

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

#### 2.1 Tinjauan Pustaka

Dewasa ini sudah banyak beredar mesin penyangrai biji kopi dengan berbagai macam merk dan spesifikasi yang berbeda-beda. Seiring dengan berjalannya perkembangan teknologi, mesin penyangrai kopi terus dikembangkan dengan tujuan mendapatkan produk biji kopi yang semakin berkualitas. Salah satu mesin penyangrai kopi yang sudah ada dan masih dalam proses pengembangan adalah mesin penyangrai kopi milik Paul Chrismawan, seorang *roaster* dari kota Sidoarjo. Mesin yang dimilikinya belum memiliki nama maupun merk karena masih dalam proses pengembangan.



Gambar 2.1. Mesin penyangrai kopi (Chrismawan,P.,2016)

Mesin penyangrai biji kopi milik Paul Chrismawan memiliki kapasitas penyangraian tiga kilogram dengan menggunakan sistem *double jacket*. Sistem ini menggunakan dua lapis tabung sehingga api tidak langsung bersentuhan dengan tabung utama karena dilindungi oleh lapisan kedua diluarnya sehingga hanya udara panas yang digunakan untuk memanaskan tabung utama. Tabung utama tempat biji kopi disangrai adalah plat berlubang dengan ketebalan 2,5 mm. Sedangkan plat kedua bukanlah plat yang berlubang dan memiliki ketebalan yang sama. Kedua tabung itu memiliki celah sekitar 5 mm dan diputar menggunakan motor listrik dengan kecepatan putar 55 rpm. Tujuan digunakannya sistem *double jacket* pada mesin penyangrai kopi miliknya adalah agar biji kopi yang disangrai tidak mudah gosong dan kopi dapat matang lebih merata. Selain itu untuk mengurangi bau asap pada biji kopi ketika sudah matang yang membuat citarasa kopi berkurang. Kemudian untuk sistem *burning* pada mesin penyangrai kopi miliknya menggunakan kompor gas LPG. Untuk mengatur besar kecilnya api masih dilakukan secara manual menggunakan regulator. Jarak dari bibir kompor ke tabung yang dipanaskan sekitar 8 cm. Sedangkan untuk sistem kontrol hanya menggunakan lima tombol dengan fungsi untuk menyalakan api pada kompor, menghidupkan *blower* menghidupkan lampu penerangan, menghidupkan sistem pendinginan dan untuk menghidupkan motor. Dan untuk membaca suhu digunakan dua *thermometer* yang dipasang pada tutup depan tabung. *Thermometer* pertama digunakan untuk membaca suhu pada tabung utama dan *thermometer* yang kedua digunakan untuk membaca suhu biji kopi.

Sistem kerja mesin ini sama seperti mesin-mesin penyangrai kopi pada umumnya. Sebelum penyangraian biji kopi dilakukan, tabung dipanaskan dulu sampai suhu 200°C sambil tabung terus diputar. Suhu yang terbaca pada kedua *thermometer* akan menunjukkan angka yang sama. Setelah suhu mencapai angka yang diinginkan masukkan biji kopi

mentah atau *green bean* melalui corong atau lubang *intake* yang ada pada tutup depan tabung. Ketika biji kopi sudah masuk ke dalam tabung, suhu pada *thermometer* kedua akan turun karena biji kopi yang dimasukkan masih dalam keadaan dingin dan angka pada suhu *thermometer* pertama tidak berubah. Saat proses *roasting* atau penyangraian dilakukan *blower* dinyalakan untuk mengatur suhu pada tabung utama agar tetap stabil di angka 200°C. Selain itu *blower* juga akan menyedot kotoran-kotoran hasil penyangraian biji kopi. Untuk menyangrai biji kopi sendiri tidak ada patokan waktu yang pasti seberapa lama biji kopi harus disangrai. Para *roaster* harus mengenal karakteristik biji kopi yang disangrai, pada level manakah biji kopi itu matang dengan sempurna. Bahkan untuk mesin penyangrai kopi yang sudah menggunakan sensor waktu otomatis sekalipun belum tentu dapat menyangrai biji kopi hingga kematangannya sempurna. Kemudian setelah biji kopi selesai disangrai dan matang, biji kopi harus segera didinginkan agar kestabilan rasa terjaga. Biji kopi yang telah disangrai akan berkurang beratnya sekitar 15-20% dari berat awal biji kopi tersebut. Pada proses penyangraian ini biji kopi yang digunakan adalah biji kopi Robusta Dampit yang berasal dari Malang Jawa Timur.

## 2.2 Penyangraian Kopi

Penyangraian dapat diartikan sebagai proses menggoreng sesuatu tanpa menggunakan minyak. Sehingga penyangraian adalah proses mengolah bahan mentah menjadi bahan yang matang atau siap dikonsumsi tanpa menggunakan perantara seperti minyak. Biji kopi merupakan salah satu bahan yang dapat diolah menggunakan metode penyangraian. Penyangraian adalah definisi dari suatu proses yang bertujuan untuk mendapatkan cita rasa tertentu menggunakan metode perpindahan panas baik tanpa media maupun menggunakan pasir (Mawaddah, 2012).

Proses penyangraian kopi adalah proses mengolah biji kopi dengan cara disangrai yang bertujuan untuk membentuk rasa dan aroma pada biji

kopi. Biji kopi memiliki perbedaan yang sangat besar pada ukuran, *specific gravity*, tekstur, kadar air dan struktur sehingga proses penyangraian adalah sebuah seni yang memerlukan keterampilan dalam mengolahnya.

Proses penyangraian kopi biasanya memerlukan waktu 15-20 menit dan dilakukan pada suhu yang tinggi yaitu pada suhu 180-240°C. Selama proses penyangraian, biji kopi harus terus menerus diaduk agar uap air cepat terbawa keluar dan panas dapat didistribusikan secara merata. Dan harus segera didinginkan dengan cepat ketika proses penyangraian selesai.

Biji kopi akan berkurang bobotnya hingga 16% ketika sudah matang. Ketika proses penyangraian berlangsung akan terjadi tahap penguapan air pada suhu 100°C dan tahap pirolisis pada suhu 180°C. Pada tahap ini akan terjadi pengurangan bobot sebanyak 10% dan perubahan komposisi kimia. Sejalan dengan peningkatan suhu pada proses penyangraian, tingkat perubahan akan makin meningkat juga. Berikut adalah perubahan-perubahan yang terjadi ketika proses penyangraian berlangsung (Ciptadi dan Nasution, 1985).

### **2.2.1 Perubahan Sifat Fisik Biji Kopi**

#### **Perubahan Kadar Air**

Akan terjadi perpindahan panas dari media penyangraian ke bahan dan perpindahan massa air selama proses penyangraian berlangsung. Panas penguapan mengakibatkan terjadinya perubahan massa air. Air yang terkandung dalam bahan berubah dari cair menjadi uap karena kandungan air pada bahan telah sampai pada kondisi jenuh. Terjadinya perubahan berat pada biji kopi terjadi karena perubahan kadar air ini. Perubahan kadar air sebanding dengan perubahan berat pada biji kopi (Nugroho dkk, 2009)

Energi panas pada tahap awal proses penyangraian digunakan untuk menguapkan air pada biji kopi. Pada awal proses penyangraian pengurangan kadar air pada biji kopi turun dengan cepat dan kemudian berangsur-angsur melambat dikarenakan kecepatan rambat air (difusi) didalam jaringan sel biji kopi makin rendah. Posisi molekul air akan makin jauh dari permukaan biji kopi dan hal ini mengakibatkan kecepatan penguapan semakin menurun (Sivetz dan Foote, 1963)

### **Perubahan Tekstur**

Perubahan kadar air pada biji kopi, variasi suhu dan lamanya waktu penyangraian adalah pemicu terjadinya perubahan tekstur pada biji kopi. Kekerasan biji kopi akan semakin kecil seiring makin tingginya suhu pada proses penyangraian karena suhu pada proses penyangraian mempengaruhi laju penguapan kadar air dalam biji kopi. Hal itu akan berpengaruh juga terhadap laju perubahan kekerasan pada biji kopi. Kadar air pada biji kopi akan lebih cepat menurun pada suhu tinggi dan hal ini menyebabkan kopi menjadi empuk (Nugroho dkk, 2009).

### **Perubahan warna**

Pigmen alami pada suatu tanaman adalah hal yang menentukan warna pada tanaman. Pengaruh kimia dan fisik selama proses pengolahan terutama panas adalah beberapa hal yang membuat pigmen sangat peka untuk berubah. Karamelisasi gula menjadi warna coklat tua adalah penyebab perubahan warna yang dialami biji kopi ketika sudah matang. Reaksi kimia antara gula dan asam amino dari protein yang dikenal sebagai pencoklatan non-enzimatik atau reaksi reaksi Maillard juga dapat menimbulkan perubahan warna pada biji kopi.

Perubahan warna pada biji kopi menjadi kecoklatan dan makin gelap terjadi pada suhu 200°C sampai 220°C karena munculnya senyawa bergugus karbonis (gugus reduksi) dan bergugus amini yang diakibatkan oleh reaksi Maillard. Reaksi Maillard menghasilkan senyawa kompleks

dengan berat molekul tinggi karena adanya reaksi *browning* non-enzimatik. Tingkat pencerahan (*lightness*) yang diperoleh setelah proses penyangraian tidak stabil karena ketidakseragaman warna pada biji kopi sebelum proses penyangraian (Nugroho, 2009)

### **2.2.2 Perubahan Sifat Kimia Biji Kopi**

Rasa yang dihasilkan kopi berkaitan dengan perubahan sifat kimia yang terjadi ketika proses penyangraian. Degradasi senyawa seperti karbohidrat, alkaloid, asam klorogenat, senyawa volatile dan trigonellin adalah hal yang mempengaruhi rasa pada kopi. Ketika proses penyangraian terjadi, banyak senyawa yang hilang (*losses*) akibat terdegradasi. Rasa manis terbentuk karena karbohidrat terdegradasi membentuk sukrosa dan gula-gula sederhana. Alkaloid atau yang biasa disebut kafein akan mengalami sublimasi kafeol. Rasa pahit pada biji kopi dikontribusi sebanyak 10% oleh kafein. Sebanyak 50% asam klorogenat terdekomposisi selama proses penyangraian berlangsung dan akan hilang pada proses penyangraian. Sedangkan hanya 15% trigonellin yang terdekomposisi untuk setiap proses penyangraian. Dan pada menit-menit terakhir proses penyangraian terjadi proses pembentukan senyawa volatile yang terjadi pada suhu 200°C.

Pembentukan senyawa volatile ditandai dengan terjadinya proses *pyrolysis* gula, karbohidrat dan protein di dalam struktur sel biji kopi. Karamelisasi gula dan karbohidrat, asetat dan berbagai jenis asam lainnya, aldehida dan keton, furfural, ester asam lemak, CO<sub>2</sub>, sulfida dan lain-lain akan terbentuk selama proses *pyrolysis* berlangsung (Ciptadi dan Nasution, 1985)

## **2.3 Pengelasan (*Welding*)**

Pengelasan adalah suatu proses menyambungkan dua buah logam menggunakan panas dengan cara meleburkan bahan sehingga terjadi penyatuan pada bagian yang disambung. Proses pengelasan sendiri

merupakan salah satu proses yang sangat penting dan harus dilakukan dalam pembuatan mesin penyangrai kopi ini. Beberapa bagian dalam mesin ini seperti rangka, tabung utama, kerangka tabung, *cooling* dan bagian-bagian lainnya membutuhkan proses pengelasan ini. Pada proses pembuatan mesin penyangrai kopi ini digunakan dua jenis las yang berbeda, yaitu las SMAW dan las TIG.

### **2.3.1 Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)**

Las yang digunakan dalam penggarapan mesin penyangrai kopi ini adalah las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) atau yang biasa disebut las listrik. Las ini menggunakan panas untuk mencairkan material yang akan disambung menggunakan elektroda. Lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan benda kerja) menimbulkan panas yang akan mencairkan benda kerja. Pada las SMAW ada dua macam sumber tegangan yang dapat digunakan yaitu listrik AC (arus bolak balik) dan listrik DC (arus searah). Kontak antara ujung elektroda dan benda kerja akan menimbulkan hubungan pendek. Saat terjadi hubungan pendek tersebut, *Welder* kemudian akan menarik elektroda ketika terjadi hubungan pendek tersebut sehingga terbentuk busur listrik yang menimbulkan panas. Elektroda dan benda kerja akan mencair sehingga benda kerja dapat menyatu dan membentuk logam lasan.

### **2.3.2 Peralatan Las SMAW**

#### **Sumber Tegangan (*Power Source*)**

Sumber tegangan memiliki dua macam yaitu mesin las AC dan mesin las DC. Mesin las DC dilengkapi dengan *rectifier* atau diode (perubah arus bolak balik menjadi arus searah). Biasanya mesin las DC dilengkapi motor penggerak seperti mesin diesel, motor bensin ataupun motor listrik. Sedangkan mesin las AC hanya berupa trafo las saja. Mesin las DC mempunyai beberapa kelebihan yaitu busur lebih stabil daripada

mesin las AC dan polaritas pada mesin las DC dapat diatur. Oleh karena itu mesin las DC lebih banyak digunakan daripada mesin las AC.



Gambar 2.2. Sumber tegangan (*power source*)

### **Kabel Masa dan Kabel Elektroda**

Kabel masa dan kabel elektroda memiliki fungsi untuk menyalurkan aliran listrik dari mesin las menuju material atau bahan yang akan dilas dan kembali lagi menuju mesin las. Agar tidak menimbulkan panas dan merusak isolasi yang dapat membahayakan pengelasan, kabel masa dan kabel elektroda ini harus memiliki ukuran yang cukup besar.



Gambar 2.3. Kabel masa dan kabel elektroda



### **Pemegang Elektroda dan Klem Masa**

Pemegang elektroda adalah penjepit elektroda yang berfungsi sebagai pegangan elektroda agar dalam proses pengelasan *welder* tidak merasakan panas. Selain itu pemegang elektroda juga berfungsi untuk mengalirkan arus listrik dari kabel elektroda menuju elektroda. Klem masa berguna untuk menghubungkan kabel masa dengan benda kerja dengan cara menjepitnya. Untuk menjepit benda kerja biasanya klem masa dilengkapi oleh per penjepit yang kuat. Klem penjepit harus kuat menjepit benda kerja karena apabila longgar arus yang dihasilkan tidak akan stabil.



Gambar 2.4. Pemegang elektroda



Gambar 2.5. Klem Masa

## Elektroda

Elektroda pada las SMAW dilapisi oleh lapisan flux yang berfungsi sebagai pembentuk gas dan terak las. Gas dan terak las yang dibentuk oleh flux berfungsi melindungi cairan logam pada proses pengelasan dari kontaminasi udara sekelilingnya. Flux dibuat dengan komposisi campuran kimia yang sesuai untuk proses pengelasan. Menurut AWS (*American Welding Society*) elektroda memiliki kode dengan huruf E di awalnya dan diikuti empat atau lima digit angka dibelakangnya. Ada 2 jenis elektroda yang biasa dipakai dalam proses produksi dan memiliki jenis kode yang berbeda, yaitu:

a. Elektroda untuk *Mild Steel*

Elektroda jenis ini memiliki kode E yang diikuti empat angka dibelakangnya (Exxxx). Kode E adalah kode untuk elektroda las SMAW. Dua angka pertama menunjukkan kekuatan tarik yang dihasilkan oleh elektroda tersebut dalam satuan Ksi. Angka ketiga menunjukkan posisi pengelasan yang dianjurkan untuk elektroda tersebut. Dan angka keempat menunjukkan jenis salutan, penetrasi busur, arus las dan berapa persen serbuk besi yang terkandung dalam elektroda tersebut.



Gambar 2.6. Elektroda untuk *Mild Steel*

b. Elektroda untuk *Stainless Steel*

Berbeda dengan jenis elektroda untuk *Mild Steel*, elektroda ini memiliki kode E yang diikuti dua angka dibelakangnya kemudian dilanjutkan garis dan dua angka lagi dibelakangnya (Exxx-xx). Kode E adalah kode untuk elektroda las SMAW. Tiga digit pertama setelah angka E menunjukkan nomor tipe AISI dari *stainless steel* yang cocok untuk elektroda tersebut. Kemudian kedua angka dibelakang garis menunjukkan lapisan yang digunakan pada elektroda tersebut. Dua angka dibelakang garis strip memiliki arti:

- Angka 15 : lapisan mengandung CaO, TiO<sub>2</sub> dan arusya DCRP
- Angka 16 : lapisan mengandung TiO, K<sub>2</sub>O dan arusya DCRP atau AC
- Angka 17 : lapisan mengandung CaO, TiO<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>O, SiO, O, SiO<sub>2</sub> dan arusya DCRP atau AC



Gambar 2.7. Elektroda untuk *Stainless Steel*

Tabel 2.1 Klasifikasi Elektroda Seri E60  
(*American Welding Society*)

<b>Klasifikasi Elektroda Seri E60</b>			
<b>Klasifikasi AWS</b>	<b>Jenis Kimia Pelindung</b>	<b>Posisi Pengelasan yang paling sesuai</b>	<b>Jenis Arus Listrik</b>
E6010	<i>High cellulose sodium</i>	DB, TL, AK, DT	ASPT
E6011	<i>High cellulose potassium</i>	DB, TL, AK, DT	AB atau ASPT
E6012	<i>High titania sodium</i>	DB, TL, AK, DT	AB atau ASPL
E6013	<i>High titania potassium</i>	DB, TL, AK, DT	AB atau ASPM
E6020	<i>High iron oxide</i>	DT, F	AB atau ASPL
E6022	<i>High iron oxide</i>	DB	AB atau ASPM
E6027	<i>High iron oxide, iron powder</i>	DT, F, DB	AB atau ASPL

Keterangan :

DB : Datar Bawah (*Flat*)

TL : Tegak Lurus (*Vertical*)

AK : Atas Kepala (*Overhead*)

DT : Datar Tegak (*Horizontal*)

AS : Arus Searah (*Direct Current*)

AB : Arus Bolak-Balik (*Alternating Current*)

PL : Polaritas Terbalik (*Reverse Polarity*)

PM : Polaritas Mana Saja (*Either Polarity*)

F : *Fillet*

### 2.3.3 Las TIG (*Tungsten Inert Gas*)

Las TIG adalah las yang nyala busur listriknya ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja yang dilas. Agar tidak terkontaminasi dengan udara luar saat proses pengelasan dilakukan, daerah pengelasan dilindungi oleh gas mulia yaitu gas argon (Ar) yang berfungsi sebagai gas pelindung. Oleh karena itu las TIG juga sering disebut dengan las argon. Dalam pengelasan TIG dapat digunakan mesin las pembangkit arus AC maupun DC tergantung pada jenis logam yang akan dilas. Beberapa komponen dalam las TIG antara lain:

- Mesin las AC/DC
- Tabung gas pelindung
- Regulator gas lindung
- Selang gas dan perlengkapan pengikatnya
- Kabel elektroda dan selang
- Stang las (*welding torch*)
- Elektroda tungsten
- Kawat las

Elektroda tungsten adalah elektroda tak terumpan (*nonconsumable electrode*) yang memiliki fungsi sebagai pencipta nyala busur las. Nyala busur yang tercipta digunakan untuk mencairkan kawat las dan benda kerja yang akan dilas. Elektroda ini berbeda dengan elektroda yang digunakan pada las SMAW. Elektroda ini tidak berfungsi untuk menjadi bahan tambahan pada sambungan pengelasan. Yang menjadi bahan tambahan pada sambungan pengelasan adalah kawat las yang akan ikut mencair dengan benda kerja.

Las TIG dilengkapi oleh tabung gas pelindung yang berfungsi untuk menyimpan gas lindung seperti argon dan helium. Kemudian untuk mengatur tekanan gas yang digunakan pada proses pengelasan digunakan regulator gas lindung. Untuk menghubungkan gas dari tabung menuju

pembakar las digunakan selang gas yang dilengkapi beberapa perlengkapannya. Kabel elektroda dan selang gas memiliki fungsi sebagai penghantar arus listrik dan aliran gas dari mesin las menuju stang las. Dan stang las memiliki fungsi untuk meyatukan sistem pada pengelasan yang berupa perlindungan gas dan penyalaan busur saat proses pengelasan dilakukan.

## **2.4 Pembubutan**

Pembubutan adalah salah satu proses pemesinan untuk membuang material yang tidak dibutuhkan dari permukaan benda kerja menggunakan pahat dengan satu mata potong. Benda kerja diputar dan dimakan menggunakan pahat yang bergerak pada arah linier sejajar dengan sumbu putar benda kerja. Proses pembubutan khusus digunakan untuk membuat benda kerja yang memiliki bentuk silinder. Proses pembubutan dibutuhkan dalam proses pembuatan mesin penyangrai kopi ini untuk membuat poros tabung dan poros *cooling*.

### **2.4.1 Komponen Utama Mesin Bubut**

#### **Kepala Tetap (*Headstock*)**

Kepala tetap letaknya disebelah kiri mesin bubut yang berfungsi untuk memutar benda kerja dan didalamnya terdapat transmisi roda gigi. Pada kepala tetap ini ditempatkan berbagai bagian dari mesin bubut dan sistem kendali mesin untuk memudahkan melakukan pekerjaan. Pada kepala tetap ini pula dipasang alat pemegang benda kerja atau biasa disebut cekam. Cekam memiliki dua macam yaitu cekam rahang tiga dan cekam rahang empat. Cekam rahang tiga memiliki pergerakan rahang penjepit yang serentak. Ketiga rahang akan bergerak serentak ketika salah satu kunci penggeraknya digerakkan. Sedangkan pada cekam rahang empat, keempat kunci penggeraknya harus digerakkan satu persatu untuk menggerakkan keempat rahang cekamnya.



Gambar 2.8. Kepala tetap (*Headstock*)

### **Kepala Lepas (*Tailstock*)**

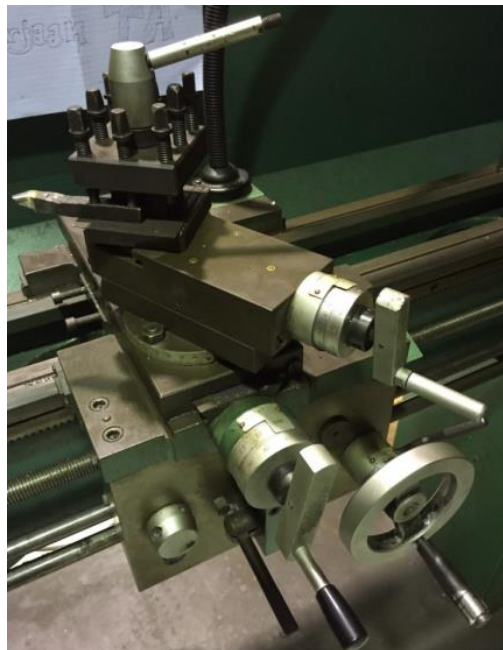
Kepala lepas berfungsi untuk menopang benda kerja yang panjang yang letaknya disebelah kanan pada mesin bubut. Kemungkinan bengkok yang terjadi dalam proses pengerjaan benda yang panjang sangat besar sehingga harus ditopang pada kedua ujung benda kerjanya. Benda kerja akan ditopang pada kepala tetap dan kepala lepas ini. Pada bagian ini juga dapat dipasang mata bor untuk melakukan proses pengeboran. Beberapa bagian seperti *center* putar, *handwill*, pengunci poros dan pengunci alas terdapat pada kepala lepas ini.



Gambar 2.9. Kepala lepas (*Tailstock*)

### **Eretan (*Carriage*)**

Eretan adalah bagian pada mesin bubut yang digunakan untuk melakukan proses pemakanan pada benda kerja. Eretan dapat digerakkan ke kiri dan ke kanan sepanjang meja mesin bubut. Eretan utama akan bergerak membawa kedudukan pahat, eretan lintang dan eretan atas sepanjang meja. Eretan ini memiliki beberapa tuas untuk menggerakannya dan dilengkapi oleh ukuran untuk mengukur jarak yg diinginkan pada proses pemakanan.

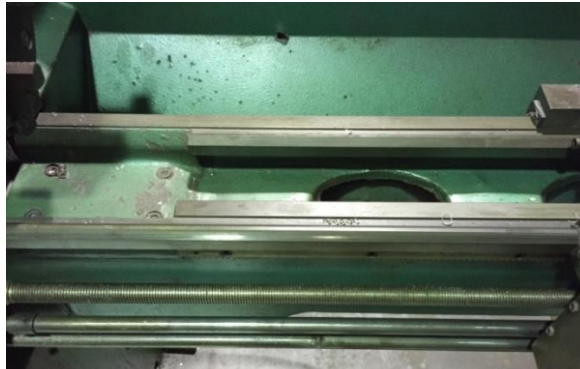


Gambar 2.10. Eretan (*Carriage*)

### **Meja Mesin (*Lathe Bed*)**

Meja mesin merupakan kerangka mesin bubut yang berfungsi juga untuk tempat kedudukan kepala lepas, tempat kedudukan eretan dan tempat kedudukan penyangga diam.





Gambar 2.11. Meja mesin (*Lathe Bed*)

## 2.5 Pengeboran

Pengeboran adalah proses pemesinan untuk menghasilkan lubang dalam benda kerja dengan menggunakan mesin bor. Sedangkan mesin bor adalah suatu jenis alat yang menggerakkan mata bor supaya berputar untuk melubangi benda kerja. Dalam pengerjaan skala kecil biasanya hanya digunakan dua jenis mesin bor yaitu mesin bor tangan dan mesin bor duduk.

Mesin bor selalu dilengkapi oleh mata bor dengan berbagai macam ukuran dan bahan yang beragam. Mata bor adalah suatu alat pembuat lubang yang digerakkan menggunakan mesin bor. Mata bor spiral adalah mata bor yang sering digunakan karena memiliki daya hantar yang baik, alur berbentuk sekrup yang baik untuk membuang geram dan sudut-sudut sayat yang menguntungkan.

## 2.6 Pengerolan

Pengerolan merupakan proses untuk mengubah potongan plat menjadi bentuk silinder atau tabung. Cara kerjanya adalah dengan menjepit plat diantara dua rol. Rol tekan dan rol utama akan berputar berlawanan arah sehingga plat dapat bergerak linear melewati rol pembentuk. Plat tertekan dan mengalami pembengkokan karena posisi rol pembentuk berada dibawah garis gerakan plat. Akibat penekanan dari rol pembentuk dengan putaran rol penjepit maka terjadilah proses pengerolan.

Radius pengerolan plat merata karena pada saat plat bergerak melewati rol pembentuk selalu memiliki kondisi pembengkokkan yang sama terus menerus.

Proses pengerolan dapat terjadi apabila besarnya sudut kontak antara rol penjepit dengan plat yang akan dirol melebihi gaya penekan yang ditimbulkan dari penurunan rol pembentuk. Besarnya penjepitan ini dapat mendorong plat sekaligus plat dapat melewati rol pembentuk.

## **2.7 Gerinda**

Mesin gerinda adalah salah satu peralatan pemesinan dengan mata potong jamak dan berbentuk lingkaran. Mata potongnya berjumlah sangat banyak dan memiliki ukuran yang beragam sesuai kebutuhan. Berfungsi untuk mengasah atau memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerjanya adalah batu gerinda diputar dengan kecepatan tinggi dan bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan pada benda kerja. Mesin gerinda yang banyak digunakan adalah mesin gerinda duduk dan mesin gerinda tangan.

Mesin gerinda duduk adalah mesin gerinda yang diikat dengan baut pada meja kerja dan posisinya tidak bisa dirubah. Biasa digunakan untuk mengasah benda kerja berukuran kecil. Batu gerinda dipasang pada kedua ujung poros dengan tingkat kekasaran yang berbeda dengan maksud supaya memiliki dua kegunaan sekaligus.

Mesin gerinda tangan merupakan mesin gerinda yang dapat dibawa kemana saja. Biasanya dipergunakan pada bengkel kecil atau untuk keperluan rumah tangga. Dapat memotong atau menghaluskan benda kerja dengan posisi beragam.

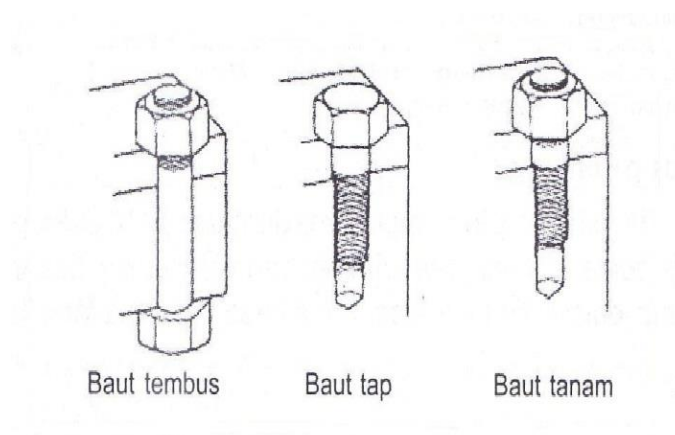
## 2.8 Baut dan Mur

Sistem sambungan dengan menggunakan mur dan baut ini, termasuk sambungan yang dapat di buka tanpa merusak bagian yang disambung serta alat penyambung ini sendiri. Penyambungan dengan mur dan baut ini paling banyak digunakan sampai saat ini. Bagian terpenting dari mur dan baut adalah ulir. Ulir adalah suatu yang diputar disekeliling silinder dengan sudut kemiringan tertentu. Bentuk ulir dapat terjadi bila sebuah lembaran berbentuk segitiga di gulung pada sebuah silinder. Dalam pemakaiannya ulir selalu bekerja dalam pasangan antara ulir luar dan ulir dalam. Ulir pengikat umumnya mempunyai profil penampang berbentuk segitiga sama kaki.

### 2.8.1 Macam-macam Baut dan Mur

Bila ditinjau dari segi penggunaannya baut dapat dibedakan menjadi:

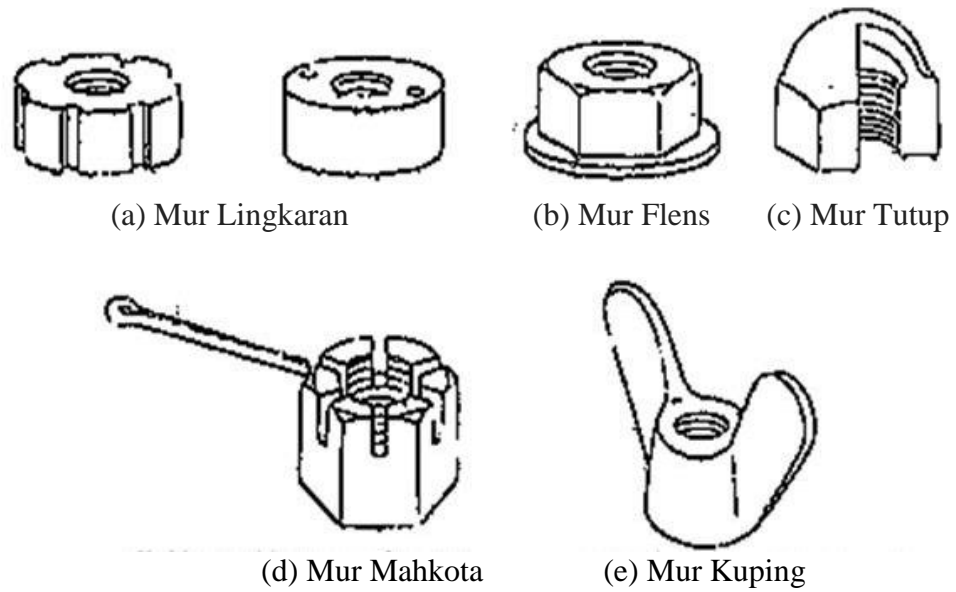
- a. Baut Tembus
- b. Baut Tanam
- c. Baut Tap



Gambar 2.12. Macam Baut

(Sumber: Sularso, 2008)

Pada umumnya mur memiliki bentuk segienam, namun pada penggunaan khusus digunakan mur dengan bentuk yang bervariasi sesuai dengan kebutuhan seperti mur lingkarang, mur flens, mur tutup, mur mahkota, mur kuping dan sebagainya.



Gambar 2.13. Macam Mur

(Sumber: Sularso, 2008)