

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

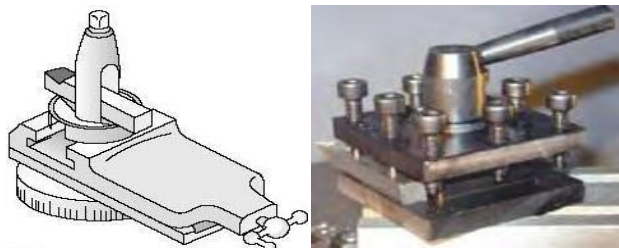
2.1. Definisi Penjepit/Pemegang Pahat (*Toolpost*)

Penjepit/pemegang pahat (*Toolpost*) digunakan untuk menjepit atau memegang pahat. Bentuknya atau modelnya secara garis besar ada dua macam yaitu, pemegang pahat standar dan pemegang dapat disetel (*Justable Toolpost*)[1].

2.1.1 Pemegang Pahat Standar

Didalam mengatur ketinggian pahat bubut harus dengan memberi ganjal sampai dengan ketinggiannya tercapai dan pengencangan pahat bubut dilakukan dengan dengan cara yang standar, yaitu dengan mengencangkan baut-baut yang terdapat pada pemegang pahat.

Pemegang pahat standar, bila dilihat dari dudukannya terdapat dua jenis yaitu,udukan pahat satu dan empat (Gambar 2.1). Pemegang pahat denganudukan satu, hanya dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat bubut sebanyak satu buah, sedangkan pemegang pahat denganudukan empat dapat digunakan untuk mengikat/menjepit pahat sebanyak empat buah sekaligus, sehingga bila dalam proses pembubutan membutuhkan beberapa bentuk pahat bubut akan lebih praktis prosesnya bila dibandingkan menggunakan pemegang pahatudukan satu.



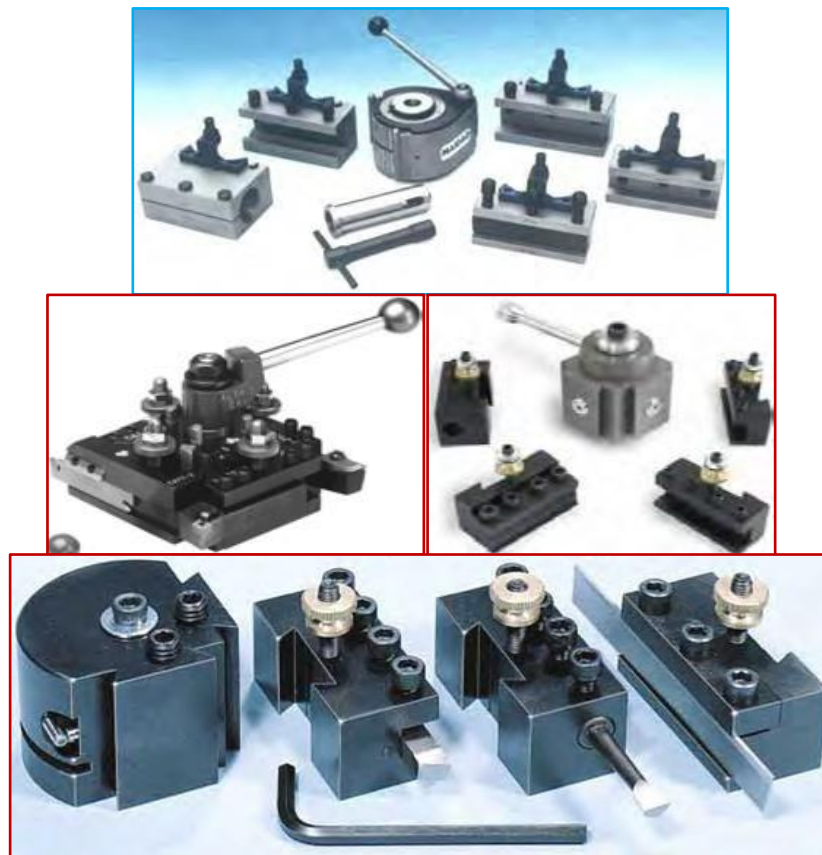
Gambar 2.1 *Toolpost* Standar

(Sumber : <https://kelasmesin.blogspot.com/2017/05/bagian-bagian-utama-mesin-bubut-standar.html>)

2.1.2 Pemegang Pahat Dapat Disetel (*Justable Toolpost*)

Justable Toolpost adalah pemegang pahat yang dapat disetel ataupun diatur ketinggian pahatnya tanpa harus memberi ganjal, karena pada *body* pemegang pahat sudah terdapat dudukan rumah pahat yang desain konstruksinya disertai kelengkapan mekanik yang dengan mudah dapat menyatel, mengencangkan dan mengatur ketinggian pahat bubut.

Jenis pemegang pahat dapat disetel ini bila dilihat dari konstruksi dudukan rumah pahatnya terdapat dua jenis yaitu, pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah & pemegang pahat yang dapat disetel lebih dari satu (Gambar 2.2)



Gambar 2.2 Pemegang Pahat dapat Disetel dengan Dudukan Rumah Pahat
(Sumber : <https://kelasmesin.blogspot.com/2017/05/bagian-bagian-utama-mesin-bubut-standar.html>)

Untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat satu buah, karena hanya terdapat dudukan rumah pahat satu buah apabila ingin mengganti jenis pahat yang lain harus melepas terlebih dahulu rumah pahat yang sudah terpasang sebelumnya. Sedangkan untuk jenis pemegang pahat dapat disetel dengan dudukan rumah pahat lebih dari satu, pada rumah pahatnya dapat dipasang dua buah atau lebih rumah pahat, sehingga apabila dalam proses pembubutan memerlukan beberapa jenis pahat bubut akan lebih mudah dan praktis dalam menggunakannya, karena tidak harus melepas/membongkar pasang rumah pahat yang sudah terpasang sebelumnya.

2.2 Dasar-dasar Pemilihan Bahan

Di dalam merencanakan suatu alat yang perlu sekali memperhitungkan dan memilih bahan-bahan yang akan digunakan, apakah bahan tersebut sudah sesuai dengan kebutuhan baik itu secara dimensi ukuran ataupun secara sifat dan karakteristik bahan yang akan digunakan, berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai maka akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:[2]

2.2.1 Fungsi dari Komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda, yang dimaksud dengan fungsinya adalah harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapatkan penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

2.2.2 Sifat Mekanis Bahan

Dalam perencanaan perlu diketahui sifat mekanis dari bahan, hal ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dalam penggunaan bahan. Dengan diketahuinya sifat mekanis dari bahan maka akan diketui pula kekuatan dari

bahan tersebut. Dengan demikian akan mempermudah dalam perhitungan kekuatan atau kemampuan bahan yang akan dipergunakan pada setiap komponen. Tentu saja hal ini akan berhubungan dengan beban yang akan diberikan pada komponen tersebut. Sifat - sifat mekanis bahan yang dimaksud berupa kekuatan tarik, tegangan geser, modulus elastisitas dan sebagainya.

2.2.3 Sifat Fisis Bahan

Sifat fisis bahan juga harus diketahui untuk menentukan bahan apa yang akan dipakai. Sifat fisis yang dimaksud disini seperti : kekasaran, kekakuan, ketahanan terhadap korosi, tahan terhadap gesekan dan lain sebagainya.

2.2.4 Bahan Mudah Didapat

Bahan-bahan yang akan digunakan untuk komponen suatu mesin yang akan direncanakan hendaknya diusahakan agar mudah didapat dipasaran, karena apabila nanti terjadi kerusakan akan mudah dalam pengantiannya. Meskipun bahan yang akan direncanakan telah diperhitungkan dengan baik, akan tetapi jika tidak didukung oleh persediaan bahan yang ada dipasaran, maka pembuatan suatu bahan yang sulit. Oleh karena itu perencanaan harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

2.2.5 Harga Relatif Murah

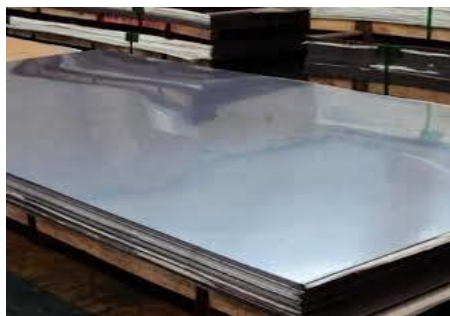
Untuk membuat komponen-komponen yang direncanakan maka diusahakan bahan-bahan yang akan digunakan harganya harus semurah mungkin dengan tanpa mengurangi karakteristik dan kualitas bahan tersebut. Dengan demikian dapat mengurangi biaya produksi dari komponen yang direncanakan.

2.3 Bahan dan Komponen

Dalam perencanaan alat bantu produksi pengeboran pada *toolpost* ini dibutuhkan berbagai macam bahan dan komponen yang tepat, agar sistem kerja alat bantu yang akan dibuat sesuai dengan keinginan.

1. Pelat Baja ST 37 dan ST 42

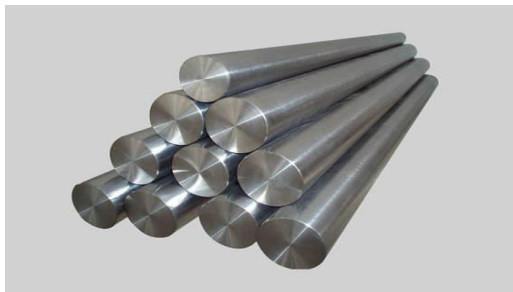
Pelat baja merupakan lembaran baja dengan ketebalan yang relatif kecil dibandingkan ukuran panjang dan lebar lembarnya. Lembaran baja setelah dirol mempunyai sifat-sifat yang mudah dilas dan dibentuk. Pelat baja merupakan komponen yang paling banyak digunakan pada alat yang penulis rancang. mulai dari landasan, alas gerak, *disc* putar, maupun *locator*.



Gambar 2.3 Pelat Baja
(Sumber : Alibaba , 2019)

2. Round Bar

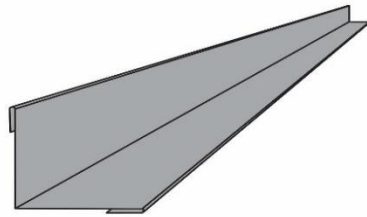
Round Bar atau baja poros berfungsi sebagai poros putar pada alas gerak. Ukuran *round bar* yang dibutuhkan yaitu \varnothing 50 mm dengan Panjang 40 mm.



Gambar 2.4 Round Bar
(Sumber : Tokopedia , 2019)

3. Besi Siku ST 42

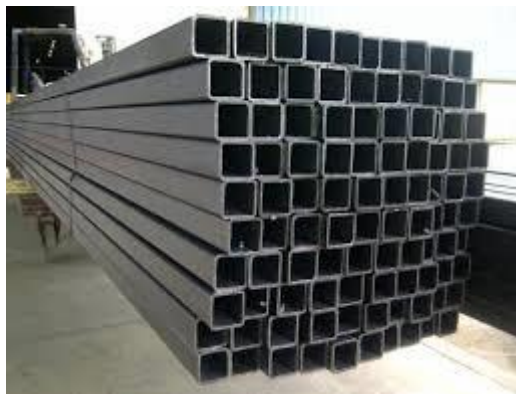
Besi Siku adalah besi yang bentuknya siku atau memiliki sudut 90 derajat. Panjang umum besi siku yaitu 6 meter, tetapi pada alat yang penulis rancang hanya membutuhkan panjang 1200 mm dengan tebal besi siku 5 mm.



Gambar 2.5 Pelat Siku
(Sumber : PT . UTOMODECK , 2019)

4. Besi *Hollow*

Besi *Hollow* merupakan salah satu besi yang berbentuk pipa kotak. Pada alat yang penulis rancang, Besi *hollow* terdapat pada alas gerak dengan bahan besi baja ST 42 . Besi *hollow* yang dibutuhkan pada alat bantu produksi pengeboran *toolpost* ini yaitu 190 mm x 60 mm x 40 mm.



Gambar 2.6 Besi *Hollow*
(Sumber : Asiatoko , 2019)

2.4 Pandangan Umum Tentang Alat

Teknologi makin hari semakin canggih, khususnya di perindustrian. Salah satu yang kini menjadi pendukung dunia industri yaitu alat bantu yang digunakan untuk membantu proses permesinan untuk mempermudah pengerjaan permesinan. Alat-alat bantu ini juga digunakan agar dapat menghemat waktu pekerjaan, membantu produk yang akan dibuat menjadi sama sehingga dapat mengurangi resiko kesalahan dalam ukuran yang akhirnya dapat membuat biaya yang dikeluarkan tidak sedikit.

Rancang bangun alat bantu pengeboran pada *toolpost* adalah sebuah rancang bangun alat yang bertujuan mempermudah *instalator* bekerja sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan kepresisian dalam melakukan pengeboran pada *toolpost*. Jenis *toolpost* yang akan dikerjakan yaitu tipe standar atau biasa. Alat bantu ini tidak membutuhkan banyak orang untuk mengoperasikannya hanya butuh beberapa orang untuk mengoperasikannya bahkan dengan satu orang pun dapat mengoperasikan alat bantu ini.

Jenis *fixture* yang digunakan adalah *type* pelat karena dasar dibuat dari pelat datar yang mempunyai variasi klem dan *locator* untuk memegang dan memosisikan benda kerja. Konstruksi *fixture* ini sederhana sehingga bisa digunakan pada hampir semua proses permesinan.

Prinsip kerja alat bantu ini menerapkan pergerakan rotasi dan translasi, dimana setelah pengeboran pertama telah selesai, maka benda kerja di gerak translasi ke kanan/kiri untuk melakukan pengeboran kedua, lalu benda dirotasikan 90 derajat untuk melakukan pengeboran ketiga, begitu pula selanjutnya. Alat bantu ini bekerja menggunakan *stopper* yang berfungsi sebagai tempat penandah bahwa jarak antar lubang bor telah tepat ukuran.

2.5 Definisi Mesin Bor

Mesin Bor dapat digunakan untuk bermacam-macam penggunaan seperti *reaming* (perluasan lubang), *counterboring*, *boring* dan beberapa pekerjaan bulat lainnya.[3]

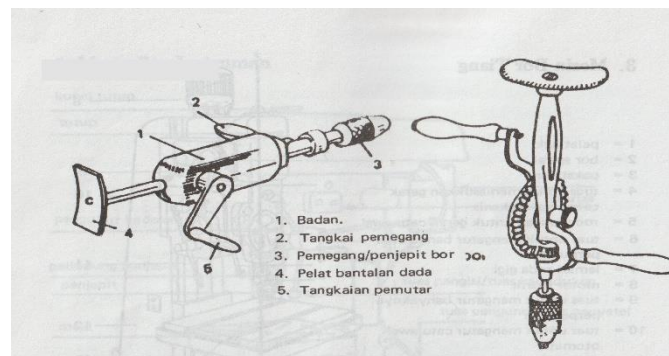
Mesin bor dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Mesin Bor Tangan (Mekanik dan Elektrik).
- Mesin Bor Bangku.
- Mesin Bor Tiang (*Couloum*).
- Mesin Bor Radial.
- Mesin Bor *Jig*.

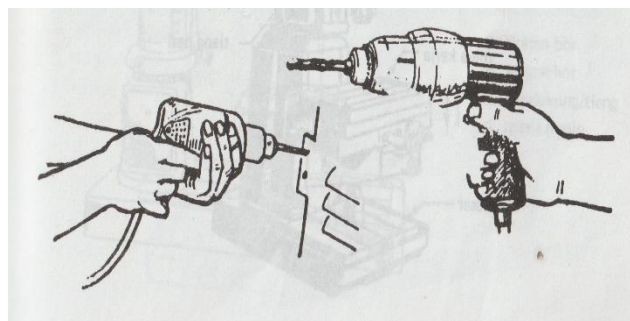
2.5.1 Macam-macam Mesin Bor

1. Mesin Bor Tangan

Penggunaan dari mesin bor tangan terutama untuk benda-benda yang terpasang atau benda kerja dalam proses assembling. Mesin bor tangan dengan diameter pengecam maksimum 10 atau 12 mm.



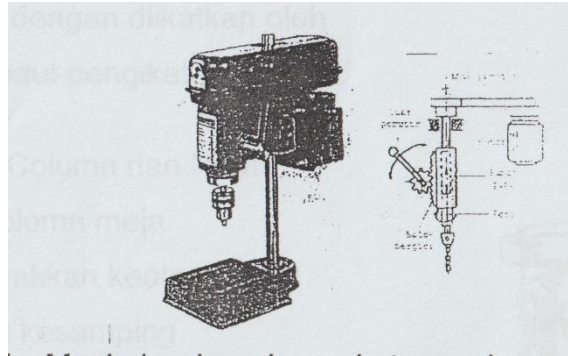
Gambar 2.7 Mesin Bor Mekanik
(Sumber : Daryanto , 2002)



Gambar 2.8 Mesin Bor Elektrik
(Sumber : Daryanto , 2002)

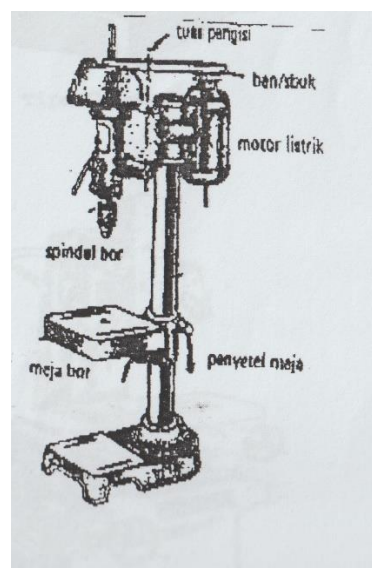
2. Mesin Bor Bangku

Mesin bor bangku digunakan untuk mengebor dari lubang yang berdiameter kecil sampai kira-kira diameter 16 mm. Biasanya mesin ini ditempatkan diatas bangku kerja atau suatu alas dari pelat.



Gambar 2.9 Mesin Bor Bangku Meja Tunggal
(Sumber : Putri fenoria , 2016)

Mesin jenis ini digunakan dibengkel-bengkel elektronik dan listrik. Motor listrik yang terpasang pada mesin jenis ini dapat memberikan daya sebesar 0,5 Hp dengan menggunakan tegangan 380 Volt, 3 Phasa.



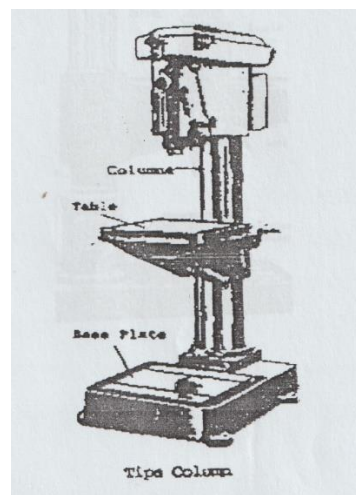
Gambar 2.10 Mesin Bor Bangku Meja Ganda
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

- Meja dasar mesin diletak dan diikatkan pada meja oleh baut pengikat. Meja mesin ini digunakan sebagai tumpuan benda-benda yang besar sebagai penyangga atau landasan pengikat.
- Meja mesin biasanya digunakan sebagai penyangga ragum dan meja ini dapat dinaikkan dan diturunkan sepanjang kolom mesin.
- Ragum mesin bor digunakan sebagai alat bantu untuk pencekaman benda kerja pada mesin.
- Ragum mesin merupakan peralatan standar mesin yang selalu ada pada standar mesin yang selalu ada pada lemari mesin sebagai perlengkapan pokoknya. Ragum ini diletakkan pada meja dengan diikatkan oleh dua buah baut pengikat.

3. Mesin Bor *Column* dan *Pillar*

Mesin bor jenis *column* meja mesin dapat digerakkan keatas dan kebawah dan kesamping. Meja mesin tipe *pillar* hanya dapat dinaikkan dan diturunkan, tetapi mesin ini sering digunakan dengan gabungan meja dan ragum sebagai alat bantu.

Kedua tipe mesin bor ini biasanya dilengkapi dengan pemakaian otomatis, disamping dengan tuas pemutar dengan tangan.

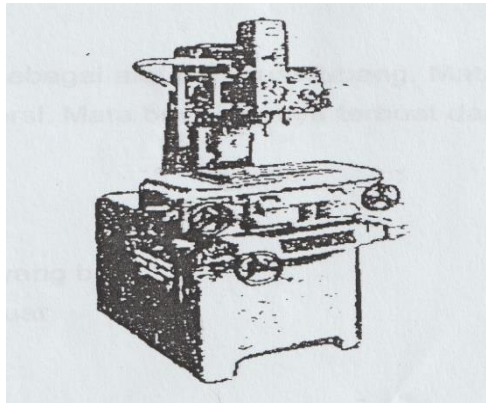


Gambar 2.11 Mesin Bor *Column*
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

4. *Jig Boring Machine*

Mesin Bor *Jig* mempunyai fungsi untuk membesarkan dan membuat lubang-lubang dengan jarak pusat ke pusat yang tepat untuk diameter yang sangat teliti.

Meja mesin dapat digerakkan dengan arah memanjang dan dapat mencapai ketelitian 0,001 mm dan sebaiknya digunakan pada ruang

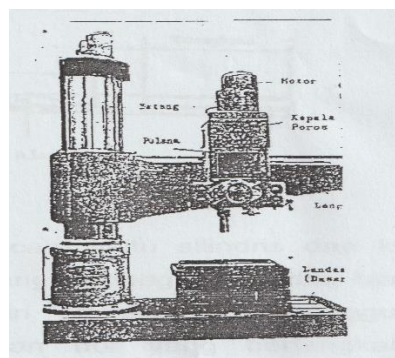


Gambar 2.12 *Jig Boring Machine*
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

5. Mesin Bor Radial

Mesin bor ini cocok untuk benda kerja yang lebar. Poros utama dari mesin bor dipasang meja mesin (*Sadie*) yang dapat dipindahkan dalam arah radial.

Lengan dapat diputar dan dinaik turunkan pada batang tegak poros dapat digerakkan melalui tuas penggerak dengan tangan atau secara otomatis.



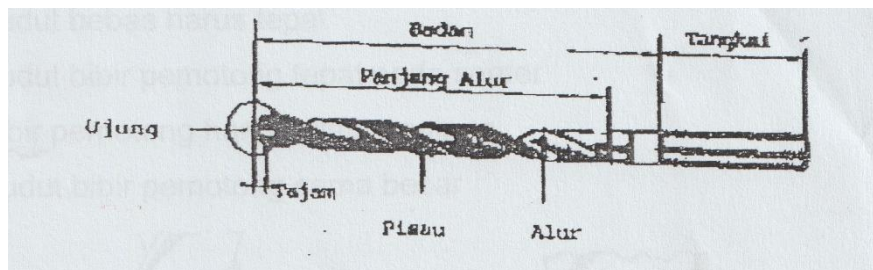
Gambar 2.13 Mesin Bor Radial
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

2.5.2 Jenis-jenis Mata Bor

1. Mata Bor Bilah
2. Mata Bor Alur Lurus
3. Mata Bor Alur Spiral

Dibuat pertama kali pada tahun 1863, sebagai alat pembuat lubang. Mata bor spiral dibuat agar tahan tegangan torsi. Mata bor biasanya terbuat dari baja *carbon*, HSS atau carbida.

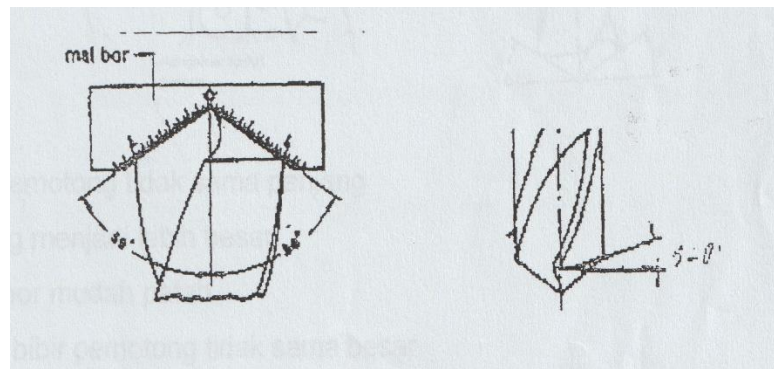
- Keuntungan Mata Bor Spiral :
 - Mempunyai sudut bibir pemotong yang baik.
 - Bram-bram pemotong mudah keluar.
 - Mudah dalam pemakaian.
- Bentuk - bentuk Mata Bor Spiral :
 - Alur Spiral 2 alur
 - Alur Spiral 3 alur
 - Alur Spiral 4 alur



Gambar 2.14 Mata Bor Spiral
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

- Bagian-bagian Mata Bor Spiral :
 1. Tangkai: Bentuknya ada 2 macam yaitu silindris dan konis (*Morse Taper*). Bor yang bertangkai silindris biasanya berdiameter kecil dan pemakaiannya menggunakan *chuck* bor. Sedangkan bor bertangkai tirus dipasang dengan menggunakan sarung pengurang atau langsung pada *spindle* mesin bor yang berlubang konis.

2. Badan :Panjangnya diukur dari batas tangkai sampai ujung bor
3. Alur :Alur pada mata bor berfungsi untuk mempercepat keluarnya tatal.



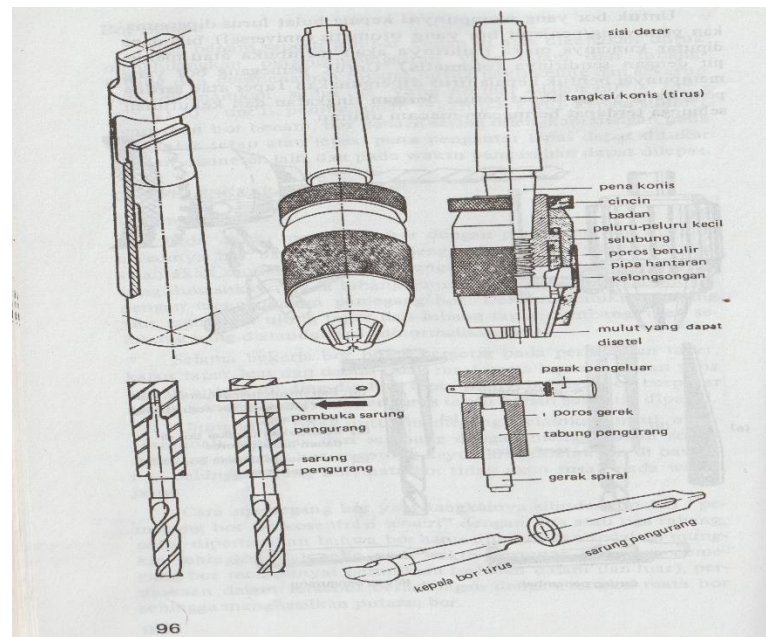
Gambar 2.15 Sudut Pada Mata Bor Spiral
(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

2.5.3 Macam-macam Sudut Alur dan Sudut Ujung

- a. Kuningan dan Perunggu 50 s/d 80°
- b. Baja, Besi Tuang, dan Besi Biasa 118°
- c. Alumunium, Tembaga, Timah putih, Seng, Timah Hitam 140°

2.5.4 Pencekam Mata Bor pada Mesin Bor

1. Pencekaman dengan menggunakan pencekam bor (Chuck Bor) biasanya untuk mata bor yang berdiameter kecil (s/d 12 mm) pencekam mata bor mempunyai 3 rahang yang dapat menjepit tangkai bor dengan kokoh. Chuck dapat digunakan pada kepala lepas mesin bubut (*Tail Stock*).
2. Untuk Tangkai Tirus
Tangkai konis bor dikeluarkan dari *spindle* dengan menggunakan baji (Baja Konis) dan dibuat dari baja lunak agar tidak merusak tangkai mata bor



Gambar 2.16 Pencekam Mata Bor
(Sumber : Daryanto , 2002)

- Prinsip Kerja Pemegang Bor

Cara memegang bor yang tangkaiannya silinder di pakai dengan dua atau tiga rahang, perlu diperhatikan bahwa bor harus dimasukkan sedalam mungkin sehingga tidak selip pada waktu berputar, biasanya pemegang bor mempunyai permukaan (sebelah dalam dan luar), permukaan dalam terhubung dengan tangkai mata bor sehingga menghasilkan putaran bor.

Untuk bor dengan mempunyai kepala bulat lurus dipergunakan pemegang/penjepit bor otomatis (Universal), bilamana diputar kuncinya maka mulutnya akan membuka atau menjepit dengan sendirinya (Otomatis), untuk pemegang bor yang mempunyai bentuk kepala tirus dipergunakan taper atau sarung-pengurang yang dibuat sesuai dengan tingkatan dan kebutuhan sehingga terdapat bermacam-macam ukuran.

2.5.5 Langkah - langkah dalam Pengeboran

Benda kerja terlebih dahulu dibuat garis sumbu dan titik pada persilangan garis sumbu tersebut.

Untuk persiapan mesin. Gunakan putaran mesin dengan menggunakan rumus:

Tabel 2.1 Tabel Kecepatan Potong

	<i>Shell – End – Milling Cutter</i>	<i>Circular Milling Cutter</i>	<i>End – Milling Cutter</i>	<i>Carbide Milling Cutter</i>
st. 35 – 70 kg/mm ²	20 – 30	20 - 30	20 – 35	60 – 120
st. 70 – 90 kg/mm ²	15 – 20	18 – 25	11 – 30	40 - 80
st. over 90 kg/mm ²	8 – 15	10 – 18	15 – 20	30 – 60
<i>Cast steel</i>	15 – 25	15 – 25	15 - 30	40 – 80
<i>Grey cast iron</i>	15 – 30	15 - 30	15 - 30	60 - 100
<i>Cu and Cu- Alloys</i>	30 – 60	30 – 60	30 – 60	100 – 200
<i>Al end Al- alloys</i>	400 – 500	400 – 500	200 – 350	600 – 1500
<i>Al – alloy quench end tampered</i>	200 – 300	250 – 350	150 – 300	400 - 500

(Sumber : Putri Fenoria , 2016)

Rumus putaran mesin :

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \times d} \dots\dots\dots (2.1 \text{ Lit 3 hal 48})$$

keterangan :

n = Putaran Mesin (Rpm)

Vc = Kecepatan potong benda kerja (m/min)

d = Diameter benda kerja (mm)

2.6 Langkah Kerja Pengeboran *Toolpost* Menggunakan *Fixture*

Bahan : *Toolpost*

- Alat :
1. Alat bantu pengeboran
 2. Mata bor diameter 9mm
 3. Kunci *chuck* bor
 4. Kunci pas 19

Langkah Kerja :

1. Siapkan alat dan bahan
2. Masukkan mata bor $\varnothing 9 \text{ mm}$ pada mesin milling atau mesin bor. Lalu kencangkan menggunakan kunci *chuck* bor.
3. Letakkan alat bantu pada meja mesin, lalu kencangkan baut pondasi menggunakan kunci pas 19.
4. Masukkan *toolpost* pada alat bantu, pastikan baut penahan *toolpost* telah dikencangkan
5. Atur titik pusat mata bor pada titik awal pengeboran
6. Atur kecepatan putaran mesin, lalu hidupkan mesin
7. Lakukan pengeboran dengan kedalaman 20 mm
 1. Setelah pengeboran pertama dilakukan, kendorkan baut *stopper*
 2. Lalu, geser Alas Gerak (Gerak Translasi, Kanan-Kiri) nomor 3 pada gambar, geser ke kanan dan sesuaikan dengan posisi lubang *stopper*
8. Lakukan pengeboran kedua.
9. Setelah pengeboran kedua dilakukan, kendorkan baut *stopper* no.8
10. Lalu putar (Pencekam Benda & Gerak Rotasi/Berputar) no.2 Sebesar 90 derajat lalu sesuaikan dengan posisi lubang *stopper*.
11. Setelah pengeboran ketiga dilakukan, Lakukan pengeboran selanjutnya dengan langkah kerja yang sama.
12. Setelah seluruh pengeboran dilakukan, kendurkan baut pengencang benda kerja

13. Lepaskan benda kerja, bersihkan permukaan *fixture*
14. Pengeboran selesai
15. Masukkan kembali benda kerja selanjutnya

2.7 Mur dan Baut

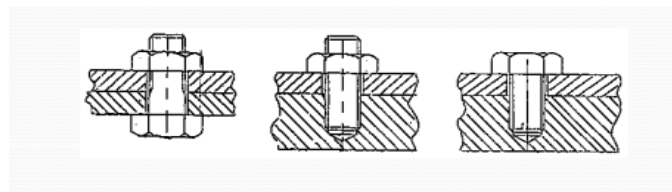
Baut atau Skrup adalah suatu batangan atau tabung dengan alat heliks pada permukaannya. Penggunaan utamanya adalah sebagai pengikat (*Fastener*) untuk menahan dua objek bersamaa, dan sebagai pesawat sederhana untuk mengubah torsi menjadi gaya linier.

Mur merupakan pengikat atau pasangan dari baut. Mur biasanya terbuat dari baja lunak, meskipun untuk keperluan khusus dapat juga digunakan beberapa logam atau paduan logam lain.

Baut dan mur merupakan suatu elemen mesin yang berfungsi untuk menyambung dua buah elemen mesin dengan sambungan yang dapat dilepas. Mur dan baut sebagai alat pengikat yang sangat penting dalam suatu rangkaian mesin untuk mencegah kecelakaan dan kerusakan pada mesin. Untuk mendapatkan jenis serta ukuran mur dan baut, harus memperhatikan berbagai faktor seperti gaya yang bekerja pada mur dan baut, cara kerja mesin, kekuatan bahan dan lain sebagainya. [4]

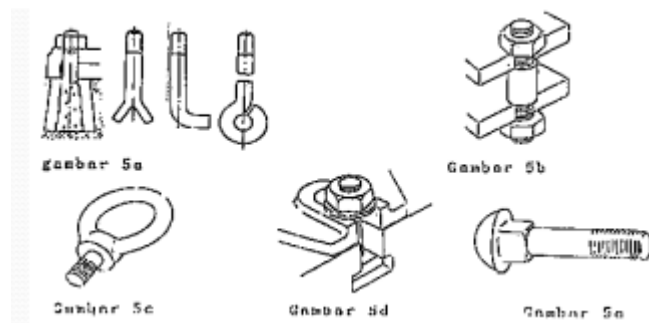
A. Baut dan mur dapat dibagi menjadi beberapa bagian seperti pada gambar 2.17 Yaitu :

- a. Baut Tembus, untuk menembus 2 bagian lubang.
- b. Baut Tap, untuk menjepit 2 bagian dimana jepitan dengan ulir yang ditetapkan pada salah satu bagian.
- c. Baut Tanam, adalah tanpa kepala.



Gambar 2.17 Baut Pengikat
(Sumber : Pratiwi Amanda, 2018)

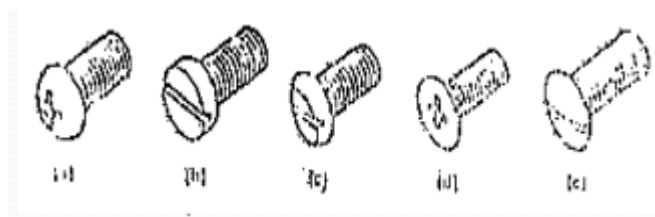
- B. Baut pemakaian khusus, ditunjukkan seperti pada gambar 2.18
- Baut Pondasi, untuk memasang mesin atau bangunan pondasi.
 - Baut Penahan, untuk menahan 2 bagian dengan jarak yang tetap.
 - Baut Mata atau Baut Kait, dipasang pada badan mesin sebagai kaitan untuk alat pengikat.
 - Baut T, adalah baut yang letaknya bisa diatur.
 - Baut Kereta, untuk dipakai pada beban kendaraan.



Gambar 2.18 Baut Pemakaian Khusus
(Sumber : Pratiwi Amanda, 2018)

C. Skrup Mesin

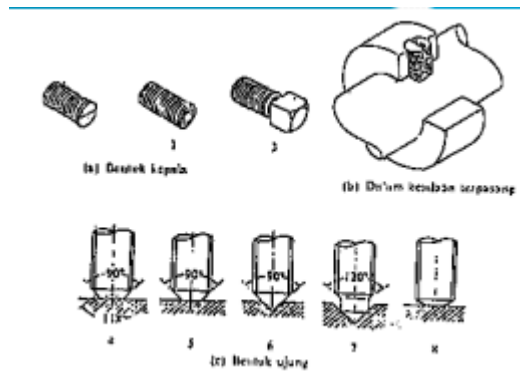
Skrup ini mempunyai diameter sampai 8 mm dan digunakan pada konstruksi yang menggunakan beban kecil, seperti pada gambar 2.19 Skrup Mesin dengan diameter yang berbeda dan jenis kepala yang berbeda pula.



Gambar 2.19 Macam - macam Skrup Mesin
(Sumber : Pratiwi Amanda, 2018)

D. Mur

Pada umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, tetapi untuk pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk yang bermacam-macam. Macam - macam mur diantaranya seperti pada gambar 2.20



Gambar 2.20 Macam - macam Mur
(Sumber : Pratiwi Amanda , 2018)

Tabel 2.2 Ukuran Standart Ulir Baut Halus

Ukuran	Jarak antar ulir P	Tinggi ulir H	Diameter luar	Diameter efektif	Diameter dalam
M4	0,7	0,379	4,000	3,515	3,242
M5	0,8	0,433	5,000	4,480	4,134
M6	1	0,541	6,000	5,350	4,917
M7	1	0,541	7,000	6,350	5,917
M8	1,25	0,677	8,000	7,188	6,647
M9	1,25	0,677	9,000	8,188	7,647
M10	1,5	0,812	10,000	9,026	8,376
M11	1,5	0,812	11,000	10,026	9,378
M12	1,75	0,947	12,000	10,863	10,106
M14	2	1,083	14,000	12,701	11,835
M16	2	1,083	16,000	14,701	13,835
M18	2,5	1,353	18,000	16,376	15,294
M20	2,5	1,353	20,000	18,376	17,294
M22	2,5	1,353	22,000	20,376	19,294
M24	3	1,624	24,000	22,051	20,752
M27	3	1,624	27,000	25,051	23,752
M30	3,5	1,894	30,000	27,727	26,211
M33	3,5	1,894	33,000	30,727	29,211
M36	4	2,165	36,000	34,402	31,670
M39	4	2,165	39,000	36,402	34,670
M42	4,5	2,436	42,000	39,077	37,129
M45	4,5	2,436	45,000	42,077	40,129
M48	5	2,706	48,000	44,752	42,857
M52	5	2,706	52,000	48,752	46,587
M56	5,5	2,977	56,000	52,428	50,046
M60	5,5	2,977	60,000	56,428	54,046
M64	6	3,248	64,000	60,103	57,505
M68	6	3,248	68,000	64,103	61,505

(Sumber : Lazuardi Andikasyah Rial , 2018)

$$d_l = \sqrt{\frac{4W}{\pi\sigma\alpha}} \dots\dots\dots(2.2 \text{ lit 5 Hal } 37)$$

Keterangan :

- d_l = Diameter dalam ulir halus
- W = Beban
- σ_α = Tegangan geser

$$Z \geq \frac{w}{\pi \cdot D2 \cdot H1 \cdot \tau\alpha} \dots\dots\dots (2.3 \text{ lit 5 Hal } 38)$$

Keterangan :

- Z = Jumlah Ulir
- D2 = Diameter Luar
- H1 = Tinggi
- $\tau\alpha$ = Tegangan permukaan

Tegangan geser yang terjadi pada baut pengikat :

$$\tau g = \frac{w}{\pi \cdot D1 \cdot k \cdot p \cdot z} \dots\dots\dots (2.4 \text{ Lit 5, Hal.38})$$

Luas penampang baut :

$$A = 2 \frac{\pi}{4} d^2 \dots\dots\dots (2.5 \text{ Lit 4, Hal.27})$$

Keterangan :

- T_g = Tegangan geser (N/mm²)
- F = Gaya (N)
- d = Diameter Baut (mm)
- A = Luas penampang baut (mm²)
- $\Pi = 3,14$ atau $\frac{22}{7}$

2.8 Rumus – rumus yang Digunakan

1. Rumus Torsi Mesin (T)

$$\omega = \frac{2 \cdot \pi \cdot n}{60} \quad T = \frac{P}{\omega} \dots\dots\dots (2.6 \text{ Lit.6})$$

Keterangan:

- T = Torsi Mesin (Nm)
- P = Daya Mesin Bor (watt)
- n = Putaran Mesin (Rpm)
- ω = Kecepatan Sudut (rad/s)
- $\pi = 3,14$ atau $\frac{22}{7}$

2. Rumus Gaya Potong Mesin (F_{tm})

$$F_{tm} = \frac{T}{r} \dots\dots\dots(2.7 \text{ Lit.7 ,Hal. 16})$$

Keterangan:

F_{tm} = Gaya Mesin Potong (N)

T = Torsi Mesin (Nm)

r = Jari – jari Pahat (mm)

3. Rumus Sudut Kemiringan Ulir (α)

$$\alpha = \arctan \left(\frac{\text{kisar}}{\pi \cdot d} \right) \dots\dots\dots(2.8 \text{ Lit.8 ,Hal.54})$$

4. Rumus Sudut Akibat Gesekan (θ)

$$\theta = \arctan \mu \dots\dots\dots(2.9 \text{ Lit.9, Hal.37})$$

5. Rumus Gaya Dorong Klem Baut (F_s)

$$F_s = \frac{F_h \cdot L}{r \cdot \tan (\alpha + \theta)} \dots\dots\dots(2.10 \text{ Lit.9, Hal.37})$$

Keterangan:

F_h = Gaya Putar Tangan Operator (N)F_s = Gaya Dorong Klem Baut (N)

α = Sudut Kemiringan Ulir

μ = Koefisien Gesek Ulir antar Baut dan Mur

θ = Sudut Gesek Ulir

r = Radius Rata – rata Ulir Baut

6. Rumus Volume (V)

$$V_{\text{balok}} = P \times L \times T \dots\dots\dots(2.11 \text{ Lit.10, Hal 85})$$

$$V_{\text{silinder}} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times T \dots\dots\dots(2.12 \text{ Lit.10, Hal 86})$$

Keterangan:

V = Volume Material (m³)

P = Panjang Material (m)

L = Lebar Material (m)

T = Tinggi Material (m)

D = Diameter Tabung (m)

7. Rumus Harga Material

$$TH = HS \times W \dots\dots\dots(2.13, \text{Lit. 10, Hal 86})$$

Keterangan :

TH = Total Harga per Material (Rupiah)

HS = Harga Satuan per Kg

W = Massa Material (Kg)

8. Rumus Biaya Listrik

$$B = T_m \times B_L \times P \dots\dots\dots(2.14, \text{Lit. 11, Hal 44})$$

Keterangan :

B = Biaya Listrik (Rp)

T_m = Waktu Permesinan (Jam)B_L = Biaya Pemakaian Listrik = Rp 1.467,28- / Kwh
(Sumber:pln.co.id)

P = Daya Mesin (Kw)

9. Rumus Biaya Operator

$$BO = S \times T \dots\dots\dots(2.15, \text{Lit. 11, Hal 45})$$

$$S = \frac{UMP}{JK} \dots\dots\dots(2.16, \text{Lit. 11, Hal 45})$$

Keterangan:

BO = Biaya Operator

S = Upah/ Jam

T = Total Pengerjaan (jam)

UMP = Upah Minimum Provinsi Sumatera Selatan Rp 2.804.453,-
(Sumber : sumsel.tribunnews.com)

JK = Jam Kerja dalam Sebulan (Terhitung Senin-Sabtu 8 Jam)

10. Rumus Biaya Sewa Mesin

$$BM = T_m \times B \dots\dots\dots(2.17, \text{Lit.10, Hal 88})$$

Keterangan :

BM = Harga Sewa Mesin (Rp)

T_m = Waktu Permesinan (Jam)

B = Harga Sewa Mesin/ Jam (Rp)

11. Rumus Biaya Tak Terduga(2.18,Lit.10, Hal 89)

Biaya tak terduga dikenakan sebesar 15% dari biaya material dan sewa mesin.

$$= 15\% (\text{Biaya material} + \text{Biaya Sewa Mesin})$$

12. Rumus Total Biaya Produksi (2.19, Lit.10, Hal 89)

Biaya produksi dari *presstool* ini adalah akumulasi dari biaya material, biaya listrik, biaya sewa mesin, biaya operator.

$$= \text{Biaya Material} + \text{Biaya Sewa Mesin} + \text{Biaya Operator} + \text{Biaya Tak Terduga}$$

13. Rumus Keuntungan

Keuntungan dihitung sebesar 25% dari biaya produksi alat.

$$= 25\% \times \text{Biaya Produksi}.....(2.20, Lit.10, Hal 89)$$

14. Rumus Harga Jual

Harga jual dari press tool ini adalah akumulasi dari biaya produksi, biaya tak terduga (Perencanaan) dan keuntungan.