

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Kajian Pustaka

Ketika melakukan penulisan laporan akhir diperlukan banyak sumber pustaka penelitian yang sudah pernah dilakukan sebelumnya, untuk dijadikan sebuah referensi. Berikut ini merupakan beberapa referensi yang berkaitan dengan judul laporan akhir yang penulis ambil, antara lain:

APAR adalah singkatan dari Alat Pemadam Api Ringan (*Fire Extinguisher*) merupakan alat perlindungan kebakaran aktif yang digunakan untuk memadamkan titik api atau mengendalikan kebakaran kecil yang biasanya digunakan dalam kondisi darurat. Alat ini sudah diketahui oleh masyarakat luas, dan alat ini sudah merupakan komponen wajib yang disediakan untuk standar sebuah gedung atau bangunan (Damkar Indonesia, 2021).

Safety pin atau biasa disebut pin pengaman sebagai pengaman pada tabung APAR. Pin pengaman ini biasanya terletak pada bagian atas *handle* APAR. Jika pin pengaman ini tidak dibuka ketika terjadi kebakaran, maka APAR tidak akan berfungsi (Damkar Indonesia, 2021).

(Firdani, dkk, 2014), APAR (Alat Pemadam Api Ringan) atau *fire extinguisher* adalah alat yang digunakan untuk memadamkan api atau mengendalikan kebakaran kecil. Alat Pemadam Api Ringan (APAR) pada umumnya berbentuk tabung yang diisi dengan bahan pemadam api yang bertekanan tinggi. Dalam hal Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3), APAR merupakan peralatan wajib yang harus dilengkapi oleh setiap Perusahaan dalam mencegah terjadinya kebakaran yang dapat mengancam keselamatan pekerja dan asset perusahaannya.

(Wibowo, 2014), menyatakan proses permesinan merupakan proses *manufaktur* dimana objek dibentuk dengan cara membuang atau menghilangkan sebagian *material* dari benda kerjanya. Tujuan digunakan proses permesinan ialah untuk mendapatkan akurasi dibandingkan proses-proses yang lain seperti

proses pengecoran, pembentukan dan juga untuk memberikan bentuk bagian dalam dari suatu objek tertentu. Adapun jenis-jenis proses permesinan yang banyak dilakukan antara lain : Proses bubut (*turning*), proses menyekrap (*shaping dan planing*), proses pembuatan lubang (*drilling*), proses mengefreis (*milling*), proses menggerinda (*grinding*), proses menggergaji (*sawing*), dan yang terakhir adalah proses memperbesar lubang (*boring*).

(Arifin, 2010), *jig* adalah sebuah alat yang berfungsi untuk mengarahkan sebuah atau lebih alat potong pada posisi yang sesuai dengan proses pengerjaan suatu produk. Dalam proses produksi, *Jig* sering digunakan pada proses pembentukan atau pemotongan baik berupa pelubangan maupun perluasan lubang. Beberapa jenis *jig* juga disebut alat bantu atau juga pengarah. Tujuan utama *jig* adalah untuk pengulangan dan duplikasi yang tepat dari bagian benda kerja untuk proses produksi massal. *Fixture* adalah suatu alat bantu yang berfungsi untuk mengarahkan dan mencekam benda kerja dengan posisi yang tepat dan kuat. Alat ini banyak digunakan pada proses pengerjaan *milling, boring* dan biasanya terpasang pada meja mesin seperti ragum pada mesin *milling*, pencekam pada mesin bubut, pencekam pada mesin gergaji, dan pencekam pada mesin gerinda. *Fixture* adalah elemen penting dari proses produksi massal seperti yang diperlukan dalam sebagian besar manufaktur otomatis untuk inspeksi dan operasi perakitan dengan tujuan menempatkan benda kerja ke posisi yang tepat yang diberikan oleh alat potong atau alat pengukur, atau terhadap komponen lain, seperti misalnya dalam perakitan atau pengelasan.

(Sugiarto, 2013), pelat-pelat hasil produksi pabrik umumnya masih dalam bentuk lembaran yang ukuran dan bentuknya bervariasi. Pelat-pelat dalam bentuk lembaran ini tidak dapat langsung dikerjakan, sebab terlebih dahulu harus dipotong menurut gambar bukan komponen yang akan dibentuk pengerjaan. Dalam dunia industri istilah pemotongan pelat sebelum dikerjakan disebut pemotongan awal (*pre cutting*). *Pre cutting* atau pemotongan awal dilakukan untuk pemotongan pelat menurut bagian gambar dan ukurannya. Proses pemotongan pelat-pelat ini dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik pemotongan sesuai kebutuhan masing-masing teknik pemotongan sesuai

kebutuhan masing-masing. Biasanya untuk pemotongan pelat-pelat tipis, pemotongannya dapat digunakan alat-alat potong manual seperti: gunting tangan, gunting luas, pahat dan sebagainya. Untuk ketebalan pelat di atas 1,2 mm sangat sulit dipotong secara manual dan pemotongan digunakan mesin-mesin potong. Teknik-teknik pemotongan pelat ini dapat dilakukan dengan berbagai macam teknik pemotongan pelat dengan peralatan tangan, mesin-mesin potong manual, mesin gunting putar, mesin waktu dan sebagainya.

(Riansyah, 2018), kebutuhan akan produk hasil permesinan dengan kualitas permukaan yang baik merupakan salah satu pemicu semakin berkembangnya metode-metode baru dalam teknologi pemotongan logam, salah satu bentuk perkembangan yang dapat dengan mudah kita jumpai ialah dengan adanya modifikasi alat-alat permesinan seperti pengembangan mesin dengan kecepatan tinggi yang dapat digunakan dalam berbagai proses sekaligus. Proses pemotongan logam pada dasarnya merupakan proses pelepasan *material* yang tidak diinginkan dari sebuah benda kerja dalam bentuk *chips* atau geram. Proses pemotongan logam merupakan proses yang kompleks dikarenakan merupakan proses dengan variasi input yang cukup luas. Beberapa contoh variasi yang memiliki pengaruh terhadap proses *material removal* antara lain:

- Jenis mesin yang digunakan dalam proses permesinan.
- Jenis *cutting tools* yang digunakan (geometri dan *material*).
- Sifat-sifat dan parameter dari *material* benda kerja.
- Parameter pemotongan (*speed, feed, depth of cut*).

(Sulistyo, 2014), *bending* (Proses Pembengkokan) adalah proses deformasi secara plastis dari logam terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau hamper tidak mengalami perubahan luas permukaan dengan bantuan tekanan piston pembentuk dan cetakan (*dies*). Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin *bending*. *Bending* merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberikan tekanan. Sedangkan proses *bending* merupakan

proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin.

(Wibowo, dkk, 2018), mesin tekuk adalah suatu alat atau perkakas yang akan digunakan untuk menekuk suatu *material* untuk mendapatkan profil tekukan atau bentuk lain yang sesuai dengan hasil yang dikehendaki. Hasil tekukan yang baik dan sesuai dengan kemampuan dan kekuatan dari mesin tekuk tersebut. Kekuatan untuk menekuk *material* pada mesin tekuk biasanya berupa tekanan. Sumber tekanan bisa didapatkan dari suspense pegas, kekuatan aliran angin (*pneumatic*) maupun oli (*hidrolik*). Pengontrol sistem penekan bisa dilakukan secara manual maupun otomatis, tergantung pada spesifikasi mesin tekuk yang digunakan. Penekukan (*bending*) adalah suatu proses pembentukan yang biasa dilakukan untuk membuat barang kebutuhan sehari-hari seperti komponen suatu benda. Proses *bending* dilakukan dengan menekuk benda kerja hingga mengalami perubahan bentuk yang menimbulkan peregangan logam pada sekitar daerah garis lurus (dalam hal ini sumbu netral). Secara mekanika proses penekukan ini terdiri dari dua komponen gaya yakni, tarik dan tekan.

(Budi, dkk, 2019), proses pengeboran adalah proses pemesinan 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*).

(Wibowo, 2014), proses pengeboran adalah proses pemesinan 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.

(Putri, 2016), mesin bor merupakan alat yang di gunakan untuk bermacam-macam penggunaan seperti *reaming* (perluasan lubang), *counterboring*, *boring*, dan beberapa pekerjaan bulat lainnya.

1.2 Penjelasan Umum Mengenai Pemotongan

Mesin pemotong adalah suatu alat pemotong plat yang bekerja dengan prinsip kerja memotong plat dengan prinsip mengunting. Mesin potong merupakan alat potong yang digunakan untuk memotong benda berbahan logam atau kayu. Alat ini memiliki deretan mata potong berbentuk seperti gigi-gigi tajam. Mesin ini biasa digunakan untuk memotong benda kerja berbahan besi atau kayu. Pada umumnya proses pemotongan besi adalah bagian dari proses pengolahan bahan setengah jadi menjadi benda kerja jadi. Pemotongan besi disesuaikan dengan bentuk dan ukuran yang di inginkan.

Alat yang satu ini biasa di jumpai di bengkel. Mesin pemotong ini biasanya berbentuk gerinda potong atau mesin gergaji, namun ada juga yang berbentuk gunting. Keberadaan mesin pemotong besi ini membuat pekerjaan menjadi lebih mudah. Pemotong besi juga diartikan sebagai perangkat yang dipakai untuk memotong baja dan logam lainnya menggunakan pemotong, dimana udara terkompresi ditiupkan melalui *nozzel* bertekanan tinggi dan arus busur.

Cara penggunaan mesin pemotong yaitu benda kerja berupa besi diberi garis penanda sesuai ukuran yang diinginkan agar saat memotong tidak melenceng. Setelah dipasang pada posisi yang tepat yaitu dibawah pisau pemotong, lalu secara perlahan potong benda kerja ke mesin pemotong. Untuk cara memotong plat anda dapat menggunakan alat potong seperti gergaji besi atau gunting plat.

1.2.1 Jenis-jenis *cutting plate*

Adapun jenis-jenis *cutting plate* adalah sebagai berikut:

1. Pemotong dengan menggunakan mesin

- Contoh :
- Mesin trois
 - Mesin gerinda
 - Mesin gergaji

2. Pemotong dengan menggunakan alat-alat perkakas

- Contoh :
- Gergaji tangan
 - Pahat
 - Gunting baja

3. Pemotong dengan menggunakan mesin las

- Contoh :
- Mesin las karbit
 - Mesin potong gas
 - Mesin las listrik

1.2.2 Prinsip kerja *cutting plate*

Adapun prinsip kerja *cutting plate* adalah sebagai berikut:

1. Pemotongan dengan mesin

Prinsip kerja pemotongan dengan mesin ini adalah proses kerja mesin. Dimana benda kerja berputar dan pahat pemotongnya diam. Pemotongan dengan mesin ini ditentukan oleh ketetapan arah gerakan pahat dan bentuk pahat itu sendiri. Selain itu pada saat beroperasi yaitu dengan menggunakan hidrolik dimana benda kerja akan dipotong terlebih dahulu. Kemudian ditekan baru dilakukan pemotongan oleh mata pisau dengan sudut dan ketinggian mata pisau tertentu yang dapat diukur.

2. Pemotongan dengan gergaji mesin

Gergaji tangan dorong dan tusuk elektrik memiliki sebuah motor *universal* kuat yang menggerakkan lebar gergaji tusuk misalnya dengan 1400 atau 1000 dorongan permenit. Angka dorongan yang tinggi cocok untuk pengerjaan bahan garapan lunak dan angka dorongan yang rendah untuk bahan logam yang keras. Sebuah sepatu dudukan yang tepat bergerak dengan macam-macam sikap pengatur kedalaman irisan dan kemungkinan pemanfaatan daun gergaji agar diangkat sehingga gigi terpelihara dengan baik dan dihasilkan pelonggaran serpih dengan baik, dengan menggunakan macam-macam daun gergaji dapat dilaksanakan segala pekerjaan yang rumit.

3. Pemotongan gergaji dengan dorong sengkong

Oleh sebuah lengkapan pergerakan engkol, gerakan melingkar penggerak diubah wujud menjadi gerakan menyayat kian kemari daun gergaji (sengkong gergaji) arah penyayaan menuju ke penggerak, hal ini harus diperhatikan pada perancangan daun gergaji. Pada langkah kembali daun gergaji dibesarkan dari beban tekanan laju yang mengarahkan ke bawah dengan pengangkutan stengkong yang berlangsung otomatis. Tekanan laju diatur pada gergaji sengkong sederhana dengan sebuah bobot yang dapat digeser-geser. Penyayatan awal berlangsung dengan tekanan rendah yang baru ditingkatkan apabila lebar gergaji telah mencapai kedalaman yang mencukupi, setelah penyelesaian penyayatan mesin akan berhenti dengan sendirinya.

Keistimewaan pergerakan engkol mengakiatkan kecepatan sayat tidak tetap. Kecepatan ini meningkat dari nol (0) pada awal dorongan menuju suatu nilai. Selama pendorong menurun menjadi nol (0) pada akhir dorongan, semakin besar angka putaran penggerak semakin besar pula dorongannya.

4. Pemotongan dengan gergaji cakram

Daun gergaji yang bundar seperti lingkaran mempunyai gigi yang dirautkan atau dibutuhkan pada kelilingnya. Sudut sayatan pada gigi ini disesuaikan dengan bahan yang akan disayat. Gergaji cakram terutama cocok untuk pemenggalan benda kerja berdinding tebal. Laju eretan gergaji menyesuaikan diri dengan otomatis terhadap perubahan penampang benda kerja dengan pertolongan pengendalian hidrolis. Dengan demikian selalu digergaji penampang yang sama dengan jangka waktu yang sama. Kecepatan sayat diatur oleh sebuah lengkapan ahli gerak. Didalam eretan gergaji pada mesin setengah otomatis, segenap proses penggergajian berlangsung otomatis. Pada yang otomatis, selanjutnya juga laju benda kerja berjalan dengan sendirinya pada setiap akhir penyayatan.

Gergaji yang bergerak otomatis sepenuhnya melakukan pengerjaan batangan, memotong batang-batang yang sama panjangnya dalam jumlah besar dengan pengencangan, pelanggaran dan penggeseran benda kerja secara otomatis. Dengan gergaji cakram dilakukan pemotongan logam-logam baik dalam keadaan dingin (pengergajian dingin) maupun dalam keadaan pijar (pengergajian panas).

5. Gergaji cakram kedudukan tetap

Benda kerja dikencangkan dengan erat pada mesin sedangkan daun gergaji melaksanakan gerakan laju secara otomatis pada gergaji, gergaji cakram dengan lengkapan gerak laju mekanis, lalu ditetapkan menurut penampang benda kerja terbesar. Pada gergaji cakram dengan laju hidrolis. Laju mengatur sendiri menurut tahanan ini berubah-ubah selama pemotongan karena penampang didalam benda kerja dan dengan demikian juga panjang penyayatan pada bentuk penampang yang berubah-ubah. Semakin besar pola penyayatan laju yang berlangsung dengan sendirinya. Dengan demikian gergaji dapat memotong tuntas baja budar setebal hingga 300 mm dalam waktu 30 detik profit Np 50 dalam waktu 20 detik.

Jumlah *stopper* lebih banyak dari *actuating* potong. Jumlah actuator ini disusun diantara celah pemotongan, untuk pemotongan yang mempunyai lebar yang kecil juga dapat ditekan oleh stopper. Mesin potong *plane hidrolis* sesuai dengan fungsinya di gunakan untuk proses pemotongan berbentuk bidang (*plane*) kemampuan pemotongan dari mesin ini disesuaikan dengan bentuk-bentuk dan besar kecilnya *plane* serta ketebalan.

6. Gergaji sabuk

Sebuah daun gergaji tanpa ujung berjalan melalui suatu pengaturan hidrolis. Daun gergaji memperoleh laju tetap sesuai dengan tebal benda kerja. Gigi penampang beban menderita keausan yang merata pada segenap panjang daun, dengan gelinding penuntun yang dapat dimiringkan penyayatan seseorang. Gergaji sabuk vertikal dengan daun

gergaji yang sempit memungkinkan penggergajian liku-liku dan pemotongan tembusan. Gergaji vertikal yang berjalan tetap terutama untuk pemotongan logam ringan.

1.3 Penjelasan Umum Mengenai *Bending*

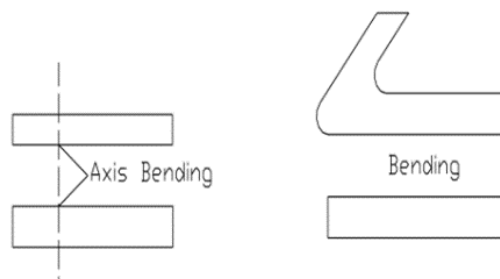
Bending (Proses Pembengkokan) adalah proses deformasi secara plastis dari logam terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau hamper tidak mengalami perubahan luas permukaan dengan bantuan tekanan piston pembentuk dan cetakan (*dies*). Sedangkan proses *bending* adalah proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat manual maupun menggunakan mesin.

Dari beberapa tahap pembuatan segel pin APAR yang terdiri dari proses pemotongan bahan (*cutting*), penekukan (*bending*), dan pelubangan, penulis memilih untuk membahas proses penekukan (*bending*) sebagai proses utama dalam tahapan pembuatan segel pin APAR. Proses *bending* memiliki beberapa kelebihan atau keunggulan, antara lain:

- A. Pengerjaan dengan proses penekukan (*bending*) tidak memerlukan proses perlakuan awal.
- B. Pengerjaan dengan proses *bending* relatif lebih sederhana jika di banding proses lainnya.

1.3.1 Proses *bending* (penekukan)

Bending merupakan pengerjaan dengan cara memberi tekanan pada bagian tertentu sehingga terjadi deformasi plastis pada bagian yang diberikan tekanan.



Gambar 2.1 Proses *Bending* (Arifin, 2010)

Sedangkan proses *bending* merupakan proses penekukan atau pembengkokan menggunakan alat *bending* manual maupun menggunakan mesin. Berikut merupakan jenis-jenis proses *pembendingan*:

1) *Bending Ram*

Biasanya digunakan untuk membuat lengkungan besar untuk logam mudah bengkok. Dalam metode ini, plat atau pipa ditekan pada 2 poin eksternal dan ram mendorong pada besi poros tengah untuk menekuknya. Cara ini cenderung membentuk bahan menjadi bentuk oval, baik di bagian dalam maupun bagian luar lengkungan.

2) *Bending Rotary Draw*

Digunakan untuk membengkokkan besin sebagai pegangan tangan, yang lebih keras. *Bending rotary draw* menggunakan 2 cetakan. Cetakan *bending* stasioner dan cetakan *bending* dengan diameter tetap untuk membentuk lengkungan. Cara ini digunakan apabila plat atau pipa yang akan di *bending* perlu memiliki hasil akhir yang baik dengan diameter konstan di keseluruhan Panjangnya.

3) *Bending Mandrel*

Selain cetakan yang digunakan dalam *bending rotary draw*, proses pada *bending mandrel* ini dengan cara menggunakan *support fleksibel* yang akan ikut bengkok dengan bahan logam untuk memastikan *interior* logam tidak cacat.

4) *Bending Induksi Panas*

Proses ini menggunakan panas dari kumparan listrik untuk memanaskan area yang akan di bengkokkan, dan kemudian logam akan di bengkokkan dengan cetakan seperti yang di gunakan pada *bending rotary draw*. Logam segera di dinginkan dengan air setelah proses pembengkokan. Cara ini menghasilkan lengkungan yang lebih kuat di bandingkan proses *bending rotary draw*.

5) *Bending Roll*

Digunakan Ketika memerlukan lengkungan yang besar pada bahan logam. Biasanya banyak digunakan untuk pekerjaan konstruksi. *Bending*

roll menggunakan 3 *roller* yang disusun membentuk segitiga pada satu poros untuk mendorong dan membengkokkan logam.

6) *Bending* Panas

Sistem ini banyak digunakan pada proses perbaikan, yaitu dengan cara bahan logam dipanaskan pada daerah yang akan dilakukan penekukan sehingga proses penekukan pada bahan logam menjadi lebih mudah.

Adapun proses *bending* yang bekerja pada rancang bangun alat ini, yakni menggunakan Teknik atau proses *bending* dengan cara *bending rotary draw*.

1.3.2 Mesin *bending* (penekukan) pada rancang bangun alat produksi segel pin APAR

Sebagai alat bantu dalam proses penekukan, diperlukan sebuah sistem yang bekerja sehingga dapat memudahkan pekerjaan dan dapat diterapkan dengan baik sesuai dengan kebutuhan. Adapaun jenis-jenis mesin *bending* adalah sebagai berikut:

1. Mesin *bending* manual

Mesin ini menggunakan tenaga manusia yang di bantu oleh gagang atau tuas penekan sehingga tidak menggunakan daya listrik apapun, murni menggunakan tenaga manusia. Kelebihan pada mesin ini adalah murah dan hemat biaya operasionalnya, sedangkan untuk kelemahannya adalah hanya cocok digunakan untuk melakukan penekukan pipa dengan diameter ataupun ketebalan yang tipis.

2. Mesin *bending* hidrolik

Mesin ini digunakan untuk menekuk benda kerja yang berbentuk silinder dengan bantuan tenaga *hydraulic*. Kelebihan pada mesin ini yaitu lebih mudah digunakan dan tidak banyak menggunakan tenaga manusia, tetapi kelemahannya adalah mahal dalam biaya operasional.

3. Mesin *bending* mekanikal

Mesin ini menggunakan tenaga motor listrik yang dibantu dengan *gear bos* sebagai pengumpul tenaga. Kelebihan pada mesin ini adalah kecepatan tinggi dan memiliki tenaga yang besar, tapi memiliki

kekurangan yaitu energi yang dibutuhkan cukup besar dan menghasilkan suara yang berisik.

Dalam proses penekukan (*bending*) terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil yang diinginkan, yaitu:

1) Diameter pipa

Proses *bending* akan mengakibatkan penarikan pada sisi luar dan pengkerutan pada sisi dalam diameter lengkungan.

2) Metode *bending*

Prosedur atau metode yang tepat pada pemilihan proses *bending* yang dilakukan sangat berpengaruh pada kualitas produk yang akan dihasilkan.

3) Ukuran *material*

Material dengan ukuran besar apabila dilengkungkan dengan radius yang kecil akan mudah mengalami distorsi dibandingkan dengan *material* dengan ukuran kecil dan radius lengkung yang besar.

4) Pelumasan

Pelumasan diperlukan untuk mengurangi efek gesekan dan meningkatkan efisiensi pada proses *bending*.

1.4 Penjelasan Umum Mengenai Pengeboran

Mesin bor merupakan alat yang di gunakan untuk bermacam-macam penggunaan seperti *reaming* (perluasan lubang), *counterboring*, *boring*, dan beberapa pekerjaan bulat lainnya. 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*).

Mesin bor dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

- Mesin bor tangan (mekanik dan elektrik)
- Mesin bor bangku
- Mesin bor tiang (*couloum*)
- Mesin bor radial
- Mesin bor *jig*

(Akhmadi, Wulandari, & Mustofa, 2021), Prinsip kerja dari mesin bor yaitu memiliki mata pahat pemotong diletakkan di mesin bor pada *chuck* atau di putar dan dimasukkan kedalam pekerjaan dengan kecepatan yang bervariasi.

1.4.1 Jenis-jenis mesin bor

1. Mesin bor tangan

Penggunaan dari mesin bor tangan ini terutama untuk benda-benda yang terpasang atau benda kerja dalam proses *assembly*. Mesi bor tangan ini dengan diameter pengecam maksimum 10 atau 12 mm.

2. Mesin bor bangku

Mesin bor bangku ini biasa 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.

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

- Meja dasar mesin diletakan dan di ikatkan 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 ragam dan meja ini dapat dinakkan dan diturunkan sepanjang kolom mesin,
- Ragum mesin bor ini digunakan sebagai alat bantu untuk pengecaman benda kerja pada mesin.
- Ragum mesin merupakan peralatan 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 *couloum* dan *pillar*

Mesin bor jenis ini dapat digerakkan keatas dan kebawah juga kesamping. Meja mesin tipe *pillar* hanya dapat dinaikkan dan diturunkan, tetapi mesin ini sering digunakan dengan gabungan meja dan ragam sebagai alat bantu. Kedua tipe mesin bor ini biasanya dilengkapi dengan pemakaian otomatis, disamping dengan tuas pemutar dengan tangan.

4. *Jig boring machine*

Mesin bor *jig* mempunyai fungsi untuk membesarkan dan membuat lubang-lubang dengan jarak pusat ke pusat yang tepat untuk lubang dengan diameter yang sangat teliti. Meja mesin ini dapat digerakkan dengan arah memanjang dan dapat mencapai ketelitian 0,001 mm.

5. Mesin bor radial

Mesin ini cocok untuk benda kerja yang lebar. Poros utama mesin ini dipasang pada meja mesin, dapat dipindahkan dalam arah radial. Lengan mesin dapat diputar dan naik turun pada batang tegak poros dan dapat digerakkan melalui tuas penggerak dengan tangan atau secara otomatis.

1.4.2 Bagian-bagian mesin bor tangan



Gambar 2.2 Bagian pada Mesin Bor Tangan (Wibowo, 2018)

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 penggunaannya, *carbon brush* dilengkapi dengan *spring* atau piri 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 drill* 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.

1.5 Dasar-Dasar Pemilihan Bahan

(Sularso, 1997), setiap perencanaan rancang bangun memerlukan pertimbangan-pertimbangan bahan agar bahan yang digunakan sesuai dengan yang direncanakan. Hal-hal penting dan mendasar harus di perhatikan dalam pemilihan bahan.

(Sunardi, 2021), Dalam membuat dan merencanakan rancang bangun suatu alat atau mesin perlu sekali mempertitungkan pemilihan *material* yang akan di gunakan. Pemelihan *material* yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan pembuatan rancang bangun dan perencanaan alat tersebut. *Material* yang akan diproses harus memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan pada desain produk, dengan sendirinya sifat-sifat *material* akan sangat menentukan proses pembentukan. Berdasarkan pemilihan bahan yang sesuai akan sangat menunjang keberhasilan dalam perencanaan tersebut, adapun hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan bahan yaitu:

1. Fungsi dari komponen

Dalam perencanaan ini, komponen-komponen yang direncanakan mempunyai fungsi yang berbeda-beda. Yang dimaksud dengan fungsinya adalah bagian-bagian utama dari perencanaan atau bahan yang akan dibuat dan dibeli harus sesuai dengan fungsi dan kegunaan dari bagian-bagian bahan masing-masing. Namun pada bagian-bagian tertentu atau bagian bahan yang mendapat beban yang lebih besar, bahan yang dipakai tentunya lebih keras. Oleh karena itu penulis memperhatikan jenis bahan yang digunakan sangat perlu untuk diperhatikan.

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 diketahui 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.

3. Sifat fisis bahan

Sifat fisis perlu 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.

4. Bahan mudah didapat

Bahan-bahan yang akan dipergunakan 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 alat tidak akan dapat terlaksana dengan baik, karena terhambat oleh pengadaan bahan yang sulit. Oleh karena itu perencana harus mengetahui bahan-bahan yang ada dan banyak dipasaran.

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.

6. Daya guna yang efisien

Dalam pembuatan komponen permesinan perlu juga diperhatikan penggunaan *material* yang efisien mungkin, dimana hal ini tidak mengurangi fungsi dari komponen yang akan dibuat. Dengan cara ini maka *material* yang akan digunakan untuk pembuatan komponen menghemat biaya produksi.

1.6 Bahan Dan Komponen

Didalam suatu perencanaan alat, kita harus menentukan alat dan komponen yang akan digunakan dalam proses pembuatan. Sebelum memulai perhitungan, seorang perencana haruslah terlebih dahulu memilih dan menentukan jenis *material* yang akan digunakan dan tidak terlepas dari faktor-faktor pendukungnya. Untuk memilih bahan nantinya akan dihadapkan pada perhitungan yaitu, apakah komponen tersebut dapat menahan gaya yang besar, gaya terhadap beban puntir, beban bengkok, atau terhadap faktor tekanan, juga terhadap faktor koreksi yang cepat atau lambat akan sesuai dengan kondisi dan situasi tempat komponen tersebut digunakan. Didalam menentukan alat dan bahan yang akan kita gunakan nanti, beberapa faktor yang harus kita ketahui seperti ketersediaan, mudah di bentuk, dan harga yang relatif murah.

1.6.1 Baut, mur dan Ring

Baut dan mur merupakan alat pengikat yang sangat penting untuk mencegah kecelakaan atau kerusakan pada mesin. Pemilihan baut dan mur sebagai alat pengikat harus dilakukan dengan seksama untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Untuk mengetahui perhitungan baut adalah sebagai berikut:

$$\tau_{geser} = \frac{F_{total}}{A} \dots\dots\dots(2.1, \text{Lit. 13: hal 85})$$

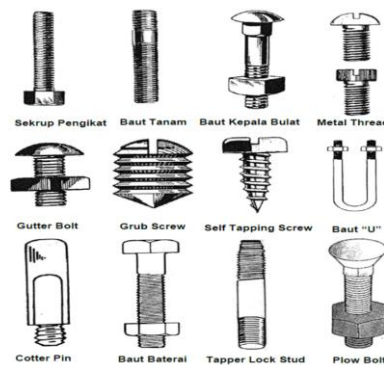
Keterangan : τ_{geser} = Tegangan geser
 F = Beban
 A = Luas penampang baut

Untuk menentukan ukuran baut dan mur, terdapat berbagai faktor yang harus diperhatikan seperti sifat gaya yang akan bekerja pada baut, syarat kerja, kekuatan bahan, kelas ketelitian, dll. Adapun gaya-gaya yang bekerja pada baut dapat berupa:

- 1) Bebas statis aksial murni
- 2) Beban aksial bersama dengan beban puntir
- 3) Beban geser
- 4) Beban tumpuan aksial

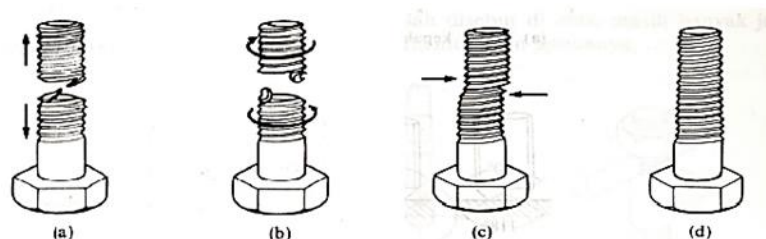
A. Baut

Baut adalah suatu batang atau poros dengan ulir pada permukaan porosnya. Baut berfungsi untuk mengikat dua benda yang akan dihubungkan ke rangka mesin agar benda tersebut tidak bergeser sewaktu mesin dioperasikan. Untuk mengurangi efek gesekan antara kepala baut dengan benda tersebut dapat ditambahkan ring/*washer* diantara kepala baut dan permukaan benda kerja.



Gambar 2.3 Macam-Macam Baut (Chan, 2013)

Seperti pada gambar berikut, diperlihatkan macam-macam kerusakan yang terjadi pada baut.



Gambar 2.4 Jenis Kerusakan pada Baut (Sakti, 2010)

Dalam beberapa pengujian, kerusakan disebabkan oleh pemberian beban tekan dongkrak sehingga pembebanan terjadi pada baut yang dipasangkan pada plat pengujian sehingga mengakibatkan terjadinya konsentrasi tegangan dan membuat pergeseran pada plat maka menyebabkan patah atau putusya baut. Dari gambar di atas dapat dilihat kerusakan yang terjadi pada baut:

- A. Putus karena tarikan
- B. Putus karena puntiran
- C. Putus karena geser
- D. Ulir lumur (dol)

Baut digolongkan menurut bentuk kepalanya yaitu dari segi enam, *socket*, dan kepala mur persegi. Contoh baut penjepit dapat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

- a) Baut tembus, untuk menjepit dua bagian melalui lubang tembus, dimana jepitan diketatkan dengan sebuah mur.
- b) Baut tap, untuk menjepit dua bagian dimana jepitan diketatkan dengan ulir yang di tap pada salah satu bagian.
- c) Baut tanam, merupakan baut tanpa kepala dan diberi ulir pada kedua ujungnya. Untuk dapat menjepit dua bagian, baut ditanam pada salah satu bagian yang mempunyai lubang berulir dan jepitan diketatkan pada sebuah mur.

B. Mur

Umumnya mur mempunyai bentuk segi enam, tetapi pemakaian khusus dapat dipakai mur dengan bentuk bermacam-macam, seperti mur bulat, mur *flesns*, mur tutup, mur mahkota dan mur kuping.



Gambar 2.5 Macam-Macam Mur (Chan, 2013)

C. *Ring*

Ring yang berfungsi sebagai pembatas antara permukaan bidang yang akan bersentuhan dengan mur dan kepala baut, sehingga menghindari kontak dengan bagian poros yang tidak memiliki ulir.

1.6.2 Besi *hollow*

Besi *hollow* adalah besi yang memiliki rongga serta terdapat penampang segi empat atau bujur sangkar. Besi *hollow* juga seringkali dikenal dengan nama pipa kotak. Besi *hollow* biasanya terbuat dari besi *galvanis*, *stainless* atau besi baja. Besi *hollow* menjadi besi yang cukup populer digunakan saat ini karena memiliki fungsi yang cukup banyak dan beragam. Mulai dari kanopi, pintu pagar, pintu besi, teralis modern, dan *GRC Board* menggunakan besi ini sebagai salah satu komponen utamanya.



Gambar 2.6 Contoh Besi *Hollow* (Mukti, 2021)

Panjang dari besi *hollow* sendiri berukuran 6 meter dengan ukuran lebar dan tinggi yang bervariasi, yaitu (40 x 40 mm) (50 x 50 mm) (60 x 60 mm) (75 x 75 mm) (100 x 100 mm) (125 x 125 mm) (150 x 150 mm) (175 x 175 mm) (200 x 200 mm). Besi *hollow* juga mempunyai ketebalan yang beragam, yaitu mulai dari (0.6 mm) (0.7 mm) (0.8 mm) (0.9 mm) (1.0 mm) (1.2 mm) (1.3 mm) (1.4 mm) (1.7 mm) (2.0 mm) (5.0 mm) sampai dengan ukuran (10.0 mm). Berikut ini merupakan beberapa jenis besi *hollow*:

1. Besi *hollow galvanise*

Besi jenis ini merupakan sebutan untuk pelapisah *finishing* yang terdiri dari 97% unsur *coating zinc* (besi), +1% unsur *coating alumunium* dan sisanya adalah unsur bahan lain. Dengan komposisi bahan seperti ini, akan membuat besi *hollow* jenis ini menjadi korosif, terlebih lagi jika besi ini tergesek maupun terpotong. Oleh karena itu, pada penerapannya besi *hollow* jenis ini harus diberikan anti karat dan jenis cat yang baik agar tahan lebih lama meskipun diterpa cuaca panas dan hujan.

2. Besi *hollow galvalume*

Galvalume merupakan sebutan untuk *zinc-alume* yang pelapisannya mengandung unsur *alume (alumunium)* dan *zinc* (besi). Untuk bahan *galvalume* yang paling baik adalah yang unsur *coating* nya terdiri dari 55% *alumunium*, unsur besi 43,5% dan unsur lapisan *silicon* 1,5%. Dilihat dari komposisi bahannya, *hollow galvalume* ini memiliki ketahanan yang lebih baik terhadap korosi dibandingkan *hollow galvanisa*. Dengan kualitas yang bagus, otomatis harga dari besi *hollow galvalume* lebih mahal disbanding besi *hollow galvanise*.

3. Besi *hollow gypsum*

Hollow gypsum merupakan besi yang digunakan untuk konstruksi bangunan rangka plafon gedung atau rumah, dimana jenis ini dipilih karena kokoh dan juga tahan lama. Bahan yang digunakan untuk membuat *hollow gypsum* adalah besi yang terdiri dari *stainless*. Umumnya ukuran *hollow gypsum* adalah 0,4 mm.

Rumus menghitung volume besi *hollow* dan berat rangka:

$V_{\text{sisi luar}}$	$= (P \times S \times S)$
$V_{\text{sisi dalam}}$	$= (P \times S \times S)$
V_{hollow}	$= V_{\text{sisi luar}} - V_{\text{sisi dalam}}$
W	$= \rho \times V_{\text{hollow}}$

Keterangan:

V : Volume

W : Berat

S : Sisi

ρ : Massa jenis besi (kg/m³)

P : Panjang besi

1.6.3 Plat besi

Plat besi merupakan salah satu *material* bangunan yang memiliki fungsi krusial. Penggunaannya penting bagi proyek perumahan maupun berskala industri. Bahkan penggunaan plat berbahan besi juga mumpuni sebagai bahan dasar pembuatan alat transportasi, layaknya motor, kapal, hingga berbagai jenis mobil dan truk. Plat ini diketahui memiliki keunggulan dari desainnya yang tipis, namun memiliki daya tahan yang tinggi.

1.6.3.1 Fungsi plat besi berdasarkan jenis dan kegunaannya

Secara umum, ada beberapa jenis plat yang saat ini memang lebih sering diaplikasikan dalam konstruksi atau fabrikasi. Untuk masing-masing jenisnya hadir dengan kualitas dan kualifikasi yang berbeda. Serta dapat disesuaikan dengan fungsi dan kegunaannya dalam kebutuhan. Inilah beberapa jenisnya, antara lain:

1. Plat hitam

Untuk jenis yang pertama adalah plat hitam. Untuk jenis ini mempunyai ukuran plat besi per lembar yakni 122 cm x 124 cm. Atau dapat dianggap setara dengan 4 x 8 feet, yang mana memiliki tebal plat besi sekitar 1,2 mm hingga 200 mm. Pada jenis ini termasuk kedalam jenis umum dalam struktur baja profil.

Dalam pengaplikasian *material* ini, seringkali digunakan sebagai penguat atau bahkan untuk dijadikan sebagai dudukan pada *material* profil. Selain itu, juga sering dimanfaatkan dalam bahan baku pembuatan sebuah tangki dan beberapa produk *material* lainnya.

2. Plat kembang

Jenis plat selanjutnya adalah plat kembang, yang mana terkenal dengan penampang atau permukaannya yang bertekstur. *Material* ini memiliki nama lain yakni plat lantai atau plat berlian. Untuk jenis ini

ukuran plat besi lembaran adalah sekitar 1,2 m x 2,4 m. Dengan tebal plat besi tipis yang sangat beragam dan bervariasi.

Kebanyakan diaplikasikan pada lantai bangunan, anak tangga pada sebuah bangunan, lantai pada tempat atau sarana transportasi layaknya bis, kereta, damkar, dan angkutan umum. Dengan tekstur yang dimilikinya, membuat orang yang berjalan di atasnya tidak mudah untuk terpeleset karena permukaannya yang mengantisipasi licin.

3. Plat kapal

Ada plat kapal, yang mana sesuai dengan namanya bahan ini banyak dipakai dan digunakan pada pembuatan atau instalasi kapal dan *material* konstruksi serta fabrikasi. Tak hanya itu, plat ini juga dipakai untuk pembuatan sebuah tangki dan masih banyak lainnya. Bila dibandingkan dengan produk atau bahan dasar lainnya, jenis plat ini lebih tahan terhadap korosi.

Plat jenis ini mempunyai ciri khasnya tersendiri yaitu panjang dan lebarnya lebih relatif. Jika dilihat pada segi ukurannya jenis ini dan berat plat besi sangatlah beragam. Untuk ukuran panjangnya berkisar 6000 mm, yang mana mempunyai dua ukuran lebar yang berbeda yakni 1800 mm dan 1500 mm.

4. Plat *strip*

Kemudian plat *strip*, yang mempunyai bentuk seperti papan kayu dengan ukuran standar. Biasanya berkisar antara panjang 6 m dan lebar mulai dari 19 mm bahkan hingga 200 mm. Sedangkan untuk tebal plat besi ini kurang lebih antara 3 mm sampai dengan 12 mm.

Lebih sering diaplikasikan pada pagar, teralis pintu, jendela, dan beberapa konstruksi jenis pengaman lainnya. Untuk kelebihan yang ditawarkan oleh bahan ini adalah *material* yang mudah untuk ditekuk. Hanya dengan memanfaatkan las, maka plat ini dapat dibentuk dan disesuaikan dengan kebutuhan.

5. Plat *bordes*

Untuk yang terakhir adalah plat *bordes*. *Bordes* sendiri adalah area datar pada bagian tangga yang biasanya dipakai untuk mengistirahatkan kaki. Umumnya diaplikasikan pada sebuah tangga yang memiliki anak tangga lebih dari 12. Sama dengan plat kembang, yang mana memiliki tekstur pada permukaannya. Sehingga mengurangi adanya resiko terpeleset.

1.7 Proses Pembuatan Komponen

Pada proses pembuatan ini meliputi pembuatan komponen dari mesin atau yang akan dibuat sampai dengan proses perakitan, sehingga alat yang akan di buat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Dalam proses pembuatan alat ini perlu di pertimbangkan mesin apa yang akan di gunakan.

1.7.1 Mesin bor

Bor adalah mesin yang digunakan untuk pengeboran lubang pada sebuah *material*. Pengeboran juga dapat digunakan untuk menyeleksi lubang sampai ukuran yang tepat, seperti yang sering dilakukan pada lubang besar atau lubang kecil. Mesin bor merupakan alat yang di gunakan untuk bermacam-macam penggunaan seperti *reaming* (perluasan lubang), *counterboring*, *boring*, dan beberapa pekerjaan bulat lainnya. 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*).

Mesin bor dapat di klasifikasikan sebagai berikut:

- Mesin bor tangan (mekanik dan elektrik)
- Mesin bor bangku

- Mesin bor tiang (*couloum*)
- Mesin bor radial
- Mesin bor jig

Berikut rumus perhitungan permesinan pada mesin bor:

A. Kecepatan putaran mesin

$$L = 1 + 0,3 \times d \dots\dots\dots(2.2, \text{ Lit. 21: hal 83})$$

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.3, \text{ Lit. 20: hal 48})$$

Keterangan:

- n = Putaran benda kerja (Rpm)
- D = Diameter pahat bor (mm)
- Vc = Kecepatan potong (m/menit)
- L = Panjang langkah (mm)

B. Waktu permesinan

$$T_m = \frac{L}{S_r \times n} \dots\dots\dots(2.4, \text{ Lit. 21: hal 83})$$

$$L = l_a + 1 \dots\dots\dots(2.5, \text{ Lit. 21: hal 83})$$

Keterangan:

- T_m = Waktu pengerjaan (menit)
- L = Kedalaman pengeboran (mm)
- S_r = Ketebalan pemakanan (mm/menit)
- L_a = Jarak awal Pelat (mm)

1.7.2 Mesin bubut

Bubut adalah suatu proses pemakanan pada benda kerja dengan pahat bubut yang sayatannya dilakukan dengan cara memutar benda kerja pada porosnya. Prinsip kerja pada mesin bubut ialah proses penghilangan bagian dari benda kerja untuk memperoleh bentuk tertentu yang diinginkan.

Berikut rumus perhitungan permesinan pada mesin bubut:

A. Kecepatan putaran mesin

$$n = \frac{1000 \times Vc}{\pi \cdot d} \dots\dots\dots(2.6, \text{Lit. 20: hal 48})$$

Keterangan:

- n = Putaran benda kerja (Rpm)
- D = Diameter pahat bor (mm)
- Vc = Kecepatan potong (m/menit)
- L = Panjang langkah (mm)

B. Waktu pemakanan melintang

$$Tf = \frac{Lo + r}{Sr \times n} \dots\dots\dots(2.7, \text{Lit. 21: hal 80})$$

Keterangan:

- Tf = Waktu pemakanan melintang (menit)
- r = Jari-jari (mm)
- Sr = Pemakanan (mm/putaran)
- n = Kecepatan putaran mesin (rpm)
- lo = Ketebalan pemakanan awal (mm)

C. Waktu pemakanan memanjang

$$Tm = \frac{lo + l + la}{Sr \times n} \dots\dots\dots(2.8, \text{Lit. 21: hal 81})$$

Keterangan:

- Tm = Waktu pemakanan memanjang (menit)
- lo = Kelebihan pemakanan awal (mm)
- l = Panjang pembubutan (mm)
- la = Kelebihan pemakanan akhir (mm)
- Sr = Pemakanan (mm/putaran)
- n = Kecepatan putaran mesin (rpm)

1.7.3 Mesin gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Menggerinda bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat atau juga dapat bertujuan untuk memotong dan membentuk benda kerja, seperti merapikan hasil pemotongan, hasil pengelasan, membentuk lengkungan pada benda kerja yang memiliki sudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk di las, dan lain-lain. Mesin gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 10.000 – 15.000 rpm. Dengan kecepatan tersebut, batu gerinda yang merupakan komposisi alumunium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Dengan kecepatan tersebut juga, mesin gerinda dapat digunakan untuk memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong.

1.7.4 Mesin las listrik

Las listrik dengan elektroda terbungkus merupakan cara pengelasan yang banyak digunakan. Prosesnya bisa arus las tertutup dengan membenturkan elektroda diatas benda kerja dan menariknya sedikit keatas, busur api menyebabkan logam induk elektroda meneruskan energi listrik ke busur dan dilebur bersama-sama dengan lapisan *fluks*. Kekuatan api busur dibantu oleh gravitasi dan tegangan permukaan dapat memindahkan tetesan lebur kedalam genangan las, kemudian membeku dibawah tutup pelindung *fluks* dan mengeras kemudian disebut dengan terak. *Fluks* juga memberikan suatu perisai gas yang melindungi logam cair terhadap ujung elektroda dan genangan cair. Dan juga *fluks* memberikan garam yang menyediakan partikel-partikel ionisasi untuk membantu penyalaan Kembali busur api tersebut. Dalam proses kerangka penyambung besi digunakan las listrik dengan elektroda 2.0 mm, elektroda 6013 dan arus listrik yang digunakan 30-80 Ampere dengan menggunakan mesin las arus bolak-balik (AC). Untuk spesifikasi elektroda dan arus yang digunakan dapat dilihat pada table berikut.

Table 2.1 Ukuran Besar Arus dalam Ampere dan Diameter (mm) (Putri, 2016)

Diameter elektroda (mm)	Tipe elektroda dan besarnya arus dalam Ampere					
	E 6010	E 6014	E 7018	E 7024	E 7027	E 7028
2,5		80 - 125	70 - 100	100 - 145		
3,2	80 - 120	110 - 160	115 - 165	140 - 190	125 - 285	140 - 190
4	120 - 160	150 - 210	160 - 220	180 - 260	180 - 240	180 - 250
5	160 - 200	200 - 275	200 - 275	230 - 305	210 - 300	230 - 305
5,5		260 - 340	260 - 340	275 - 285	250 - 350	275 - 365
6,3		330 - 415	315 - 400	335 - 430	300 - 420	335 - 430
8		390 - 500	375 - 470			

Keterangan:

- a) E menyatakan elektroda
- b) Dua angka setelah E (misalnya 60 atau 70) menyatakan kekuatan Tarik defosit las dalam ribuan dengan 1b/inchi².
- c) Angka ketiga setelah E menyatakan posisi pengelasan, yaitu :
 - Angka (1) untuk pengelasan segala posisi,
 - Angka (2) untuk pengelasan posisi datar dan bawah tangan.
- d) Angka ke empat setelah E menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan.

Adapun perhitungan sambungan las adalah sebagai berikut:

A. Luas penampang las

$$A = 2 \frac{t \cdot l}{\sqrt{2}} = 1,414 \times s \times l \dots\dots\dots (2.9, Lit. 34: hal 21)$$

Keterangan:

I = Panjang pengelasan (mm)

S = Lebar kampuh las = tebal pelat (mm)

t = Tebal las (mm)

B. Tegangan geser las

$$T_g = \frac{F}{A} (\text{N/mm}^2) \dots\dots\dots (2.10, \text{Lit. 14: hal 85})$$

Keterangan:

F = Beban yang diterima (N)

A = Luas penampang las (mm^2)**C. Tebal pengelasan**

$$t = \sin 45^\circ \times s \dots\dots\dots (2.11, \text{Lit. 34: hal 21})$$

D. Kekuatan pengelasan.

$$P = A \times T_{g \text{ ijin}} = 2,121 \times s \times 1 \times T_{g \text{ ijin}} \dots\dots\dots (2.12, \text{Lit. 34: hal 22})$$

Keterangan:

P = Kekuatan pengelasan (N)

 $T_{g \text{ ijin}}$ = Tegangan geser ijin bahan las (N/mm^2)**1.8 Rumus-rumus Perhitungan pada Alat Produksi Segel Pin APAR****1. Gaya reaksi bebas pada rangka**

$$R_{ay} - F_1 - F_2 + R_{by} = 0 \dots\dots\dots (2.13, \text{Lit. 14: hal 38})$$

Keterangan: R_{ay} : gaya reaksi pada titik A (N) R_{by} : gaya reaksi pada titik B (N) F_1 : beban (N)**2. Panjang Bentangan Segel Pin APAR:**

$$\Delta L = L_1 + A_1 + A_2 \dots\dots\dots (2.14, \text{Lit. 30: hal 21})$$

Keterangan: L_1 = Panjang pada bagian lurus A = Panjang pada lengkungan = $\frac{90}{360} \times 2 \times \pi (R)$ r = Jari-jari pembendingan

3. Besar regangan pada kawat *galvanis* untuk segel pin APAR

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{\Delta l}{L_0} \dots\dots\dots(2.15, \text{Lit. 30: hal 22})$$

Keterangan: $\boldsymbol{\varepsilon}$ = Besar regangan (%)

Δl = Pertambahan panjang (mm)

L_0 = Panjang awal (mm)

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \frac{11,393}{11}$$

$$\boldsymbol{\varepsilon} = 1,04 \%$$

4. Perhitungan gaya pemotongan

$$\mathbf{M} = \mathbf{F} \times \mathbf{l} \dots\dots\dots(2.16, \text{Lit. 14: hal 38})$$

Keterangan: M = Momen potong

F = Gaya potong

l = Panjang tuas potong

5. Perhitungan gaya pada poros *bending*

$$\boldsymbol{\tau}_{geser} = \frac{F_{total}}{A} \dots\dots\dots(2.17, \text{Lit. 13: hal 85})$$

Keterangan: $\boldsymbol{\tau}_{geser}$ = Tegangan geser

F = Beban

A = Luas penampang baut

6. Perhitungan torsi pengeboran

$$\mathbf{T} = \frac{60.P}{2.\pi.n} \dots\dots\dots(2.18, \text{Lit. 12: hal 143})$$

Keterangan: T = Torsi (Nm)

P = Daya Mesin (Watt)

n = Putaran Mesin (Rpm)

7. Mencari tegangan geser pada kampuh las

$$\tau_g = 0,5 \cdot \sigma_t \dots\dots\dots (2.19, \text{Lit. 34: hal 20})$$

Keterangan: τ_g = tegangan geser (N/mm²)

σ_t = kekuatan tarik (N/mm²)

8. Mencari kekuatan pengelasan

$$P = t \times l \times \tau_g \text{ (N)} \dots\dots\dots (2.20, \text{Lit. 34: hal 20})$$

Keterangan: P = Kekuatan Pengelasan (N)

t = Tebal Pengelasan (mm)

l = Panjang Pengelasan (mm)

= 2.b (Pengelasan dilakukan pada kedua sisi pelat)

d = Tebal Pelat/ Lebar Daerah las

b = Panjang Daerah Lasan

τ_g = Tegangan Geser (N/mm²)

9. Mencari tebal pengelasan

$$t = s \times \sin 45^\circ = 0,707 \times s \dots\dots\dots (2.21, \text{Lit. 34: hal 21})$$

Keterangan : t = tebal Pengelasan (mm)

s = Lebar Kampuh Las (mm)

10. Mencari kekuatan pengelasan

$$P = 0,707 \times s \times l \times \tau_g \dots\dots\dots (2.22, \text{Lit. 34: hal 22})$$

11. Mencari tegangan izin dan tegangan geser izin pada sambungan baut

$$\sigma_t \text{ izin} = \frac{\sigma_t}{v} \dots\dots\dots (2.23, \text{Lit. 15: hal 98})$$

$$\tau_g \text{ izin} = 0,5 \times \sigma_t \text{ izin} \dots\dots\dots (2.24, \text{Lit. 15: hal 98})$$

12. Mencari volume rangka pada meja (besi *hollow*)

$$\mathbf{V_{Hollow}} = \mathbf{V_{sisi\ Luar} - V_{sisi\ Dalam}} \dots\dots\dots(2.25, \text{Lit. 21: hal 85})$$

$$= (P \times S_L \times S_L) - (P \times S_D \times S_D)$$

Keterangan: V = volume besi *hollow* (m^3)

P = panjang besi *hollow* (m)

S_L = lebar sisi luar besi *hollow* (m)

S_D = lebar sisi dalam besi *hollow* (m)

13. Mencari berat besi *hollow*

$$\mathbf{W} = \boldsymbol{\rho} \times \mathbf{V} \dots\dots\dots(2.26, \text{Lit. 21: hal 86})$$

Keterangan: W = berat besi *hollow* (kg)

ρ = massa jenis besi (kg/m^3)

V = volume besi *hollow* (m^3)

14. Mencari berat plat besi

$$\mathbf{W} = \mathbf{l \times p \times t \times \rho} \dots\dots\dots(2.27, \text{Lit. 21: hal 85})$$

Keterangan: l = lebar plat (m)

P = panjang plat (m)

t = tebal plat (m)

ρ = massa jenis besi (kg/m^3)