

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penjelasan Umum *Jig and Fixture***

*Jig and fixture* adalah alat bantu produksi yang digunakan dalam membuat penggandaan komponen secara akurat dan lebih efisien. Dalam proses produksi, untuk mendapatkan hasil yang seragam, tentunya terdapat keserasian dalam hal posisi dari benda kerja dengan mesin yang digunakan. Oleh karena itu, digunakanlah *jig and fixture* yang didesain sebagai pemegang, penyangga dan penepat setiap bagian sehingga hasil dari proses permesinan akan sesuai dengan batas spesifikasi.

*Jig and fixture* merupakan alat yang membantu dalam peningkatan jumlah produksi suatu produk dengan waktu yang lebih efisien dan biaya produksi seminimal mungkin. Sehingga diperoleh hasil produksi yang lebih presisi.

##### **2.1.1 Definisi *Jig and Fixture***

*Jig* didefinisikan sebagai alat yang membantu dalam mengarahkan, memegang dan menepatkan alat potong pada saat proses permesinan sedang berlangsung. Pada dasarnya *jig* dapat digunakan pada proses pengeboran yang berfungsi sebagai pemegang dan menempatkan mata bor ke benda kerja yang akan dilakukan pengeboran. Hal ini bertujuan agar mata bor tidak berubah posisi dikarenakan getaran pada saat pengeboran ataupun kondisi permukaan benda kerja yang tidak rata.

*Fixture* adalah alat yang memposisikan, mencekam, menahan benda kerja agar benda kerja dapat dilakukan proses permesinan dalam posisi yang presisi. Contoh umumnya yaitu ragam yang ada pada mesin bor duduk.

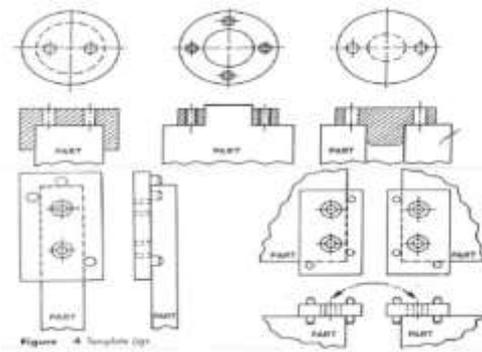
##### **2.1.2 Jenis-Jenis *Jig***

*Jig* terbagi menjadi dua yaitu *jig* gurdi dan *jig* bor. *Jig* bor digunakan untuk proses melubangi lubang yang terlalu besar untuk digurdi atau ukuran lubang tidak sesuai diameter mata *drill*, sedangkan *jig* gurdi digunakan untuk menggurdi

(drilling), reaming, mengetap, chamfer, counterbore, dan countersink. Jig pada dasarnya hampir sama untuk setiap operasi permesinan, perbedaannya hanya dalam ukuran dan bushing yang digunakan. Berikut ini merupakan jenis-jenis jig adalah sebagai berikut :

### 1. Template Jig

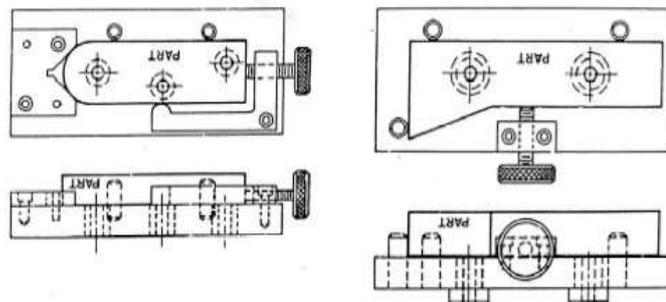
Jig ini digunakan untuk keperluan akurasi dalam proses pengeboran. Jig tipe ini biasanya dipasang diatas atau didalam benda kerja dan tidak diklem. Jig template merupakan jig yang bentuknya paling sederhana dan ekonomis. Pada jig jenis ini, terdapat bushing dan ada pula yang tanpa bushing.



**Gambar 2.1** Template Jig [2]

### 2. Plate Jig

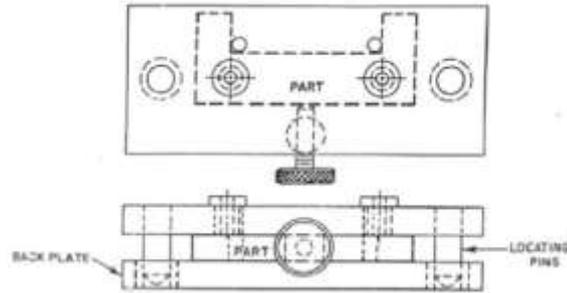
Plate jig hampir sama dengan template jig, perbedaannya jig ini memiliki klem untuk menahan benda kerja. Plate jig terkadang dilengkapi dengan kaki untuk menaikkan benda kerja dari meja, terutama digunakan untuk benda kerja yang berukuran besar.



**Gambar 2.2** Plate Jig [2]

### 3. Sandwich Jig

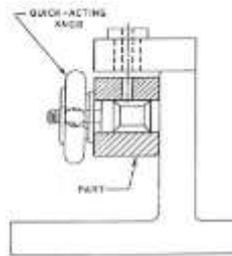
*Jig* ini merupakan jenis *plate jig* yang dilengkapi dengan pelat bawah dan menggunakan *bushing*. *Jig* jenis ini digunakan untuk benda kerja yang tipis atau lunak. Kemungkinan benda kerja yang bengkok atau melengkung jika dikerjakan pada *jig* jenis lain, maka digunakan *sandwich jig* ini.



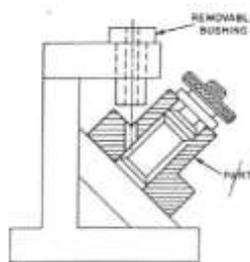
**Gambar 2.3** *Sandwich jig* [2]

### 4. Angle Plate Jig

*Jig* ini digunakan untuk menahan benda kerja yang akan dilakukan proses permesinan pada sudut tertentu terhadap penempatannya. *Jig* tersebut memiliki dua tipe yaitu *jig* dengan sudut 90 derajat (*angle-plate jig*) dan *jig* dengan sudut selain dari 90 derajat (*modified angle-plate jig*).



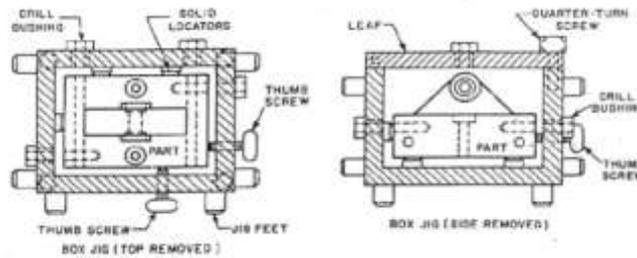
**Gambar 2.4** *Angle Plate Jig* [2]



**Gambar 2.5** *Modified Angle Plate Jig* [2]

### 5. *Box Jig* atau *Tumble Jig*

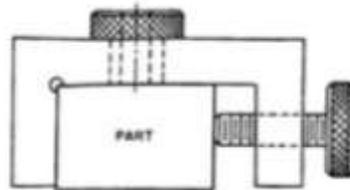
*Jig* ini biasanya mengelilingi benda kerja yang memungkinkan benda kerja dilakukan proses permesinan pada setiap permukaan, tanpa memposisikan ulang benda kerja didalam *jig*.



**Gambar 2.6** *Box Jig* [2]

### 6. *Channel Jig*

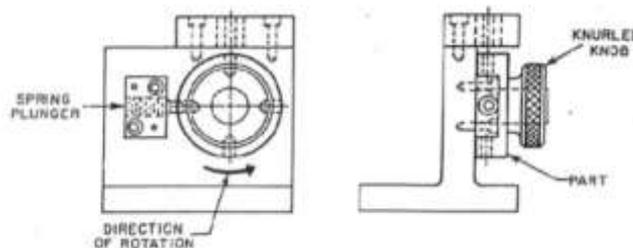
*Channel jig* hampir sama seperti *box jig* yang paling sederhana. *Jig* ini dikerjakan pada kedua sisinya. Jika digunakan *feet jig*, *jig* ini dapat dilakukan permesinan pada tiga sisi benda kerja.



**Gambar 2.7** *Channel Jig* [2]

### 7. *Indexing Jig*

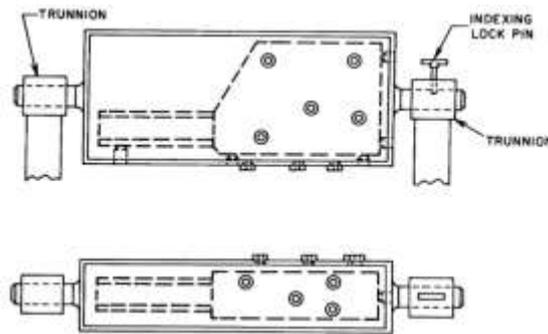
*Indexing Jig* digunakan untuk meluaskan lubang atau daerah lainnya yang proses permesinan disekeliling komponen. Dalam melakukan proses ini, *jig* menggunakan komponen sendiri atau pelat referensi dan sebuah *Plunger*.



**Gambar 2.8** *Indexing Jig* [2]

### 8. *Trunnion Jig*

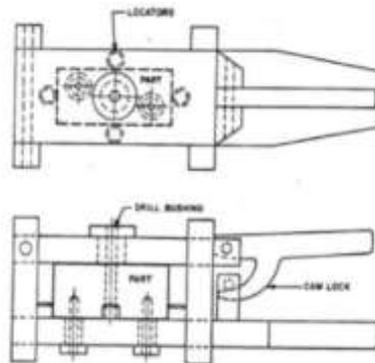
*Trunnion Jig* merupakan jenis *rotary jig* yang digunakan untuk komponen yang besar atau bentuknya tidak biasa. Benda kerja yang ingin dikerjakan diletakkan didalam kotak pembawa dan dipasang pada *trunnion*.



**Gambar 2.9** *Trunnion Jig* [2]

### 9. *Leaf Jig*

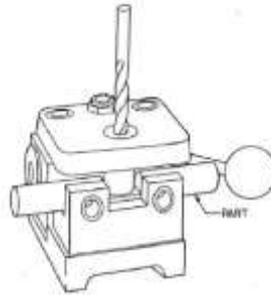
*Leaf Jig* merupakan *jig* kotak kecil yang memiliki *handle* untuk memudahkan mengunci benda kerja dan melepaskannya. Perbedaan antara *leaf jig* dengan *box jig* adalah ukuran dan penempatan benda kerja.



**Gambar 2.10** *Leaf Jig* [2]

### 10. *Pump Jig*

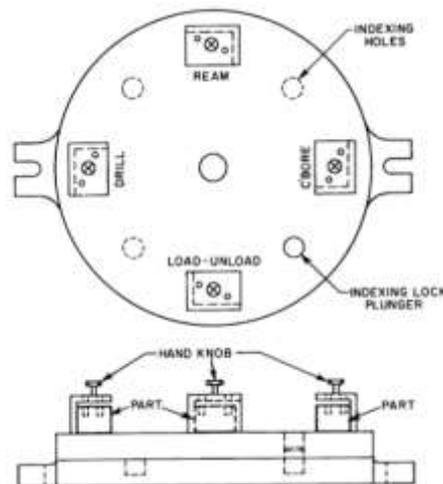
*Pump jig* merupakan *jig* yang dibuat dengan menyesuaikan penggunaannya. Terdapat tuas yang berfungsi untuk mengaktifkan pelat dan dapat memasang dan membongkar benda kerja dengan cepat.



**Gambar 2.11 Pump Jig [2]**

### 11. *Multistation Jig*

*Multistation jig* digunakan untuk beberapa jenis pekerjaan. Ketika *station* pertama melakukan proses pengeboran, *station* kedua melakukan proses meluaskan lubang (*reaming*) dan *station* ketiga melakukan pekerjaan *counterbore*. Stasion akhir digunakan untuk melepaskan komponen yang telah selesai dikerjakan dan siap dipasang benda kerja yang baru.



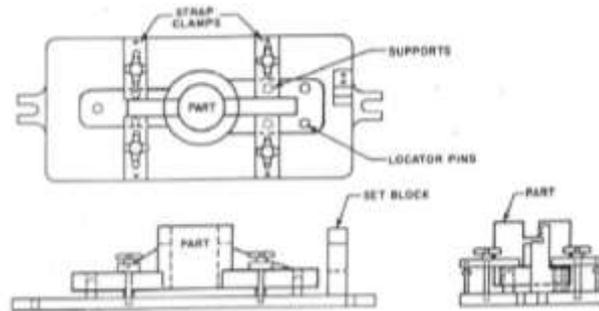
**Gambar 2.12 Mutistation Jig [2]**

### 2.1.3 Jenis-jenis *Fixture*

*Fixture* dibedakan menjadi beberapa bagian. Perbedaan utama dengan *jig* adalah pada bagian konstruksinya. *Fixture* dibuat lebih kuat dan berat dari *jig* dikarenakan gaya perkakas yang lebih tinggi. Berikut ini beberapa jenis *fixture* adalah :

### 1. Plate Fixture

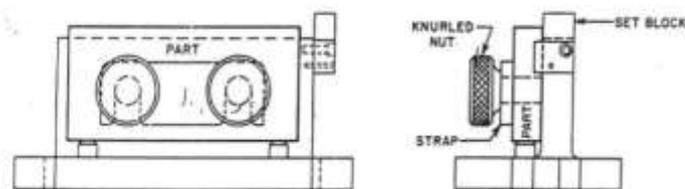
*Plate Fixture* memiliki bentuk paling sederhana dari jenis *fixture*. Dasar pembuatan *fixture* ini, terbuat dari pelat datar yang memiliki variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memposisikan benda kerja. Konstruksi *fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses pemesinan.



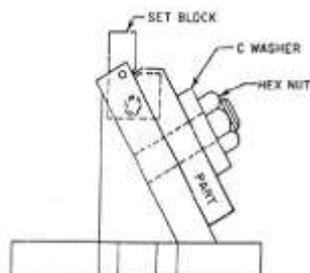
**Gambar 2.13** *Fixture Plate* [2]

### 2. Angle-Plate Fixture

*Angle-Plate Fixture* merupakan variasi dari *plate fixture* yang memiliki sudut kemiringan tertentu. Pada *fixture* jenis ini, benda kerja biasanya diproses permesinan pada sudut tegak lurus terhadap *locatornya*. Jika sudutnya selain 90 derajat, *angle-plate fixture* yang dimodifikasi bisa digunakan.



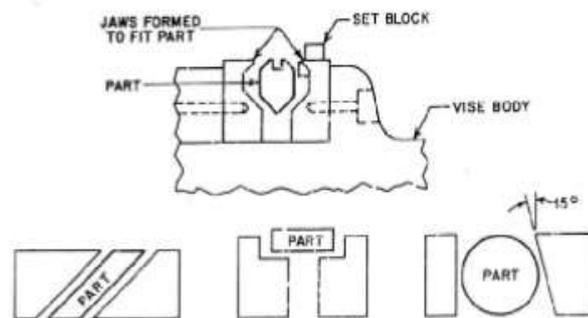
**Gambar 2.14** *Angle-Plate Fixture* [2]



**Gambar 2.15** *Modified Angle-Plate Fixture* [2]

### 3. Vise-Jaw Fixture

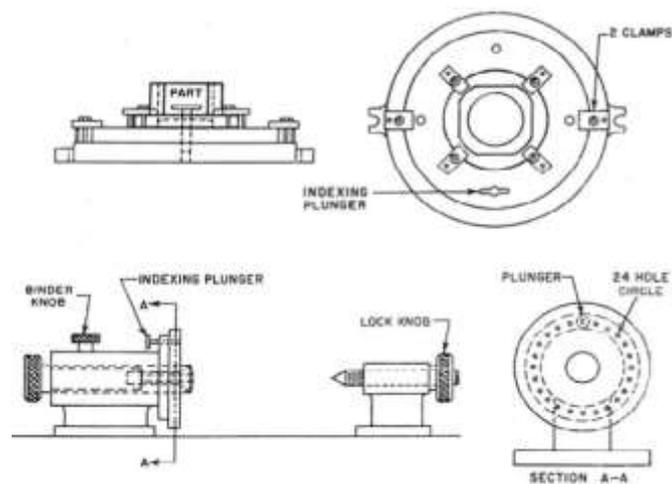
*Fixture* ini digunakan untuk proses permesinan benda kerja yang berukuran kecil. Jika menggunakan *fixture* ini, *vise jaw* yang standar diganti dengan *jaw* yang telah dibentuk sesuai dengan bentuk benda kerja yang di kerjakan. *Fixture* jenis ini sangat terbatas dikarenakan bentuknya yang menyesuaikan benda kerja.



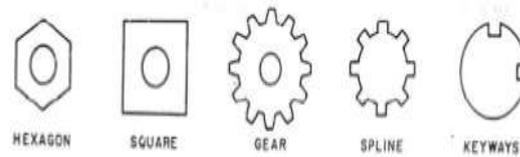
**Gambar 2.16** *Vise Jaw Fixture* [2]

### 4. Indexing Fixture

*Indexing fixture* memiliki bentuk yang hampir sama dengan *indexing jig*. *Fixture* jenis ini digunakan untuk proses permesinan benda kerja yang memiliki bentuk yang detail.



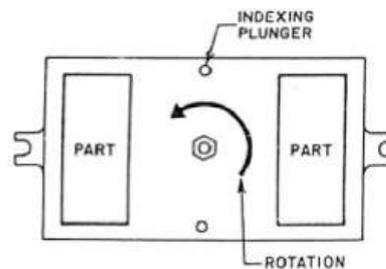
**Gambar 2.17** *Indexing Fixture* [2]



**Gambar 2.18** Komponen *Indexing Fixture* [2]

### 5. *Multistation Fixture*

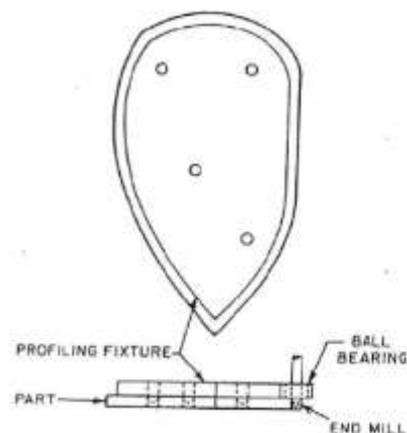
*Multistation Fixture* merupakan jenis *fixture* yang digunakan untuk produksi massal yang siklus permesinan kontinyu. *Duplex fixture* merupakan jenis yang paling sederhana dari *multistation fixture* yang hanya memiliki dua *station*. *Fixture* dapat memasang dan melepaskan benda kerja pada saat proses permesinan berlangsung. Contohnya ketika proses permesinan selesai pada *station 1* maka *fixture* akan berputar dan siklus diulang pada *station 2*. Pada saat yang sama, benda kerja dilepaskan pada *station 1* dan benda kerja yang baru akan dipasang



**Gambar 2.19** *Fixture Multistation* [2]

### 6. *Profil Fixture*

*Profil fixture* digunakan untuk mengarahkan perkakas pada permesinan kontur yang biasanya tidak dapat dilakukan pada mesin normal.



**Gambar 2.20** *Fixture Profil* [2]

#### **2.1.4 Pertimbangan Umum Pembuatan *Jig and Fixture***

Sebelum memutuskan untuk penggunaan *jig and fixture* pada suatu proses produksi, sangat penting untuk memperhatikan pemenuhan tuntutan sebagai berikut :

Tuntutan fungsi :

1. Tuntutan fungsi yang utama pada pembuatan *jig and fixture* adalah bentuk toleransi yang diharapkan dapat tercapai.
2. Keseragaman ukuran pada produk massal tercapai.
3. Waktu proses pengerjaan sebelum menggunakan *jig and fixture* yang panjang dapat berkurang secara nyata.

Tuntutan Penanganan :

1. *Jig and fixture* harus dapat dioperasikan dengan mudah dan cepat oleh operator awan sekalipun.
2. Elemen operasi mudah dikenali dan dimengerti cara pengerjaannya.

Tuntutan Ekonomi :

1. Biaya pembuatan *jig and fixture* terjangkau.
2. Target pencapaian BEP (*Break Event Point*) tercapai.

Tuntutan Konstruksi :

1. Optimasi penggunaan elemen standar.
2. Perancangan hendaknya logis dan tidak berlebihan.
3. Penggunaan elemen yang lepas pasang mempertimbangkan waktu penanganan.
4. Elemen yang lepas pasang harus diikat ke elemen utama agar tidak jatuh atau hilang.
5. *Jig and fixture* yang bergerak dan berputar harus dipertimbangkan terlebih dahulu.

#### **2.2 Pertimbangan Dasar Pemilihan Bahan**

Bahan atau material merupakan syarat utama yang harus dipenuhi sebelum melakukan perhitungan komponen pada setiap perencanaan suatu mesin atau

peralatan. Selain itu pemilihan bahan harus sesuai dengan kebutuhan dan efisien. Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan untuk komponen-komponen alat ini adalah :

#### 1. Bahan Yang Digunakan Sesuai Dengan Fungsinya

Dalam pemilihan bahan, bentuk, fungsi dan syarat dari bagian alat bantu sangat perlu diperhatikan. Dalam perancangan, material harus memiliki kemampuan yang memadai tentang sifat mekanis, sifat kimia dan sebagainya. Hal tersebut yang akan mempengaruhi keamanan, ketahanan dan keberhasilan dari alat yang direncanakan.

#### 2. Bahan Mudah Didapat

Pada saat pembuatan alat terkadang menemukan kendala pada saat menemukan bahan yang akan digunakan. Maka dari itu, bahan yang digunakan harus mudah ditemukan di pasaran agar tidak menghambat pada saat proses pembuatan.

#### 3. Efisiensi Dalam Penggunaan

Dalam rancang bangun ini, bahan yang akan digunakan harus memiliki efisiensi yang tinggi. Dengan hal ini, tidak boleh mengurangi atau melebihi kekuatan dari bahan yang dipilih. Dengan demikian, biaya produksi akan sesuai dengan yang direncanakan.

#### 4. Sifat Teknis Bahan

Melalui spesifikasi bahan yang akan digunakan, dapat diketahui bahan yang akan digunakan dapat dikerjakan dengan proses permesinan atau tidak. Sehingga kita dapat memilih bahan yang memenuhi syarat untuk dikerjakan di permesinan.

#### 5. Ekonomis

Bahan yang akan digunakan memiliki harga yang murah dan terjangkau namun berkualitas agar dapat menekan biaya produksi.

### **2.3 Pengeboran**

Pengeboran merupakan suatu proses pengerjaan pemakanan pada benda kerja menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang berbentuk

silindris. Proses menghasilkan lubang dapat pula dilakukan dengan cara yang lain yaitu dengan proses *boring* (memperbesar lubang).

Dalam proses pengeboran, beram (*chips*) yang dihasilkan keluar melalui alur *helix* dari mata bor ke luar lubang. Ujung mata bor menyayat benda kerja hingga terpotong dan 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.

### **2.3.1 Parameter Pengeboran**

Parameter pengeboran dapat diartikan sebagai variabel-variabel yang mempengaruhi proses pengeboran dan hasil dari pengeboran. Untuk mendapatkan pemahaman tentang parameter pengeboran yang sistematis, berikut ini merupakan beberapa parameter yang paling berpengaruh :

#### **1. Material benda kerja**

Pemilihan material tentunya harus di perhatikan sehingga proses pengeboran dapat berjalan dengan baik. Setiap material harus di sesuaikan dengan mata bor yang sesuai dengan tingkat kekerasan material. Tingkat kekerasan material harus lebih rendah dibandingkan dengan mata bor.

#### **2. Material alat potong**

Dalam hal ini, mata bor yang digunakan harus sesuai dengan kriteria benda kerja yang akan dilakukan pengeboran. Bahan, kekuatan, dan kekerasan dari mata bor yang 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 ditetapkan.

#### **3. Pendingin**

Cairan pendingin berfungsi menstabilkan suhu benda kerja dan mata bor pada saat proses pengeboran berlangsung. Pada saat proses pengeboran, benda kerja dan mata bor akan bergesekan dan menimbulkan panas. Apalagi pada saat

menggunakan kecepatan potong yang tinggi. Sehingga perlu menggunakan cairan pendingin.

#### 4. Putaran Mesin

Sebelum melakukan proses pengeboran, perlu dilakukan perhitungan putaran mesin. Hal ini bertujuan untuk efisiensi dari proses pengeboran. Putaran mesin menyesuaikan diameter mata bor yang akan digunakan dan kecepatan pemakanan.

#### 5. Sistem pencekaman benda kerja

Pada saat melakukan proses pengeboran, perlu perhatikan posisi pencekaman benda kerja yang akan dibor. Pastikan pencekaman pada benda kerja telah tercekam dengan kuat agar terhindar dari perubahan posisi benda kerja yang mengakibatkan titik pengeboran tidak sesuai.

### 2.3.2 Proses yang Berkaitan dengan Pengeboran

Terdapat beberapa jenis proses terkait dengan proses pengeboran. Proses ini memerlukan lubang awal yang dibentuk dengan cara proses *drilling*, kemudian lubang dimodifikasi. Berikut ini merupakan beberapa proses tersebut diantaranya :

#### 1. *Drilling*

Suatu proses pengerjaan pemotongan menggunakan mata bor (*twist drill*) untuk menghasilkan lubang yang silindris pada material logam maupun non logam yang masih pejal atau material yang sudah berlubang.

#### 2. *Counter Sinking*

Proses yang menghasilkan lubang yang berbentuk kerucut yang berfungsi untuk "menyimpan" kepala sekrup berbentuk kerucut.

#### 3. *Counter Boring*

Proses ini menghasilkan lubang bertingkat, lubang diameter besar diikuti dengan lubang diameter lebih kecil. Biasanya berfungsi "menyimpan" kepala baut.

#### 4. *Spot Facing*

*Spot Facing* hampir sama dengan proses frais. Proses ini digunakan untuk meratakan permukaan tertentu benda kerja yang menonjol, terutama setelah proses *drilling*.

### 5. Boring

Proses meluaskan/memperbesar lubang yang dapat dilakukan dengan batang bor (*boring bar*).

### 6. Reaming

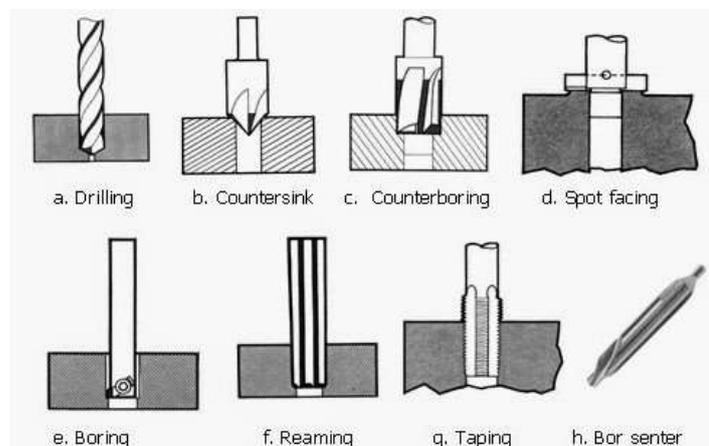
*Reaming* digunakan untuk sedikit menambah lebar lubang yang menghasilkan toleransi lebih baik pada diameternya. Pahatnya disebut *reamer* dan biasanya berbentuk galur lurus.

### 7. Tapping

Proses ini dilakukan dengan pahat tap yang berfungsi untuk membuat ulir internal pada permukaan dalam sebuah lubang.

### 8. Centering

*Centering* disebut juga *Center Drilling* yang digunakan untuk membuat lubang awal pengeboran sehingga proses pengeboran dapat dilakukan pada posisi yang lebih akurat. Pahatnya disebut *Center Drill*.



**Gambar 2.21** Proses yang Berkaitan dengan Pengeboran [9]

## 2.4 Mesin bor

Mesin bor merupakan suatu jenis mesin yang gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut dengan tujuan melubangi suatu benda. Mesin Bor menggunakan sebuah pahat pemotong yang ujungnya berputar dan memiliki satu atau beberapa sisi potong dan galur yang

berhubungan continue disepanjang badannya yang biasa disebut mata bor. Galur tersebut berbentuk lurus atau *helix* yang berfungsi sebagai jalur lewatnya serpihan beram atau cairan pendingin (*coolant*).

#### 2.4.1 Bagian Mesin Bor

Mesin bor memiliki beberapa bagian-bagian utama yang penting diketahui. Bagian-bagian mesin bor duduk mencakup *base*, *column*, *table*, *spindle*, *spindle head*, *drill feed handle*, dan kelistrikan. Berikut ini penjelelasan dari bagian-bagian mesin bor adalah :



**Gambar 2.22** Mesin Bor [9]

##### 1. *Base* (dudukan)

*Base* merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. *Base* paling bawah menempel pada lantai dan biasanya dibaut. Pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan dari proses pengeboran.

##### 2. *Column* (tiang)

Bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. Tiang berbentuk *silinder* yang mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja.

### 3. *Table* (meja)

Bagian yang digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor. Untuk menjepit benda kerja agar dapat dilakukan proses pengeboran menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.

### 4. *Spindle*

Bagian yang menggerakkan chuck atau pencekam, yang memegang / mencekam mata bor.

### 5. *Spindle head*

Merupakan rumah dari konstruksi *spindle* yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa belt dan diatur oleh *drill feed handle* untuk proses pemakanannya.

### 6. *Drill Feed Handle*

*Drill Feed Handle* berfungsi untuk menurunkan atau menaikkan *spindle* dan mata bor ke benda kerja.

### 7. Kelistrikan

Penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik. Alat penunjang lainnya seperti kabel power , sekring, lampu indikator, dan saklar on/off

### 8. Ragum

Pada mesin bor digunakan ragum untuk mencekam benda kerja pada saat proses pengeboran.

## 2.4.2 Prinsip Dasar Mesin Bor

Mesin bor memiliki prinsip dasar gerakan yang sederhana. Berikut ini merupakan prinsip dasar mesin bor adalah :

#### 1. Putaran mata bor

Gerakan putaran mata bor ini merupakan gerakan berputarnya spindel mesin bor. Besarnya putaran spindel ini tergantung oleh material kerja dan diameter mata bor. Gerakan spindel ini diukur dalam satuan Rpm (Rotation Per Minute).

Perputaran spindel utama dihasilkan dari gerak putar motor utama yang dihubungkan melalui sistem transmisi sabuk atau sistem transmisi roda gigi.

## 2. Laju pemakanan

Laju pemakanan merupakan gerakan turunnya mata bor menuju benda kerja tiap satuan waktu. Besarnya laju pemakanan ini mempengaruhi kualitas permukaan hasil lubang. Semakin kecil laju pemakanan semakin halus permukaan lubang tersebut. Terdapat dua jenis pemakanan dalam mesin bor yaitu, pemakanan manual dan pemakanan otomatis oleh mesin.

## 2.4 Dasar-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 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.

$$N = \frac{1000 \cdot Vc}{\pi \cdot d} \quad (\text{Rpm}) \quad (2.1, \text{Lit. 1, hal. 48})$$

Keterangan :

N = kecepatan putaran mesin (Rpm)

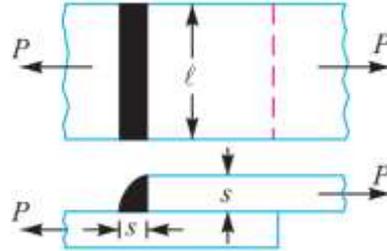
Vc = kecepatan potong (m/menit)

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 *lap*

*joint* dan *fillet joint*. Untuk mengetahui kekuatan sambungan las maka dilakukan perhitungan sebagai berikut.



**Gambar 2.23** Kekuatan Sambungan Pengelasan

Untuk mendapatkan kekuatan pengelasan diperlukan tegangan geser dari bahan yang digunakan. Berikut ini rumus tegangan geser yang terjadi pada pengelasan :

$$T_g = 0,5 \cdot \sigma_t \quad (2.2, \text{Lit. 5, hal. 220})$$

Keterangan :

$T_g$  = Tegangan geser (N/m)

$\sigma_t$  = Kekuatan tarik ( $\text{kg/mm}^2$ )

Rumus menentukan kekuatan kampuh pengelasan :

$$P = t \times l \times T_g \text{ (N)} \quad (2.3, \text{Lit.6, Hal .350})$$

Keterangan :

$P$  = Kekuatan pengelasan (N)

$T$  = Tebal pengelasan (mm)

$l$  = Panjang pengelasan (mm)

$T_g$  = Tegangan geser ( $\text{N/mm}^2$ )

Rumus menentukan tebal pengelasan :

$$T = S \times \sin 45^\circ \quad (2.4, \text{Lit.6, Hal 349})$$

Keterangan :

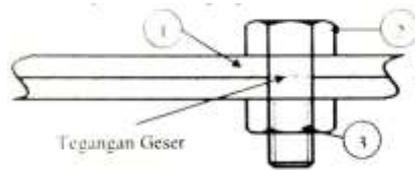
$T$  = Tebal pengelasan (mm)

$S$  = Lebar kampuh las (mm)

Besar kekuatan kampuh las yang dapat digunakan jika memenuhi syarat  $F_{\text{tangen}} \leq P$  sehingga pengelasan kuat menahan beban gaya yang terjadi. Hal ini harus dipenuhi agar konstruksi dapat berfungsi sesuai kebutuhan.

### 2.4.3 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 [7]

Rumus mencari kekuatan geser izin :

$$\sigma_t \text{ izin} = \frac{\sigma_t}{v} \quad (2.5, \text{ Lit. 6, Hal. 39})$$

Keterangan :

$\sigma_t \text{ izin}$  = Kekuatan tarik izin ( $\text{kg/mm}^2$ )

$v$  = Jumlah baut

Maka rumus tegangan geser izinnya adalah

$$\tau_g \text{ izin} = 0,5 \times \sigma_t \text{ izin} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.6, \text{ Lit.5, Hal .220})$$

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

Rumus tegangan geser baut :

$$\tau_g = \frac{F_{\text{total}}}{A} \quad (\text{N/mm}^2) \quad (2.7, \text{ Lit.7, Hal .6})$$

Keterangan:

$\tau_g$  = Tegangan geser ( $\text{N/mm}^2$ )

$F_{\text{total}}$  = Gaya yang terjadi (N)

$A$  = Luas Penampang Baut ( $\text{mm}^2$ )

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