

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA & DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

Penelitian ini membahas tentang pembuatan mesin *mixing* pelet ikan lele dengan kapasitas kurang lebih 300 Kg dalam setiap prosesnya . Dengan menggunakan bahan kerangka logam yang di las dan menggunakan sistem penggerak diesel akan dilakukan percobaan kerja dengan bahan uji sampah organik yang telah dicacah sebelumnya pada mesin pencacah. Penelitian ini membutuhkan penelitian terdahulu dengan topik yang sama atau dengan topik penelitian sebelumnya yang dapat menunjang penelitian ini.

Merancang adalah suatu usaha untuk merencanakan, menggambar, dan membuat suatu alat yang digunakan dalam kehidupan manusia. Rancang bangun alat dan mesin merupakan suatu usaha untuk menciptakan atau mengembangkan suatu peralatan yang digunakan untuk memudahkan pekerjaan manusia, dimulai dengan menemukan masalah dan menganalisanya. Kemudian merencanakan alat dan membuat bentuk sederhananya. Setelah dilakukan uji kinerja pada alat tersebut dilakukan proses evaluasi untuk perbaikan lebih lanjut (Harli.2004)

Merencanakan rancang bangun pembuatan pelet pada mekanisme roll penekan dengan menggunakan piringan pencetak pelet pada kapasitas 81,08 kg/ jam dan motor listrik yang direncanakan. Bahan baku pembuatan pelet dari bahan tepung, ikan, dedak, tepung galek, dan sebagainya. Mesin ini memerlukan modifikasi piringan pencetakan agar digunakan untuk membuat pelet pakan ternak lainnya. (Gwijangge Denos 2001),

Merencanakan peralatan proses produksi pelet ikan. Bahan baku pelet ikan dari bahan tepung daging, tepung kedelai, tepung jagung, dedak halus dan sebagainya. Mesin ini menggunakan mekanisme *screw conveyor* pada daya motor listrik sebesar 0,25 Hp. Mesin tersebut terdapat kelemahan berupa terbatasnya kapasitas produksi (Abdirrizal Syam 2010),

Rancang bangun mesin pencetak dan pengaduk pelet dari pupuk kandang dengan kapasitas 30 Kg/ jam. Untuk meningkatkan produktivitas dalam bidang pertanian. Pupuk yang digunakan bermacam-macam ada yang berasal dari bahan organik ada juga yang berasal dari bahan anorganik seperti pupuk kimia. Pada pupuk organik, khususnya pupuk kandang

mempunyai bentuk yang bermacam-macam, ada yang berbentuk butiran dan ada yang berbentuk pelet. Agar lebih praktis dan efisien pupuk yang dipakai pada penelitian ini berasal dari kotoran hewani. Kompos dimasukkan melalui corong mesin kemudian diaduk oleh pengaduk dan didorong ke *screw press conveyor* dan didorong ke disc cetakan kemudian akan dipotong oleh pisau pemotong, sehingga pupuk kandang yang keluar nantinya akan berbentuk pelet sesuai ukuran yang diinginkan. (Binsar, 2013)

Dengan judul “Rancang Bangun Alat Pembuat Pakan Ikan Mas dan Ikan Lele Bentuk Pelet” dari Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara. Prinsip kerja alat menggunakan proses penekanan (*press*). Bahan yang masuk melalui saluran pemasukan yang dibawa oleh ulir keruang diantara ulir dan cetakan, bahan yang berkumpul diruang, ditekan (*press*) dan keluar melalui lubang cetakan pelet. Pada Gambar 2.1 menunjukkan mesin cetakan pelet yang dihasilkan. (Syahputra, 2009)



Gambar 2.1. Mesin Cetak Pelet (Syahputra, 2009)

Dengan membuat 2 mesin pelet (pakan ikan nila dan lele), yaitu mesin pelet untuk kapasitas 10 kg, dan mesin pelet untuk kapasitas 100-150 kg seperti pada Gambar 2.2. Perancangan mesin pelet pakan ternak ini bertujuan untuk menghitung dimensi setiap elemen mesin serta memperoleh gambar desain alat. Dalam perancangan alat, type dan kapasitas disesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan yang ada. Sehingga apabila dalam rancangan mesin ini, putaran mesin diesel 2000 rpm, dan diameter pully motor (pulley 1 dan pulley 2b) = 10 cm. Sementara untuk diameter pully pada generator (pulley 2a dan pulley 3)= 50 cm dan menggunakan dua transmisi, maka didapat putaran aktual sebesar 80 Rpm. (Tjahjanti., 2007)



Gambar 2.2. Mesin Cetak Pelet 2 (Tjahjanti, 2007)

Membuat mesin pelet ikan untuk kelompok usaha tambak ikan dengan tenaga penggerak listrik. Mesin pelet menggunakan *reducer gear* sehingga ukuran mesin lebih kecil sehingga sangat cocok digunakan pada usaha budidaya ikan pada tambak apung. Mesin pelet yang dibuat kering dan dilengkapi dengan pemanas yang akan mampu mengalirkan udara panas, sehingga pelet yang dihasilkan dapat langsung digunakan. Dengan begitu tidak lagi direpotkan dengan masalah penjemuran pelet basah akibat iklim yang tidak menentu. Pada sistem kerja mesin ini mampu memanfaatkan bahan baku pelet yang sudah tersedia dilingkungan kelompok usaha tambak ikan, bahan yang dimaksudkan adalah seperti dedak, tepung jagung, bekatul, dan lain-lain. Pada Gambar 2.3 menunjukkan mesin cetak pelet yang dihasilkan. (Uslianti, 2014)



Gambar 2.3. Mesin Pelet Ikan (Uslianti, 2014)

Membuat sebuah alat pencetak pelet berbentuk silinder , pada bagian dalamnya berbentuk ulir pengepres pelet. Ulir pengepres ini mendorong bahan adonan kearah ujung silinder dan menekan plat berlubang sebagai pencetak pelet. Lubang plat menggerakkan poros pencetak sesuai dengan ukuran pelet yang dikehendaki. Pelet keluar dari lubang cetakan akan dipotong oleh pisau. (Satriyo, 2014)

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pengertian Umum Mesin Mixing

Mixing merupakan proses mencampurkan satu atau lebih bahan dengan menambahkan satu bahan ke bahan lainnya sehingga membuat suatu bentuk yang seragam dari beberapa konstituen baik cair - padat, padat - padat, maupun cair - gas. Komponen yang jumlahnya lebih banyak disebut fasa kontinu dan yang lebih sedikit disebut fasa disperse. Tujuan dari pencampuran adalah bergabungnya bahan menjadi suatu campuran yang sedapat mungkin memiliki penyebaran yang sempurna atau sama.

Pengadukan dan pencampuran merupakan operasi yang penting dalam industri kimia. Mixer (pencampuran) merupakan proses yang dilakukan untuk mengurangi suatu sistem seperti konsentrasi, viskositas, temperatur dan lain - lain. Pencampuran dilakukan dengan mendistribusikan secara acak dua fasa atau lebih yang mula - mula heterogen sehingga menjadi campuran homogen. Peralatan proses pencampuran merupakan hal yang sangat penting, tidak hanya menentukan derajat homogenitas yang dapat dicapai, tapi juga mempengaruhi perpindahan panas yang terjadi. Penggunaan peralatan yang tidak tepat dapat menyebabkan konsumsi energi berlebihan dan merusak produk yang dihasilkan.

2.2.2. Prinsip Kerja Mesin Mixing Palet

Prinsip kerja mesin mixing palet adalah motor menggerakkan pulley, kemudian pulley tersebut dihubungkan dengan poros dimana poros ini berfungsi sebagai transmisi. Pada sisi lainnya, poros tersebut diberi pulley dan pulley tersebut dihubungkan dengan pulley yang ada pada pengaduk. Sehingga pengaduk dapat berputar dengan rpm tertentu.

2.2.3. Mekanisme Pembuatan Alat Mesin Mixing Pelet

Pekerjaan bengkel alat dan mesin, benda kerja yang akan dijadikan dalam bentuk tertentu sehingga menjadi barang siap pakai dalam kehidupan sehari - hari, maka dilakukan proses pengerjaan dengan mesin - mesin perkakas, antara lain mesin bubut, mesin bor, mesin gergaji, mesin frais, mesin skrap, mesin asah, mesin gerinda, dan mesin yang lainnya.

Kekuatan, keawetan, dan pelayanan yang diberikan peralatan usaha tani bergantung terutama pada macam dan kua litas bahan yang digunakan untuk pembuatannya. Dalam pembuatannya terdapat kecenderungan konstruksi peralatan untuk meniadakan sebanyak mungkin baja tuangan dan mengganti dengan baja tekan atau baja cetak. Bilamana hal ini dilakukan dapat menekan biaya membuat mesin dalam jumlah besar. Keberhasilan atau kegagalan alat sering sekali tergantung pada bahan yang dipakai untuk pembuatannya. Bahan yang digunakan untuk pembuatan peralatan usaha tani dapat diklasifikasikan dalam logam dan non logam.

2.2. Poros

Merencanakan sebuah poros, hal berikut ini perlu diperhatikan seperti kekuatan poros. Suatu poros dapat mengalami beban puntir, lentur atau gabungan antara puntir dan lentur. Ada poros yang mendapat beban tarik atau tekan seperti poros baling - baling kapal atau turbin, dll. Kelelahan, tumbukan, atau pengaruh konsentrasi tegangan bila diameter poros diperkecil atau bila poros mempunyai alur pasak, harus diperhatikan. Sebuah poros harus cukup kuat untuk menahan beban - beban diatas. Poros dapat dibedakan menjadi 2 macam, yaitu :

1. Poros dukung: poros yang khusus dipergunakan untuk mendukung elemen mesin yang berputar.
2. Poros transmisi/ poros perpindahan: poros yang terutama dipergunakan untuk memindahkan momen puntir.

Poros dukung dapat dibagi menjadi poros tetap atau poros terhenti dan poros berputar. Pada umumnya poros dukung itu pada kedua atau salah satu ujungnya ditimpa atau sering ditahan terhadap putaran. Poros dukung pada umumnya dibuat dari baja bukan paduan. Poros lentur yang kuat dan tahan lama dapat digunakan dalam banyak hal untuk pemindahan daya pada peralatan mesin usaha tani, menggantikan sendi universal, dan poros. Poros lentur disusun dari

beberapa lapis kawat yang dililitkan mengikuti spiral ke arah kanan atau ke arah kiri mengelilingi sumbu kawat tunggal.

Perhitungan poros

Pembebanan tetap (constant loads)

Untuk poros yang hanya terdapat moment puntir

$$\frac{T}{J} = \frac{\tau}{r} \quad (2.1)$$

Dimana :

T = Momen puntir pada poros, J = Momen Inersia Polar, r = jari-jari poros = $d_o/2$, τ = torsional shear stress

- Untuk poros solid (solid shaft), dapat dirumuskan :

$$J = \frac{\pi}{32} d^4 \quad (2.2)$$

Sehingga momen puntir pada poros adalah:

$$\frac{T}{\frac{\pi}{32} d^4} = \frac{\tau}{d} \quad (2.3)$$

$$T = \frac{\pi}{16} \tau d^3 \quad (2.4)$$

- Sedangkan momen inersia polar pada poros berongga (hollow shaft) digunakan:

$$J = \frac{\pi}{32} x [(d_o)^4 - d_i^4] \quad (2.5)$$

Dimana d_o dan d_i adalah diameter luar dan dalam

Sehingga didapat :

$$T = \frac{\pi}{16} \tau \left[\frac{(d_o)^4 - (d_i)^4}{d_o} \right] \quad (2.6)$$

Dengan mensubstitusikan, $d_i/d_o = k$

Maka didapat,

$$T = \frac{\pi}{16} \tau (d_o)^3 (1 - k^4) \quad (2.7)$$

Daya yang ditransmisikan oleh poros dapat diperoleh dari :

$$P = \frac{2\pi NT}{60} \quad (2.8)$$

Dimana : P = daya (W), T = moment puntir (N.m), N = kecepatan poros (rpm)

Untuk menghitung sabuk penggerak (belt drive), dapat digunakan :

$$T = (T_1 - T_2)R \quad (2.9)$$

Dimana :

T_1 dan T_2 : tarikan pada sisi kencang (tight) dan kendur (slack).

R = jari-jari pulley

Kecepatan kritis poros

Metode digunakan untuk defleksi poros:

Penyelesaian secara vertikal: $R_1 + R_2 = W_1$

Momen searah jarum jam pada O:

$$w_1 L_1 - R_2 L = 0$$

$$375 \times 0,25 \text{ m} - R_2 \times 0,4 \text{ m} = 0 \quad (2.10)$$

sehingga

$$R_2 = \frac{W_1 L_1}{L}$$

$$R_1 = \frac{375N \times 0,25m}{0,4} = 234,375N \quad (2.11)$$

$$R_1 = W_1 - 375N - 234,375N = 140,625N$$

menghitung momen

$$M = EI \frac{d^2 y}{dx^2} = -R_1 x + W_1 [x - L_1] \quad (2.12)$$

menghitung *slope* dy/dx

$$EI \frac{dy}{dx} = -R_1 \frac{x^2}{2} + \frac{W_1}{2} [x - L_1]^2 + A \quad (2.13)$$

menghitung defleksi y

$$EI y = -R_1 \frac{x^3}{6} + \frac{W_1}{6} [x - L_1]^3 + Ax + B \quad (2.14)$$

Boundary conditions. Diasumsikan defleksi poros pada bearing adalah 0, kemudian mensubstitusi $y = 0$ dan $x = 0$ ke dalam persamaan di atas dimana $B = 0$.

Jika $x = 0$, $y = 0$. karena itu

$$0 = -\frac{R_1}{6} (L)^3 + \frac{W_1}{6} (L - L_1)^3 + A(L) \quad (2.15)$$

Mencari nilai A,

$$A = \frac{\frac{R_1}{6}(L)^3 - \frac{W_1}{6}(L-L_1)^3}{L}$$

$$A = \frac{\frac{140,625N}{6}(0,4)^3 m^3 - \frac{375N}{6}(0,4-0,25)^3 m^3}{0,4m} = 3,22266N \cdot m^2 \quad (2.16)$$

Momen inersia untuk *solid circular shaft*

$$I = \frac{\pi d^4}{64} = \frac{\pi 0,04^4}{64} = 1,2566 \times 10^{-7} m^4 \quad (2.17)$$

Modulus Young dari material poros adalah $200 \times 10^9 \text{ N/m}^2$

$$EIy = -R_1 \frac{x^3}{6} + \frac{W_1}{6} [x - L_1]^3 + Ax + B \quad (2.18)$$

$$200 \times 10^9 \frac{N}{m^2} \times 1,2566 \times 10^{-7} m^4 xy$$

$$= -140,625N \frac{0,4^3 m^3}{6} + \frac{375N}{6} [0,4 - 0,25]^3 m^3 \quad (2.19)$$

$$+ 3,22266N \cdot m^2 \times 0,4m + 0$$

$$25132Nm^2 xy = -1,5N \cdot m^3 + 1,2891N \cdot m^3$$

$$y = \frac{1 \times 10^{-4} N \cdot m^3}{25132N \cdot m^2} = 3,98 \times 10^{-9} m$$

$$w_c = \sqrt{\frac{g}{y}} = \sqrt{\frac{9,81}{3,98 \times 10^{-9}}} = 49647 \text{ rad/s}$$

1 rpm = $2\pi/60$ rad/sec

1 rad/sec = 9,5493 rpm

maka putaran kritis poros tersebut adalah **474094 rpm**

2.3.1. Belt

Belt (Sabuk) berfungsi untuk memindahkan putaran dari poros satu ke poros lainnya, baik putaran tersebut pada kecepatan putar yang sama maupun putarannya dinaikkan maupun diperlambat, searah dan kebalikannya. Sabuk yang dapat digunakan diantaranya:

1. Sabuk datar (*Flat belt*)



Flat belt dapat digunakan pada jarak antar poros yang relative jauh (10 m).

2. Sabuk V (*V-belt*)



V-belt hanya dapat digunakan pada jarak maksimum 5 m dengan perbandingan putaran maksimum 1:7.

3. Sabuk bergigi (*Toothed belt*)



Toothed belt digunakan putaran yang relative tetap.

Tabel 2.1 Keuntungan dan kekurangan V-belt

Keuntungan V-Belt	Kekurangan V-Belt
<ol style="list-style-type: none">1. V-Belt lebih kompak.2. Slip kecil dibandingkan <i>flat belt</i>.3. Operasi lebih tenang.4. Mampu meredam kejutan saat start5. Putaran poros dapat dalam dua arah & posisi kedua poros dapat sembarang.	<ol style="list-style-type: none">1. Tidak dapat digunakan untuk jarak poros yang panjang.2. Umur lebih pendek.3. Konstruksi pulley lebih kompleks dibanding <i>pulley</i> untuk <i>flat belt</i>.



Gambar 2.4 Belt V

Belt V terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Belt V dibelitkan di sekeliling alur pulley yang berbentuk V pula. Transmisi belt yang bekerja atas dasar gesekan belitan mempunyai beberapa keuntungan karena murah harganya, sederhana konstruksinya dan mudah untuk mendapatkan perbandingan putaran yang diinginkan. Transmisi tersebut telah digunakan dalam semua bidang industri, misalnya mesin - mesin pabrik, otomobil, mesin pertanian, alat kedokteran, mesin kantor dan alat - alat listrik. Kekurangan yang ada pada belt ini

adalah terjadinya slip antara sabuk dan pulley sehingga tidak dapat dipakai untuk putaran tetap atau perbandingan transmisi yang tetap.

Belt bentuk trapesium atau bentuk V dinamakan demikian karena sisi belt dibuat serong, supaya cocok dengan alur roda transmisi yang berbentuk V. Kontak gesekan yang terjadi antara sisi belt V dengan dinding alur menyebabkan berkurangnya kemungkinan selipnya belt penggerak dengan tegangan yang lebih kecil dari pada belt yang pipih. Dalam kerjanya, belt V mengalami pembengkokan ketika melingkar melalui roda transmisi. Bagian sebelah luar akan mengalami tagangan, sedangkan bagian dalam akan mengalami tekanan. Susunan khas belt V terdiri atas:

1. Bagian elastis yang tahan tegangan dan bagian yang tahan kompresi.
2. Bagian yang membawa beban yang dibuat dari bahan tenunan dengan daya rentangan yang rendah dan tahan minyak sebagai pembalut.

Adapun faktor yang menentukan kemampuan belt untuk menyalurkan tenaga tergantung dari :

1. Regangan belt pada pulley.
2. Gesekan antara belt dan pulley.
3. Lengkung persinggungan antara belt dan pulley.
4. Kecepatan belt (makin cepat sabuk berputar makin kurang terjadi regangan dan singgungan).

2.4. Pulley

Pulley belt dibuat dari besi - cor atau dari baja. Pulley kayu tidak banyak lagi dijumpai. Untuk konstruksi ringan diterapkan pulley dari paduan aluminium. Pulley sabuk baja terutama cocok untuk kecepatan sabuk yang tinggi (diatas 35 m/ det). Untuk menghitung kecepatan atau ukuran roda transmisi, putaran transmisi penggerak dikalikan diameternya adalah sama dengan putaran roda transmisi yang digerakkan dikalikan dengan diameternya.

$$SD_{\text{(penggerak)}} = SD_{\text{(yang digerakkan)}} \dots\dots(1)$$

S adalah kecepatan putar pulley (rpm) dan D adalah diameter pulley (mm).

Extruder

Extruder yaitu suatu alat yang dipergunakan untuk menekan limbah ikan dan bahan adonan pelet bergerak menuju lubang *output* agar adonan pelet lebih mudah dikeluarkan. Disini

extruder juga berfungsi sebagai sirip pengaduk adonan limbah agar masing-masing bahan dapat tercampur menjadi satu. Gaya sentrifugal yang terjadi pada *extruder* menyebabkan berpindahnya bahan baku pelet ikan karena adanya putaran dari *screw press* secara rotasi pada *barrel*. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kerja extruder maka akan dijelaskan pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6. *Lengan Pengaduk*

2.5. Bearing

Bearing (bantalan) adalah elemen mesin yang menumpu poros yang mempunyai beban, sehingga putaran atau gerakan bolak - baliknya dapat berlangsung secara halus, aman, dan mempunyai umur yang panjang. Bearing harus cukup kokoh untuk memungkinkan poros serta elemen mesin lainnya bekerja dengan baik. Jika bearing tidak berfungsi dengan baik maka prestasi seluruh sistem tidak dapat bekerja secara semestinya.

Bearing dalam peralatan usaha tani diperlukan untuk menahan berbagai suku pemindah daya tetap di tempatnya. Bearing yang tepat untuk digunakan ditentukan oleh besarnya keausan, kecepatan putar poros, beban yang harus didukung, dan besarnya daya dorong akhir. Berdasarkan konstruksi dan mekanisme mengatasi gesekan, bearing dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu slider bearing (bantalan luncur) dan roller bearing (bantalan gelinding)

1. Slider bearing (Bantalan luncur) menggunakan mekanisme sliding, dimana dua permukaan komponen mesin saling bergerak relatif. Diantara kedua permukaan terdapat pelumas sebagai agen utama untuk mengurangi gesekan antara kedua

permukaan. Slider bearing untuk beban arah radial disebut journal bearing dan untuk beban arah aksial disebut thrust bearing.

2. Roller bearing (Bantalan gelinding) menggunakan elemen rolling untuk mengatasi gesekan antara dua komponen yang bergerak. Diantara kedua permukaan ditempatkan elemen gelinding seperti misalnya bola, rol, taper dan lain lain. Kontak gelinding antara elemen ini dengan komponen lain yang berarti pada permukaan kontak tidak ada gerakan relatif.

Bearing adalah elemen mesin yang berfungsi sebagai penumpu poros yang berbeban dan berputar. Dengan adanya bearing, maka putaran dan gerakan bolak - balik suatu poros berlangsung secara halus, aman dan tahan lama. Bearing berguna untuk menumpu poros dan memberi kemungkinan poros dapat berputar dengan leluasa (dengan gesekan yang sekecil mungkin). Berbagai macam bearing, pada prinsipnya bearing dapat digolongkan menjadi:

1. Bearing luncur.
2. Bearing gelinding (bantalan peluru dan bantalan rol).
3. Bearing dengan beban radial.
4. Bearing dengan beban aksial.
5. Bearing dengan beban campuran (aksial - radial).

Berdasarkan gerakan bearing terhadap poros, bearing terdiri atas bearing luncur dan bearing gelinding. Pada bearing luncur terjadi gesekan luncur antara poros dan bearing, karena permukaan poros ditumpu oleh permukaan bearing dengan perantara lapisan pelumas. Pada bearing gelinding terjadi gesekan gelinding antara bagian yang berputar dengan yang diam melalui elemen gelinding seperti bola (peluru). Berdasarkan arah beban terhadap poros, bearing terdiri atas bearing radial yang arah bebannya tegak lurus sumbu poros, bearing aksial yang arah bebannya sejajar dengan sumbu poros, dan bearing gelinding khusus yang arah bebannya sejajar dan tegak lurus sumbu poros.

2.9. Pengelasan

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan plat atau logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan dilakukan dengan cara logam yang akan disambung dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian baru disambung dengan bantuan perekat (*filler*) atau menggunakan elektroda las.

Sambungan kuat dan rapat, apabila pengelasan dilakukan pada logam seperti baja, besi tuang, tembaga, aluminium. Sambungan rekat dan solder, kekuatan las sangat tergantung pada pengerjaan, bahan elektroda las dan bentuk sambungan las yang dikerjakan. Kekuatan las tiap elektroda berbeda dengan elektroda lainnya. Namun sifat minimumnya dapat dijadikan acuan perbincangan kekuatan las.

Tegangan geser yang terjadi pada pengelasan :

$$\tau = \frac{F}{A}$$

F : Beban

A : Luas Pengelasan

Tegangan geser yang diijinkan :

$$\tau_a = \frac{\tau_y}{S_f}$$

$$\tau_y = 0,4 \times \sigma_y$$

$$\tau_a = \frac{0,4 \times \sigma_y}{S_f}$$

σ_y : *yield strength*

S_f : *safety factor*

$$\tau \leq \tau_a$$

2.10.1 Las Oxy – Acetyline

Las *oxy – acetylene* merupakan proses pengelasan secara manual, dimana permukaan yang akan disambungkan mengalami pemanasan sampai cair oleh nyala gas *acetylene*, dengan atau tanpa logam pengisi dan tanpa penekanan.

2.10.2 Las Listrik (SMAW)

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) merupakan satu proses penyambungan dua keping logam atau lebih, dilakukan pada logam yang sama atau berbeda menjadi suatu penyambungan yang tetap (permanen), dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan berupa elektroda terbungkus.

Kode elektroda : **E XXX A B**

E : Elektroda las

XXX : Kekuatan tarik

A : Posisi pengelasan

B : **Sumber arus, tipe selaput dan daya penembusan**