

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Mesin Bor

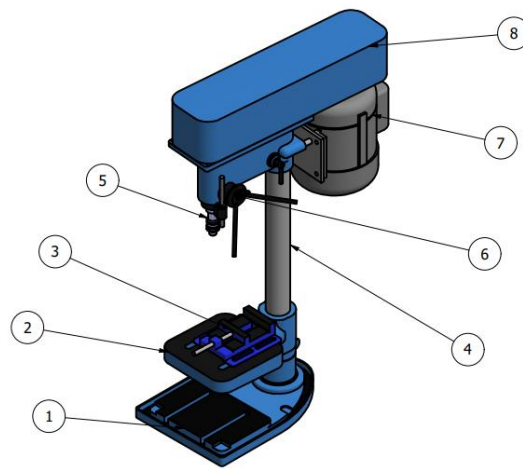
Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan Pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor.

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerakannya memutar alat pemotong yang arah pemakanan mata bor hanya pada sumbu mesin tersebut (pengerjaan pelubangan). Sedangkan pengeboran adalah operasi menghasilkan lubang berbentuk bulat dalam lembaran-kerja dengan menggunakan pemotong berputar yang disebut bor dan memiliki fungsi untuk membuat lubang, membuat lubang bertingkat, membesarkan lubang dan *Chamfer*. Pada umumnya mesin bor digunakan untuk pembuatan lubang pada benda kerja, oleh karena itu mesin bor sangat penting untuk proses pengetappan atau proses pembuatan ulir dalam (Danar, 2006).

Menurut Joko Waluyo (2005), proses pengeboran adalah proses permesinan yang paling sederhana diantara proses pemesinan yang lain. Biasanya di bengkel atau workshop proses ini dinamakan proses bor. Proses pengeboran dimaksudkan sebagai proses pembuatan lubang bulat dengan menggunakan mata bor (*twist drill*). Sedangkan proses bor (*boring*) adalah proses meluaskan atau memperbesar lubang yang bisa dilakukan dengan batang bor (*boring bar*) yang tidak hanya dilakukan pada mesin *drilling*, tetapi bisa dengan mesin bubut, mesin frais, atau mesin bor.

2.2 Komponen Pada Mesin Bor

Setiap jenis mesin bor (*Drill Machine*) memiliki komponennya masing - masing. Berikut komponen pada mesin bor:



Gambar 2.1 Komponen Mesin Bor

1. Meja Mesin Bor atau *Table*

Meja mesin bor digunakan untuk meletakkan benda kerja yang akan di bor dan tempat untuk meletakkan ragum yang nantinya digunakan sebagai penjepit benda kerja. Meja kerja dapat disesuaikan secara vertikal untuk mengakomodasi ketinggian pekerjaan yang berbeda atau bisa berputar ke kiri dan ke kanan dengan sumbu poros pada ujung yang melekat pada tiang (*column*). Untuk meja yang berbentuk lingkaran bisa diputar 360° dengan poros ditengah-tengah meja. Kesemuanya itu dilengkapi pengunci (*table clamp*) untuk menjaga agar posisi meja sesuai dengan yang dibutuhkan.

2. Dudukan (*Base*)

Dudukan atau *base* merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. *Base* terletak pada bagian paling bawah mesin bor. Dalam pengeboran akan terjadi getaran, jika pemasangan dudukan atau *base* ini tidak kuat, maka getaran tersebut akan membuat keakurasian dalam pengeboran berkurang, maka pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.

3. Ragum

Ragum berfungsi untuk menahan benda kerja selama operasi permesinan. Dengan memutar tangkai (*handle*) pada ragum, maka mulut

ragum akan menjepit atau membuka/melepas benda kerja yang sedang dikerjakan.

4. Tiang (*Coloumn*)

Bagian *coloumn* ini memiliki bentuk silinder memanjang secara vertikal ke atas, dengan fungsi sebagai penyangga bagian komponen mesin bor duduk agar komponen lain bisa terangkai sempurna ketika menjalankan proses pengerjaan pengeboran. Bagian tiang ini berfungsi sebagai pergerakan secara vertikal naik atau turun meja kerja sehingga proses feeding atau pemakanan bisa kita setel sesuai kebutuhan dengan melihat eretan putaran engkol yang ada dimeja.

5. *Spindle*

Spindle berguna untuk menjepit mata bor agar tidak mudah lepas saat putaran mesin bor dinyalakan dan melakukan pemakanan.

6. *Drill Feed Handle*

Handle digunakan untuk menurunkan atau menekan *spindle* dan mata bor ke benda kerja (pemakanan).

7. Motor Listrik

Motor listrik adalah alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik

8. *Spindle Head*

Spindle Head merupakan rumah dari konstruksi bagian *spindle* mesin bor duduk.

9. Mata Bor

Mata bor digunakan sebagai pemotong atau pelubangan benda kerja secara efisien, bentuk mata bor ini yaitu alur spilar yang didisain baik untuk pengerjaan bor. Alur spilar ini bisa digunakan saat pemakanan benda kerja akan tercipta tatal atau gram kotoran hasil pengeboran secara otomatis dapat naik kepermukaan benda kerja tanpa khawatir menggesek diameter hasil pelubangan. Apabila mata bor ini dirasa sudah aus atau tidak tajam lagi, mata bor dapat diasah ulang sesuai dengan sudut yang diinginkan tanpa mengurangi ukuran diameter mata bor itu

sendiri. Penggunaan mata bor harus benar benar disesuaikan dengan benda kerja yang dikerjakan agar hasil pengeboran bagus dan sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 2.2 Mata Bor
(PT. Ikimura Indotools Center, 2024)

2.3 Fungsi Mesin Bor

Mesin bor terdapat beberapa fungsi yaitu:

- a. Pembuatan lubang, yaitu mengumpan mata bor pada suatu benda kerja untuk membuat lubang.
- b. Pembesaran lubang, yaitu mengumpan mata bor pada benda kerja yang telah memiliki lubang sebelumnya guna untuk memperbesar diameter lubang pada benda kerja.
- c. *Chamfer*, yaitu suatu proses untuk menghilangkan sisi tajam dari sebuah bentuk silindris. *Chamfer* pada proses *counter sink* yang dimaksudkan ada beberapa macam penggunaan, antara lain:
 - 1) *Chamfer* untuk membersihkan chip/ bram.
 - 2) *Chamfer* untuk pembuatan ulir.
 - 3) *Chamfer* untuk dudukan kepala baut konus.
 - 4) *Chamfer* untuk dudukan paku keling.

2.4 Prinsip Kerja

Dalam melakukan pengeboran terdapat beberapa proses yang akan dilakukan. Berikut merupakan urutan proses pengeboran:

- a. Perhatikan kecepatan mesin bor yang digunakan. karena kecepatan mesin akan berpengaruh terhadap pengeboran dan berdampak pada efektivitas dan efisiensi pada benda kerja.
- a. Tandai benda kerja dengan garis pada bagian yang akan dibor dengan menggunakan *scriber tool* dengan jarak yang tertera pada gambar kerja (*jobsheet*).
- b. Pada perpotongan antara tanda garis tersebut, buatlah titik dengan menggunakan *center punch* sebagai penanda.
- c. Pasang benda kerja pada ragum dan cekam dengan kuat. Pastikan benda kerja terpasang tegak lurus terhadap sumbu *spindle drill*.
- d. Pasang *center drill* pada *drill chuck* untuk menepatkan pusat lubang yang akan dibuat.
- e. Gunakan *center drill* untuk membuat awalan lubang pada benda kerja. *Center drill* hanya boleh masuk sampai pada batas sisi potongnya, karena pada sisi spiralnya tidak terdapat sudut bebas sehingga jika dipaksakan maka *center drill* akan terjepit.
- f. Setelah lubang awal pada benda kerja dibuat, mulailah pengeboran dengan menggunakan mata *drill*. Jika lubang berukuran besar maka pengeboran dilakukan secara bertahap.

2.5 Kriteria dalam Pemilihan Bahan

Dalam merencanakan suatu alat perlu untuk memperhitungkan komponen pada setiap perencanaan dan memilih bahan yang akan nantinya digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik secara dimensi, ukuran, ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan. Dengan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan. Adapun yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:

a. Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan penting untuk mengetahui sifat mekanis dari bahan. Karena hal ini akan menentukan efisiensi kegunaan bahan dan kekuatan dari bahan tersebut yang nantinya kekuatan bahan tersebut akan menerima beban

yang terjadi pada masing-masing bagian mesin yang direncanakan. Dengan demikian, akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan digunakan pada setiap komponen.

b. Efisiensi dalam Perencanaan dan Pemakaian

Dalam pembuatan, bahan yang akan digunakan haruslah efisien karna agar dapat meningkatkan produktivitas dan meminimalkan pemborosan, dimana nantinya agar bahan yang digunakan tidak terbuang dengan percuma.

c. Sifat Fisik Bahan

Sifat fisik bahan perlu diketahui karna untuk menentukan bahan apa yang akan digunakan. Sifat fisik bahan yang dimaksud disini yaitu: kekerasan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan sebagainya.

d. Sifat Teknis Bahan

Mengetahui sifat teknis mesin sangat penting karena hal tersebut akan mempermudah dalam proses perencanaan, terutama pada proses pembuatan komponen. Dengan diketahuinya sifat teknis bahan maka akan mengetahui bahan yang akan digunakan dapat dikerjakan dengan proses permesinan atau tidak.

2.6 Pemilihan Bahan dan Komponen

Dalam perencanaan pembuatan alat terdapat beberapa aspek yang diperhatikan, antara lain:

2.6.1 Daya Motor Penggerak

Daya motor penggerak yaitu sumber tenaga untuk menggerakkan suatu system atau mekanisme tertentu. Daya motor yang digunakan pada perencanaan adalah motor AC 1 Hp.



Gambar 2.3 Mesin Penggerak

Rumus Perhitungan:

- a. Hubungan Torsi, putaran dan Daya pada Motor Listrik

$$T = 9,55 \times \frac{P}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

T = Torsi yang dihasilkan (Nm)

P = daya (Watt)

n = Putaran per menit pada motor listrik (rpm)

- b. Daya Rencana Motor

Tabel 2.1 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Ditransmisikan
(Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

Daya yang akan ditransmisikan	F_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimal yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$$P_d = F_c \times P \quad (2.2)$$

Keterangan :

P_d = Daya yang diperlukan setelah dikali dengan faktor koreksi (Kw)

F_c = Faktor Koreksi daya yang akan ditransmisikan

P = Daya Motor listrik (Kw)

2.6.2 *Pulley*

Pulley adalah elemen mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dari satu poros ke poros yang lain dengan menggunakan sabuk. *Pulley* bekerja dengan mengubah arah gaya yang diberikan, mengirim gerak dan mengubah arah rotasi. *Pulley* tersebut berasal dari besi cor, baja cor, baja pres atau aluminium (Mott, 2009).



Gambar 2.4 *Pulley*

Rumus perhitungan:

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{d_2}{d_1} \quad (2.3)$$

Keterangan:

n_1 = Putaran Motor (rpm)

n_2 = Putaran *pulley* yang digerakkan (rpm)

d_1 = Diameter *pulley* penggerak (m)

d_2 = Diameter *pulley* yang digerakkan (m)

2.6.3 *Sabuk*

Sabuk V adalah sistem transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang *trasiun* yang dibelitkan mengelilingi alur *pulley* yang berbentuk V, (Mott, 2009). Sabuk V nantinya akan meneruskan sebuah gaya yang diterima dari *pulley* untuk kemudian diteruskan pada gaya gerak mekanik.



Gambar 2.5 belt
(Misumi, 2024)

Rumus perhitungan:

a. Rumus kecepatan belt

$$v = \frac{D_1 \cdot n_1}{60 \cdot 1000} \quad (2.4)$$

Keterangan:

n_1 = Putaran motor (rpm)

D_1 = Diameter *pulley* (m)

v = Kecepatan *belt*

b. Rumus menentukan panjang belt

$$L = 2C + 1,57 (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \cdot C} \quad (2.5)$$

Keterangan:

L = Panjang *V-belt* (m)

C = Jarak antar poros

D_1 = Diameter *pulley* penggerak (m)

D_2 = Diameter *pulley* yang digerakkan (m)

2.6.4 Ball Bearing

Bantalan adalah elemen mesin yang mampu menumpu poros berbeban, sehingga gesekan bolakbaliknya dapat berlangsung secara halus, aman dan panjang usia pemakianya. Bantalan harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros suatu mesin bekerja dengan baik, (Sularso, 2002).

Bantalan terdapat beberapa klasifikasi, salah satunya *ball bearing*. *Ball bearing* adalah bantalan gelinding yang dalam prinsip kerjanya menggunakan bola-

bola baja dalamnya. Jenis *bearing* yang digunakan dalam perancangan yaitu: *Deep Groove Ball Bearing*.

Deep Groove Ball Bearing adalah jenis bantalan yang minim gesekan dan dioptimalkan untuk meredam kebisingan serta getaran meski dengan kecepatan rotasi yang tinggi. Bearing ini digunakan sebagai bantalan didalam *pulley*.



Gambar 2.6 Deep Grove Ball Bearing
(Indoparts, 2024)

2.6.5 Baut, Mur, dan Ring

Baut merupakan sebuah alat sambung yang menggunakan batang besi berulir dan bulat, yang mana salah satu sisinya memiliki bentuk kepala baut, dan standar umum memiliki bentuk segi enam dengan ujungnya yang dipasang pengunci atau mur agar dapat mengunci baut tersebut. Baut sendiri dalam penggunaannya digunakan untuk mengikat bagian-bagian komponen yang lain pada mesin dan membuat suatu sambungan konstruksi bersifat tetap, sementara, serta sambungan bergerak yang bisa dibongkar, dilepas, atau dirubah.

Rumus Perhitungan pada Kekuatan Baut:

- a. Tegangan Geser

$$\tau_{geser} = \frac{F_{total}}{A} \quad (2.6)$$

Keterangan:

τ_{geser} = Tegangan Geser (N/mm²)

F = Beban (Newton)

A = Luas Penampang Baut (mm²)

- b. Tegangan Izin dan Tegangan Geser Izin

$$\sigma_{t \text{ izin}} = \frac{\sigma_t}{v} \quad (2.7)$$

$$\tau_{t \text{ izin}} = 0,5 \times \sigma_{t \text{ izin}} \quad (2.8)$$

Keterangan:

$\sigma_{t \text{ izin}}$ = Tegangan Izin (N/mm²)

$\tau_{t \text{ izin}}$ = Tegangan Geser Izin (N/mm²)

σ_t = Tegangan Geser (N/mm²)

v = Faktor Keamanan



Gambar 2.7 Baut
(Info Teknik Industri, 2024)

Mur adalah suatu pengikat yang memiliki lubang berulir. Mur digunakan bersama dengan baut pasangannya agar dapat mengikat suku benda tertentu secara bersama-sama.



Gambar 2.8 Mur
(Info Teknik Industri, 2024)

Ring berfungsi untuk mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda kerja dapat ditambahkan ring/washer di antara kepala baut dan permukaan benda kerja. Washer berbentuk spiral dapat digunakan pada baut untuk membantu mencegah kekuatan sambungan berkurang yang disebabkan baut mengendor akibat getaran.



Gambar 2.9 Ring
(Info Teknik Industri, 2024)

2.6.6 Poros

Poros adalah bagian dari mesin yang berfungsi untuk meneruskan daya dan putarannya. Biasanya berpenampang bulat, dimana terpasang elemen seperti *pulley*, pasak, bantalan dan lain-lain. Mengenai perencanaan poros merupakan suatu persoalan perencanaan dasar. Dimana poros dapat menerima pembebanan lentur, tekan, Tarik, dan punter baik yang berkerja secara tersendiri ataupun berupa gabungan satu dengan yang lainnya.

Rumus Perhitungan:

- a. Jika faktor koreksi adalah f_c maka daya rencana P_d (kW) (Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997):

Tabel 2.2 Faktor-Faktor Koreksi Daya yang Ditransmisikan
(Sularso dan Suga Kiyokatsu, 1997)

Daya yang akan ditransmisikan	F_c
Daya rata-rata yang diperlukan	1,2 – 2,0
Daya maksimal yang diperlukan	0,8 – 1,2
Daya normal	1,0 – 1,5

$$P_d = F_c \times P \quad (2.9)$$

Keterangan:

P_d = Daya rencana (kW)

F_c = Faktor Koreksi daya yang akan ditransmisikan

P = Daya Motor listrik (Kw)

- b. Sehingga momen puntir/torsi (T)

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{P_d}{n_1} \quad (2.10)$$

Keterangan:

T = Momen Puntir (kg.mm)

p_d = Daya Rencana (kW)

n_1 = Putaran Poros (rpm)

c. Tegangan geser yang diizinkan

$$\tau_a = \frac{\sigma_b}{sf_1 \cdot sf_2} \quad (2.11)$$

Keterangan:

τ_a = Tegangan yang diizinkan (kg/mm²)

σ_b = Kekuatan Tarik Bahan (kg/mm²)

$sf_1 \cdot sf_2$ = Faktor Keamanan

d. Untuk mengetahui diameter poros yang dibutuhkan

$$d_s = \left(\frac{5,1}{\tau_a} K_t C_b T \right)^{1/3} \quad (2.12)$$

Keterangan:

d_s = Diameter poros (mm)

τ_a = Tegangan geser yang diizinkan (kg/mm²)

K_t = Faktor Koreksi Momen Puntir

1,0 jika beban dikenakan halus

1,0 - 1,5 jika beban terjadi sedikit kejutan atau tumbukan

1,5 – 3,0 jika beban dikenakan dengan kejutan atau tumbukan besar

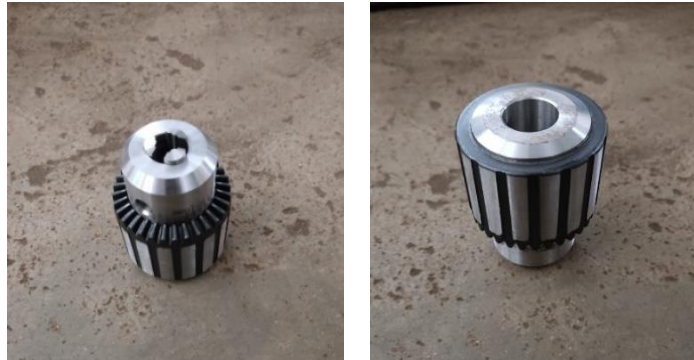
C_b = Faktor Beban Lentur

1,2 – 2,3. Jika diperkirakan akan terjadi pemakaian dengan beban lentur maka dapat dipertimbangkan pemakaian faktor C_b yang harganya antara 1,2 – 2,3 (Jika diperkirakan tidak akan terjadi pembebanan lentur maka C_b diambil : 1,0)

T = Momen rencana (kg.mm)

2.6.7 Chuck Bor

Chuck bor adalah komponen yang dipasang pada *spindle* yang nantinya digunakan untuk menjepit mata bor.



Gambar 2.10 *Chuck Bor*

2.7 Proses Fabrikasi dan Permesinan

2.7.1 Proses Pembubutan

Proses pembubutan merupakan proses permesinan untuk melakukan pemotongan yang menggunakan mesin perkakas untuk memproduksi bentuk silindris dan juga dapat digunakan untuk membuat ulir, pengeboran dan meratakan benda putar dengan cara memotong benda kerja yang berputar pada *spindle* menggunakan alat potong (pahat) yang memiliki tingkat kekerasan di atas benda kerja yang dibentuk.

Rumus Perhitungan:

- a. Kecepatan Potong Benda Kerja

$$n = \frac{1000.V_c}{\pi.d} \quad (2.13)$$

Keterangan:

d = diameter rata-rata benda kerja (mm)

n = kecepatan putaran benda kerja (rpm)

V_c = kecepatan potong (m/menit)

π = nilai konstanta (3,14)

- b. Kecepatan Pemakanan

$$F = f \times n \quad (2.14)$$

Keterangan:

F = kecepatan pemakanan (mm/menit)

f = Gerakan pemakanan (mm/menit)

n = kecepatan putaran benda kerja (rpm)

c. Panjang Total Pembubutan Rata, Pembubutan Muka dan Pengeboran

$$L_r = \ell_a + \ell_r \quad (2.15)$$

$$L_m = \frac{d}{2} + \ell_a \quad (2.16)$$

$$L_p = \ell_p + 0,3 d \quad (2.17)$$

Keterangan:

L_r = Panjang total pembubutan rata (mm)

ℓ_a = Jarak mulai pahat (mm)

ℓ_r = Panjang pembubutan rata (mm)

L_m = Panjang total pembubutan muka (mm)

L_p = Panjang total pengeboran (mm)

ℓ_p = Panjang pengeboran (mm)

d. Waktu Permesinan

$$t_{m(r,m,p)} = \frac{L_{(r,m,p)}}{F} \quad (2.18)$$

Keterangan:

$t_{m(r,m,p)}$ = Waktu permesinan (menit)

$L_{(r,m,p)}$ = Panjang total pembubutan (mm)

2.7.2 Proses Pengelasan

Proses pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua material / lebih, biasanya berupa logam, dengan menggunakan energi panas sampai material yang akan disambung tersebut meleleh (*melted*) kemudian menyatu / berpadu (*fused*), dengan memberikan tekanan atau tidak, serta dengan memberikan bahan tambahan (*consumable*) atau tidak.

Rumus Perhitungan:

a. Tebal Las

$$t = s \times \sin 45^\circ \quad (2.19)$$

Keterangan:

t = Tebal Las (mm)

s = Tebal Plat (mm)

b. Luas Minimum Las

$$A = t \times l \quad (2.20)$$

Keterangan:

A = Luas Minimum Las (mm^2)

l = Ukuran Las (mm)

c. Tegangan Geser Sambungan Las

$$\tau = \frac{F}{A} \quad (2.21)$$

Keterangan:

τ = Tegangan Geser (N/mm^2)

F = Gaya (N)

d. Tegangan Tarik yang Diizinkan dan Tegangan Geser yang Diizinkan pada Sambungan Las

$$\sigma_{tizin} = \frac{\sigma_t}{sf} \quad (2.22)$$

$$\tau_{izin} = (0,5 - 0,7)\sigma_{tizin} \quad (2.23)$$

Keterangan:

σ_{tizin} = Tegangan Tarik Yang Diizinkan (N/mm^2)

τ_{izin} = Tegangan Geser Yang Diizinkan (N/mm^2)

sf = Faktor Keamanan

e. Tinjauan Keamanan

$$\tau \leq \tau_{izin} \quad (2.24)$$

f. Waktu Pengelasan

$$T = l t_b \quad (2.25)$$

Keterangan:

T = Waktu Pengelasan (menit)

t_b = Waktu baku pengelasan (menit)