

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia industri di Indonesia berkembang dengan begitu cepat, demikian juga perkembangan pada bidang konstruksi. Baja konstruksi sebagai konstruksi sebagai kompoen utama konstruksi memegang peran yang sangat penting pada bidang tersebut. Bidang konstruksi sekarang ini mengarah pada penekanan biaya produksi dan mempercepat proses produksinya. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan efektifitas, efisiensi, dan produktifitas perusahaan yang akhirnya akan meningkatkan profit bagi perusahaan itu sendiri.

Salah satu tahapan kerja dalam pembangunan konstruksi adalah pekerjaan sambungan yaitu menyambung satu bagian konstruksi yang lainnya. Penyambungan dapat dilakukan dengan proses las (*weld joint*), sambungan keliling (*rivet joint*) maupun sambungan mur baut (*bolt nut joint*). Pada pekerjaan sambungan dengan keliling maupun mur baut diawali dengan proses pelubangan. Besar kecilnya lubang dan jumlah lubang sangat tergantung pada besar kecilnya konstruksi yang juga berkaitan dengan besar kecilnya beban yang diterima bagian konstruksi baja cor umumnya dapat mencapai diameter 24 mm. Pembuatan lubang keliling atau baut dengan diameter besar atau lebih besar dari 10 mm umumnya dibuat melalui tiga tahapan proses perbesaran lubang, yaitu dimulai dengan diameter bor 4 mm kemudian diameter 10 mm dan yang terakhir diameter yang dikehendaki yaitu 18 mm, 22 mm, atau 24 mm. Proses tersebut membutuhkan banyak waktu yaitu waktu proses pengorbanan itu sendiri yang

dilakukan bertahap sesuai diameter lubang ditambah dengan waktu untuk mengganti mata bor.

Penelitian sebelumnya mengenai proses pengeboran telah banyak dilakukan, diantara lain oleh : (Whei Zhang dan Fengbao he, 2003), meneliti tentang pengaruh perubahan *drill point* pada twist drill guna meminimalkan panas yang timbul pada saat melakukan pengeboran material manganese steal. Hasil dari perubahan drill point tersebut adalah menambah umur *twist drill* 33% lebih lama di bandingkan *conventional drill*. (J.Pradeep Kumar dan P.Packiaraj, 2012), meneliti tentang kekerasan lubang hasil pengeboran akibat dari kausan mata bor sebagai efek perbedaan *drilling* parameter seperti : *cutting speed*, *feed*, dan diameter bor. Hasil adalah parameter pengeboran sangat mempengaruhi kekasaran permukaan, keausan bor, material removal rate dan penyimpangan diameter lubang. (Liao dan Lin, 2007), meneliti tentang kebutuhan minimum cutting fluid pada pemotongan dengan lubrication memperpanjang umur pahat, memperkecil gaya potong dan kekasaran permukaannya lebih halus. (K.Ramesh, 2012), meneliti tentang kestabilan pahat boring pada proses pembubutan, yang di fokuskan pada pemberian material yang dapat mengurangi pengaruh getaran yang diakibatkan proses pemotongan pahat.

Dan perkakas potong (*cutting tool*) adalah bagian yang paling kritis dari suatu proses permesinan. Pemilihan pahat potong berdasar pada material yang di potong karena pemilihan pahat bor ini sangat berpengaruh terhadap parameter pemotongan seperti gaya pemotongan, daya pemotongan, waktu pemotongan dan volume pemotongan serta akan menentukan suatu proses permesinan diantaranya akan mempengaruhi keausan mata bor (*cutting tool*).

Dalam proses pemesinan yang sering mengalami pergantian adalah pahat (*cutting tool*) pahat merupakan komponen produksi yang dapat habis pakai dan harganya relatif mahal. Pahat akan mengalami keausan setelah di gunakan untuk pemotongan, semakin besar keausan pahat akan semakin cepat dan menyebabkan ujung pahat akan rusak, kerusakan yang fatal tidak boleh terjadi pada pahat sebab gaya pemotongan yang besar akan merusak pahat bor, mesin perkakas serta benda kerja dan dapat membahayakan operator serta berpengaruh besar pada toleransi geometrik dan kualitas permukaan produk. Pemilihan bahan pahat dan material yang di potong serta kondisi pemotongan yang tidak tepat akan berpengaruh pada keausan pahat. Oleh karena itu perlu diketahui pengaruh terhadap kecepatan putaran poros utama (*spindle*) mesin bor terhadap keausan pahat bor dan parameter pengeboran antaralain gaya pengeboran, daya pengeboran, waktu pengeboran, energy listrik yang diperlukan untuk pengeboran dan volume pengeboran.

Mengebor (*boring*) adalah pekerjaan memperbesar diameter pada benda, pekerjaan dilakukan dengan menggunakan mesin bor dengan mata bor sebagai pisau penyayatnya. Proses boring selain digunakan untuk mengebor pada mesin bor juga bisa digunakan untuk memperhalus suatu lubang. Peluasan lubang yang dipakai pada proses boring biasanya disebut dengan Reamer. Dalam proses permesinan bor ada beberapa hal yang perlu diperhatikan salah satunya adalah material benda kerja dan pahat yang digunakan. Proses permesinan tidak akan berlangsung terus menerus seperti yang operator kehendaki karena semakin lama proses permesinan berlangsung maka pahat akan semakin menunjukkan tanda-tanda kegagalan proses permesinan yaitu terjadinya peristiwa keausan pada pahat.

Proses permesinan perlu adanya pemberian pelumas (*coolant*) agar dapat mengurangi keausan yang terjadi pada mata bor tersebut. Coolant (Media pendingin) sangat berperan penting pada laju keausan suatu material, karena pada saat proses permesinan berlangsung terjadi gesekan antara mata bor dan benda kerja sehingga menyebabkan kerusakan dan keausan pada pahat (mata bor). Jadi dalam penelitian ini saya akan menganalisa keausan pada mata bor.

1.2. Rumusan Masalah

Kebanyakan mata bor yang dipakai selalu mengalami keausan yang signifikan, sehingga hasil pemotongan yang diperoleh menjadi tidak sesuai dengan yang diharapkan.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah agar kita bisa mengetahui pengaruh kecepatan potong, gerak makan, putaran spindel dan *mmr* (*material removal rate*) terhadap keausan mata bor dormer A100 brazil pada besi cor kelabu (*gray cast iron*).

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Untuk memberi masukan kepada industri pemesinan/logam tentang pengaruh kecepatan potong pada mata bor dormer A100 brazil terhadap besi cor kelabu (*gray cast iron*).
2. Untuk memberi informasi/kontribusi bagi dunia pendidikan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proses Pemesinan

Mesin bor adalah suatu jenis mesin gerak berputar atau memutar, alat 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 menggunakan sebuah pahat pemotong yang ujungnya dan memiliki satu atau beberapa sisi potong dan galur yang berhubungan continue disepanjang badannya. Galur ini, yang dapat lurus atau helix disediakan untuk memungkinkannya lewatnya atau serpihan (*coolant*). Meskipun bor pada umumnya mempunyai dua galur, tetapi mungkin juga digunakan tiga atau empat galur, maka bor dikenal dengan pengbor inti. Bor semacam ini tidak dipakai untuk memulai sebuah lubang, melainkan untuk meluaskan lubang atau menyesuaikan lubang.

Proses bor adalah proses pemesinan untuk membuat lubang bulat pada benda kerja. *Drilling* biasanya dilakukan memakai pahat silindris yang memiliki dua ujung potong yang disebut. Pahat diputar pada porosnya dan diumpamakan pada benda kerja yang diam sehingga menghasilkan lubang berdiameter sama dengan diameter pahat. Mesin yang digunakan disebut drill press, tetapi mesin lain dapat juga digunakan untuk proses lubang yang dihasilkan dapat berupa lubang tembus (*through holes*) dan taktembus (*blind holes*). (Al Huda, 2008).

2.2 Klarifikasi Elemen Dasar Proses Pemesinan

Proses pemesinan dilakukan dengan cara memotong bagian benda kerja yang tidak digunakan dengan menggunakan pahat (*cutting tool*), sehingga terbentuk permukaan benda kerja menjadi komponen yang dikehendaki. Pahat yang digunakan dipasang pada satu jenis mesin perkakas dengan gerakan relatif tertentu (berputar atau bergeser) disesuaikan dengan bentuk benda kerja yang akan dibuat.

Pahat yang digunakan dapat diklarifikasikan sebagai pahat bermata potong tunggal (*single point cutting tool*) dan pahat bermata potong jamak (*multiple point cutting tool*). Pahat dapat melakukan gerak potong (*cutting*) dan gerak makan (*feeding*).

Proses pemesinan dan diklarifikasikan dalam dua klarifikasi besar yaitu proses pemesinan untuk membentuk benda kerja silindris atau konis dengan benda kerja/pahat berputar, dan proses pemesinan untuk membentuk benda kerja permukaan datar tanpa memutar benda kerja. Proses pemesinan adalah suatu proses produksi dengan menggunakan mesin perkakas, dimana memanfaatkan gerak relatif antara pahat dengan benda kerja sehingga menghasilkan material sisa berupa geram. Proses pemesinan bisa juga didefinisikan sebagai suatu proses pemotongan benda kerja yang menyebabkan sebagian dari material benda kerja terbuang dalam bentuk geram sehingga terjadi deformasi plastis yang menghasilkan produk yang sesuai dengan spesifikasi geometris yang diinginkan. Pahat yang bergerak relatif terhadap benda kerja akan menghasilkan geram dan sementara itu permukaan benda kerja secara bertahap akan terbentuk menjadi komponen yang dikehendaki.

2.3 Bagian Bagian Mesin Bor Duduk (*Drilling*)

1. Bagian Duduk Atau Base

Bagian duduk atau base, bagian base ini merupakan bagian penopang dari semua komponen yang ada di mesin bor duduk. Bagian base terletak pada bagian paling bawah dan di tempelkan pada lantai dengan lubang sebagai tempat baut atau dinabolt untuk mengikat supaya mesin bor saat dilakukan pengerjaan benda kerja berlangsung getaran yang terjadi dapat diredam bagian base ini. Apabila pemasangan base ini dengan kekencangan baut tidak benar-benar kuat maka ketika mengerjakan benda kerja yang nilai presisinya tinggi, sulit untuk mencapainya. Maka dari itu saat melakukan perakitan kita harus memerhatikan faktor lantai dan tata cara pemasangan base ini benar benar kuat.



Gambar 2.1 Bagian Duduk Atau Base Mesin Bor Duduk.

2. Bagian Column Atau Tiang

Bagian column 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 menempel rel alur gerigi yang 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. Atau memang kesulitan untuk melakukan kedalaman pengeboran atau jangkauan dari pergerakan bagian *drill feed handle*.



Gambar 2.2 Bagian *Column* Atau Tiang Bor Mesin Duduk.

3. Bagian Table Atau Meja Mesin Bor

Bagian table ini merupakan alat sebagai peletak benda kerja yang akan di bor dan dijepit menggunakan ragum mesin yang terlebih dahulu sudah disetting diikat pada table dengan menggunakan baut alur T. Meja kerja ini memiliki fitur bisa dilakukan pemutaran sebesar 360 derajat mengelilingi porosnya yaitu bagian tengah meja. Meja bor ini dapat digerakkan dengan poros engkol utama yang menempel pada meja dengan putaran engkol yang searah jarum jam, maka pergerakan meja menuju keatas dan melakukan proses *feeding* selain menggunakan *drill feed handle*. Dan sebaliknya apabila poros engkol kita putar berlawanan arah jarum jam maka pergerakan meja akan turun kebawah menjauhi mata bor. Supaya menjaga tingkat kepresisian pengeboran benda kerja kita bisa

melakukan klamp table atau pengunci meja sehingga saat pengeboran meja tidak akan bergerak bergeser-geser.



Gambar 2.3 Bagian *Table* Atau Meja Mesin Bor Duduk.

4. Mata Bor Atau *Drill*

Mata bor ini adalah alat inti digunakan sebagai pemotong atau pelubangan benda kerja secara efisien, bentuk mata bor ini yaitu dengan 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, kita dapat mengasah ulang sesuai dengan sudut yang kita inginkan tanpa mengurangi ukuran diameter mata bor itu sendiri. Dalam jenis bahannya mata bor bisa bermacam-macam disesuaikan dengan benda kerja yang akan dibor, misal mata bor untuk benda kerja kayu, benda kerja besi, dan benda kerja untuk stainless

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



Gambar 2.4 Mata Bor Atau *Drill*.

5. *Spindle*

Bagian *spindle* ini berguna untuk menjepit mata bor agar tidak mudah lepas saat putaran mesin bor dinyalakan dan melakukan pemakanan. Pada spindle biasanya terdapat lubang pengunci dan gerigi yang digunakan untuk mengunci mata bor dengan kunci khusus spindle. Pengunciannya yaitu kunci dimasukkan pada lubang dan diputar searah jarum jam dan untuk melepaskan mata bor lakukan pergerakan sebaliknya.

6. Spindle Head

Bagian ini merupakan rumah dari konstruksi bagian spindle mesin bor duduk.



Gambar 2.5 *Spindle Head*

7. Drill Feed Handle

Sesuai dengan namanya *drill feed handle* digunakan oleh operator mesin bor untuk melakukan pemakanan benda kerja. Cara kerjanya operator memegang *drill feed handle* dan digerakkan menekan kebawah, semakin kebawah operator menekan maka semakin dalam pula terjadinya pengeboran. Biasanya juga pada bagian ini ada ukuran kedalaman atau pergerakan handle *feed*, sehingga pengeboran bisa terukur.



Gambar 2.6 *Drill feed handle* mesin bor duduk.

8. Bagian Motor Listrik

Bagian ini bisa disebut juga jantungnya mesin karna kita tau kalau tidak ada motor ini proses pengeboran tidak bisa berlangsung. Motor bor berupa dinamo penggerak mesin bor yang putarannya dihubungkan oleh van belt diikat pada pully ini ada beberapa besaran diameter yang dipergunakan untuk mengatur kecepatan putaran mata bor dan bisa disesuaikan jenis benda kerja dan diameter mata bor yang digunakan, biasanya ada tabel hitungan percepatan sesuai dengan rumus. Motor ini harus dilengkapi dengan saklar on/off, kabel power, sekring dan juga lampu indikator.



Gambar 2.7 Bagian Motor Listrik Dan Hitungan Percepatan Sesuai Rum.

2.4 Mata Bor

Mata bor merupakan sebuah alat untuk membuat lubang pada benda-benda tertentu seperti kayu, logam, kaca, dinding (tembok) serta plastik. Terdapat berbagai macam jenis dan ukuran mata bor untuk membuat lubang dengan mesin bor berbeda jenis tentunya berbedapula fungsinya. Maka dari itu sebelum kita membelinya. Dikarenakan setiap bahan atau material dasar yang akan kita lubangi memakai bor pasti mempunyai kekuatan yang berbeda-beda tentu saja hal ini tidak mungkin bisa dilakukan menggunakan jenis mata bor yang sama. Maka dari itu setiap produsen merancang dan membuat berbagai bor dan mata bor agar bisa digunakan sesuai dengan kriteria yang telah ditetapkan, namun perlu di ingat setiap mata bor pasti memiliki

kelebihan dan kekurangan masing-masing. Jenis-jenis mata bor bisa kita lihat pada gambar 2.8 dibawah :



Gambar 2.8 Jenis Jnis Mata Bor

2.5 Pengaruh Terhadap Keausan

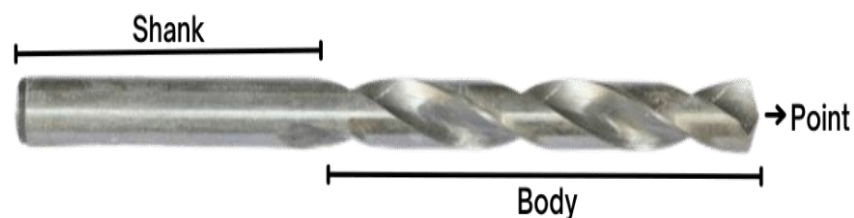
Keausan mata bor pada dasarnya terjadi akibat proses gaya gesek yang mengakibatkan mata bor menjadi panas dan permukaan menjadi rata akibat gesekan dimana yang menjadi panas dan permukaan menjadi rata akibat gesekan dimana yang menjadi keausan terhadap keausan sudut mata bor dikarenakan sudut dari mata bor yang digunakan untuk proses pengeboran dan apabila sering terjadi gesekan maka umur mata bor akan akan cepat mencapai batas nya. Lalu apabila dipaksa akan mengalami patah pada mata bor. Lalu untuk mengetahui keausan pada mata bor dengan cara melihat secara visual mata terlebih dahulu sampai

sekiranya sudah benar-benar mengalami puncak keausan, dan untuk mengetahui keausannya dengan cara menimbang berat pada mata bor sebelum dan sesudah digunakannya mata bor, setelah itu diketahui keausannya, jadi bisa disimpulkan bahwa pada proses pergesekan akan mengakibatkan jumlah material yang hilang dari sebuah mata bor akibat gesekan dari benda kerja.

2.6 Bidang Mata Bor

Merupakan permukaan aktif mata bor. Setiap mata bor mempunyai bidang aktif sesuai jumlah mata potong nya, dua bidang aktif dari mata bor adalah :

1. Bidang geram, adalah tempat bidang geram mengalir.
2. Bidang utama/mayor, adalah bidang yang menghadap permukaan transient dari benda kerja.

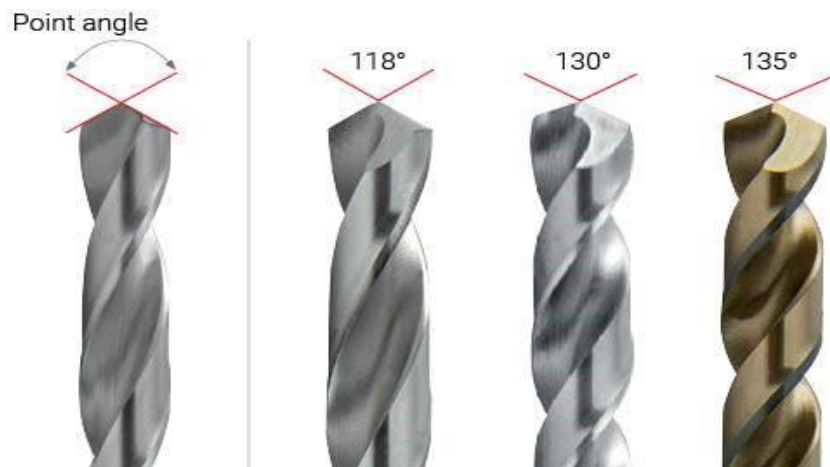


Gambar 2.9 Bidang Mata Bor

2.7 Sudut Mata Bor

Dalam menentukan sudut puncak mata bor dituntut keseragaman sisi-sisi potong dan besarnya sudut yang dibentuk pada ujung mata bor yang sesuai dengan sudut-sudut mata bor. Pembentukan mata bor, pada sudut puncak mata bor

yaitu untuk mendapatkan ketajaman mata potong. Dari dasar tersebut maka, sudut-sudut mata bor berguna untuk menentukan sudut yang sesuai dengan tujuan menghasilkan benda kerja (strut) dengan nilai tingkat kehalusan dan presisi. Jadi hasil dari pembentukan sudut puncak mata bor, maka sudut puncak mata bor harus simetris untuk mendapatkan lubang strut benar benar bulat. Untuk mendapatkan pelayanan yang baik dari sebuah pengeboran, maka mata bor harus baik pula. Sudut mata bor harus tepat dan sesuai dengan bahan yang harus di bor. Sudut mata bor yang biasa pada pengeboran komersial pada umumnya adalah 118° , 130° , 135° , yang cukup memudahkan untuk baja lunak, kuningan dan bahan pada umumnya.



Gambar 2.10 Sudut Mata Bor

2.8 Temperatur

Seperti pada umumnya operasi logam, energy yang dihasilkan dalam operasi pengeboran diubah menjadi panas, yang mana pada akhirnya akan menaikkan temperatur pada daerah pengeboran tersebut, dan dengan naiknya kecepatan potong maka otomatis panas yang dihasilkan juga meningkat. Hampir semua energy pengeboran diubah menjadi energy panas/laju panas yang

ditunjukkan oleh daya pengeboran melalui proses gesekan antara geram dengan mata bor serta antara mata bor dengan benda kerja, dan semakin tinggi kecepatan putaran spindel utama mesin bor maka semakin besar presentase panas yang dibawa oleh geram. Pengetahuan perihal kenaikan temperatur perlu diperhatikan karena kenaikan temperatur dapat menyebabkan hal-hal yang tidak diinginkan antara lain :

1. Bisa mempengaruhi kekuatan, kekerasan dan keausan pada mata bor.
2. Menyebabkan perubahan dimensi benda kerja, sehingga akan sulit memperoleh ketelitian yang naik.
3. Dapat mempengaruhi kerusakan sehingga akan mempengaruhi umur pakai perkakas/mesin bor.
4. Dapat mempengaruhi umur pakai mata bor, sehingga pemakaian mata bor tidak efisien.

2.9 Variasi Pahat Pada Drilling

Mata bor adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien, macam-macam ukuran, dan dari pada itu mata bor terbagi dalam beberapa jenis, diantaranya ialah, didalam satuan inci, didalam pecahan dari 1/64" sampai 3/8" dan seterusnya. Didalam satuan milimeter dengan setiap kenaikan bertambah 0,5 mm, dengan nomor dari 80-1 dengan ukuran 0,0135 – 0,228, dengan tanda huruf A sampai Z dengan ukuran 0,234 – 0,413.

Terdapat beberapa hal yang harus kita perhatikan untuk memilih mata bor yaitu :

1. Ukuran lubang
2. Benda kerja yang akan di bor

3. Sudut bibir nya

Ukuran lubang menentukan ukuran garis tengah dari mata bor, setiap mata bor akan menghasilkan lubang yang lebih besar dari pada garis tengahnya, sudut spiral dan sudut bibir tergantung dari benda kerja yang akan di bor.

Alat penyudut dipakai untuk memeriksa sudut bibir, sisi potong yang tumpul akan menyebabkan permukaan lubang menjadi kasar, hal ini terjadi bila jarak sudut pahat dengan sisi potong 55° , untuk mengurangi yang tidak baik terhadap sisi potong, jarak perlu diperpendek dengan menggrinda mata bor yang lebih besar. (Daryanto, 1996).

2.10 Alat

1. Mesin Bor Duduk

Mesin bor duduk atau mesin bor tegak pada dasarnya merupakan mesin bor yang digunakan untuk membuat lubang persisi. Drill press ini menggunakan poros utama yang digerakan naik turun dan umumnya penggunaannya disesuaikan dengan kebutuhan.

2. Stopwatch

Alat pengukur yang satu ini mempunyai fungsi utama sebagai pengukur waktu yang bisa diterapkan diberbagai kebutuhan. Misalnya, alat ini bisa digunakan untuk keperluan pertandingan dan pendidikan. Selain itu, alat pengukur waktu ini juga bisa digunakan untuk keperluan penelitian, pertunjukan, dan sebagainya. Fungsi lain alat ini adalah sebagai stoplock. Alat pengukur waktu ini hanya tersedia dalam 2 jenis saja, yaitu versi digital dan versi analog. Berikut keterangan setiap jenis alat pengukur waktu.

a. Stopwatch Digital

Jenis yang pertama ini adalah versi yang lebih baru. Versi yang satu ini mempunyai layar LCD yang menunjukkan penghitungan waktunya. Hasil pengukuran yang ditunjukkan oleh alat ini juga bisa lebih akurat dan efektif dibandingkan dengan versi analog karena versi digital ini tidak menggunakan jarum melainkan angka untuk mengukur waktu. Umumnya timer merupakan alat untuk menghitung mundur. Tetapi untuk aplikasi timer ini sangat multifungsi dan dapat digunakan untuk mengukur waktu. Aplikasi ini juga telah dilengkapi dengan fitur audio yang dapat memudahkan dalam mengatur waktu.

b. Stopwatch Analog

Merupakan pengukur waktu manual atau konvensional yang lebih lawas dibandingkan dengan jenis yang pertama di atas. Alat ini menggunakan jarum untuk menunjukkan waktu seperti arloji.

3. Jangka Sorong

Jangka sorong itu alat untuk mengukur panjang, diameter luar maupun diameter dalam suatu benda. Selain itu, bisa juga untuk mengukur kedalaman lubang atau bangun ruang, misalnya tabung. Jangka sorong lebih dipakai untuk mengukur benda yang ukurannya kecil dan nggak bisa diukur pakai penggaris. Jadi bisa dibilang tingkat ketelitian jangka sorong lebih tinggi dari penggaris. Tingkat ketelitian yang dimaksud adalah nilai skala terkecil yang bisa diukur. Jangka sorong juga mempunyai 4 jenis, berikut adalah jenis jenis jangka sorong :

a. Jangka Sorong Manual (*vernier Caliper*)

Jenis jangka sorong ini mempunyai 2 skala, yakni skala pertama yang berada pada rahang tetap dan skala nonius atau vernier yang berbeda pada rahang geser, jangka sorong ini punya tingkat ketelitian ialah 0,1 mm.

b. Jangka Sorong Analog (*Dial Caliper*)

Pada umumnya jangka sorong ini karakteristiknya mirip dengan jangka sorong manual, hanya saja untuk skala nonius atau vernier berbentuk analog atau jarum jam sehingga akan memudahkan dalam membaca skala nonius. Tingkat ketelitian dalam jangka sorong ini adalah 0,05 mm.

c. Jangka Sorong Digital (*Digital Caliper*)

Jangka sorong ini berbentuk layar digital, memiliki fungsi sama dengan jangka sorong analog, alat ukur digital ini punya bentuk yang sama dengan jangka sorong manual, bedanya untuk skala noniusnya berbentuk layar digital dimana hasil pengukuran langsung terbaca pada layar tersebut sehingga penggunaanya jauh lebih mudah dari dua jenis jangka sorong lainnya, tingkat ketelitian jangka sorong ini mencapai 0,01 mm.

d. Jangka Sorong Alur Dalam (*Inside Groove Caliper*)

Berbentuk rahang yang lebih panjang dari rahang jangka sorong manual. Kegunaan jangka sorong ini adalah untuk mengukur diameter dalam suatu tabung yang memiliki bentuk berlekuk-lekuk, seperti toples dan botol.

4. Mikroskop

Mikroskop adalah alat laboratorium yang digunakan untuk mengamati benda yang sangat kecil dan benda yang tidak tampak oleh indra penglihatan secara langsung. Ukuran bayangan atau gambar yang dihasilkan oleh mikroskop dapat mencapai jutaan kali ukuran benda aslinya.

5. Neraca Digital

Timbangan digital merupakan alat yang digunakan sebagai pengukuran suatu berat atau beban maupun massa pada suatu zat. Skala digital sangat bervariasi namun berdasarkan tujuan yang digunakan, timbangan yang sering digunakan untuk mengukur suatu berat umumnya tidak perlu tepat sebagai perbedaan antar gram dengan beberapa lainnya.

2.11 Bahan

Besi cor kelabu merupakan material yang banyak digunakan di pengecoran logam. Ini banyak digunakan pada komponen penting dalam mesin, seperti blok mesin, kanvas rem kereta api, dan lain-lain. Besi cor kelabu banyak digunakan karena material ini mampu meredam getaran.

2.12 Parameter Pada Mesin Bor

1. Kecepatan Potong

Kecepatan potong adalah suatu harga yang diperlukan dalam menentukan kecepatan pada proses penyayatan atau pemotongan benda kerja (Suhardi, 1999 : 74) harga kecepatan potong ditentukan oleh jenis dan ukuran alat potong, seperti pada rumus berikut:

$$V_c = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \text{ (m/menit)}$$

Keterangan :

V_c = kecepatan potong (m/menit)

d = diameter cutter (mm)

n = putaran spindel (rpm)

2. Putaran Spindel

Kecepatan potong digunakan untuk menentukan kecepatan putaran spindel. Semakin cepat putaran spindel, maka akan berpengaruh terhadap tingkat keausan cutter. Putaran spindel utama mesin merupakan putaran cutter dalam satuan rpm, dari kecepatan potong dan diameter benda kerja, kecepatan spindel bisa dihitung dengan rumus :

$$n = \frac{Vc \cdot 1000}{\pi \cdot d} \text{ (rpm)}$$

Keterangan :

n = putaran spindel (rpm)

d = diameter cutter (mm)

Vc = kecepatan potong (m/menit)

3. Gerak Makan

Gerak makan f (*feed*), adalah kecepatan gerak dari *cutter* dalam satuan mm/put atau in/rev. Rata-rata kecepatan pemakanan merupakan kecepatan linier dari *cutter* sepanjang benda kerja dalam satuan mm/menit. Kecepatan pemakanan berhubungan dengan ketebalan geram yang dihasilkan. Dalam penelitian ini menggunakan mm/rev dengan rumus sebagai berikut :

$$f = \frac{Vc}{n} \text{ (mm/rev)}$$

Keterangan :

f = *feedrate* (mm/rev)

n = Putaran Spindel (rpm)

Vc = kecepatan potong (mm/menit)

2.13 MMR (*Material Removal Rate*)

MMR (*Material removal rate*) adalah jumlah masa benda kerja yang terkikis per satuan waktu secara aktual MMR dapat dihitung menggunakan rumus di bawah ini :

$$\text{MMR} = \frac{m_o - m_t}{p \cdot t}$$

Keterangan :

MMR = *Material Removal Rate* (mm³/dt)

m_o = Massa benda kerja sebelum pemesinan (gram)

m_t = Massa benda kerja setelah pemesinan (gram)

p = Massa jenis benda kerja (g/cm³)

t = Waktu pemesinan (detik)