

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Bawang Merah

Bawang merah (*Allium cepa L. var. Aggregatum*) merupakan bunga majemuk berbentuk tandan yang bertangkai dengan 50-200 kuntum bunga. Pada ujung dan pangkal tangkai mengecil dan dibagian tengah menggelembung, bentuknya seperti pipa yang berlubang didalamnya. Tangkai tandan bunga ini sangat panjang, lebih tinggi dari daunnya sendiri dan mencapai 30-50 cm. Bunga bawang merah termasuk bunga sempurna yang tiap bunga terdapat benang sari dan kepala putik. Bakal buah sebenarnya terbentuk dari 3 daun buah yang disebut carpel, yang membentuk tiga buah ruang dan dalam tiap ruang tersebut terdapat 2 calon biji. Buah berbentuk bulat dengan ujung tumpul. Bentuk biji agak pipih. Biji bawang merah dapat digunakan sebagai bahan perbanyakan tanaman secara generatif. Bawang merah mengandung vitamin C, kalium, serat, dan asam folat. Selain itu, bawang merah juga mengandung kalsium dan zat besi.

Bawang merah juga mengandung zat pengatur tumbuh alami berupa hormon auksin dan giberelin. Kegunaan lain bawang merah adalah sebagai obat tradisional, bawang merah dikenal sebagai obat karena mengandung efek antiseptik dan senyawa alliin. Senyawa alliin oleh enzim alliinase selanjutnya diubah menjadi asam piruvat, amonia, dan allisin sebagai anti mikoba yang bersifat bakterisida.



Gambar 2.1 Bawang merah yang sudah terkelupas kulitnya

2.2 Macam-macam Alat Pengiris Bawang

Macam- macam alat pengiris bawang merah yang digunakan untuk skala usaha menengah kebawah yang ada di Indonesia yaitu:

1. Garlic Pro



Gambar 2.2 Alat pengiris bawang Garlic Pro

Alat pengiris bawang yang bernama Garlic Pro ini selain dapat mengiris bawang merah dapat juga untuk mengiris cabai, bawang putih, paprika dan kacang-kacangan. Cara menggunakan alat ini yaitu bahan yang akan di iris dimasukkan ke dalam wadah lalu di tutup dengan penutupnya yang sudah ada mata pisaunya yang berbahan stainless steel sebanyak 20 buah. Setelah itu putar penutupnya tadi dengan arah berlawanan jarum jam. Maka bahan yang ada di dalam alat tersebut akan teriris. Namun penggunaan alat ini terlalu banyak menggunakan tenaga manusia dan hasil irisan bawang yang didapat juga relatif sedikit karena ukuran alat ini kecil sehingga proses pengerjaannya menjadi lama.

2. Alat Perajang Bawang Manual



Gambar 2.3 Alat Perajang Bawang Manual

Alat perajang/pengiris bawang ini dapat menghasilkan irisan bawang sampai ketebalan kira-kira 1 mm. Penggunaannya pun sesuai dengan namanya yang memerlukan tenaga manusia yang memasukkan bawang dari lubang yang terdapat di atas alat tersebut lalu dengan memutar poros engkol yang terdapat dibagian samping alat ini maka bawang yang telah dimasukkan tadi akan menjadi bentuk irisan-irisan. Kapasitas yang dapat dihasilkan oleh alat ini yaitu 5-10 kilogram per jam. Sehingga pengguna alat ini harus mengeluarkan banyak tenaga manusia untuk mengiris bawang yang akan dikerjakan.

3. Alat Pengiris Bawang Modern



Gambar 2.4 Alat Pengiris Bawang Modern

Alat pengiris bawang modern ini memiliki 3 buah mata pisau yang berfungsi untuk mengiris bawang dengan cara memutar *handle* yang ada di bagian samping alat tersebut dan ketebalan irisannya 1 mm. Alat ini memiliki ukuran yang kecil dengan kapasitas yang kecil juga untuk wadah penampung irisan bawangnya. Sehingga proses pengirisannya menjadi lama dan irisan bawang yang dihasilkan juga relatif sedikit.

2.3 Mesin Pengiris Bawang Dengan Sistem Sensor

Mesin Pengiris Bawang dengan sistem sensor yang dibuat membutuhkan transmisi yang digunakan untuk memastikan daya pada penggeraknya agar dapat bekerja dengan secara optimal dan aman.

2.3.1 Transmisi yang Digunakan

1. Relay SPDT (*Single-Pole Dual-Totem*)



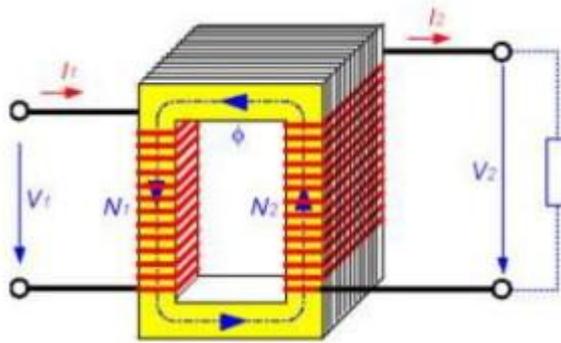
Gambar 2.5 Relay SPDT

Relay adalah komponen yang terdiri dari sebuah kumparan berinti besi yang akan menghasilkan elektromagnet ketika kumparannya dialiri oleh arus listrik. Elektromagnet ini kemudian menarik mekanisme kontak yang akan menghubungkan kontak *Normally-Open* (NO) dan membuka kontak *Normally-Closed* (NC).

Sedikit menjelaskan, kata *Normally* disini berarti relay dalam keadaan *non-aktif* atau *non-energized*, atau gampangnya kumparan relay tidak dialiri arus. Jadi kontak *Normally-Open* (NO) adalah kontak yang pada saat Normal tidak terhubung, dan kontak *Normally-Closed* (NC) adalah kontak yang pada saat Normal terhubung.

2. Reducer PWM (*Pulse Width Modulation*) atau *Transformator*

Untuk mengendalikan kecepatan maupun arah putaran sebuah motor AC dapat dilakukan dengan cara mengatur sinyal PWM. Pengaturan sinyal PWM bisa dilakukan secara analog maupun dengan menggunakan mikrokontroler. Pengendalian Motor AC dengan PWM yaitu dengan mengatur Persentase Tegangan yang masuk ke Motor AC, misalkan 25%, 50%, 75% atau 100%. PWM 25% artinya 25% sinyal tinggi dan 75 % sinyal rendah, begitu seterusnya. Semakin besar persentase maka Kecepatan dan Torsi Motor AC akan semakin besar, begitu pula sebaliknya semakin kecil persentase maka Kecepatan dan Torsi akan semakin kecil.



Gambar 2.6 Skema Transformator

Transformator atau trafo adalah suatu alat listrik yang dapat memindahkan dan mengubah energi listrik dari satu atau lebih rangkaian listrik ke rangkaian listrik yang lain, melalui suatu gandengan magnet dan berdasarkan prinsip induksi-elektromagnet. Transformator digunakan secara luas, baik dalam bidang tenaga listrik maupun elektronika. Penggunaan transformator dalam sistem tenaga memungkinkan terpilihnya tegangan yang sesuai, dan ekonomis untuk tiap-tiap keperluan misalnya kebutuhan akan tegangan tinggi dalam pengiriman daya listrik jarak jauh.

Penggunaan transformator dalam sistem tenaga listrik adalah untuk menaikkan tegangan yang dihasilkan dari generator pembangkit hingga mencapai 380 kV atau 500 kV dari 11 kV atau 22 kV yang bertujuan untuk menurunkan rugi tembaga sehingga transmisi lebih ekonomis. Kemudian melalui trafo step down, tegangan diturunkan menjadi 10 kV atau 20 kV kembali untuk bisa memberikan suplai pada jaringan distribusi. Kemudian tegangan tersebut diturunkan lagi menjadi 380 V untuk bisa dipakai pada beban seperti motor induksi. Dengan trafo pemakaian motor AC lebih digemari dibandingkan dengan motor DC. Transformator mempunyai dua buah sisi, yaitu sisi primer dan sisi sekunder. Selain itu trafo juga memiliki dua buah konstruksi, yaitu tipe shell dan tipe core. Pada trafo dengan tipe shell, inti baja akan mengelilingi kumparan dan pada tipe core, kumparan akan mengelilingi bagian inti dari trafo.

Dalam bidang elektronika, transformator digunakan antara lain sebagai gandengan impedansi antara sumber dan beban, untuk memisahkan satu rangkaian dari rangkaian yang lain, dan untuk menghambat arus searah melalukan atau mengalirkan arus bolak-balik. Berdasarkan frekuensi, transformator dapat dikelompokkan menjadi:

1. Frekuensi daya, 50 sampai 60Hz
2. Frekuensi pendengaran, 50Hz sampai 20kHz
3. Frekuensi radio, diatas 30kHz.

Dalam bidang tenaga listrik pemakaian transformator dikelompokkan menjadi: Transformator daya Transformator distribusi Transformator pengukuran, yang terdiri dari atas transformator arus dan Transformator tegangan. Konstruksi Transformator Gambar diatas memperlihatkan bentuk fisik dari transformator, dimana tegangan masukan (V_1) berbentuk sinusioda dihubungkan pada gulungan primer (N_1). Arus arus masukan (I_1) mengakibatkan aliran fluk (ϕ) pada gulungan (N_1) maupun gulungan (N_2).Fluk pada gulungan sekunder (N_2) menyebabkan aliran arus (I_2) dan tegangan (V_2). Prinsip Kerja dan Terminologi Transformator Prinsip kerja transformator dapat dijelaskan berdasarkan induksi elektromagnetik, dimana antara sisi primer dan sisi sekunder terdapat penghubung magnetik. Gandengan magnet ini berupa inti besi tempat melakukan fluks bersama. Medan magnet berperan sangat penting sebagai rangkaian proses konversi energi. Melalui medium medan magnet, bentuk energi mekanik dapat diubah menjadi energi listrik, alat konversi ini disebut generator atau sebaliknya dari bentuk energi listrik menjadi energi mekanik, sebagai alat konversi disebut motor. Pada transformator, gandengan medan magnet berfungsi untuk memindahkan dan mengubah energi listrik dari rangkaian primer ke sekunder melalui prinsip induksi elektromagnetik. Dari sisi pandangan elektris , medan magnet mampu untuk menginduksikan tegangan pada konduktor sedangkan dari sisi pandangan mekanis medan magnet sanggup untuk

menghasilkan gaya dan kopel (penggandeng). Kelebihan medan magnet sebagai perangkat proses konversi energi disebabkan terjadinya bahan-bahan magnetik yang memungkinkan diperolehnya kerapatan energi yang tinggi, kerapatan energi yang tinggi ini akan menghasilkan kapasitas tenaga per unit volume mesin yang tinggi pula. Jelaslah bahwa pengertian kuantitatif tentang medan magnet dan rangkaian magnet merupakan bagian penting untuk memahami proses konversi energi listrik.

Induktansi, tegangan pada kumparan didefinisikan sebagai perubahan arus terhadap waktu yang melewati kumparan tersebut. Ketika terjadi perubahan arus pada kumparan maka terjadi perubahan fluks magnetik yang menyebabkan terjadinya perubahan induksi tegangan.

2.3.2 Komponen Pendukung

1. Motor Listrik

Motor listrik adalah suatu mesin yang berfungsi untuk mengubah tenaga listrik menjadi tenaga gerak atau mekanik. Motor listrik berfungsi sebagai tenaga penggerak yang digunakan untuk menggerakkan putaran suatu komponen. Penggunaan dari motor listrik ini disesuaikan dengan kebutuhan daya alat bantu tersebut, yaitu daya yang diperlukan dalam proses pemutaran suatu komponen yang berputar. Motor listrik terbagi menjadi 2 macam yaitu motor listrik AC dan motor listrik DC.

a. Motor Listrik AC

Motor arus bolak-balik (motor AC) ialah suatu mesin yang berfungsi mengubah tenaga listrik arus bolak-balik (listrik AC) menjadi tenaga gerak atau tenaga mekanik berupa putaran daripada rotor.

Seperti pada motor DC pada motor AC, arus dilewatkan melalui kumparan, menghasilkan torsi pada kumparan. Sejak saat itu bolak, motor akan berjalan lancar hanya pada frekuensi gelombang sinus. Hal ini disebut motor sinkron. Lebih umum adalah motor induksi, di mana arus

listrik induksi dalam kumparan berputar daripada yang diberikan kepada mereka secara langsung.

b. Motor Listrik DC

Motor arus searah merupakan salah satu mesin listrik yang mengubah energi listrik searah menjadi energi gerak. Motor arus searah banyak sekali dipakai, motor-motor kecil untuk aplikasi elektronik menggunakan motor arus searah seperti: pemutar kaset, pemutar piringan magnetik di harddisk komputer, kipas pendingin komputer, dan lain-lain. Tentu saja untuk keperluan-keperluan yang berdaya besar, motor arus searah masih dipakai pada aplikasi tertentu.

$$P = T \times \frac{2\pi \times n}{60}$$

$$P = \frac{2\pi \times F \times r \times n}{60} \quad (2.1, \text{Lit.1, hal. 11})$$

Keterangan:

P = Daya Motor Listrik(Watt)

T = Torsi Motor Listrik (Nm)

n = Putaran Motor Listrik (rpm)

F = Gaya yang bekerja (N)

r = Jarak dari gaya ke titik pusat (mm)

2. Sensor *IR Proximity Detector*

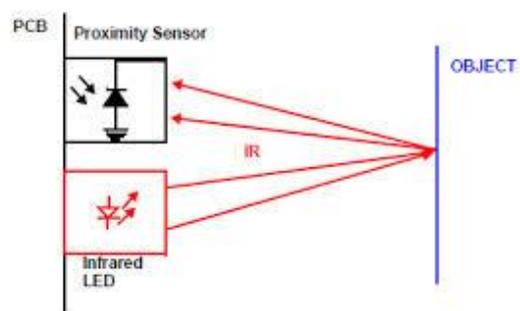
Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk merubah suatu besaran fisik menjadi besaran listrik sehingga dapat dianalisa dengan rangkaian listrik tertentu. Hampir seluruh peralatan elektronik yang ada mempunyai sensor didalamnya. Pada saat ini, sensor tersebut telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Sensor *proximity* merupakan suatu komponen yang berfungsi untuk mendeteksi ada atau tidaknya suatu objek. Sensor *proximity* dapat mendeteksi keberadaan benda disekitarnya tanpa ada kontak fisik dengan benda tersebut. Cara kerja sensor *proximity* ini yaitu dengan memancarkan medan elektromagnetik dan mencari perubahan bentuk medan elektromagnetik pada saat benda di deteksi.

a. Fungsi Sensor *Proximity*

1. Mendeteksi suatu objek
2. Mengukur dimensi suatu objek
3. Menghitung banyaknya objek
4. Mendeteksi simbol
5. Pemeriksaan objek
6. Pendeteksian warna

b. Cara Kerja Sensor IR *Proximity Detector*



Gambar 2.7 Sistem Kerja Sensor

Cara kerjanya, bila cahaya dari *proximity* memantul pada suatu benda, maka cahaya tersebut akan memantul dan diterima oleh basis *phototransistor*, maka *phototransistor* menjadi saturasi (*on*) sehingga tegangan output akan mendekati 0 volt. Sebaliknya jika tidak terdapat pantulan maka basis *phototransistor* tidak mendapat arus bias sehingga menjadi *cut-off*, dengan demikian tegangan output sama dengan tegangan Induk (V_{cc}).

3. Mikrokontroler ATmega 16

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih (*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa bandar masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

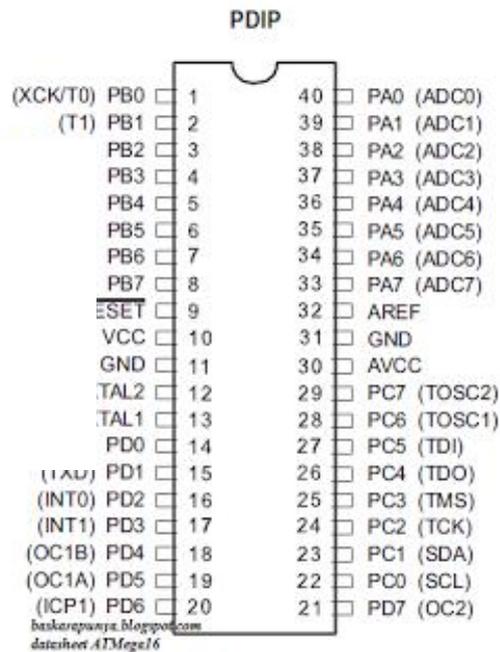
Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya.

Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit* (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

a. Konfigurasi Pin ATmega 16

Konfigurasi pin (pin) mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada Gambar 2.8. Dari gambar tersebut dapat terlihat

ATmega16 memiliki pin-pin.



Gambar 2.8 Pena-Pena ATmega 16

2.3.3 Mesin Yang Digunakan

1. Mesin Bor

Mesin Bor digunakan untuk membuat lubang (*drilling*) serta memperbesar lubang (boring) pada benda kerja. Pahat bor memiliki dua sisi potong, proses pemotongan dilakukan dengan cara berputar. Putaran tersebut dapat disesuaikan atau diatur sesuai dengan bahan pahat bor dan bahan benda kerja yang dibor. Gerakan pemakanan pahat bor terhadap benda kerja dilakukan dengan menurunkan pahat hingga menyayat benda kerja.

A. Definisi Mesin Bor

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

B. Jenis-Jenis Mesin Bor

1. Mesin Bor Meja



Gambar 2.8 Mesin Bor Meja

Mesin bor meja adalah mesin bor yang diletakkan diatas meja. Mesin ini digunakan untuk membuat lobang benda kerja dengan diameter kecil (terbatas sampai dengan diameter 16 mm). Prinsip kerja mesin bor meja adalah putaran motor listrik diteruskan ke poros mesin sehingga poros berputar. Selanjutnya poros berputar yang sekaligus sebagai pemegang mata bor dapat digerakkan naik turun dengan bantuan roda gigi lurus dan gigi rack yang dapat mengatur tekanan pemakanan saat pengeboran.

2. Mesin Bor Tangan (pistol)



Gambar 2.9 Mesin Bor Tangan

Mesin bor tangan adalah mesin bor yang pengoperasiannya dengan menggunakan tangan dan bentuknya mirip pistol. Mesin bor tangan biasanya digunakan untuk melubangi kayu, tembok maupun pelat logam. Khusus Mesin bor ini selain digunakan untuk membuat lubang juga bisa digunakan untuk mengencangkan baut maupun melepas baut karena dilengkapi 2 putaran yaitu kanan dan kiri. Mesin bor ini tersedia dalam berbagai ukuran, bentuk, kapasitas dan juga fungsinya masing-masing.

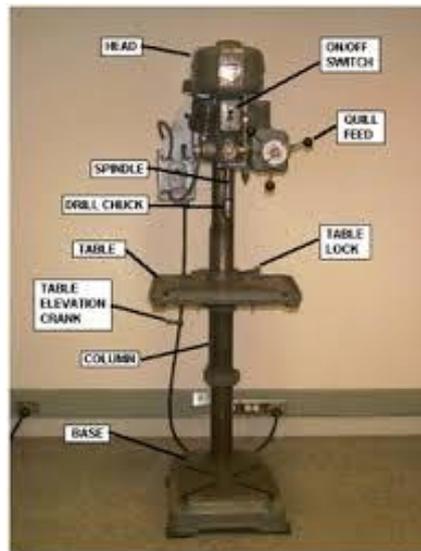
4. Mesin Bor Tegak (*Vertical Drilling Machine*)



Gambar 2.11 Mesin Bor Tegak

Digunakan untuk mengerjakan benda kerja dengan ukuran yang lebih besar, dimana proses pemakanan dari mata bor dapat dikendalikan secara otomatis naik turun. Pada proses pengeboran, poros utamanya digerakkan naik turun sesuai kebutuhan. Meja dapat diputar 360°, mejanya diikat bersama sumbu berulir pada batang mesin, sehingga mejanya dapat digerakkan naik turun dengan menggerakkan engkol.

B. Bagian – Bagian Utama Mesin Bor



Gambar 2.12 Bagian-bagian utama mesin bor

1. *Base* (Dudukan)

Base ini merupakan penopang dari semua komponen mesin bor. Base terletak paling bawah menempel pada lantai, biasanya dibaut. Pemasangannya harus kuat karena akan mempengaruhi keakuratan pengeboran akibat dari getaran yang terjadi.

2. *Column* (Tiang)

Bagian dari mesin bor yang digunakan untuk menyangga bagian-bagian yang digunakan untuk proses pengeboran. Kolom berbentuk silinder yang mempunyai alur atau rel untuk jalur gerak vertikal dari meja kerja.

3. *Table* (Meja)

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

menjaga agar posisi meja sesuai dengan yang dibutuhkan. Untuk menjepit benda kerja agar diam menggunakan ragum yang diletakkan di atas meja.

4. *Drill* (Mata Bor)

Adalah suatu alat pembuat lubang atau alur yang efisien. Mata bor yang paling sering digunakan adalah bor spiral, karena daya hantarnya yang baik, penyaluran serpih (geram) yang baik karena alur-alurnya yang berbentuk sekrup, sudut-sudut sayat yang menguntungkan dan bidang potong dapat diasah tanpa mengubah diameter bor. Bidang-bidang potong bor spiral tidak radial tetapi digeser sehingga membentuk garis-garis singgung pada lingkaran kecil yang merupakan hati bor.

5. *Spindle*

Bagian yang menggerakkan chuck atau pencekam, yang memegang / mencekam mata bor.

6. *Spindle head*

Merupakan rumah dari konstruksi spindle yang digerakkan oleh motor dengan sambungan berupa belt dan diatur oleh drill feed handle untuk proses pemakananya.

7. *Drill Feed Handle*

Handel untuk menurunkan atau menekankan spindle dan mata bor ke benda kerja (memakankan)

8. Kelistrikan

Penggerak utama dari mesin bor adalah motor listrik, untuk kelengkapannya mulai dari kabel power dan kabel penghubung *fuse* / sekring, lampu indicator, saklar *on / off* dan saklar pengatur kecepatan.

D. Pengerjaan Pengeboran

Jenis *cutting tool* (mata bor) yang digunakan dalam proses pengeboran antara lain:

1. *Drilling*

Proses yang digunakan untuk membuat suatu lubang pada benda kerja yang solid.

2. *Reaming*

Reaming adalah cara akurat pengepasan dan finishing lubang yang sudah ada sebelumnya.

3. *Boring*

Proses memperluas sebuah lubang yang sudah ada dengan satu titik pahat. Boring lebih disukai karena kita dapat memperbaiki ukuran lubang, atau keselarasan dan dapat menghasilkan lubang yang halus..

4. *Countersink* (bor benam)

Khusus pembesaran miring berbentuk kerucut pada akhir lubang untuk mengakomodasi sekrup versink. Kerucut sudut 60 °, 82 °, 90 °, 100 °, 110 °, 120 °.

5. *Tapping*

Tapping adalah proses dimana membentuk ulir dalam.

Waktu permesinan pada mesin bor adalah:

$$T_m = \frac{L}{S_r \cdot n} \quad (2.2, \text{Lit. 2, hal. 69})$$

$$n = \frac{v_c \cdot 1000}{\pi \cdot d}$$

$$L = l + 0,3 \cdot d$$

Dimana:

D = Diameter perlubangan (mm)

S_r = Pemakanan per langkah (mm/putaran)

v_c = Kecepatan Potong (mm/detik)

L = Panjang langkah pemakanan (mm)

n = Putaran mesin (rpm)

2. Mesin Las

Pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan sambungan yang kontinyu. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran dan sebagainya.

Disamping untuk pembuatan, proses las dapat juga dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang-lubang pada coran. Membuat lapisan las pada perkakas mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam –macam reparasi lainnya. Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi, tetapi hanya merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih baik. Karena itu rancangan las dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan dan memperlihatkan kesesuaian antara sifat-sifat las dengan kegunaan konstruksi serta kegunaan disekitarnya.

Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan bermacam-macam pengetahuan. Karena itu didalam pengelasan, pengetahuan harus turut serta mendampingi praktek, secara lebih terperinci dapat dikatakan bahwa perancangan konstruksi bangunan dan mesin dengan sambungan las, harus direncanakan pula tentang cara-cara pengelasan. Cara ini pemeriksaan, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan, berdasarkan fungsi dari bagian-bagian bangunan atau mesin yang dirancang.

Berdasarkan definisi dari DIN (*Deutch Industrie Normen*) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang

logam dengan menggunakan energi panas. Pada waktu ini telah dipergunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilaksanakan dengan cara menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom molekul dari logam yang disambungkan.

A. Klasifikasi Cara-Cara Pengelasan Dan Pemotongan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena perlu adanya kesepakatan dalam hal-hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasi tersebut pada waktu ini dapat dibagi dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lainnya. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya.

Bila diadakan pengklasifikasian yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut diatas dibaur dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali. Diantara kedua cara klasifikasi tersebut diatas kelihatannya klasifikasi cara kerja lebih banyak digunakan karena itu pengklasifikasian yang diterangkan dalam bab ini juga berdasarkan cara kerja. Berdasarkan klasifikasi ini pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu : pengelasan cair, pengelasan tekan dan pematrian.

Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sumber api gas yang terbakar.

Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.

Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam hal ini logam induk tidak turut mencair.

B. Las Busur Listrik

Las busur listrik atau pada umumnya disebut las listrik termasuk suatu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Jadi sumber panas pada las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja. Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Gerakan busur api diatur sedemikian rupa, sehingga benda kerja dan elektroda yang mencair, setelah dingin dapat menjadi satu bagian yang sukar dipisahkan.

1. Pengertian Las Listrik

Las listrik juga biasa disebut las busur listrik, yaitu proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Jadi sumber panas pada las listrik ditimbulkan oleh busur api arus listrik, antara elektroda las dan benda kerja. Benda kerja merupakan bagian dari rangkaian aliran arus listrik las. Elektroda mencair bersama-sama dengan benda kerja akibat dari busur api arus listrik. Gerakan busur api diatur sedemikian rupa, sehingga benda kerja dan elektroda yang mencair, setelah dingin dapat menjadi satu bagian yang sukar dipisahkan. Jenis sambungan dengan las listrik ini merupakan sambungan tetap.

2. Klasifikasi Elektroda



Gambar 2.13 Elektroda Las Listrik

Elektroda baja lunak dan baja paduan rendah untuk las busur listrik menurut klasifikasi AWS (American Welding Society) dinyatakan dengan tanda E XXXX yang artinya sebagai berikut :

- a. E : menyatakan elektroda busur listrik
- b. XX (dua angka) : sesudah E menyatakan kekuatan tarik deposit las dalam ribuan lb/in^2 .
- c. X (angka ketiga) : menyatakan posisi pengelasan.
- d. angka 1 untuk pengelasan segala posisi. angka 2 untuk pengelasan posisi datar di bawah tangan.
- e. X (angka keempat) menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai untuk pengelasan lihat table.

Contoh : E 6013 Artinya:

- a) Kekuatan tarik minimum dan deposit las adalah 60.000 lb/in^2 atau 42 kg/mm^2 .
- b) Dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi.
- c) Jenis selaput elektroda Rutil-Kalium dan pengelasan dengan arus AC atau DC + atau DC -.

Macam-macam jenis elektroda baja lunak perbedaannya hanyalah pada jenis selaputnya. Sedangkan kawat intinya sama.

1) E 6010 dan E 6011

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput selulosa yang dapat dipakai untuk pengelesan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat mekanik yang baik dan dapat dipakai untuk pekerjaan dengan pengujian Radiografi. Selaput selulosa dengan kebasahan 5% pada waktu pengelasan akan menghasilkan gas pelindung. E 6011 mengandung Kalium untuk membantu menstabilkan busur listrik bila dipakai arus AC.

2) E 6012 dan E 6013

Kedua elektroda ini termasuk jenis selaput rutil yang dapat menghasilkan penembusan sedang. Keduanya dapat dipakai untuk pengelasan segala posisi, tetapi kebanyakan jenis E 6013 sangat baik untuk posisi pengelesan tegak arah ke bawah. Jenis E 6012 umumnya dapat dipakai pada ampere yang relatif lebih tinggi dari E 6013. E 6013 yang mengandung lebih banyak Kalium memudahkan pemakaian pada voltage mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pangelasan pelat tipis.

3) E 6020

Elektroda jenis ini dapat menghasilkan penembusan las sedang dan teraknya mudah dilepas dari lapisan las. Selaput elektroda terutama mengandung oksida besi dan mangan. Cairan terak yang terlalu cair dan mudah mengalir menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain dari pada bawah tangan atau datar pada las sudut.

3. Macam-Macam Mesin Las Listrik
 - a. Mesin Las Arus Bolak Balik (Mesin Las AC)



Gambar 2.14 Mesin Las AC

Mesin las arus bolak balik memperoleh busur nyala dari transformator, dimana dalam pesawat las ini arus dari jaring-jaring listrik dirubah menjadi arus bolak-balik oleh transformator yang sesuai dengan arus yang digunakan untuk mengelas, sehingga mesin las ini disebut juga mesin las transformator. Karena langsung menggunakan arus listrik AC dari PLN yang memiliki tegangan yang cukup tinggi dibandingkan kebutuhan pengelasan yang hanya membutuhkan tegangan berkisar 55 Volt sampai dengan 85 Volt maka mesin las ini menggunakan transformator (Trafo) step-down, yaitu trafo yang berfungsi menurunkan tegangan.

Transformator yang digunakan pada peralatan las mempunyai daya yang cukup besar. Untuk mencairkan sebagian logam induk dan elektroda dibutuhkan energi yang besar, karena tegangan pada bagian terminal kumparan sekunder hanya kecil, maka untuk menghasilkan daya yang besar perlu arus besar. Arus yang digunakan untuk peralatan las sekitar 10 ampere sampai 500 ampere. Besarnya arus listrik dapat diatur sesuai dengan keperluan las. Untuk keperluan daya besar diperlukan arus yang lebih besar pula, dan sebaliknya. Arus pada transformator dapat disetel sesuai kebutuhan dengan memutar ulir penyetel arus. Pada transformator

las AC, terdapat dua kabel yaitu kabel busur dan kabel masa, dimana jika kedua kabel tersebut tertukar, tidak akan mempengaruhi perubahan temperature yang timbul.

Kelebihan dari mesin las arus searah (AC) :

- a) Perlengkapan dan perawatan lebih murah
- b) Kabel massa dan kabel elektroda dapat ditukar untuk mempengaruhi yang dihasilkan
- c) Nyala busur kecil sehingga mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las

Kekurangan dari mesin las arus searah (AC) :

- a) Tidak dapat dipergunakan untuk semua jenis elektroda
- b) Tidak dapat digunakan untuk mengelas semua jenis logam

b. Mesin Las Arus Searah (Mesin Las DC)



Gambar 2.15 Mesin Las DC

Arus listrik yang digunakan untuk memperoleh nyala busur listrik adalah arus searah. Arus searah ini berasal dari mesin berupa dynamo motor listrik searah. Dinamo dapat digerakkan oleh motor listrik, motor bensin, motor diesel, atau alat penggerak yang lain. Mesin arus yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak mulanya memerlukan peralatan yang berfungsi sebagai penyearah arus. Penyearah arus atau

rectifier berfungsi untuk mengubah arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC). Arus bolak-balik diubah menjadi arus searah pada proses pengelasan mempunyai beberapa keuntungan, antara lain:

- a) Nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil.
- b) Setiap jenis elektroda dapat digunakan pada mesin las DC.
- c) Tingkat kebisingan lebih rendah.
- d) Mesin las lebih fleksibel, karena dapat diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.
- e) Dapat dipergunakan untuk mengelas plat yang tipis.

Mesin las DC ada 2 macam, yaitu mesin las stasioner atau mesin las portabel. Mesin las stasioner biasanya digunakan pada tempat atau bengkel yang mempunyai jaringan listrik permanen, misal listrik PLN. Adapun mesin las portabel mempunyai bentuk relatif kecil biasanya digunakan untuk proses pengelasan pada tempat-tempat yang tidak terjangkau jaringan listrik. Hal yang perlu diperhatikan dalam pengoperasian mesin las adalah penggunaan yang sesuai dengan prosedur yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat mesin, perawatan yang sesuai dengan anjuran. Sering kali gangguan-gangguan timbul pada mesin las, antara lain mesin tidak mengeluarkan arus listrik atau nyala busur listrik lemah.

c. Mesin Las Ganda (Mesin Las AC-DC)

Mesin las ini mampu melayani pengelasan dengan arus searah (DC) dan pengelasan dengan arus bolak-balik. Mesin las ganda mempunyai transformator satu fasa dan sebuah alat perata dalam satu unit mesin. Keluaran arus bolak-balik diambil dari terminal lilitan sekunder transformator melalui regulator arus. Adapun arus searah diambil dari keluaran alat perata arus. Pengaturan keluaran arus bolak-balik atau arus searah dapat dilakukan dengan mudah, yaitu hanya dengan memutar alat pengatur arus dari mesin las.

Mesin las AC-DC lebih fleksibel karena mempunyai semua kemampuan yang dimiliki masing-masing mesin las DC atau mesin las AC. Mesin las jenis ini sering digunakan untuk bengkel-bengkel yang mempunyai jenis-jenis pekerjaan yang bermacam-macam, sehingga tidak perlu mengganti-ganti las untuk pengelasan berbeda. Mesin las arus ganda dapat menyuplai arus antara 25 ampere sampai 140 ampere yang digunakan untuk mengelas plat – plat tipis, baja anti karat (stainless steel) dan aluminium. Untuk mengelas benda kerja yang tebal, arus dapat disetel 60 – 300 ampere.



Gambar 2.16 Mesin Las AC-DC

3. Mesin Gerinda

Mesin gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah/memotong benda kerja dengan tujuan tertentu. Prinsip kerja mesin gerinda adalah batu gerinda berputar bersentuhan dengan benda kerja sehingga terjadi pengikisan, penajaman, pengasahan, atau pemotongan. Mesin Gerinda yang digunakan yaitu :

A. Mesin Gerinda tangan

Mesin gerinda tangan merupakan mesin yang berfungsi untuk menggerinda benda kerja. Awalnya mesin gerinda hanya ditujukan untuk benda kerja berupa logam yang keras seperti besi dan stainless steel. Menggerinda dapat bertujuan untuk mengasah benda kerja seperti pisau dan pahat, atau dapat juga bertujuan untuk membentuk benda kerja seperti merapikan hasil pemotongan, merapikan hasil las, membentuk lengkungan

pada benda kerja yang bersudut, menyiapkan permukaan benda kerja untuk dilas, dan lain-lain.



Gambar 2.17 Mesin Gerinda Tangan

Mesin Gerinda didesain untuk dapat menghasilkan kecepatan sekitar 11000 - 15000 rpm. Dengan kecepatan tersebut batu gerinda, yang merupakan komposisi aluminium oksida dengan kekasaran serta kekerasan yang sesuai, dapat menggerus permukaan logam sehingga menghasilkan bentuk yang diinginkan. Dengan kecepatan tersebut juga, mesin gerinda juga dapat digunakan untuk memotong benda logam dengan menggunakan batu gerinda yang dikhususkan untuk memotong. Untuk mengetahui komposisi kandungan batu gerinda yang sesuai untuk benda kerjanya dapat dilihat pada artikel spesifikasi batu gerinda.

Pada umumnya mesin gerinda tangan digunakan untuk menggerinda atau memotong logam, tetapi dengan menggunakan batu atau mata yang sesuai kita juga dapat menggunakan mesin gerinda pada benda kerja lain seperti kayu, beton, keramik, genteng, bata, batu alam, kaca, dan lain-lain. Tetapi sebelum menggunakan mesin gerinda tangan untuk benda kerja yang bukan logam, perlu juga dipastikan agar kita menggunakannya secara benar, karena penggunaan mesin gerinda tangan untuk benda kerja bukan logam umumnya memiliki resiko yang lebih besar. Untuk itu kita perlu menggunakan peralatan keselamatan kerja seperti pelindung mata,

pelindung hidung (masker), sarung tangan, dan juga perlu menggunakan handle tangan yang biasanya disediakan oleh mesin gerinda. Tidak semua mesin gerinda tangan menyediakan handle tangan, karena mesin yang tidak menyediakan handle tangan biasanya tidak disarankan untuk digunakan pada benda kerja non-logam.

Fungsi utama gerinda duduk adalah untuk mengasah mata bor, tetapi dapat juga digunakan untuk mengasah pisau lainnya, seperti mengasah pisau dapur, golok, kampak, arit, mata bajak, dan perkakas pisaulainnya.

Selain untuk mengasah, gerinda duduk dapat juga untuk membentuk atau membuat perkakas baru, seperti membuat pisau khusus untuk meraut bambu, membuat sukucadang mesin jahit, membuat obeng, atau alat bantu lainnya untuk reparasi turbin dan mesin lainnya.

4. Mesin Potong

Mesin potong adalah mesin yang berguna untuk memotong suatu benda menjadi beberapa bagian dengan menggunakan mata potong yang bahannya sesuai dengan benda yang akan dipotong.

Adapun jenis-jenis cutting plate adalah sebagai berikut:

1. Pemotong dengan menggunakan mesin

Misalnya : 1. Mesin Gerinda

2. Mesin Gergaji



Gambar 2.18 Mesin gergaji

2. Pemotong dengan menggunakan alat-alat perkakas

Misalnya : 1. Gergaji tangan

2. Pahat

3. Gunting Baja



Gambar 2.19 Gergaji tangan

2.3.4 Rumus Gaya Pengirisan

Untuk mengiris bawang merah diperlukan daya agar bawang merah dapat teriris. Daya untuk mengiris (P_i) bawang menggunakan pendekatan rumus :

$$P_i = \frac{F \cdot 2\pi \cdot n \cdot r}{60} \quad (2.3, \text{Lit. 4, hal. 4})$$

Keterangan :

P_i = daya pengirisan (Watt)

F = gaya potong pengirisan bawang merah (N)

- r = jari-jari (m)
- n = putaran motor (rpm)

2.3.5 Kekuatan Sambungan Las Listrik

Dalam perakitan suatu alat yang menggunakan sambungan las listrik, kekuatan sambungannya harus diteliti agar sambungan las yang digunakan benar-benar kuat terhadap beban yang digunakan.

1. Kekuatan Sambungan Las Melintang (*Transverse Fillet*)

Sambungan las melintang ini terdapat 2 jenis lasan yaitu sambungan melintang tunggal dan sambungan melintang ganda.

Untuk menghitung kekuatan sambungan las melintang tunggal (*single transverse fillet*) digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \text{area ketebalan las} \times \text{tegangan tarik yang diizinkan}$$

$$= 0.707 \times s \times t \times \sigma_t \quad (2.4, \text{ Lit. 7, hal. 349})$$

Dimana:

- P = Tegangan tarik (N/m²)
- s = Tebal pelat, tebal atau lebar lasan (mm)
- t = Ketebalan lasan (mm)
- σ_t = Tegangan tarik bahan yang diizinkan (N/m²)

sedangkan untuk menghitung kekuatan sambungan las melintang ganda (*double transverse fillet*) yaitu:

$$P = 2 \times 0.707 \times s \times l \times \sigma_t \quad (2.5, \text{ Lit. 8, hal. 349})$$