

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* hal ini dikemukakan oleh Firdaus (2001) :

1. Aspek Teknis / Fungsi :
 - a. Mendapatkan kepresisian / ketepatan dalam ukuran.
 - b. Mendapatkan keseragaman ukuran.
2. Aspek Ekonomi:
 - a. Mengurangi biaya produksi dengan memperpendek waktu proses.
 - b. Menurunkan biaya produksi dengan pemakaian bukan *operator* ahli/trampil
 - c. Meningkatkan efisiensi penggunaan alat atau mesin.
 - d. Optimalisasi mesin yang kurang teliti.
 - e. Mengurangi waktu inspeksi dan alat ukur.
 - f. Meniadakan kesalahan pengerjaan (*reject*).
3. Aspek Sosial / Keamanan :
 - a. Mengurangi beban kerja fisik *operator*.
 - b. 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 memposisikan, mencekam, menahan benda kerja agar benda kerja dapat dilakukan proses permesinan. Contoh umumnya yaitu ragam yang ada pada mesin. (staffnew.uny, 2011)

2.1.2 Jenis-Jenis *Jig*

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

1. *Jig Bor*

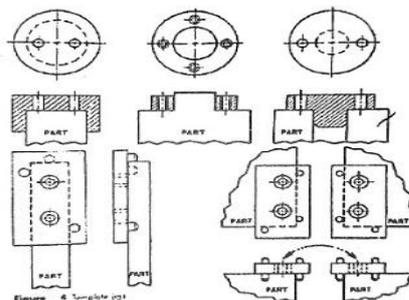
berfungsi untuk proses *boring* lubang yang terlalu besar untuk di *drill* atau ukuran lubang tidak sesuai diameter pahat *drill* (tidak standar).

2. *Jig Drill*

berfungsi untuk proses *drill*, *ream*, *top*, *champer*, *counterbore*, *countersink* *reverse spotface* dan *reverse*.

3. *Jig Template*

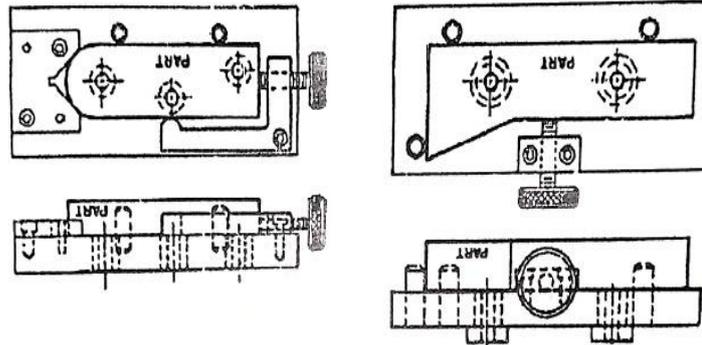
adalah *jig* yang digunakan untuk keperluan akurasi. *Jig* tipe ini terpasang diatas, pada atau di dalam benda kerja dan tidak di klem seperti pada (Gambar 2.1). *Template* bentuknya paling sederhana dan tidak mahal. *Jig* jenis ini bisa mempunyai *bushing* atau tidak.



Gambar 2. 1 *Jig Tamplate* (Hilman, 2019)

4. Jig Plate

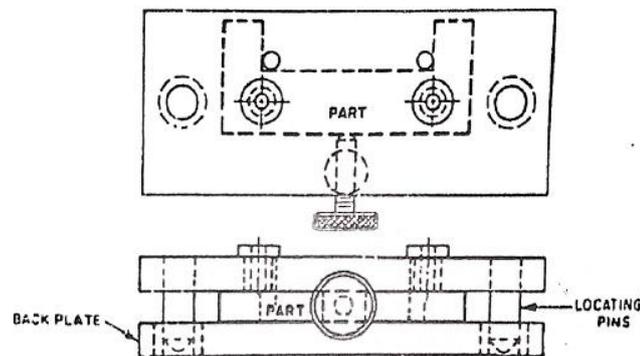
adalah *jig* sejenis dengan *template*, perbedaannya hanya *jig* jenis ini mempunyai klem untuk memegang benda kerja. *Jig plate* kadang-kadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja terutama untuk benda kerja yang besar. *Jig* jenis ini disebut *jig table*.



Gambar 2.2 *Jig Plate* (Hilman, 2019)

5. Jig Sandwich

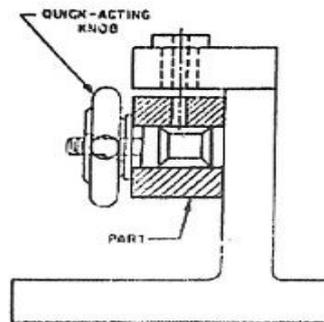
adalah bentuk *jig plate* dengan *plat* bawah. *Jig* jenis ini ideal untuk komponen yang tipis atau lunak yang mungkin bengkok atau terlipat pada *jig* jenis lain.



Gambar 2.3 *Jig Sandwich* (Hilman, 2019)

6. Jig Angle Plate

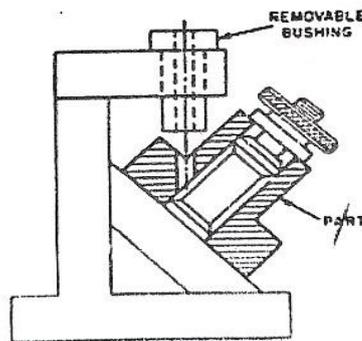
plat Sudut digunakan untuk memegang komponen yang di mesin pada sudut tegak lurus (90 derajat) terhadap *mounting locator* (dudukan *locator*) yaitu dudukan untuk alat penepatan posisi benda kerja.



Gambar 2.4 *Jig Angle Plate* (Hilman, 2019)

7. *Jig Modified Angle Plate*

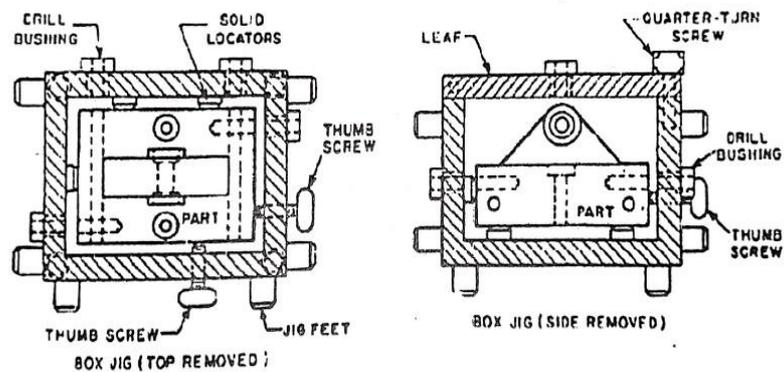
dimana sudut pegangnya bisa selain 90 derajat.



Gambar 2.5 *Jig Modified Angle Plate* (Hilman, 2019)

8. *Jig Kotak (Jig Tumble)*

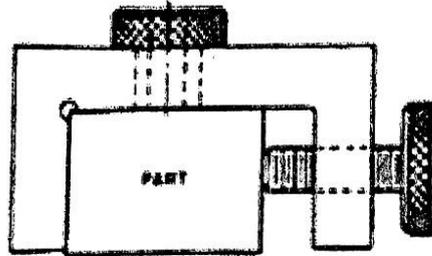
biasanya mengelilingi komponen. *Jig* jenis ini memungkinkan komponen di mesin pada setiap permukaan tanpa memposisikan ulang benda kerja pada *jig*.



Gambar 2.6 *Jig Kotak* atau *Jig Tumble* (Hilman, 2019)

9. *Jig Channel*

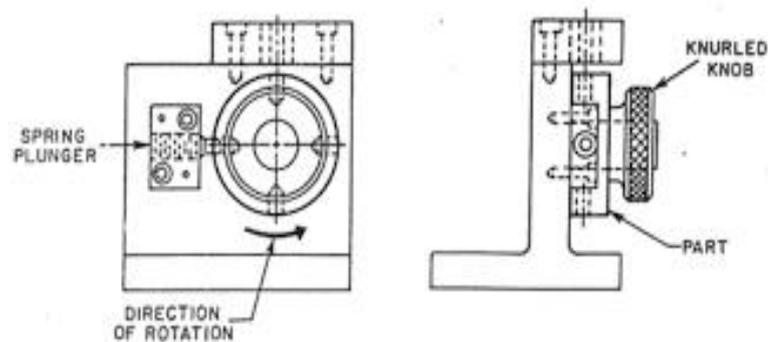
adalah box *jig* yang paling sederhana. Jika digunakan *jig feet* dapat dilakukan permesinan pada tiga permukaan.



Gambar 2.7 *Jig Channel* (Hilman, 2019)

10. *Jig Indexing*

digunakan untuk menghasilkan jarak antar permesinan 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*.



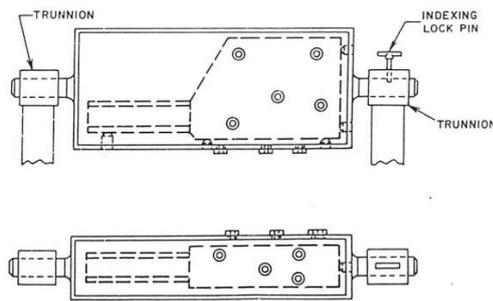
Gambar 2.8 *Jig Indexing* (Hilman, 2019)

11. *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*.

12. *Rotary Jig*

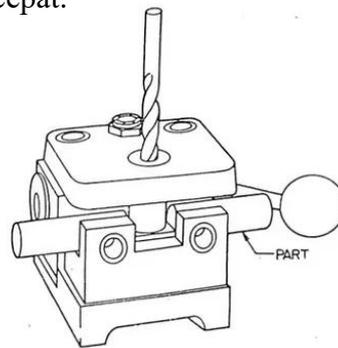
untuk benda kerja berukuran sangat besar atau benda kerja yang memiliki bentuk tidak biasa/rumit.



Gambar 2.9 *Jig Rotary* (Hilman, 2019)

13. *Jig Pompa*

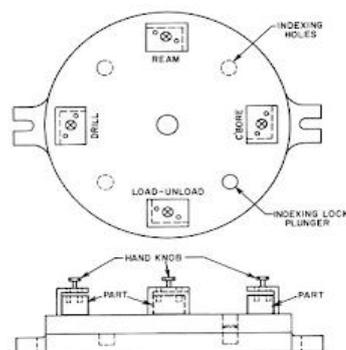
adalah *jig* komersial yang mesti disesuaikan oleh pengguna. *plat* yang diaktifkan oleh tuas membuat alat ini bisa memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.



Gambar 2.10 *Jig Pompa* (Hilman, 2019)

14. *Jig Multistation* (Stasion Banyak)

disusun dari berbagai *Jig*, biasanya untuk proses pada mesin multi spindel. Ketika satu bagian menggurdi, bagian lain meluaskan lubang (*Reaming*) dan bagian ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. Stasion akhir digunakan untuk melepaskan komponen yang sudah selesai dan mengambil komponen yang baru.



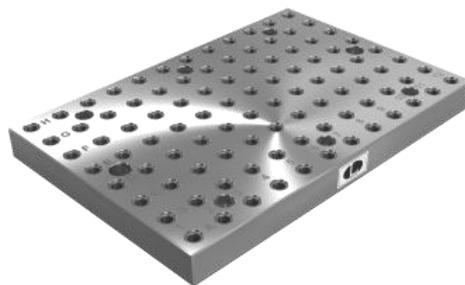
Gambar 2.11 *Jig Multistation* (Hilman, 2019)

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.

1. *Fixture plat*

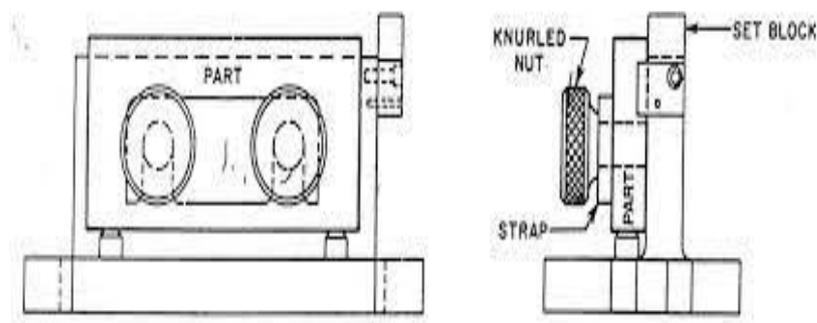
Menurut Hoffman (2011). *Fixture* jenis ini adalah bentuk paling sederhana dari *Fixture*. *Fixture* dasar dibuat dari *plat* datar yang mempunyai variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi *Fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses permesinan.



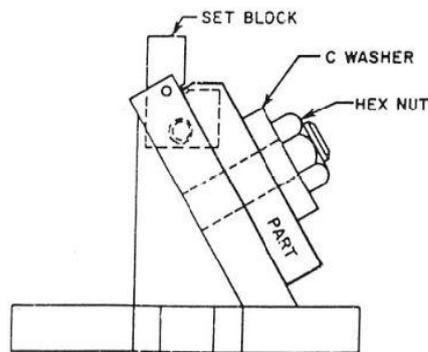
Gambar 2.12 *Fixture Plate* (Hilman, 2019)

2. *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 (Hilman, 2019)



Gambar 2.14 *Fixture Plate Sudut Modifikasi* (Hilman, 2019)

3. *Fixture Vise Jaw*

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

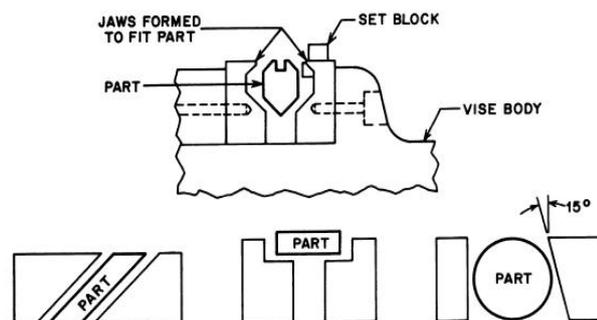


Figure 2-20 *Vise-jaw fixture.*

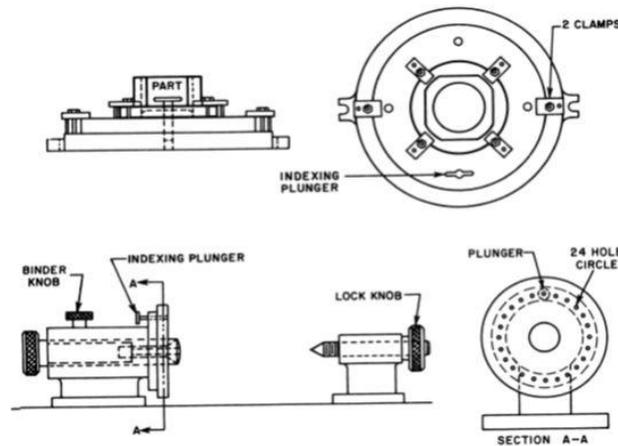
Gambar 2.15 *Fixture Vise Jaw* (Hilman, 2019)

4. *Fixture Indexing*

mempunyai bentuk yang hampir sama dengan *Jig Indexing*. *Fixture* jenis ini digunakan untuk permesinan komponen yang mempunyai detail permesinan untuk rongga yang detail. Berikut adalah contoh komponen yang menggunakan *Fixture Indexing*.



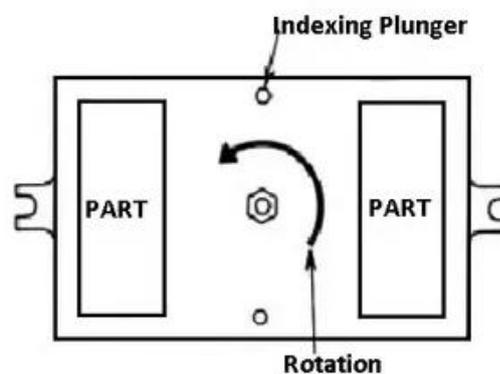
Gambar 2.16 *Komponen Fixture Indexing* (Hilman, 2019)



Gambar 2.17 *Fixture Indexing* (Hilman, 2019)

5. *Fixture Multistation*

Fixture dengan desain dan jenis ini adalah jenis *Fixture* untuk kecepatan tinggi, volume produksi tinggi dimana siklus permesinan kontinyu. Dan bagian *Fixture Duplex* nya adalah jenis paling sederhana dari jenis ini dimana hanya ada dua stasiun Menurut Khurmi dan Gupta (2005) pada bukunya.. Mesin tersebut bisa memasang dan melepaskan benda kerja ketika pekerjaan permesinan berjalan. Misal, ketika pekerjaan permesinan 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.

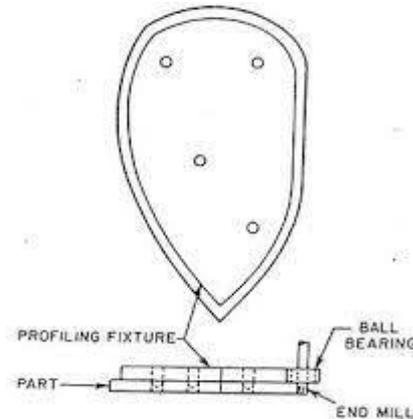


Gambar 2.18 *Fixture Duplex* (Hilman, 2019)

6. *Fixture Profil*

digunakan mengarahkan perkakas untuk permesinan 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* (Hilman, 2019)

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 permesinan yang paling sederhana di antara proses permesinan yang lain. Proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan/memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*). Kotoran harus keluar melalui alur helix pada pahat keluar lubang. Jika alur pahat menempel pada benda kerja yang terpotong, akan membuat 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 ke tengah mata bor. (Teknik Tempur, 2018)

2.2.1 Parameter *Drilling*

Parameter *Drilling* dapat diartikan sebagai variabel-variabel yang berpengaruh terhadap kondisi dan hasil kerja dari *Drilling*. 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 di perlukan.

c. Pendingin

Cairan pendingin memiliki fungsi yang sangat penting dalam proses permesinan. 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. (Teknik Tempur, 2018).

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 Sink*

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*

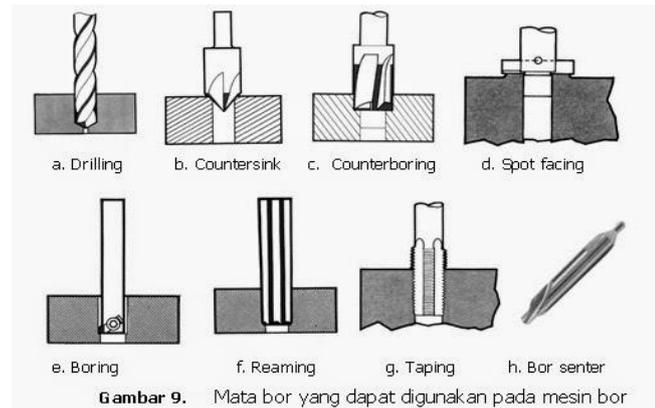
digunakan untuk sedikit menambah lebar lubang, menghasilkan toleransi yang lebih baik pada diameternya. Pahatnya disebut *reamer*, biasanya berbentuk jalur lurus.

g. *Taping*

proses ini dilakukan dengan pahat tap, untuk membuat internal ulir pada permukaan dalam sebuah lubang. (Teknik Tempur, 2018).

h. *centering*

disebut juga *center Drilling*, digunakan untuk membuat lubang awal sehingga *Drilling* dapat dilakukan pada posisi yang lebih akurat. Pahatnya disebut *center Drill*. (Teknik Tempur, 2018).



Gambar 2.20 Proses yang Berhubungan dengan *Drilling*
(Hilman, 2019)

2.2.3 Proses Drilling

Berikut merupakan urutan proses *Drilling*:

1. *Tandai* dengan garis pada bagian yang akan di *Drilling* 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 *center Drill* pada *Drill chuck* untuk menepatkan pusat lubang yang akan dibuat.
 5. Gunakan *center Drill* 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.
- (Teknik Tempur, 2018).

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. (Teknik Tempur, 2018).

- a. Mata Bor *Spiral*
digunakan untuk pembuatan lubang yang diameternya sama dengan diameter mata bor.
- b. Mata Bor Pemetong 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 bomnya 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 menibuat lubang *center*.



Gambar 2.21 Jenis Mata Bor (Hady, 2015)

2.3 Mesin Bor

Mesin bor atau sering juga disebut dengan mesin gurdi adalah salah satu jenis mesin perkakas dengan gerakan utama berputar. Dilengkapi sebuah pahat pemotong yang berputar dan memiliki beberapa sisi potong dan alur yang berhubungan disepanjang badan pahat, alur ini dapat berbentuk *Spiral* atau heliks 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*). (Hady, 2015).

2.3.1 Mesin Bor Duduk



Gambar 2.22 Mesin Bor Duduk (Hady, 2015)

Komponen :

- 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.

f. *Drill Feed Handle*

handel untuk menurunkan atau menekankan *spindle* dan mata bor ke benda kerja (memakankan).

g. Kelistrikan

penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik, untuk kelengkapannya mulai dari kabel *power* dan kabel penghubung, sekring, lampu indicator, saklar *on / off* dan saklar pengatur kecepatan.

h. Ragum

untuk mesin gurdi digunakan untuk mencekam benda kerja pada saat akan di bor.

2.3.2 Mesin Bor Tangan



Gambar 2.23 Mesin Bor Tangan (Hady, 2015)

Komponen :

1. Kabel *power*

Kabel *power* merupakan bagian dari yang berfungsi untuk menghubungkan mesin bor dengan sumber listrik. Kabel *power* pada mesin bor umumnya lentur dan kuat terhadap panas.

2. Saklar Bor

Saklar bor merupakan alat yang digunakan sebagai pemutus dan penyambung aliran arus listrik. Tak berbeda jauh pada mesin bor tangan, alat ini digunakan untuk menghidupkan dan mematikan mesin. Saklar pada mesin bor tangan ada yang dilengkapi dengan tuas pengatur putaran arah. Dan ada juga yang dilengkapi dengan *speed control* yang berfungsi untuk mengatur cepat lambatnya putaran mesin.

3. *Carbon Brush*

Carbon Brush atau spul merupakan bagian pada mesin bor yang terbuat dari carbon padat yang berfungsi sebagai penghantar arus listrik dari stator ke rotor. Dalam nggunaannya, *Carbon Brush* dilengkapi dengan *spring* atau pir yang berfungsi sebagai penahan *Carbon Brush* agar selalu menempel pada komutator armature.

4. *Rotor* Dan *Stator*

Rotor dan *stator* merupakan bagian mesin bor tangan yang berfungsi sebagai mesin penggerak. *Rotor (armature)* adalah bagian yang berputar, sedangkan *stator* adalah bagian yang diam. Kedua bagian ini akan bekerja sama untuk dalam menghasilkan energi putaran untuk memutar mata bor.

5. Panel *Drill*

Dalam beberapa jenis mesin bor tangan terdapat bagian yang bernama panel *Drill*. Panel dril ini biasanya terletak di bagian atas atau disamping *body* mesin. Panel *Drill* ini berfungsi untuk menjalankan fungsi *Drill*. *Drill* itu sendiri merupakan gerakan maju mundur dari kepala bor yang bertujuan untuk memberi tekanan mata bor ketika melakukan proses pengeboran pada bidang yang keras, seperti tembok dan beton.

6. *Helical Gear*

Helical Gear atau roda gigi penghubung merupakan bagian mesin bor yang berfungsi sebagai penghubung antara bagian elektrik dengan *chuck* bor. Roda gigi penghubung ini akan berputar mengikuti putaran *rotor* penggerak ketika mesin bor tangan dihidupkan.

7. *chuck* Bor

chuck bor atau kepala bor adalah bagian pada mesin bor tangan yang berada paling ujung yang berfungsi sebagai tempat dudukan mata bor. *chuck* bor ini berupa rahang tiga mulut yang dapat membuka dan menutup ketika memutar kunci mata bor.

8. Mata Bor

Mata bor adalah bagian yang berfungsi sebagai pahat dalam pembuatan lubang. Mata bor terdiri dari berbagai jenis dan ukuran. Untuk jenisnya ada jenis mata bor besi dan mata bor kayu. Sedangkan untuk ukurannya mulai dari 0.5 mm sampai 13 mm. (Hady, 2015).

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 bor vertikal *jig drill locator centering*. Adapun rumus-rumus perhitungan yang akan digunakan adalah sebagai berikut :

2.4.1 Rumus Perhitungan Kecepatan Putaran Mesin

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

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \text{ (Rpm)} \dots\dots\dots (\text{Amstead, 1997})$$

Keterangan:

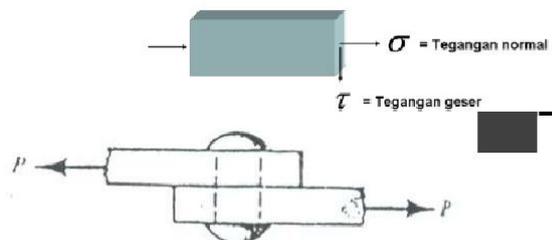
N = kecepatan putaran mesin (Rpm)

Vc = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter mata bor yang digunakan mm

2.4.2 Perhitungan Kekuatan Sambungan Baut

Dalam pembuatan alat ini, kekuatan sambungan baut dihitung untuk mengetahui seberapa besar kekuatan baut dalam menahan tegangan-tegangan yang ada.



Gambar 2.24 Ilustrasi Tegangan Geser pada Baut (Hady, 2015)

Rumus mencari kekuatan geser izin:

$$\sigma_t \text{ izin} = \frac{\sigma_t}{v}$$

Keterangan:

$\sigma_t \text{ izin}$ = Kekuatan tarik izin (kg/mm^3)

v = Jumlah baut

Maka rumus tegangan geser izinnnya adalah

$$\tau_g \text{ izin} = 0,5 \times \sigma_t \text{ izin} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots (\text{Sailon, 2014})$$

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

$$\tau_g = \frac{F_{\text{total}}}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)} \dots\dots\dots \text{(Firdaus, 2001)}$$

Keterangan:

τ_g = Tegangan geser (N/mm²)

F_{total} = Gaya yang terjadi (N)

A = Luas Penampang Baut mm²)

Baut aman digunakan jika, memenuhi syarat bahwa $\tau_g \leq \tau_g$ izin baut, sehingga baut aman.

2.4.3 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 :

$$W = V \times p$$

Keterangan :

W = Berat Material (kg)

V = Volume Material (m³)

P = Massa Jenis Material (kg/m³)

Sedangkan untuk mengetahui harga material dapat ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$TH = HS \times W$$

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:

B S M = 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 :

= Upah x 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 :

$$K = 25\% \times BPT$$

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