

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Dasar Teori

Kendaraan merupakan salah satu produk yang padat dengan teknologi dan perkembangan, dimana jumlah komponen sangat banyak. Namun secara garis besar tersusun atas empat komponen utama, yaitu :

1. Chasis
2. Bodi
3. Rangkaian penghasil tenaga
4. Rangkaian penerus tenaga

Demikian juga dengan gokart, secara garis besar sama hanya tanpa bodi dan sebagian komponennya berupa *Frame Chasis*, karena gokart merupakan kendaraan kecil yang digunakan untuk sirkuit balap dengan lintasan yang rata dan tikungan – tikungan yang dekat maka paling dibutuhkan oleh sebuah gokart adalah akselerasi yang ditentukan oleh rangkaian penerus tenaga, serta kekuatan dan keamanan dari *Frame Chasis*, gokart tersebut.

2.1.1 Perancangan

Menurut Harsokusoerno (1999:2) perancangan itu sendiri terdiri dari serangkaian kegiatan yang berurutan karena itu perancangan kemudian disebut sebagai proses perancangan yang mencakup seluruh kegiatan yang terdapat dalam perancangan tersebut. Sedangkan untuk perancangan juga adalah penentuan akhir

ukuran yang dibutuhkan untuk membentuk struktur atau komponen sebagai suatu keseluruhan dalam menentukan konstruksi sesungguhnya yang dapat dikerjakan. Masalah utama dalam proses perancangan struktur adalah masalah beban yang dapat ditahan oleh struktur tersebut. Oleh karena itu, suatu struktur atau komponen harus dirancang sedemikian rupa sehingga mampu menahan tegangan maksimum yang ditimbulkan oleh beban baik dalam bentuk tegangan aksial, lentur maupun geser.

Dalam merancang suatu struktur, ditetapkan prosedur pemilihan suatu material yang sesuai dengan kondisi aplikasinya. Kekuatan bahan bukan kriteria satu-satunya yang harus dipertimbangkan dalam perancangan struktur. Beberapa sifat yang menentukan kualitas bahan antara lain :

1. Kekuatan (*strength*) adalah kemampuan bahan untuk menahan tegangan tanpa terjadi kerusakan.
2. Elastisitas (*elasticity*) adalah kemampuan bahan untuk kembali ke ukuran dan bentuk asalnya, setelah gaya luar dilepas. Sifat ini sangat penting pada semua struktur yang mengalami beban berubah – ubah.
3. Kekakuan (*stiffness*) adalah sifat yang didasarkan pada sejauh mana bahan mampu menahan perubahan bentuk.
4. Keuletan (*ductility*) adalah sifat dari bahan yang memungkinkan bias dibentuk secara permanen melalui perubahan bentuk yang besar tanpa terjadi kerusakan. Sifat ulet sangat diperlukan untuk bahan yang mengalami beban secara tiba – tiba.

2.1.2 Teori Dasar Analisis Perancangan *Frame Chasis* Gokart

Frame Chasis terbuat dari besi profil bulat yang dirancang sedemikian rupa sehingga mampu untuk menahan sebagian besar beban yang ada dalam sebuah kendaraan. Fungsi utama dari *Frame Chasis* gokart adalah :

1. Untuk mendukung gaya berat dari kendaraan berpenumpang.
2. Untuk menahan beban kejutan yang diakibatkan benturan dengan benda lain.
3. Sebagai landasan untuk meletakkan bodi kendaraan, mesin, tangki bahan bakar, dan tempat duduk pengemudi.
4. Untuk menahan getaran dari mesin dan getaran yang ditimbulkan karena efek bentuk permukaan jalan.

Pada perencanaan dan pembuatan gokart ini struktur chasis terbuat dari pipa berongga yang dapat disebut sebagai pipaberdinding tipis dimana ciri yang nyata dari suatu pipa berdinding tipis adalah bahwa ketebalan relatif kecil dimensi lainnya, yaitu panjang, dimensi dalam dan dimensi luar. Pipa berdinding tipis yang dikenai gaya luar dalam arah normal terhadap bidang luasnya memiliki karakteristik seperti plat yang dikenai gaya pada bidang luasannya.

2.1.3 Sifat – sifat Material

Secara garis besar material mempunyai sifat – sifat yang mencirikananya, pada bidang teknik mesin umumnya sifat tersebut dibagi menjadi tiga sifat. Sifat – sifat itu akan mendasari dari pemilihan material, sifat tersebut adalah :

- Sifat mekanik.
- Sifat fisik.
- Sifat teknologi.

Dibawah ini adalah penjelasan mengenai sifat – sifat diatas:

1. Sifat Mekanik

Sifat mekanik material, merupakan salah satu factor terpenting yang mendasari pemilihan bahan dalam suatu perancangan. Sifat mekanik dapat diartikan sebagai respon atau perilaku material terhadap pembebanan yang diberikan, dapat berupa gaya, torsi atau gabungan keduanya. Dalam prakteknya pembebanan pada material terbagi menjadi dua yaitu beban statik dan beban dinamik. Perbedaan antara keduanya hanya pada fungsi waktu dimana beban statik tidak dipengaruhi oleh fungsi waktu sedangkan beban dinamik dipengaruhi oleh fungsi waktu.

Untuk mendapat sifat mekanik material, biasanya dilakukan dengan uji coba mekanik. Pengujian mekanik pada dasarnya merusak (*destructive test*), dari pengujian tersebut akan dihasilkan kurva atau data yang mencirikan keadaan dari material tersebut.

Setiap material yang telah diuji dibuat dalam bentuk sampel kecil atau specimen. Spesimen pengujian dapat mewakili seluruh pengujian material apabila berasal dari jenis, komposisi dan perlakuan yang sama. Pengujian yang tepat hanya didapat pada pengujian material yang memenuhi aspek ketepatan pengukuran, kemampuan mesin, kualitas atau jumlah cacat pada material dan ketelitian dalam

membuat specimen. Sifat mekanik tersebut meliputi antara lain : kekuatan tarik, ketangguhan, kelenturan, keuletan, kekerasan, ketahanan aus, kekuatan impak, kekuatan mulut, kekuatan leleh dan sebagainya.

Sifat – sifat mekanik material yang perlu diperhatikan :

- Tegangan (σ) yaitu gaya diserap oleh material selama berdeformasi persatuan luas.
- Regangan (ϵ) yaitu besar deformasi persatuan luas.
- Modulus (E) elastisitas yang menunjukkan ukuran kekuatan material.
- Kekuatan yaitu besarnya tegangan untuk mendeformasi material atau kemampuan material untuk menahan deformasi.
- Kekuatan luluh (σ_y) yaitu besarnya tegangan yang dibutuhkan untuk mendeformasi plastis.
- Kekuatan tarik (σ_u) adalah kekuatan maksimum yang berdasarkan pada ukuran mula.
- Keuletan yaitu besar deformasi plastis sampai terjadi patah.
- Ketangguhan yaitu besar energy yang diperlukan sampai terjadi pepatahan.
- Kekerasan yaitu kemampuan material menahan deformasi plastis local akibat penetrasi pada permukaan.

2. Sifat Fisik

Sifat penting yang kedua dalam pemilihan material adalah sifat fisik. Sifat fisik adalah kelakuan atau sifat – sifat material yang bukan disebabkan oleh pembebanan seperti pengaruh pemanasan, pendinginan dan pengaruh arus listrik yang terlebih mengarah pada struktur material. Sifat fisik material antara lain : temperatur cair, konduktivitas panas dan panas spesifik.

Struktur material sangat erat hubungannya dengan sifat mekanik. Sifat mekanik dapat diatur dengan serangkaian proses perlakuan fisik. Dengan adanya perlakuan fisik akan membawa penyempurnaan dan pengembangan material bahkan penemuan material baru.

3. Sifat Teknologi

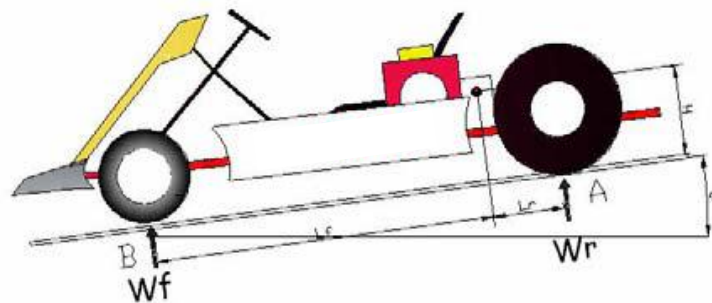
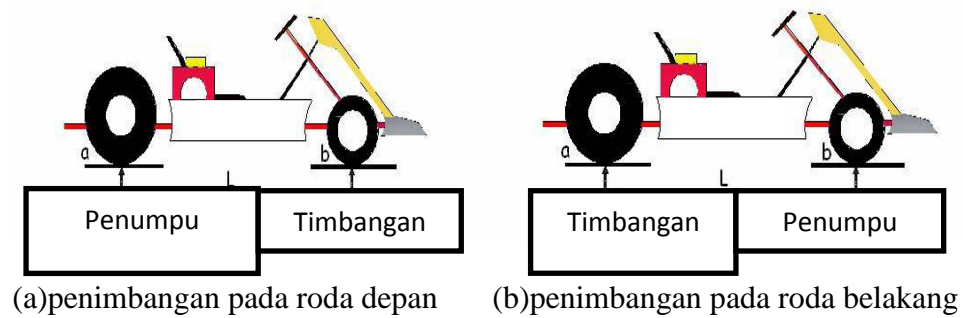
Sifat yang sangat berperan dalam pemilihan material selanjutnya adalah sifat teknologi yaitu kemampuan material untuk dibentuk atau diproses. Produk dengan kekuatan tinggi dapat dibuat dengan proses pembentukan, misalnya dengan pengerolan atau penempaan. Produk dengan bentuk yang rumit dapat dibuat dengan proses pengecoran. Sifat – sifat teknologi diantaranya sifat mampu las, sifat mampu cor, sifat mampu mesin dan sifat mampu bentuk. Sifat material terdiri dari sifat mekanik yang merupakan sifat material terhadap pengaruh yang berasal dari luar serta sifat – sifat fisik yang ditentukan oleh komposisi yang dikandung oleh material itu sendiri.

2.1.4 Kinerja Traksi Kendaraan

Kinerja traksi kendaraan merupakan kemampuan kendaraan untuk melaju dengan membawa suatu beban dan melawan hambatan. Kemampuan tersebut sangat dipengaruhi oleh kemampuan mesin, penyesuaian tingkat dan rasio transmisi.

A. Penentuan Posisi Titik Berat

Sebelum menganalisis dinamika kendaraan lebih lanjut, maka perlu ditentukan terlebih dahulu dimana posisi titik berat kendaraan. Untuk mengetahui titik berat kendaraan dapat dilakukan eksperimen yaitu ditimbang dengan asumsi bahwa bahan terdistribusi merata. Secara bergantian roda depan dan belakang ditimbang seperti gambar 2.1 a dan 2.2 b



Gambar 2.1. Titik berat kendaraan

Dari penimbangan tersebut didapat :

W_f : berat kendaraan roda depan / gaya reaksi roda depan

W_r : berat kendaraan roda belakang / gaya reaksi belakang

Dimana $L = L_r + L_f$; adalah jarak antara kedua sumbu roda depan dan belakang. Dan

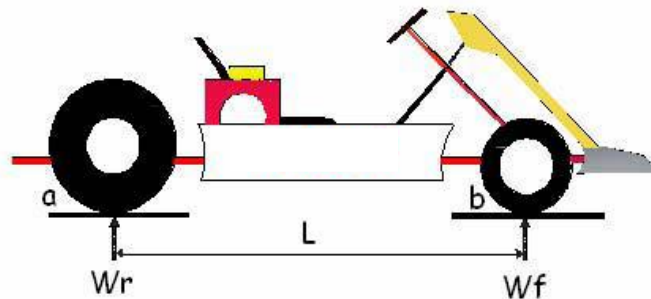
$W_t = W_f = W_r$; merupakan berat total.

Dengan menggunakan rumus $\sum M = 0$, didapat :

$$(i) \quad W_r \cdot L = L_r \cdot W \quad L_r = W_r \cdot L / W$$

$$(ii) \quad W_f L = L_f \cdot W \quad L_f = W_f \cdot L / W$$

Untuk menentukan tinggi titik berat kendaraan maka dapat dilakukan dengan cara percobaan seperti 2.2.



Gambar 2.2 Titik Berat Kendaraan

Dari gambar tersebut dapat dirumuskan sebagai berikut :

- a. Titik berat dari poros roda depan

$$L_f = \frac{M R \cdot L}{M}$$

- b. Titik berat dari poros roda belakang

$$L_r = \frac{M F \cdot L}{M}$$

- c. Jarak titik berat dari sisi kanan seperti gambar diatas

$$L_{ki} = \frac{M_{ka} \cdot L_o}{M}$$

Dimana :

- Jarak sumbu roda (L)
- Jarak roda kanan dan kiri (LO)
- Berat total gokart dan pengemudi (m)
- Berat gokart bagian depan (MF)
- Berat gokart bagian belakang (MR)
- Berat gokart bagian kanan (mki)
- Berat gokart bagian kiri (mka)

2.2 Macam – macam Mesin Gokart

Mesin gokart dibagi menjadi beberapa kategori dari mesin bertenaga listrik hingga berbahan bakar minyak bumi, pada gokart taman hiburan ditenagai oleh mesin 4-langkah atau motor listrik, sedangkan gokart balap menggunakan mesin 2-langkah kecil atau 4-langkah.

Macam – macam mesin gokart :

1. Gokart listrik

Berbiaya pemeliharaan rendah, hanya membutuhkan baterai timbal-asam dari mobil yang dipasang setelah diisi dayanya. Karena mesin jenis ini bebas polusi dan tidak mengeluarkan asap, sirkuit dapat diletakkan dalam ruangan tertutup.

2. Mesin gokart 2-langkah

Dibangun oleh produk yang khususnya memproduksi mesin jenis ini yaitu Comer, IAME (Parilla, Kmet), TM, Vortex, Titan, REFO, Yamaha dan Rotax. Mesin ini berdaya sekitar 8 tenaga kuda untuk mesin satu silinder

60cc (MiniROK buatan Vortex), pada mesin 250cc dapat menghasilkan 80 tenaga kuda dua silinder (Suratman, 2002).

3. Mesin 4-langkah

Berpendingin udara berbasik mesin standar industri, kadang – kadang tenaga sedikit modifikasi, berdaya dari sekitar 5-20 hp. Mesin jenis ini diproduksi oleh Briggs & Stratton, Tecumseh, Kohler, Robin dan Honda ada juga mesin 4–langkah lebih kuat yang tersedia dari produsen seperti Yamaha, TKM, Biland atau Aixro (*wankel engine*), berdaya dari 15tk hingga 48 tk dan mampu mencapai putaran mesin sekitar 11.000 Rpm.

Gokart tidak memiliki *diferential* berarti bahwa salah satu ban belakang harus tergelincir menikung hal ini memungkinkan ban kehilangan sebagian daya cengkraman dan mengangkat dari tanah sepenuhnya. Perkembangan awal gokart daya akan langsung diteruskan ke roda tapi untuk menutup beberapa ketidaknyamanan maka segera digunakan kopling sentrifugal.

Ban yang digunakan jauh lebih kecil daripada yang digunakan pada mobil normal. Pelek terbuat dari magnesium alloy atau alumunium. Ban dapat mendukung kekuatan menikung melebihi dari 2G ($20m/S^2$).

2.3 Perfoma Gokart

Dalam dinamika kendaraan khususnya gokart, amatlah rumit untuk menggambar perilaku gerak kendaraan, arah dan stabilitas kendaraan, serta kenyamanan dan keamanan kendaraan pada saat jalan. Untuk menghindari

kompleksitas pemahaman maka disini kendaraan dimodelkan sebagai suatu benda kaku tanpa menggunakan suspensi.

Untuk dapat bergerak kendaraan harus memiliki gaya dorong yang cukup untuk melawan semua hambatan pada kendaraan. Gaya dorong ini terjadi padapenggerak kendaraan, yang ditransformasikan dari torsi ke roda penggerak.

2.4 Pengertian Pengelasan

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.

Penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas, meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa saluran, dan sebagainya. Disamping untuk pembuatan, proses las juga dapat digunakan untuk reparasi seperti mengisi lubang – lubang pada kebocoran logam, mempertebal bagian – bagian yang sudah aus, dan lain sebagainya. Dalam proses pengelasan pengetahuan harus turut serta dengan praktek. Pada saat melakukan pengelasan hal yang diperhatikan seperti sambungan las, bahan las, dan jenis las yang akan digunakan harus berdasarkan fungsi dari bagian – bagian yang akan dilakukan pengelasan.

2.5 Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan

material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas).



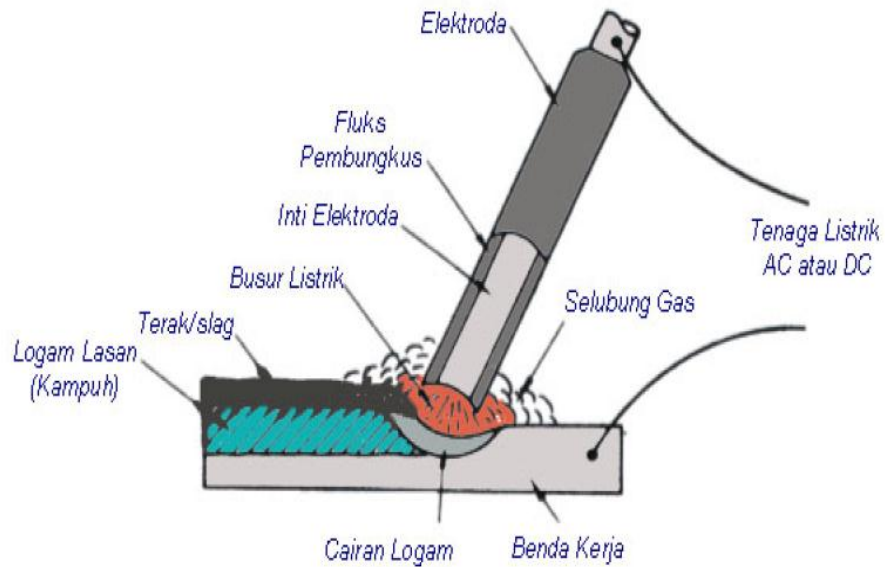
Gambar 2.3 Mesin Las SMAW

Panas yang dihasilkan dari lompatan ion listrik besarnya dapat mencapai 4000°C sampai 4500°C . Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam yaitu AC (Arus Bolak Balik) dan DC (Arus searah).

Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas.

Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektroda dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk

menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama $1,5 \times$ diameter elektroda yang dipakai.



Gambar 2.4 Las SMAW

Pada Mesin Las SMAW Arus DC terdapat dua Polaritas yaitu :

1. Polaritas Lurus (DCSP)
2. Polaritas Balik (DCRP)

2.6 Pengertian Elektroda (Kawat Las)



Gambar 2.5 elektroda las

Elektroda yang biasa kita sebut kawat las adalah benda yang digunakan dalam pengelasan jenis las listrik. Busur menyala ketika las pembakar bersinggungan dengan logam pengelasan. Secara umum elektroda dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu :

- Elektroda terbungkus
- Elektroda polos

➤ Elektroda Terbungkus

Elektroda terbungkus adalah bahan inti kawat yang dilapisi salutan (*Flux*) dari bahan kimia tertentu disesuaikan dengan jenis pengelasan.

Kawat las SMAW yang biasanya kita pakai termasuk elektroda terbungkus.

Elektroda ini terdiri dari dua bagian dengan fungsi yang berbeda, yaitu :

1. Bagian inti elektroda, yang berfungsi :
 - Sebagai penghantar arus listrik.
 - Sebagai bahan tambahan.

Untuk bahan, inti elektroda dibuat dari logam *ferro* dan *non ferro*, seperti baja karbon, baja paduan, alumunium, kuningan dan lain – lain.

2. Bagian Salutan Elektroda yang berfungsi :

- Untuk memberikan gas pelindung pada logam yang dilas, melindungi kontaminasi udara pada waktu logam dalam keadaan cair.
- Membentuk lapisan terak, yang melapisi hasil pengelasan dari oksidasi udara selama proses pendinginan.
- Mencegah proses pendinginan agar tidak cepat.
- Memudahkan penyalaan
- Mengontrol stabilitas busur.

Flux / salutan adalah bagian yang melapisi inti kawat las yang terbuat dari campuran bahan kimia khusus persentase yang berbeda – beda untuk tiap jenis elektroda. Jenis bahan kimia pembuatan *Flux* misalnya selulosa, kalsium karbinat (CaCO_3), titanium dioksida (rutil), kaolin, kalium oksida mangan, oksida besi, serbuk besi, besi silicon, besi mangan dan sebagainya.

Pelapisan fluksi pada kawat inti dapat dengan cara destrusi, semprot atau celup. Tebal selaput berkisar antara 70% sampai 50% dari diameter elektroda tergantung dari jenis selaput. Pada waktu pengelasan, selaput elektroda ini akan turut mencair dan menghasilkan gas (CO_2) yang melindungi cairan las, busur listrik dan sebagainya benda kerja terhadap udara luar.

Udara luar yang mengandung (O_2) dan (N) akan dapat mempengaruhi sifat mekanik dari logam las. Cairan yang disebut terak akan terapung dan membeku melapisi permukaan las yang masih panas. Salutan pada elektroda yang telah dibuka bungkusnya, harus disimpan didalam cabinet pemanas atau oven dengan suhu 15 derajat lebih tinggi dari suhu udara luar, sebab lapisan tersebut sangat peka terhadap kelembaban. Apabila dibiarkan lembab, maka akan menyebabkan hal-hal sebagai berikut:

- Saluran mudah terkelupas, sehingga sulit untuk dinyalakan
- Percikan yang berlebihan
- Busur tidak stabil
- Asap yang berlebihan

Kawat las atau elektroda bias dibedakan menjadi macam-macam tergantung cara penggunaan dan jenis material yang dilas, antaralain:

- Elektroda Baja Lunak
- Elektroda Nikel
- Elektroda Alumunium
- Elektroda Besi tuang
- Dan lain;lain

Yang akan digunakan pada proses pengerjaan ini adalah elektroda untuk baja lunak yang sering kita temui dilapangan.



Gambar 2.6 Elektroda terbungkus

Pada dasarnya jenis inti kawat elektroda baja lunak terbuat dari bahan yang sama, perbedaan pada jenis selaputnya (*Flux*). Berikut adalah beberapa jenis elektroda yang umumnya dipakai:

1. E6011

Elektroda ini adalah jenis elektroda selaput yang dapat dipakai untuk pengelasan dengan penembusan yang dalam. Pengelasan dapat pada segala posisi dan terak yang tipis dapat dengan mudah dibersihkan. Deposit las biasanya mempunyai sifat-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 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 pengelasan tegak arah kebawah atau las *down*. Jenis E 6012 umumnya dapat dipakai pada ampere yang relative lebih tinggi dari E6013. E 6013 yang mengandung lebih banyak kalium memudahkan pemakaian pada *voltage* mesin yang rendah. Elektroda dengan diameter kecil kebanyakan dipakai untuk pengelasan 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 cocok untuk pengelasan datar tapi menyulitkan pada pengelasan dengan posisi lain misalnya posisi *vertical* dan *overhead*.

4. Elektroda Selaput serbuk besi

Elektroda jenis ini antara lain : E 6027, E 7014, E 7018, E 7024 dan E 7028 mengandung serbuk besi untuk meningkatkan efisiensi pengelasan. Umumnya selaput elektroda akan lebih tebal dengan bertambah tebalnya selaput akan memerlukan ampere yang lebih tinggi.

5. Elektroda Hydrogen Rendah

Elektroda jenis ini antar lain: E 7015, E 7016 dan E 7018. Selaput elektroda jenis ini mengandung hydrogen yang rendah (kurang dari 0,5%), sehingga deposit las juga dapat bebas dari prioritas. Elektroda ini dipakai untuk pengelasan yang memerlukan mutu tinggi, bebas porositas, misalnya untuk pengelasan bejana dan pipa

yang bertekanan. Disamping itu penggunaan elektroda ini juga banyak dipakai dibengkel fabrikasi dan konstruksi.

Berdasarkan peraturan *American Welding Society* (AWS), Spesifikasi kawat las terbungkus untuk *mild steel* diatur dalam AWS A5.1.

E = elektroda untuk jenis las SMAW

Dua digit pertama menunjukkan kekuatan tariknya dalam kilo-pound-square-inch (Ksi).

- E6010 = kekuatan tariknya 60 ksi, (60000 psi)
- E7018 = kekuatan tariknya 70 ksi, (70000 psi)

Digit ketiga adalah Posisi Pengelasan

- Exx1x – untuk semua posisi
- Exx2x – untuk posisi flat dan horizontal
- Exx3x – hanya untuk posisi flat

Digit keempat adalah

- Jenis salutan
- Penetrasi busur
- Arus las
- Serbuk besi (%)

Contoh : Elektroda E6010

- E = Elektroda
- 60 = Kekuatan Tarik

- 1 = Posisi Pengelasan
- 10 = Tipe Coating dan Arus