \text{ min}$$

Terjadi 2 kali penggantian pahat dengan diameter 19 mm dan 14 mm, masing-masing mengalami 4 kali pelubangan.

➤ Handle clamp:

$$tc3 = lt3 / vf3 = 1 / 132 = 0,0075 \text{ min}$$

Menggunakan pahat diameter 14 mm dengan pelubangan sebanyak 4 kali.

➤ Arm clamp :

$$tc2 = lt2 / vf2 = 1 / 90 = 0,0111 \text{ min}$$

Menggunakan pahat diameter 19 mm dengan pelubangan sebanyak 4 kali.

- *Very clamp :*
 $tc4 = lt4 / vf4 = 1 / 224 = 0,0044 \text{ min}$
 Menggunakan pahat diameter 10 mm dengan pelubangan sebanyak 4 kali.

- **Locator :**
 $tc1 = lt1 / vf1 = 1 / 64 = 0,0156 \text{ min}$
 $tc2 = lt2 / vf2 = 1 / 90 = 0,0111 \text{ min}$
 Terjadi 2 kali penggantian pahat dengan diameter 24 mm dan 19 mm, masing-masing mengalami 8 kali pelubangan.

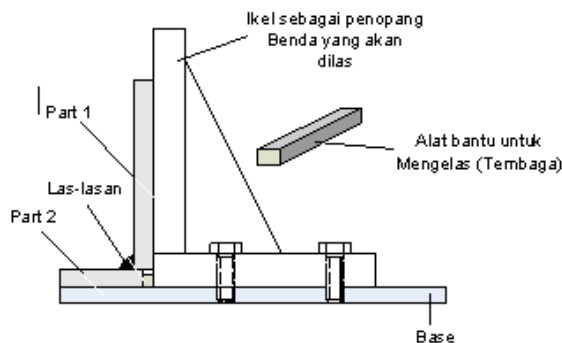
Dimana, $l_t = l_v + l_w + l_n$; (lihat gambar (2.6), $l_n \geq (d/2) / \tan \alpha$ (mm), dikarenakan yang mengalami proses bor 5 bagian detail *locator* yaitu ;

- *Stay pin* dengan tebal $lw_2 = 15 \text{ mm}$, dan $lw_4 = 10 \text{ mm}$, jadi $\sum lw = 25 \text{ mm}$
- *Handle clamp* dengan tebal $lw_4 = 10 \text{ mm}$, jadi $\sum lw = 10 \text{ mm}$
- *Arm clamp* dengan tebal $lw_3 = 20 \text{ mm}$, 0, jadi $\sum lw = 20 \text{ mm}$
- *Very clamp* dengan tebal $lw_4 = 10 \text{ mm}$, dan $lw_4 = 8 \text{ mm}$, jadi $\sum lw = 18 \text{ mm}$
- *Locator* dengan tebal $lw_2 = 25 \text{ mm}$, dan $lw_3 = 20 \text{ mm}$, jadi $\sum lw = 45 \text{ mm}$

4.2 Perhitungan Pengelasan

4.2.1. Perhitungan Panjang Pengelasan

Penyambungan detail *locator* dilakukan dengan pengelasan salah satunya pengelasan sambungan TEE yaitu antara detail *locator* dasar dengan badan *locator*. Dengan ukuran 10 cm x 10 cm, tebal 1,5 cm, dan jenis pengelasan listrik.



Gambar 4.1. Material yang sedang dilas

- * Lebar benda kerja (b)

$$b = 10 \text{ cm}$$

- * tebal benda kerja (t)

t = 1,5 cm

$$f_t = 210 \text{ kg/cm}^2$$

Jadi beban maksimum yang terjadi,

$$F = \text{luas. ft}$$

$$= (\text{b.t.}) \cdot \text{ft}$$

$$= (10.1, 5) \cdot 210 = 3150 \text{ kg}$$

Panjang untuk pengelasan dari beban static

L = panjang las

t = tebal las = tebal benda kerja = 1,5 cm

maka $ft = FA$

$$3150 = \frac{1,5 \times l \times 210}{\sqrt{2}}$$

$$L = \frac{3150 \times \sqrt{2}}{1.5 \times 210} = 10 \text{ cm}$$

dengan memasukan tambahan 1,5 cm dimana mulai dan berhentinya pada pengelasan

$$L = 10 + 1,5 = 11,5 \text{ cm}$$

panjang untuk pengelasan dari beban dinamik

faktor konsentrasi kekuatan untuk
pengelasan, las sudut 1,5

jadi tegangan yang diizinkan

$$f_t = \frac{210}{1.5} = 140 \text{ kg/cm}^2$$

Dengan rumus yang sama

$$3150 = \frac{1,5 \times l \times 210}{\sqrt{2}}$$

$$L = \frac{3150 \times \sqrt{2}}{1.5 \times 140} = 15 \text{ cm}$$

ditambahkan 1.5 cm $L = 15 + 1,5 = 16,5$ cm

4.3. Analisa Proses Produksi Jig

4.3.1. Analisa Pada Proses Bor

Hasil perhitungan dari proses bor tersebut didapat waktu pemotongan pada masing – masing bagian detail locator adalah :

- | | |
|----------------|--------------------|
| - Stay pin | : tc2 = 0,0111 min |
| | : tc3 = 0,0075 min |
| - Handel clamp | : tc3 = 0,0075 min |
| - Arm clamp | : tc2 = 0,0111 min |
| - Very clamp | : tc4 = 0,0044 min |
| - Locator | : tc1 = 0,0156 min |

$$tc2 = 0,0111 \text{ min}$$

Maka total keseluruhan dari waktu pemotongan pada proses bor adalah :

$$\begin{aligned}\sum &= tc1+(tc2 \times 2)+(tc3 \times 2)+tc4 \\ &= 0,156+(0,0111 \times 3)+(0,0075 \times 2)+0,0044 \\ &= 0,156+0,0333+0,015+0,0044 \\ &= 0,0683 \text{ min.}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan dari proses bor tersebut didapat waktu pemesinan perproduksi rata – rata adalah :

- Stay pin	: tm2	= 8,59
min/produk	: tm3	= 8,56
- Handel clamp	: tm3	= 8,56
min/produk	: tm2	= 8,59
- Arm clamp	: tm4	= 8,53
min/produk	: tm1	= 9,17
- Locator	: tm1	= 9,17
min/produk	tm2	= 9,07
min/produk		

Maka total keseluruhan dari waktu pemesinan perproduk pada proses bor adalah :

$$\begin{aligned}\sum &= tm1+tm2+(tm2 \times 2)+(tm3 \times 2)+tc4 \\ &= 9,17+9,07+(8,59 \times 2)+(8,56 \times 2)+8,53 \\ &= 18,24+17,18+17,12+8,53 \\ &= 61,07 \text{ min/produk}\end{aligned}$$

4.3.2. Analisa Pada Proses Las

Hasil perhitungan dari proses las tersebut, didapat panjang pengelasan dan kekuatan pengelasan adalah :

Untuk panjang pengelasan pada beban static didapat,

$$\begin{aligned}3150 &= \frac{1,5 \times l \times 210}{\sqrt{2}} \\ L &= \frac{3150 \times \sqrt{2}}{1,5 \times 210} = 10 \text{ cm}\end{aligned}$$

dengan memasukan tambahan 1,5 cm dimana mulai dan berhentinya pada pengelasan

$$L = 10 + 1,5 = 11,5 \text{ cm}$$

Untuk panjang pengelasan pada beban dinamik didapat,

$$\begin{aligned}3150 &= \frac{1,5 \times l \times 210}{\sqrt{2}} \\ L &= \frac{3150 \times \sqrt{2}}{1,5 \times 140} = 15 \text{ cm}\end{aligned}$$

ditambahkan 1,5 cm $L = 15 + 1,5 = 16,5 \text{ cm}$

Untuk kekuatan pengelasan, momen inersia terhadap titik berat didapat

$$\begin{aligned}I_{\text{tot}} &= I_1 + I_2 = 192,73 + 31,1625 \\ &= 223,89 \text{ cm}^4\end{aligned}$$

Untuk kekuatan pengelasan, momen lengkung yang terjadi didapat

$$\sigma = \frac{3150 \cdot 2,125 \cdot 2,875}{223,89} = 85,95 \text{ kg/cm}^2$$

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil pembahasan dan perhitungan untuk masing – masing proses bor dan proses las didapat

- Hasil perhitungan dari proses bor tersebut didapat waktu pemesinan perproduksi rata – rata adalah :
 - Stay pin : tm2 = 8,59 min/produk
 - : tm3 = 8,56 min/produk
 - Handel clamp : tm3 = 8,56 min/produk
 - Arm clamp : tm2 = 8,59 min/produk
 - Very clamp : tm4 = 8,53 min/produk
 - Locator : tm1 = 9,17 min/produk
 - : tm2 = 9,07 min/produk

Maka total keseluruhan dari waktu pemesinan perproduk pada proses bor adalah : 61,07 min/produk

- Untuk panjang pengelasan pada beban static didapat 10 cm dengan memasukan tambahan 1,5 cm dimana mulai dan berhentinya pada pengelasan

$$L = 10 + 1,5 = 11,5 \text{ cm,}$$

Untuk panjang pengelasan pada beban dinamik didapat 15 cm dengan memasukan tambahan 1,5 cm dimana mulai dan berhentinya pada pengelasan

$$L = 15 + 1,5 = 16,5 \text{ cm}$$

Untuk kekuatan pengelasan, momen inersia terhadap titik berat didapat

$$I_{tot} = I_1 + I_2 = 192,73 + 31,1625 = 223,89 \text{ cm}^4$$

Untuk kekuatan pengelasan, momen lengkung yang terjadi didapat

$$\sigma = \frac{3150.2.125.2.875}{223,89} = 85,95 \text{ kg/cm}^2$$

Dari seluruh proses yang ada pada pembuatan *jig and fixture* dapat disimpulkan bahwa proses yang paling lama adalah pemesinan (*machining*), karena pada proses ini komponen membutuhkan waktu yang lama dan operator yang dibutuhkan cukup banyak. Dimulai dari proses gerinda, freis, bubut, bor, dan CNC (Dahlih, Okuwa Ohnuma) berukuran 2 m x 2 m x 2,5 m. Sedangkan operator yang dibutuhkan adalah ± 20 orang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sularso dan Kiyokatsu Suga, "Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin," Jakarta, Pradnya Paramita, 1996.
2. Taufiq Rochim., "Proses Pemesinan", Bandung 1993.
3. Terheijden, C Van dan Harun, "Alat-Alat Perkakas 1, Pengerjaan Penyayatan", Jakarta, Bina Cipta, 1971.
4. Terheijden, C Van dan Harun, "Alat-Alat Perkakas 3, Pengerjaan Penyayatan", Jakarta, Bina Cipta, 1981.
5. Niemann, G., "Elemen Mesin Jilid 1", Jakarta, Erlangga
6. Syahril Zein. "Elemen Mesin 1", Jakarta. ISTN, 1997
7. SOP Toyota, "Mengenal Jig", Welding Jig Division
8. Wiryosumarto, H. dan Toshie Okumura, "Teknologi Pengelasan Logam", Jakarta, PT Pradnya paramita.
9. http://www.tqc.co.uk/automation/assembly_datasheets.htm
10. T. Hani Handoko "Dasar – dasar Manajemen Produksi dan Operasi" BPFE - Yogyakarta. 1984