

# PROSES PENGELASAN MENGGUNAKAN ELECTRIC WELDING MACHINE

**W.T. BHIRAWA**

Program Studi Teknik Industri Universitas Suryadarma, Jakarta.

## **ABSTRAK**

*Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara 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 klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut di atas akan terbaaur dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.*

*Mesin las biasanya diklasifikasikan sebagai searah (AC) atau bolak balik (DC); mesin searah tegangan output bervariasi untuk mempertahankan arus stabil sementara mesin tegangan konstan akan berfluktuasi output saat ini untuk mempertahankan tegangan ditetapkan. Sifat dari mesin DC diperlukan oleh gas metal arc welding dan fluks-buang karena tidak mampu mengendalikan panjang busur manual. Jika tukang las mencoba untuk menggunakan mesin DC untuk mengelas dengan tameng logam arc welding fluktuasi kecil dalam jarak busur akan menyebabkan fluktuasi yang luas dalam output mesin.*

*Keuntungan dari beberapa proses pengelasan Proses SMAW digunakan untuk mengelas berbagai macam logam ferrous dan non ferrous, termasuk baja carbon dan baja paduan rendah, stainless steel, paduan-paduan nikel, cast iron, dan beberapa paduan tembaga. Proses GTAW menghasilkan pengelasan bermutu tinggi pada bahan-bahan ferrous dan non ferrous. Proses pengelasan GMAW dapat dikerjakan secara semi-otomatis atau otomatis. Asap dan percikan las pada GMAW hubungan singkat lebih sedikit dibandingkan dengan SMAW, juga tidak ada slag yang harus dibersihkan setelah pengelasan. Kelemahan dari beberapa proses pengelasan, proses las ESW ataupun EGW hanya terbatas pada penyambungan carbon steel dan low alloy steel dengan posisi vertikal. Kelemahan utama proses las GTAW yaitu laju pengisian lebih rendah dibandingkan dengan proses las lain umpamanya SMAW. SMAW adalah proses pengelasan dengan daya guna tinggi. Peralatan las GMAW lebih mahal, dan lebih rumit dalam pemasangan dan perawatan, dibandingkan dengan SMAW. Biaya kawat las dan shielding gas bisa menjadi lebih mahal dibandingkan dengan elektroda terbungkus, tetapi hal ini bisa diimbangi karena produktivitas yang tinggi dan sedikitnya pemborosan.*

**Keywords :** Pengelasan, mesin las, welding

## **PENDAHULUAN**

Secara sederhana dapat diartikan bahwa pengelasan merupakan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam baik menggunakan bahan tambah maupun tidak dan menggunakan energi panas sebagai

pencair bahan yang dilas. Sedangkan pengertian pengelasan menurut Widharto (2003) adalah salah satu cara untuk menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan.

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen (DIN)* las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau

logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Wiryosumarto dan Okumura (2004) menyebutkan bahwa pengelasan adalah penyambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas.

Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran, dimana kedua ujung logam yang akan disambung dibuat lumer atau dilelehkan dengan busur nyala atau panas yang didapat dari busur nyala listrik (gas pembakar) sehingga kedua ujung atau bidang logam merupakan bidang masa yang kuat dan tidak mudah dipisahkan (Arifin, 1997). Saat ini terdapat sekitar 40 jenis pengelasan.

Dari seluruh jenis pengelasan tersebut hanya dua jenis yang paling populer di Indonesia yaitu pengelasan dengan menggunakan busur nyala listrik (*Shielded metal arc welding/SMAW*) dan las karbit (*Oxy acetylene welding/OAW*). Pengelasan dapat dilakukan dengan berbagai cara sebagai berikut:

- a. Pemanasan tanpa tekanan
- b. Pemanasan dengan tekanan
- c. Tekanan tanpa memberikan panas dari luar (panas diperoleh dari dalam material itu sendiri).
- d. Tanpa logam pengisi dan dengan logam pengisi

## **METODE**

Mesin Las adalah perangkat yang menyediakan arus listrik untuk melakukan las. Las biasanya memerlukan arus tinggi (lebih dari 80 ampere) dan dapat perlu atas 12.000 ampere dalam pengelasan tempat. Arus yang rendah juga dapat digunakan; pada 5 amp dengan las gas tungsten arc adalah contoh yang baik. Sebuah catu daya pengelasan dapat sebagai sederhana dari aki mobil sampai mesin modern.

Mesin las biasanya diklasifikasikan sebagai searah (AC) atau bolak balik (DC); mesin searah tegangan output bervariasi untuk mempertahankan arus stabil sementara mesin tegangan konstan akan berfluktuasi output saat ini untuk

mempertahankan tegangan ditetapkan. busur las. Las akan menggunakan sebuah sumber searah dan gas metal arc welding dan fluks-buang las busur biasanya menggunakan sumber tegangan konstan tetapi searah juga mungkin dengan kawat tegangan pengumpan penginderaan.

Sifat dari mesin DC diperlukan oleh gas *metal arc welding* dan fluks-buang karena tidak mampu mengendalikan panjang busur manual. Jika tukang las mencoba untuk menggunakan mesin DC untuk mengelas dengan tameng logam arc welding fluktuasi kecil dalam jarak busur akan menyebabkan fluktuasi yang luas dalam output mesin. Dengan AC mesin las dapat mengandalkan pada sejumlah tetap amp mencapai material yang akan dilas tanpa jarak busur tapi jarak terlalu banyak akan menyebabkan pengelasan tidak bagus.

### **Jenis-jenis las listrik**

Mesin Las Busur Listrik dapat di bagi atas 3 Jenis antara lain :

1. Mesin Las Arus Bolak-balik (Mesin AC)
2. Mesin Las Arus Searah (Mesin DC)
3. Mesin Las Ganda (Mesin AC-DC)

## Mesin Las Arus Bolak-balik (Mesin AC)



**Gambar 1. Mesin Las AC**

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.

## Mesin Las Arus Searah (Mesin DC)



**Gambar 2. 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:

- Nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil,
- Setiap jenis elektroda dapat digunakan pada mesin las DC,
- Tingkat kebisingan lebih rendah,
- Mesin las lebih fleksibel, karena dapat

diubah ke arus bolak-balik atau arus searah.

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.

Kelebihan mesin Las DC dan AC

Mesin Las DC

1. Busur nyala listrik yang dihasilkan stabil
2. Dapat menggunakan semua jenis elektroda
3. Dapat digunakan untuk pengelasan pelat tipis

Mesin Las AC

1. Perlengkapan dan perawatan lebih murah
2. Kabel massa dan kabel elektroda dapat ditukar untuk mempengaruhi yang dihasilkan
3. Nyala busur kecil sehingga mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las.

### Mesin Las Ganda (Mesin 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.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Proses Pengelasan

Las busur adalah suatu proses pengelasan dimana panas dihasilkan oleh busur listrik diantara elektroda dengan benda kerja. Pada pengelasan dengan arus DC, benda kerja dihubungkan dengan kutub negatif dan elektroda dengan kutub positif, sedangkan pada pengelasan dengan polaritas lurus, benda kerja dihubungkan dengan kutub positif dan elektroda dengan kutub negatif. Proses-proses pengelasan yang dibicarakan disini adalah:

1. Shielded metal arc welding (SMAW).
2. Gas tungsten arc welding (GTAW).
3. Gas metal arc welding (GMAW).
4. Flux cored arc welding (FCAW).
5. Submerged arc welding (SAW).
6. Electroslag welding (ESW) dan electrogas welding (EGW).
7. Stud welding (SW).
8. Oxyfuel gas welding (OFW), braze welding dan brazing.
9. Cadwelding.

### Shielded Metal Arc Welding

SMAW adalah proses las busur manual dimana panas pengelasan dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda terumpan berpelindung flux dengan benda kerja. Bagian ujung elektroda, busur, cairan logam las dan daerah-daerah yang berdekatan dengan benda kerja, dilindungi dari pengaruh atmosfer oleh gas pelindung yang terbentuk dari hasil pembakaran lapisan pembungkus elektroda. Perlindungan tambahan untuk cairan logam las diberikan oleh cairan flux atau *slag* yang terbentuk. *Filler metal* atau logam tambahan disuplai oleh inti kawat elektroda terumpan, atau pada elektroda-elektroda tertentu juga

berasal dari serbuk besi yang dicampur dengan lapisan pembungkus elektroda.

### Gas Tungsten Arc Welding

Pada pengelasan dengan proses GTAW, panas dihasilkan dari busur yang terbentuk dalam perlindungan *inert gas* (gas mulia) antara elektroda tidak terumpan dengan benda kerja. GTAW mencairkan daerah benda kerja di bawah busur tanpa elektroda tungsten itu sendiri ikut meleleh. Gambar 100-3 memperlihatkan peralatan untuk proses GTAW. Proses ini bisa dikerjakan secara manual atau otomatis. GTAW disebut juga dengan **Heliarc** yaitu istilah yang berasal dari merek dagang Linde Company atau **Tig** (tungsten inert gas). Filler metal ditambahkan ke dalam daerah las dengan cara mengumpalkan sebatang kawat polos. Teknik pengelasan sama dengan yang dipakai pada oxyfuel gas welding atau OAW, tetapi busur dan kawah las GTAW dilindungi dari pengaruh atmosfer oleh selimut inert gas, biasanya argon, helium atau campuran keduanya. Inert gas disebarkan dari *torch* dan daerah-daerah disekitar elektroda tungsten. Hasil pengelasan dengan proses GTAW mempunyai permukaan halus, tanpa slag dan kandungan hydrogen rendah. Jenis lain proses GTAW adalah *pulsed* GTAW, dengan menggunakan sumber listrik yang membuat arus pengelasan pulsasi. Hal ini membuat arus rata-rata menjadi lebih tinggi untuk mendapatkan penetrasi dan kontrol kawah las yang lebih baik, terutama untuk pengelasan *root pass*. Pulsed GTAW terutama bermanfaat untuk pengelasan pipa posisi-posisi sulit pada stainless steel dan non ferrous material seperti paduan nikel. GTAW sudah diaplikasikan juga untuk pengelasan otomatis. Otomatisasi proses ini membutuhkan sumber listrik dan pengontrolan terprogram, sistim pengumpanan kawat dan mesin pemandu gerak. Proses ini sudah digunakan untuk membuat las sekat pada *tube-to-tubesheet* bermutu tinggi dan las tumpul pada pipa-pipa *heat exchanger*. *Butt weld* pada pipa tebal diameter besar pada pembangkit tenaga listrik, merupakan keberhasilan lain

dari aplikasi GTAW otomatis. GTAW menggunakan pengumpanan kawat otomatis disebut juga dengan **cold wire TIG**. Jenis lain dari pengelasan GTAW otomatis disebut **hot wire TIG**, yang dikembangkan untuk menyaingi yang lain dengan laju deposit lebih tinggi. Pada hot wire TIG, kawat las mendapat tahanan panas yang berasal dari arus AC tegangan rendah untuk memperbesar laju pengisian.

### Backup Gas Purge.

Backup gas purge digunakan pada bahan-bahan yang sensitif terhadap kontaminasi udara pada sambungan-sambungan las tunggal yang tidak di backgouging. Backup gas perlu pada baja-baja chrome-moly tertentu ( $\geq 3$  % chromium), stainless steel, paduan-paduan nikel tinggi, paduan tembaga dan titanium. Gas purge tidak diperlukan pada pengelasan carbon steel atau low alloy steels apabila kandungan chromium kurang dari 3 %. Baik argon atau helium bisa digunakan sebagai purge gas. Pilihan lain bisa juga menggunakan nitrogen sebagai gas purge, untuk pengelasan austenitic stainless steel, tembaga dan paduan-paduan tembaga. Nitrogen tidak cocok pada bahan-bahan lain karena beraksi sebagai pengotor.

Hasil terbaik pada stainless steel atau high nickel steel akan diperoleh apabila baja ini di purging sehingga kandungan oxygen kurang dari 1 %. Purging dengan empat hingga sepuluh kali volume yang diperlukan, dilakukan untuk mendapatkan secara relatif gas inert di udara. Apabila keberadaannya tidak tertentu berkaitan dengan kecukupan purge gas tersebut, bisa digunakan *mine safety oxygen analyzer* untuk memeriksa kandungan oxygen pada purge gas yang dikeluarkan dari daerah pengelasan.

Gas purging pertama kali dilakukan dengan kecepatan aliran tinggi, misalnya 30 hingga 90 CFH untuk membilas sistim, kemudian diturunkan hingga 5 sampai 8 CFH pada proses pengelasan. Harus ada perhatian khusus untuk memastikan bahwa tekanan backup gas tidak berlebihan ketika

mengelas root pass, bila tidak logam las akan meleleh atau terbentuk cekungan pada akar las. Pembuangan yang memadai penting sekali untuk menghindarkan terbentuknya tekanan berlebihan selama proses pengelasan. Daerah pembuangan pada *exhausting backup gas* paling tidak harus sama dengan daerah terbuka yang dipakai untuk memuat backup gas ke system. Setelah selesai melakukan pengelasan pada root pass dan *fill layer*, backup gas purge bisa dihentikan. Jumlah *fill layer* yang dibutuhkan sebelum menghentikan gas purge tergantung dari tebal lapisan dan penetrasi.

### Gas Metal Arc Welding

Proses las GMAW dikerjakan dengan mempergunakan elektroda solid atau tubular sesuai dengan komposisi diinginkan, yang diumpangkan melalui suatu spool atau gulungan. Elektroda ini diumpangkan secara kontinyu dari sebuah *gun* atau *torch* sambil mempertahankan busur yang terbentuk antara ujung elektroda dengan base metal.

Ada tiga jenis proses GMAW yang banyak dipakai yaitu:

1. Short-circuiting (GMAW-S).
2. Spray atau globular transfer GMAW.
3. Pulsed arc (GMAW-P).

#### Short Circuiting (GMAW-S)

Short-circuiting atau hubungan singkat adalah suatu jenis transfer busur (disebut juga dengan **short arc** atau **dip transfer**). Pada GMAW jenis ini, cairan logam dari ujung kawat elektroda menyentuh genangan kawah las, sehingga terbentuk hubungan singkat. Pada awal siklus hubungan singkat, ujung elektroda cair berbentuk bola kecil, yang bergerak menuju benda kerja. Ketika cairan logam ini menyentuh benda kerja, terjadi hubungan singkat. Bola cair ini kemudian terlepas dari kawat, memutuskan

jembatan cair antara kawat elektroda dengan benda kerja. Busur kemudian menyala kembali dan siklus berulang lagi. Logam ditransferkan hanya selama hubungan singkat, yang terjadi dalam frekwensi 20 hingga 200 kali per detik. Lihat Gambar 100-6 mengenai ilustrasi proses GMAWS-S. GMAW-S mempergunakan kawat-kawat elektroda solid diameter kecil (0,030; 0,035 atau 0,045 inci). Pengelasan bisa dilakukan secara otomatis atau semi otomatis. Selama pengelasan dengan GMAW-S, busur dan kawah las dilindungi oleh suatu gas atau gas campuran. Pada carbon steel, gas pelindung umumnya adalah CO<sub>2</sub> atau campuran argon dan CO<sub>2</sub>. Campuran 75 % argon dan 25 % CO<sub>2</sub> sering dipakai karena karakteristik pengelasan lebih baik. Campuran gas lain yang banyak dipakai yaitu yang mengandung helium. Komposisi gas pelindung ditentukan untuk mendapatkan karakteristik pengelasan yang diinginkan, seperti bentuk bead, penetrasi dan percikan las. Semakin besar jumlah CO<sub>2</sub> berarti semakin ekonomis, tetapi akan menimbulkan penetrasi lebih dalam dan percikan las lebih banyak, serta memperbesar hilangnya unsur Mn dan Si. Kemampuan pengelasan untuk semua posisi dan mudah dalam pengendalian membuat proses GMAW-S cocok untuk pengelasan root pass pada pipa, dan pengelasan *gage strip lining* tipis. GMAW-S dapat digunakan untuk berbagai macam bahan yaitu carbon steel, chrome-moly steel, stainless steel dan paduan-paduan nikel. Beberapa perusahaan ada yang membatasi pemakaian GMAW-S pada pengelasan pipa, karena terdapat resiko tidak adanya penyatuan dan *cold lap* pada fill pass. Dengan demikian fill pass pada pengelasan pipa dibatasi hanya pada posisi datar saja.

#### Spray Transfer atau Globular Transfer

Pada **spray transfer GMAW**, pemindahan logam melintasi busur, seperti aliran tetesan-tetesan kecil dengan diameter sama atau lebih kecil dari diameter kawat elektroda. Spray transfer hanya terjadi pada

gas pelindung argon tinggi (80 % argon atau lebih). Transfer yang terjadi di atas arus minimum, disebut arus transisi, tergantung pada komposisi dan diameter filler metal. Misalnya arus transisi untuk filler metal baja diameter 0,045 inci adalah 220 amper. Apabila arus di bawah arus transisi, ukuran tetesan menjadi lebih besar dari diameter kawat elektroda, dan menjadi **globular transfer**. Globular transfer GMAW selalu dilakukan dengan memakai gas pelindung CO<sub>2</sub>.

GMAW Spray transfer menghasilkan percikan las paling sedikit dari berbagai jenis transfer logam. Panas masukan yang tinggi menghasilkan penetrasi yang bagus dan laju pengisian tinggi, tetapi aplikasi proses spray transfer ini hanya terbatas pada pengelasan posisi datar dan horizontal saja. GMAW globular transfer dengan tetesan besar, membuat pengelasan pada posisi-posisi sulit menjadi lebih sukar dan percikan las menjadi lebih banyak.

#### **Pulsed Arc**

Proses las pulsed arc atau GMAW-P dilakukan dengan sumber listrik tegangan tetap (*constant voltage*). Dengan sumber listrik CV ini, arus listrik diatur secara otomatis untuk mencairkan elektroda dengan kelajuan tertentu, bergerak menuju benda kerja. Apabila tinggi busur lebih pendek atau lebih panjang, sumber listrik akan merubah arus output untuk memperbesar atau memperkecil pembakaran elektroda sambil menjaga jarak busur dan tegangan tetap konstan. Pulsed arc welding adalah sebuah proses las transfer sembur yang menggunakan sumber listrik khusus (pulsed atau synergic MIG), yang dapat merubah arus las antara arus pulsa tinggi dan tingkat arus back ground rendah, berulang-ulang kali setiap detik. Selama pulsasi ini, terjadi transfer logam las melalui busur. Arus *back ground* berfungsi untuk menjaga busur, ketika masing-masing pulsa arus mempunyai cukup tenaga untuk melepaskan satu tetesan dari ujung kawat. Transfer logam

terjadi selama pulsa arus tinggi, ketika tetesan logam ( $\approx 1$  diameter kawat) melewati busur dengan arus rata-rata lebih rendah dari yang dibutuhkan pada spray transfer atau konvensional.

#### **Shielding Gas yang Direkomendasikan**

Shielding gas yang direkomendasikan untuk proses pengelasan GMAW dan FCAW-G diberikan pada Appendix A Alloy Fabrication Data, untuk baja paduan yang akan dilas.

#### **Flux Cored Arc Welding**

Flux cored arc welding atau las busur berinti flux mirip dengan proses las GMAW, yaitu menggunakan elektroda solid dan tubular yang diumpangkan secara kontinyu dari sebuah gulungan. Elektroda diumpangkan melalui *gun* atau *torch* sambil menjaga busur yang terbentuk diantara ujung elektroda dengan base metal. FCAW menggunakan elektroda dimana terdapat serbuk flux di dalam batangnya. Butiran-butiran dalam inti kawat ini menghasilkan sebagian atau semua shielding gas yang diperlukan. Jadi berlawanan dengan GMAW, dimana seluruh gas pelindung berasal dari sumber luar. FCAW bisa juga menggunakan gas pelindung tambahan, tergantung dari jenis elektroda, logam yang dilas, dan sifat dari pengelasan yang dikerjakan.

Ada dua jenis variasi FCAW yang memiliki kegunaan berbeda-beda tergantung dari metode gas pelindung.

- Gas Shielded (FCAW-G).
- Self-shielded (FCAW-SS).

Proses (FCAW-G) atau berpelindung gas memerlukan shielding gas yang berasal dari sumber luar (biasanya CO<sub>2</sub> atau campuran argon-CO<sub>2</sub>).

Proses (FCAW-SS) memiliki pelindung sendiri misalnya Lincoln Innershield, seperti tampak dalam gambar 100-11. FCAW dapat dikerjakan secara otomatis atau semi-otomatis, tetapi yang paling banyak dipakai adalah proses semi-otomatis.

### Proses pengelasan dengan 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.

Jenis sambungan dengan las listrik ini merupakan sambungan tetap.

Penggolongan macam proses las listrik antara lain, adalah :

1. Las listrik dengan Elektroda Karbon,

misalnya :

- Las listrik dengan elektroda karbon tunggal
- Las listrik dengan elektroda karbon ganda

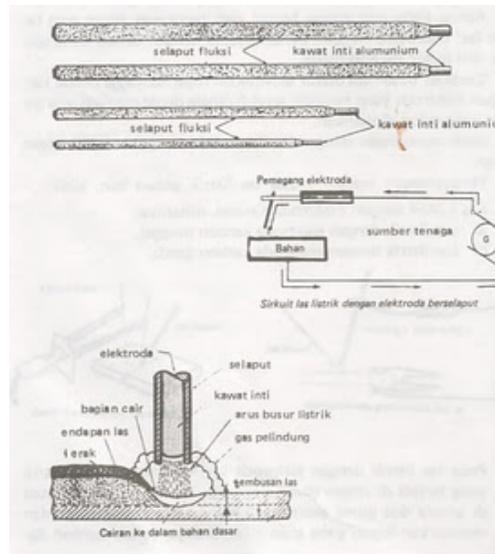
Pad alas listrik dengan elektroda karbon, maka busur listrik yang terjadi diantara ujung elektroda karbon dan logam atau diantara dua ujung elektroda karbon akan memanaskan dan mencairkan logam yang akan dilas. Sebagai bahan tambah dapat dipakai elektroda dengan fluksi atau elektroda yang berselaput fluksi.

2. Las Listrik dengan Elektroda Logam, misalnya :

- Las listrik dengan elektroda berselaput,
- Las listrik TIG (Tungsten Inert Gas),
- Las listrik submerged.

### Las listrik dengan elektroda berselaput

Las listrik ini menggunakan elektroda berselaput sebagai bahan tambahan.



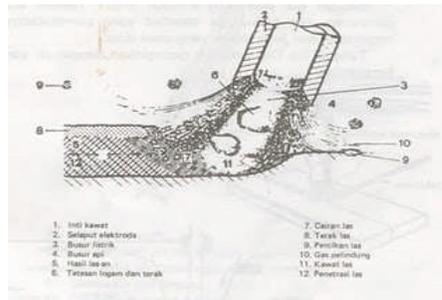
**Gambar 3. Las Listrik dengan Elektroda Berselaput**

Busur listrik yang terjadi di antara ujung elektroda dan bahan dasar akan mencairkan ujung elektroda dan sebagian bahan dasar. Selaput elektroda yang turut terbakar akan mencair dan menghasilkan

gas yang melindungi ujung elektroda kawat las, busur listrik terhadap pengaruh udara luar. Cairan selaput elektroda yang membeku akan menutupi permukaan las yang juga berfungsi sebagai pelindung

terhadap pengaruh luar. Perbedaan suhu busur listrik tergantung pada tempat titik pengukuran, misal pada ujung elektroda

bersuhu 3400° C, tetapi pada benda kerja dapat mencapai suhu 4000° C.



**Gambar 4. Las Listrik TIG**

### Las Listrik TIG

Las listrik TIG (Tungsten Inert Gas = Tungsten Gas Mulia) menggunakan elektroda wolfram yang bukan merupakan bahan tambah. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda wolfram dan bahan dasar merupakan sumber panas, untuk pengelasan. Titik cair elektroda wolfram sedemikian tingginya sampai 3410° C, sehingga tidak ikut mencair pada saat terjadi busur listrik.

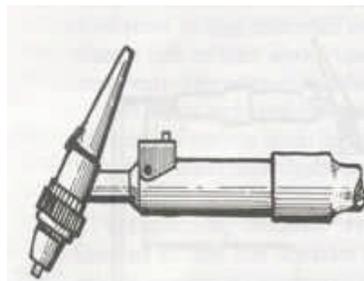
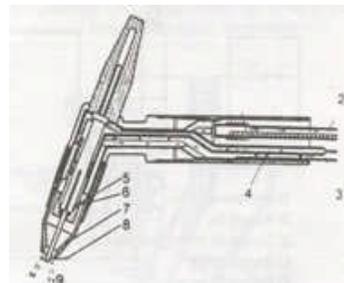
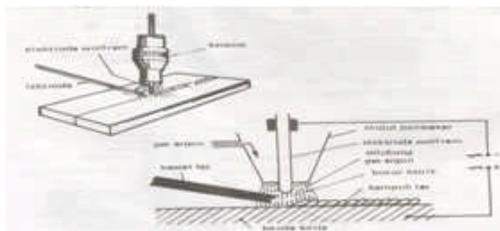
Tangkai listrik dilengkapi dengan nosel

keramik untuk penyembur gas pelindung yang melindungi daerah las dari luar pada saat pengelasan.

Sebagian bahan tambah dipakai elektroda selaput yang digerakkan dan didekatkan ke busur yang terjadi antara elektroda wolfram dengan bahan dasar.

Sebagian gas pelindung dipakai angin, helium atau campuran dari kedua gas tersebut yang pemakaiannya tergantung dari jenis logam yang akan di las.

Tangkai las TIG biasanya didinginkan dengan air bersikulasi.



**Gambar 5. Jenis Las Listrik TIG**

Pembakar las TIG terdiri dari :

- 1) Penyedia arus
- 2) Pengembali air pendingi,
- 3) Penyedia air pendingin,
- 4) Penyedia gas argon,
- 5) Lubang gas argon ke luar,
- 6) Pencekam elektroda,
- 7) Moncong keramik atau logam,
- 8) Elektroda tungsten,
- 9) Semburan gas pelindung.

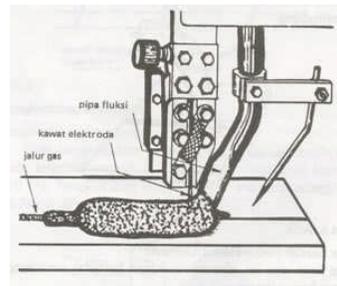
### *Las Listrik Submerged*

Las listrik submerged yang umumnya otomatis atau semi otomatis menggunakan

fluksi serbuk untuk pelindung dari pengaruh udara luar. Busur listrik di antara ujung elektroda dan bahan dasar di dalam timunan fluksi sehingga tidak terjadi sinar las keluar seperti biasanya pada las listrik lainnya. Operator las tidak perlu menggunakan kaca pelindung mata (helm las).

Pada waktu pengelasan, fluksi serbuk akan mencir dan membeku dan menutup lapisan las. Sebagian fluksi serbuk yang tidak mencair dapat dipakai lagi setelah dibersihkan dari terak-terak las.

Elektroda yang merupakan kawat selaput berbentuk gulungan (roll) digerakan maju oleh pasangan roda gigi yang diputar oleh motor listrik dan dapat diatur kecepatannya sesuai dengan kebutuhan pengelasan.



**Gambar 6. Jenis Las Listrik MIG**

### **Las Listrik MIG**

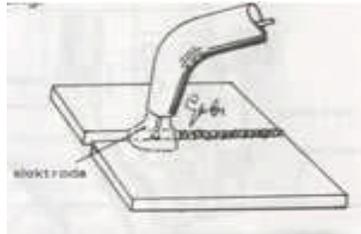
Seperti halnya pada las listrik TIG, pada las listrik MIG juga panas ditimbulkan oleh busur listrik antara dua elektroda dan bahan dasar.

Elektroda merupakan gulungan kawat yang berbentuk rol yang gerakannya diatur oleh pasangan roda gigi yang digerakkan oleh motor listrik. Gerakan dapat diatur sesuai dengan keperluan. Tangkai las dilengkapi dengan nosel logam untuk menghubungkan gas pelindung yang dialirkan dari botol gas

melalui slang gas.

Gas yang dipakai adalah CO<sub>2</sub> untuk pengelasan baja lunak dan baja. Argon atau campuran argon dan helium untuk pengelasan aluminium dan baja tahan karat. Proses pengelasan MIG ini dapat secara semi otomatis atau otomatis. Semi otomatis dimaksudkan pengelasan secara manual, sedangkan otomatis adalah pengelasan yang seluruhnya dilaksanakan secara otomatis.

Elektroda keluar melalui tangkai bersama-sama dengan gas pelindung.

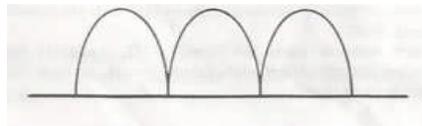


**Gambar 7. Elektroda**

**B. Arus Listrik**

*Arus Searah*  
( DC = Direct Current )

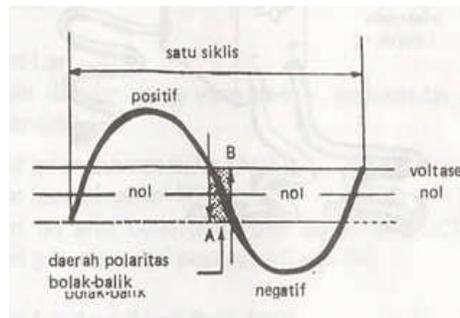
Pada arus ini, elektron-elektron bergerak sepanjang penghantar hanya dalam satu arah.



**Gambar 8. Arus Searah**

*Arus Bolak-balik* ( AC = Alternating Current )  
Arah aliran arus bolak-balik merupakan gelombang sinusoide yang memotong garis nol pada interval waktu 1/ 100 detik untuk mesin dengan frekuensi 50 hertz (Hz). Tiap siklus gelombang terdiri dari setengah

gelombang positif dan setengah gelombang negative. Arus bolak-balik dapat diubah menjadi arus searah dengan menggunakan pengubah arus (rectifier/adaftor).



**Gambar 9. Arus Bolak Balik**

**KESIMPULAN**

Dengan beberapa jenis mesin las serta penggunaannya terdapat keuntungan dan kelemahan darimesin las, dan penggunaan dari mesin las tersebut,

keuntungan dan kelemahan dapat dijelaskan sebagai berikut:

**Keuntungan**

Proses SMAW digunakan untuk mengelas berbagai macam logam ferrous dan non

ferrous, termasuk baja carbon dan baja paduan rendah, stainless steel, paduan-paduan nikel, cast iron, dan beberapa paduan tembaga.

Proses GTAW menghasilkan pengelasan bermutu tinggi pada bahan-bahan ferrous dan non ferrous.

Proses pengelasan GMAW dapat dikerjakan secara semi-otomatis atau otomatis. Asap dan percikan las pada GMAW hubungan singkat lebih sedikit dibandingkan dengan SMAW, juga tidak ada slag yang harus dibersihkan setelah pengelasan

### **Kelemahan**

Baik proses las ESW ataupun EGW hanya terbatas pada penyambungan carbon steel dan low alloy steel dengan posisi vertikal.

Kelemahan utama proses las GTAW yaitu laju pengisian lebih rendah dibandingkan dengan proses las lain umpamanya SMAW.

SMAW adalah proses pengelasan dengan daya guna tinggi, proses ini mempunyai beberapa karakteristik dimana laju pengisiannya lebih rendah dibandingkan proses pengelasan semi-otomatis atau otomatis.

Peralatan las GMAW lebih mahal, dan lebih rumit dalam pemasangan dan perawatan, dibandingkan dengan SMAW. Biaya kawat las dan shielding gas bisa menjadi lebih mahal dibandingkan dengan elektroda terbungkus, tetapi hal ini bisa diimbangi karena produktivitas yang tinggi dan sedikitnya pemborosan.

### **DAFTAR PUSTAKA**

- AWS D1. 1/D1. 1M – 2002, Structural Welding Code-Steel, American Welding Society, An American National Standard. Gourd L M., (1995) **Principles of Welding Technology**, Third Edition, Edward Arnold, a division of Holder Headline PLC, 338 Euston Road, London.
- Dieter, G. E., 1987, **Metalurgi Mekanik: Jilid 1**, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Foundry technology by Beeley, P.R Casting by ASM Handbook Vol 15 Casting By John Campbell
- Gourd L M., (1995) **Principles of Welding Technology**, Third Edition, Edward Arnold, a division of Holder Headline PLC, 338 Euston Road, London.
- Hastono Reksotenejo., Ir, M.Sc.Eng.Met, **Teknologi Cor Gravity Teori Dasar dan Aplikasi**, Jakarta, 1992.
- Kenji, C., 1975, **Teknik Pengecoran Logam**, Penerbit Pradya, Jakarta
- Sriati Djapire, 1991, **Ilmu dan Teknologi Bahan**, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta
- Surdia, Tata dan Saito, Shinroku, 2005 **Pengetahuan Bahan Teknik**, PT. Pradnya Paramita, Jakarta
- Tata Surdia., Prof. Ir, M.Sc.Met dan Kenji Chijiwa, Prof. Dr, **Teknik pengecoran logam**, Jakarta, 1982.
- Widharto, Sri. 2007. **Menuju Juru Las Tingkat Dunia** Jakarta : Pradnya Paramita.