

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penjelasan Umum *Jig and Fixture*

Jig and Fixture adalah alat pemegang benda kerja produksi yang digunakan dalam rangka membuat penggandaan komponen secara akurat. Untuk mendapatkan hasil pekerjaan yang baik dalam produksi tentunya harus adanya keserasian dalam hal posisi dari benda kerja dengan mesin yang digunakan. Untuk melakukan ini maka dipakailah *jig and fixture* yang di desain untuk memegang, menyangga dan memposisikan setiap bagian sehingga setiap permesinan dilakukan sesuai dengan batas spesifikasi. Berikut merupakan keuntungan dalam menggunakan *jig and fixture* :

a. Aspek Teknis / Fungsi :

1. Mendapatkan kepresisian / ketepatan dalam ukuran.
2. Mendapatkan keseragaman ukuran.

b. Aspek Ekonomi :

1. Mengurangi biaya produksi dengan memperpendek waktu proses.
2. Menurunkan biaya produksi dengan pemakaian bukan operator ahli / trampil.
3. Meningkatkan efisiensi penggunaan alat atau mesin.
4. Optimalisasi mesin yang kurang teliti.
5. Mengurangi waktu inspeksi dan alat ukur.
6. Meniadakan kesalahan pengerjaan (*reject*).

c. Aspek Sosial / Keamanan :

1. Mengurangi beban kerja fisik operator.
2. Mengurangi resiko kecelakaan kerja.

2.1.1 Definisi *Jig and Fixture*

Jig didefinisikan sebagai alat yang membantu proses permesinan dalam mengarahkan, memegang dan menepatkan pada saat proses permesinan sedang berlangsung. Pada dasarnya *jig* banyak digunakan pada proses pengeboran yang

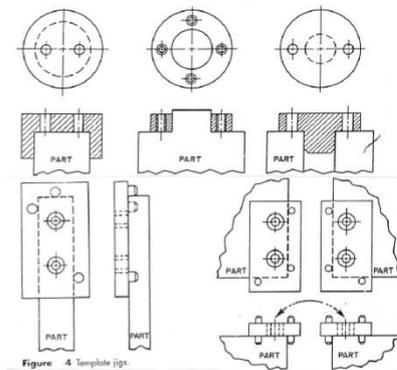
berfungsi sebagai pemegang dan menempatkan mata bor kepada bagian bahan yang akan dilakukan pengeboran yang bertujuan agar mata bor tidak berubah posisi dikarenakan getaran ataupun kondisi permukaan yang tidak rata.

Fixture adalah alat yang memosisikan, mencekam, menahan benda kerja agar benda kerja dapat dilakukan proses permesinan. Contoh umumnya yaitu ragum yang ada pada mesin.

2.1.2 Jenis-Jenis Jig

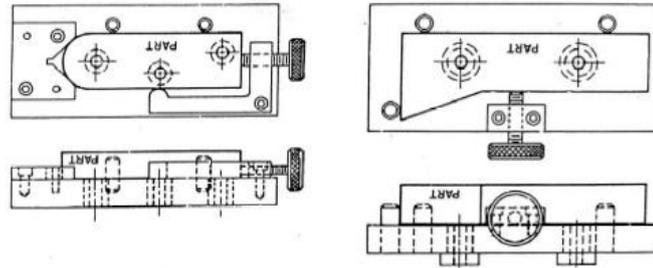
Ada beberapa jenis umum dari *jig*, yaitu sebagai berikut :

- a. **Jig Bor** berfungsi untuk proses *boring* lubang yang terlalu besar untuk di *drill* atau ukuran lubang tidak sesuai diameter pahat *drill* (tidak standar).
- b. **Jig Drill** berfungsi untuk proses *drill*, *ream*, *tap*, *champer*, *counterbore*, *countersink*, *reverse spotface* dan *reverse*.
- c. **Jig Template** adalah *Jig* yang digunakan untuk keperluan akurasi. *Jig* tipe ini terpasang diatas, pada atau di dalam benda kerja dan tidak di klem seperti pada (Gambar 2.1). *Template* bentuknya paling sederhana dan tidak mahal. *Jig* jenis ini bisa mempunyai *bushing* atau tidak.



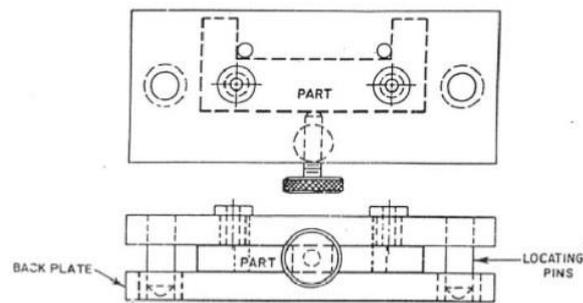
Gambar 2.1 *Jig Template* [5]

- d. **Jig Plate** adalah *Jig* sejenis dengan *template*, perbedaannya hanya *jig* jenis ini mempunyai klem untuk memegang benda kerja. *Jig plate* kadang-kadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja terutama untuk benda kerja yang besar. *Jig* jenis ini disebut *jig table*.



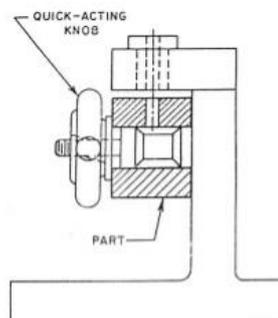
Gambar 2.2 *Jig Plate* [5]

e. ***Jig Sandwich*** adalah bentuk *jig plate* dengan plat bawah. *Jig* jenis ini ideal untuk komponen yang tipis atau lunak yang mungkin bengkok atau terlipat pada *jig* jenis lain.



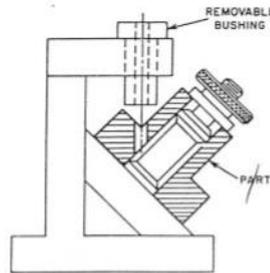
Gambar 2.3 *Jig Sandwich* [5]

f. ***Jig Angle Plate (Plat Sudut)*** digunakan untuk memegang komponen yang di mesin pada sudut tegak lurus (90 derajat) terhadap *mounting locatornya* (dudukan *locator*) yaitu dudukan untuk alat penepatan posisi benda kerja.



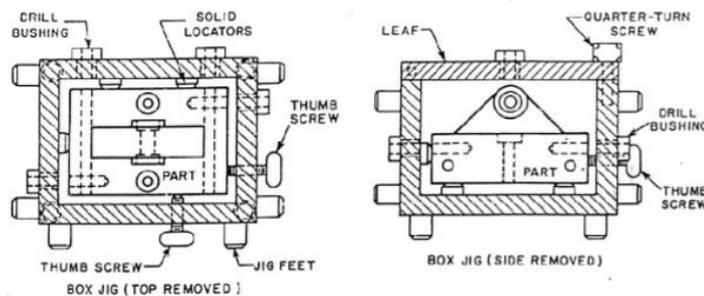
Gambar 2.4 *Jig Angle Plate* [5]

g. **Jig Modified Angle Plate** dimana sudut pegangnya bisa selain 90 derajat.



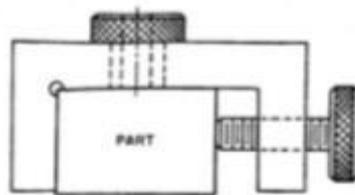
Gambar 2.5 *Jig Modified Angle Plate* [5]

h. **Jig Kotak (Jig Tumble)** biasanya mengelilingi komponen. *Jig* jenis ini memungkinkan komponen di mesin pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jig*.



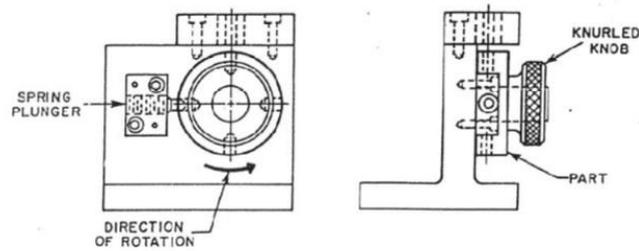
Gambar 2.6 *Jig Kotak* atau *Jig Tumble* [5]

i. **Jig Channel** adalah *box jig* yang paling sederhana. Jika digunakan *jig feet* dapat dilakukan pemesinan pada tiga permukaan.



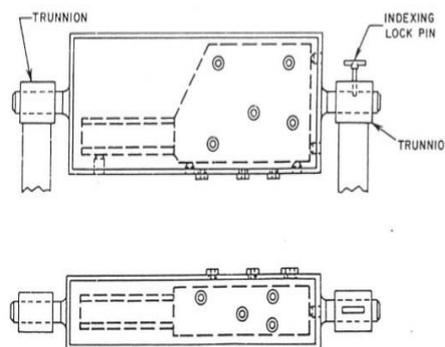
Gambar 2.7 *Jig Channel* [5]

j. **Jig Indexing** digunakan untuk menghasilkan jarak antar pemesinan yang akurat, meluaskan lubang atau daerah yang di mesin lainnya di sekeliling komponen. Untuk melakukan ini, *jig* menggunakan komponen sendiri atau plat referensi dan sebuah *plunger*. *Jig indexing* yang besar disebut juga *jig rotary*.

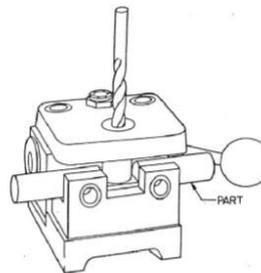
Gambar 2.8 *Jig Indexing* [5]

k. ***Jig Trunnion*** adalah jenis *jig rotary* untuk komponen yang besar atau bentuknya tidak biasa. Komponen pertama-tama diletakkan di dalam kotak pembawa dan kemudian dipasang pada *trunnion*.

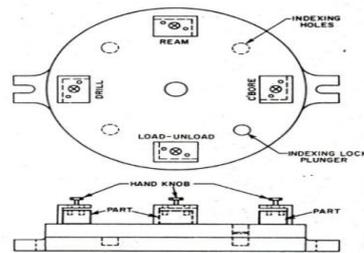
l. ***Rotary Jig*** untuk benda kerja berukuran sangat besar atau benda kerja yang memiliki bentuk tidak biasa/rumit.

Gambar 2.9 *Jig Rotary* [5]

m. ***Jig Pompa*** adalah *jig* komersial yang mesti disesuaikan oleh pengguna. Plat yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.

Gambar 2.10 *Jig Pompa* [5]

n. **Jig Multistation (stasiun banyak)** disusun dari berbagai *jig*, biasanya untuk proses pada mesin *multi spindle*. Ketika satu bagian mengkurdi, bagian lain meluaskan lubang (*reaming*) dan bagian ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. Stasiun akhir digunakan untuk melepaskan komponen yang sudah selesai dan mengambil komponen yang baru.

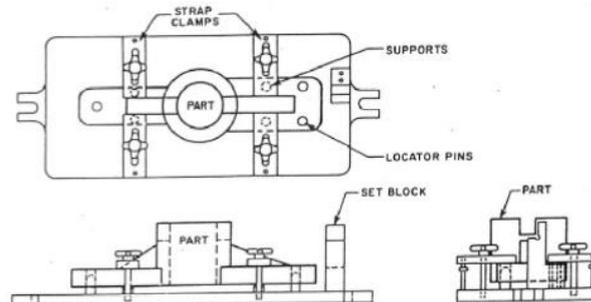


Gambar 2.11 *Jig Multistation* [5]

2.1.3 Jenis-Jenis *Fixture*

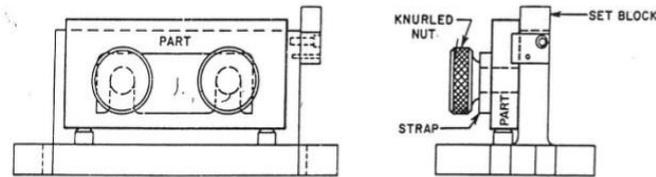
Jenis *fixture* dibedakan terutama oleh bagaimana alat bantu ini dibuat. Perbedaan utama dengan *jig* adalah beratnya. *Fixture* dibuat lebih kuat dan berat dari *jig* dikarenakan gaya perkakas yang lebih tinggi.

a. ***Fixture Plat*** adalah bentuk paling sederhana dari *fixture*. *Fixture* dasar dibuat dari plat datar yang mempunyai variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi *fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses pemesinan.

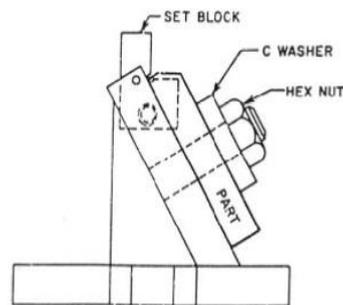


Gambar 2.12 *Fixture Plate* [5]

b. Fixture Plat Sudut adalah variasi dari *fixture* Plat. Dengan *fixture* jenis ini, komponen biasanya di mesin pada sudut tegak lurus terhadap *locator*. Jika sudutnya selain 90 derajat, *fixture* plat Sudut yang dimodifikasi bisa digunakan.

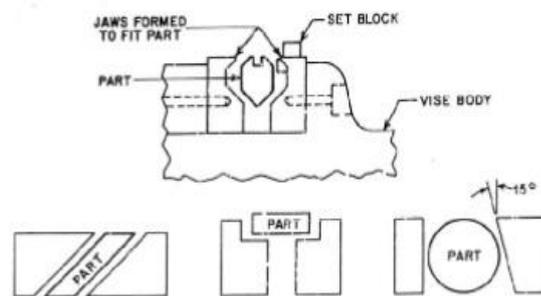


Gambar 2.13 *Fixture Plate* Sudut [5]



Gambar 2.14 *Fixture Plate* Sudut Modifikasi [5]

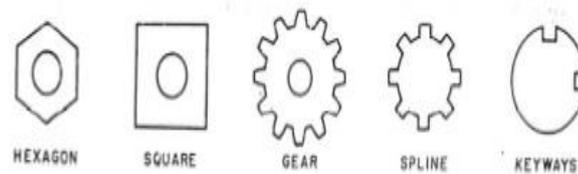
c. Fixture Vise Jaw digunakan untuk pemesinan komponen kecil. Dengan alat ini, *vise jaw standar* digantikan dengan *jaw* yang dibentuk sesuai dengan bentuk komponen.



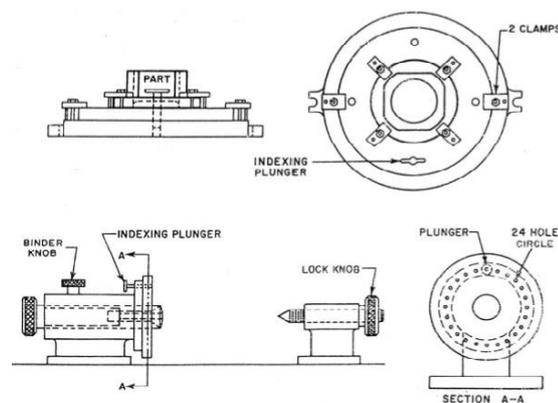
Gambar 2.15 *Fixture Vise Jaw* [5]

d. Fixture Indexing mempunyai bentuk yang hampir sama dengan *jig indexing*. *Fixture* jenis ini digunakan untuk pemesinan komponen yang mempunyai detail

pemesinan untuk rongga yang detail. Berikut adalah contoh komponen yang menggunakan *fixture indexing*.

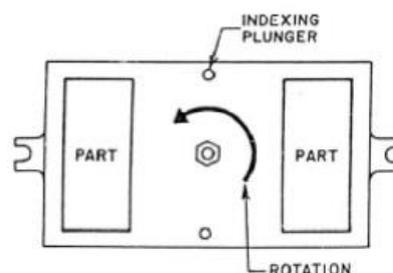


Gambar 2.16 Komponen *Fixture Indexing* [5]



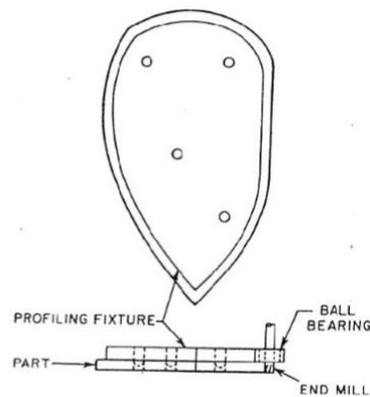
Gambar 2.17 *Fixture Indexing* [5]

e. *Fixture Multistation* adalah jenis *fixture* untuk kecepatan tinggi, volume produksi tinggi dimana siklus pemesinan kontinyu. *Fixture duplex* adalah jenis paling sederhana dari jenis ini dimana hanya ada dua stasiun. Mesin tersebut bisa memasang dan melepaskan benda kerja ketika pekerjaan pemesinan berjalan. Misal, ketika pekerjaan pemesinan selesai pada stasiun 1, perkakas berputar dan siklus diulang pada stasiun 2. Pada saat yang sama benda kerja dilepaskan pada stasiun 1 dan benda kerja yang baru dipasang.



Gambar 2.18 *Fixture Duplex* [5]

f. *Fixture Profil* digunakan mengarahkan perkakas untuk pemesinan kontur dimana mesin secara normal tidak bisa melakukan. Kontur bisa internal atau eksternal. (Gambar 2.19) memperlihatkan bagaimana secara akurat memotong dengan tetap menjaga kontak antara *fixture* dan bantalan pada pisau potong.



Gambar 2.19 *Fixture Profil* [5]

2.2 Penjelasan Umum *Drilling*

Drilling adalah suatu proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang bulat pada material logam maupun non logam yang masih pejal atau material yang sudah berlubang. Proses menghasilkan lubang dapat pula dilakukan dengan cara yang lain yaitu dengan proses *boring* (memperbesar lubang).

Dalam prosesnya, proses *drilling* adalah proses pemesinan yang paling sederhana di antara proses pemesinan yang lain. Proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*). Kotoran harus keluar melalui alur *helix* pahat *drill* keluar lubang. Ujung pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, sehingga proses pendinginan menjadi relatif sulit. Proses pendinginan biasanya dilakukan dengan menyiram benda kerja yang dilubangi dengan cairan pendingin, disemprot dengan cairan pendingin atau cairan pendingin dimasukkan melalui lubang di tengah mata bor.

2.2.1 Parameter *Drilling*

Parameter *drilling* dapat diartikan sebagai variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi dan hasil kerja dari *drill*. Dalam pengerjaan aktual, parameter dari *drilling* ada banyak. Untuk mendapatkan pemahaman yang sistematis maka, berikut akan dijelaskan beberapa parameter yang paling berpengaruh :

a. Material Benda Kerja

Pemilihan material tentunya harus diperhatikan sehingga proses *drilling* dapat berjalan dengan lancar setiap material harus disesuaikan dengan mata bor yang sesuai dengan tingkat kekerasan material dan juga teknik yang benar dapat mempengaruhi kualitas dari *drilling* tersebut.

b. Material Alat Potong

Dalam hal ini yaitu mata bor yang digunakan, baik dari segi bahan, kekuatan, kekerasan yang dapat menjadi faktor sangat penting dari hasil yang akan didapatkan. Pemilihan mata bor harus hati-hati agar dapat terhindar dari benda kerja yang rusak disebabkan oleh mata bor yang tidak sesuai standar yang diperlukan .

c. Pendingin

Cairan pendingin memiliki fungsi yang sangat penting dalam proses pemesinan. Baik itu dalam pembubutan, pengefraisan, pengeboran, dan lain-lain. Fungsi utama dari cairan pendingin adalah menstabilkan suhu benda kerja ketika sedang diproses. Ketika benda kerja tersayat akan menimbulkan gesekan antara benda kerja dengan alat potong. Gesekan tersebut akan menimbulkan panas. Apalagi pada saat menggunakan kecepatan potong yang tinggi. Sehingga perlu di dinginkan menggunakan cairan pendingin.

d. Kondisi Mesin

Sebelum melakukan pekerjaan perlu dilakukan pengecekan kondisi mesin apakah bekerja atau ada kerusakan pada mesin tersebut. Ini dilakukan agar terhindar dari kecelakaan kerja.

e. Sistem Pencekaman Benda Kerja

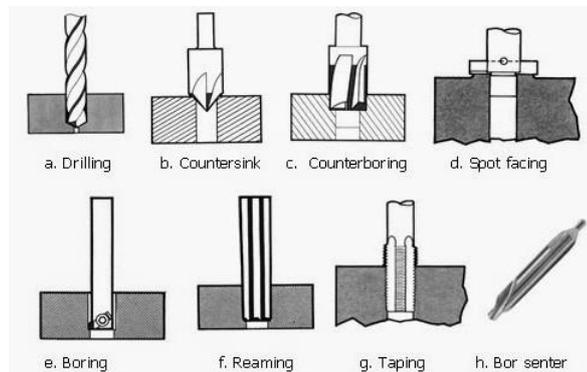
Disaat kita melakukan kerja pada mesin hal yang harus diperhatikan adalah posisi pencekaman benda kerja yang akan diproses. Pastikan pencekaman pada

benda kerja telah benar agar terhindar dari perubahan posisi benda kerja yang mengakibatkan bentuk tidak sesuai keinginan.

2.2.2 Berbagai Proses yang Berhubungan dengan *Drilling*

Terdapat beberapa jenis proses yang terkait dengan *drilling*. Proses ini memerlukan lubang awal yang dibentuk dengan *drilling*, kemudian lubang di modifikasi. Beberapa proses tersebut diantaranya:

- a. ***Drilling*** adalah suatu proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang bulat pada material logam maupun non logam yang masih pejal atau material yang sudah berlubang.
- b. ***Counter Sinking*** serupa dengan *counter boring*, tetapi lubang lebar berbentuk kerucut untuk "menyimpan" kepala sekrup berbentuk kerucut.
- c. ***Counter Boring*** menghasilkan lubang bertingkat, lubang diameter besar di ikuti dengan lobang diameter lebih kecil. Digunakan untuk "menyimpan" kepala baut agar tidak menonjol.
- d. ***Spot Facing*** mirip dengan proses *milling*. Digunakan untuk meratakan permukaan tertentu benda kerja yang menonjol, terutama setelah proses *drilling*.
- e. **Proses Bor (*Boring*)** adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*).
- f. ***Reaming*** digunakan untuk sedikit menambah lebar lubang, menghasilkan toleransi yang lebih baik pada diameternya. Pahatnya disebut *reamer*, biasanya berbentuk galur lurus.
- g. ***Tapping*** proses ini dilakukan dengan pahat tap, untuk membuat internal ulir pada permukaan dalam sebuah lubang.
- h. ***Centering*** disebut juga *center drilling*, digunakan untuk membuat lubang awal sehingga *drilling* dapat dilakukan pada posisi yang lebih akurat. Pahatnya disebut *center drill*.



Gambar 2.20 Proses yang Berhubungan dengan *Drilling* [5]

2.2.3 Proses *Drilling*

Berikut merupakan urutan proses *drilling* :

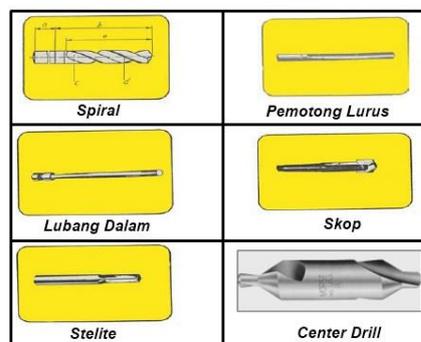
1. Tandai dengan garis pada bagian yang akan di *drill* dengan menggunakan *scriber* dengan jarak sesuai dengan gambar kerja.
2. Pada perpotongan tanda garis tersebut buatlah titik dengan menggunakan *centre punch*.
3. Pasang benda kerja pada ragum dan cekam dengan kuat. Pastikan benda kerja terpasang tegak lurus terhadap sumbu *spindle drill*.
4. Pasang *centre tap* pada *drill chuck* untuk menepatkan pusat lubang yang akan dibuat.
5. Pasang *center drill* pada *drill chuck* untuk membuat awalan lubang. *Center drill* hanya boleh masuk sampai pada batas sisi potongnya karena pada spiralnya tidak terdapat sudut bebas sehingga kalau dipaksakan maka *center drill* akan terjepit.
6. Setelah lubang awal dibuat mulailah *drilling* dengan menggunakan mata *drill*. jika lubang berukuran besar maka *drilling* dilakukan bertahap.

2.2.4 Jenis Mata Bor

Mata bor merupakan suatu alat yang berfungsi untuk membuat lubang pada kayu, plastik, dinding, besi, logam dan kaca. Banyak sekali jenis dan ukuran lubang yang dapat dibuat dengan mesin bor, beda jenis beda pula fungsinya. Maka dari itu kita perlu menggunakan mata bor yang tidak hanya bagus tetapi bisa melubangi

dasar apapun baik itu besi, kayu, beton dengan cepat dan mudah. Berikut ini jenis-jenis mata bor.

- a. **Mata Bor Spiral** digunakan untuk pembuatan lubang yang diameternya sama dengan diameter mata bor.
- b. **Mata Bor Pemotong Lurus** digunakan untuk material yang lunak seperti kuningan, tembaga, perunggu dan plastik.
- c. **Mata Bor untuk lubang yang dalam (*Deep Hole Drill*)** digunakan untuk membuat lubang yang relatif dalam.
- d. **Mata Bor Skop (*Spade Drill*)** digunakan untuk material yang keras tetapi rapuh. Mata potong dapat diganti-ganti.
- e. **Mata Bor *Stelite*** digunakan untuk membuat lubang pada material yang telah dikeraskan. Mata bornya mempunyai bentuk segitiga dan terbuat dari baja campuran yang tahan panas.
- f. **Mata Bor *center* (*Center Drill*)** merupakan kombinasi mata bor dan *counter sink* yang sangat baik digunakan untuk membuat lubang *center*.



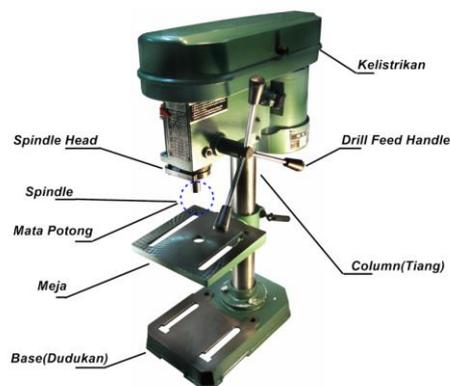
Gambar 2.21 Jenis Mata Bor [5]

2.3 Mesin bor

Mesin bor atau sering juga disebut dengan mesin gurdi adalah salah satu jenis mesin perkakas dengan gerakan utama berputar. Sebuah pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa sisi potong dan alur yang berhubungan disepanjang badan pahat, alur ini dapat berbentuk lurus atau helik yang berfungsi untuk lewatnya serpihan hasil pemotongan dan cairan pendingin. Proses permesinan yang paling sederhana diantara proses permesinan yang lain

adalah proses pengeboran atau proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*).

2.3.1 Bagian Mesin Bor Duduk



Gambar 2.22 Mesin Bor Duduk [5]

- a. **Base (Dudukan)** merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. *Base* paling bawah menempel pada lantai, biasanya di baut. Pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.
- b. **Column (Tiang)** bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. Kolom berbentuk *silinder* yang mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja
- c. **Table (Meja)** bagian yang digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Untuk menjepit benda kerja agar diam menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.
- d. **Drill (Mata Bor)** adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor *spiral* karena daya hantarnya yang baik, penyaluran serpih yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekrup.
- e. **Spindle** bagian yang menggerakkan *chuck* atau pencekam, yang memegang / mencekam mata bor.

- f. **Spindle Head** merupakan rumah dari konstruksi *spindle* yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa *belt* dan diatur oleh *drill feed handle* untuk proses pemakanannya.
- g. **Drill Feed Handle**, *handel* untuk menurunkan atau menekan *spindle* dan mata bor ke benda kerja (memakankan).
- h. **Kelistrikan**, penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik, untuk kelengkapannya mulai dari kabel power dan kabel penghubung, sekering, lampu *indicator*, saklar on / off dan saklar pengatur kecepatan.
- i. **Ragum** untuk mesin gurdi digunakan untuk mencekam benda kerja pada saat akan di bor.

2.3.2 Prinsip Dasar Mesin Bor

a. Putaran Mata Bor (n)

Gerakan putaran mata bor ini merupakan gerakan berputarnya spindle mesin bor. Besarnya putaran spindle ini tergantung oleh material benda kerja. Material mata bor dan diameter mata bor. Gerakan utama ini diukur dalam m/menit.

b. Laju Pemakanan (f)

Laju pemakanan adalah gerakan turunnya mata bor menuju benda kerja tiap satuan waktu. Besarnya laju pemakanan ini mempengaruhi kualitas permukaan hasil lubang. Laju pemakanan diukur dalam mm/putaran.

Gerak berputar spindle utama dihasilkan dari gerak putar motor utama yang diteruskan melalui beberapa sistem transmisi yaitu :

1. Sistem transmisi sabuk (*belt*)

- a. Biasanya digunakan untuk mesin bor meja atau mesin yang dayanya kecil.
- b. Jika terjadi kelebihan beban memungkinkan adanya selip sehingga aman, tetapi efisiensi dayanya rendah.

2. Sistem transmisi roda gigi (*gear*)

- a. Biasanya digunakan untuk mesin bor yang dayanya besar.
- b. Efisiensi daya tinggi tidak memungkinkan adanya selip.

3. Sistem transmisi gabungan sabuk dan roda gigi.

Ditentukan oleh beberapa hal yaitu sebagai berikut :

- a. Jarak ke tiang poros utama.
- b. Biasanya mata bor yang dapat di pasang.
- c. Panjang langkah poros utama.
- d. Jarak dari permukaan meja ke spindle utama.

2.4 Rumus Dasar Perhitungan

Dalam perancangan suatu alat sangat dibutuhkan perhitungan dasar untuk mempermudah dalam melakukan perencanaan elemen mesin. Oleh karena itu, perlu diketahui rumus-rumus dasar yang akan digunakan dalam merancang *jig and fixture* bor 45 derajat ini. Adapun rumus-rumus perhitungan yang akan digunakan adalah :

2.4.1 Rumus Perhitungan Kecepatan Putaran Mesin

Sebelum melakukan proses permesinan, perlu ditentukan terlebih dahulu dari kecepatan putaran mesin yang digunakan.

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \text{ (Rpm)} \dots \dots \dots (2.1, \text{ Lit. 8, Hal. 48})$$

Keterangan :

N = Kecepatan putaran mesin

Vc = kecepatan potong

d = diameter mata bor yang digunakan (mm)

2.4.2 Rumus Perhitungan Kekuatan Sambungan Las

Pada pengelasan listrik terdapat beberapa jenis sambungan las, sambungan yang digunakan dalam pembuatan alat *jig and fixture* ini adalah sambungan *butt joint* dan *tee joint*. Untuk mengetahui kekuatan sambungan las maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.

Untuk mendapatkan kekuatan pengelasan diperlukan tegangan geser dari bahan yang digunakan ,berikut ini tegangan geser yang terjadi pada pengelasan :

$$T_g = 0,5 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots(2.2, \text{Lit. 10, Hal. 220})$$

Rumus kekuatan pengelasan :

$$P = t \times l \times T_g \text{ (N)} \dots\dots\dots(2.3, \text{Lit. 11, Hal. 350})$$

Keterangan :

P = Kekuatan Pengelasan (N)

T = Tebal Pengelasan (mm)

l = Panjang Pengelasan (mm)

Tg = Tegangan Geser (N/mm²)

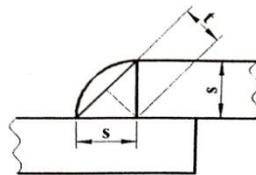
Rumus menentukan tebal pengelasan :

$$T = S \times \sin 45^\circ \dots\dots\dots(2.4, \text{Lit. 11, Hal. 349})$$

Keterangan :

T = Tebal Pengelasan (mm)

S = Lebar Kampuh Las (mm)

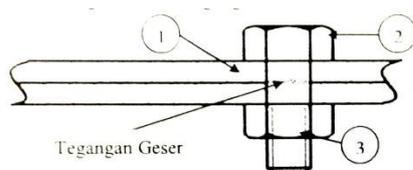


Gambar 2.23 Jenis Pengelasan

Besar kekuatan las dapat digunakan jika, kekuatan lasan $F_{\text{tangen}} \leq P$ sehingga pengelasan kuat menahan beban gaya yang terjadi.

2.4.3 Perhitungan Kekuatan Sambungan Baut

Dalam pembuatan alat ini, kekuatan sambungan baut perlu dihitung untuk mengetahui diameter baut yang akan digunakan.



Gambar 2.24 Ilustrasi Tegangan Geser Pada Baut

$$\sigma t \text{ izin} = \frac{\sigma t}{v}$$

Maka tegangan geser izinnnya adalah

$$\tau_g \text{ izin} = 0,5 \times \sigma t \text{ izin} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.5, \text{ Lit.10, Hal. 220})$$

Kekuatan baut dapat diketahui dengan membandingkan besar dari tegangan geser yang terjadi pada baut dengan tegangan geser izin baut tersebut.berikut perhitungannya.

$$\tau_g = \frac{F \text{ total}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots(2.6, \text{ Lit. 9, Hal. 6})$$

Keterangan:

τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

F total = Gaya yang terjadi (N)

A = Luas Penampang Baut (mm²)

Karena baut yang digunakan berjumlah 8 buah. Maka tegangan geser yang telah diperoleh dibagi 8.

$$\tau_g = \frac{0,700}{8}$$

$$\tau_g = 0,087 \text{ N/mm}^2$$

Jadi dapat disimpulkan bahwa $\tau_g \leq \tau_g \text{ izin}$ baut,maka baut aman untuk digunakan.

2.5 Rumus Untuk Menghitung Biaya Produksi

Ada beberapa rumus yang akan digunakan dalam menghitung biaya produksi yaitu biaya material, biaya sewa mesin, biaya operator, biaya tak terduga, biaya produksi total, keuntungan, harga jual, dan break even point (BEP). Berikut penjelasan mengenai rumus perhitungan biaya produksi :

1. Biaya Material

Adapun rumus yang digunakan dalam perhitungan biaya material adalah sebagai berikut :

$$W = V \times \rho$$

Keterangan :

W = Berat Material (kg)

V = Volume Material (m³)

ρ = Massa Jenis Material (kg/m³)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\mathbf{TH = HS \times W}$$

Keterangan :

TH = Total Harga per Material (Rupiah)

HS = Harga Satuan (Rp/kg)

W = Berat Material (kg)

2. Biaya Sewa Mesin

Penulis tidak membuat perhitungan secara detail, karena penulis mencantumkan hasil perhitungan berdasarkan harga sewa mesin yang sudah ada dilapangan.

Rumus yang digunakan :

$$\mathbf{BSM = Tm \times B}$$

Keterangan :

BSM = Biaya Sewa Mesin

Tm = Waktu Permesinan (jam)

B = Sewa Mesin (Rupiah/jam)

3. Biaya Operator

Sesuai dengan data yang diambil dari Upah Minimal Provinsi Sumatera Selatan 2020, maka biaya operator per jam adalah :

Rumus yang digunakan :

$$\mathbf{Upah = \frac{UMP}{jam/bulan}}$$

Maka total biaya operator adalah :

$$= \text{Upah} \times \text{total waktu pengerjaan}$$

4. Biaya Tak Terduga

Biaya tak terduga diambil 15% dari biaya material dan biaya sewa mesin, jadi untuk mencari rumus biaya tak terduga adalah :

$$\mathbf{BT = 15\% \times (BSM + HM)}$$

Keterangan :

BT = Biaya Tak Terduga

BSM = Biaya Sewa Mesin

HM = Harga Material

5. Biaya Produksi Total

Rumus yang digunakan :

$$\mathbf{BPT = HM + BSM + BO + BT}$$

Keterangan :

BPT = Biaya Produksi Total

BT = Biaya Tak Terduga

BSM = Biaya Sewa Mesin

HM = Harga Material

BO = Biaya Operator

6. Keuntungan

Keuntungan diambil sebesar 25% dari biaya produksi, maka rumus yang digunakan :

$$\mathbf{K = 25\% \times BTP}$$

Keterangan :

K = Keuntungan

BPT = Biaya Produksi Total

7. Harga Jual

Untuk menghitung harga jual menggunakan rumus :

$$\mathbf{HJ = BPT + K}$$

Keterangan :

HJ = Harga Jual

BPT = Biaya Produksi Total

K = Keuntungan