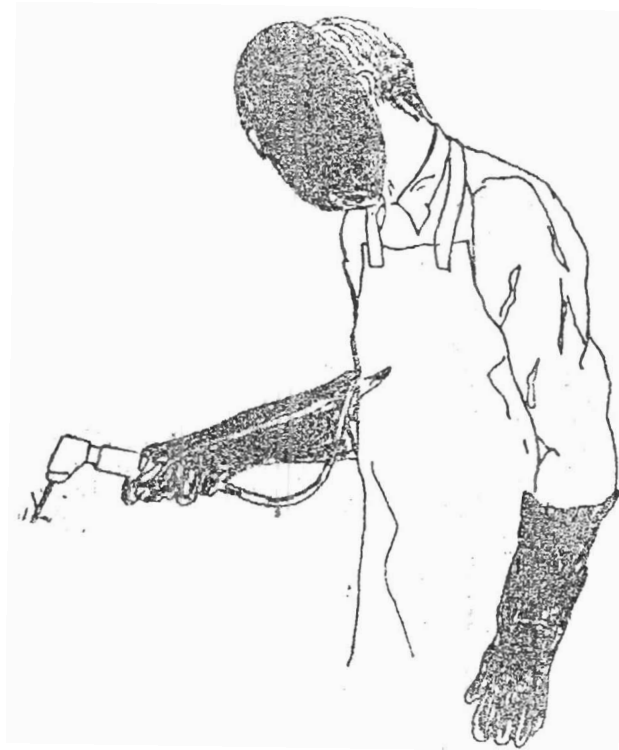


# LAS BUSUR LISTRIK



Oleh:

**Drs. Samian**

**Dosen UNP Padang**

MILIK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS NEGERI PADANG	
TERIMA TGL. :	24-2-2000
SUMBER / NO. :	H /
KOLEKSI :	K1
NO. INVENTARIS :	2144/K/2000-20/2
KLASIFIKASI :	671.521 Sam 20

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS NEGERI PADANG  
PADANG

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan buku ini.

Buku *Las Busur Listrik* ini disusun bertujuan untuk membantu dan memberikan bekal pegangan serta petunjuk bagi tenaga teknik, khusus yang berkecimpung dalam teknik pengelasan.

Informasi yang diuraikan dalam buku ini terdiri atas ilmu pengetahuan, petunjuk-petunjuk pemeliharaan, keselamatan kerja dan cara menanggulangnya, penggunaan serta cara kerja peralatan-perakatan dan teknik pengelasan yang baik dalam mengelas dengan las busur listrik.

Kesemuanya disusun berdasarkan pengalaman-pengalaman penulis dalam mengajar praktek baja dan las di jurusan PT. Bangunan UNP Padang, serta diperkaya dengan literatur-literatur yang telah dipelajari.

Dalam penulisan buku ini, penulis menyadari tentu masih ada beberapa hal yang belum sempurna, mungkin harus ditambah atau dikurangi demi tercapainya kesempurnaan buku ini. Untuk itu penulis dengan tangan terbuka mengharapkan saran-saran dari pembaca demi kesempurnaannya.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada rekan-rekan yang telah memberikan dorongan hingga terciptanya buku ini.

Padang, Agustus 1999

**Penulis**

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	
KATA PENGANTAR .....	ii
DAFTAR ISI .....	iii
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
A. Pengertian Las Busur Listrik .....	1
B. Peralatan Las Busur Listrik .....	3
C. Penempatan Alat-Alat Las .....	13
<b>BAB II. ELEKTRODA .....</b>	<b>15</b>
A. Bahan Elektroda .....	15
B. Klasifikasi Elektroda .....	17
<b>BAB III. KESELAMATAN KERJA .....</b>	<b>19</b>
A. Kecelakaan Listrik .....	19
B. Pengamanan Alat-Alat .....	25
C. Keselamatan Sipekerja dan Alat-Alat Pelindung .....	26
<b>BAB IV. PROSEDUR PENGELASAN .....</b>	<b>29</b>
A. Istilah-Istilah Dalam Pengelasan .....	29
B. Sebab-Sebab Kesalahan dan Pencegahannya .....	36
C. Memilih Besar Arus Listrik .....	38
D. Cara Menyalakan Busur .....	39
E. Gerakan Elektroda .....	43
F. Mengelas Dengan Las Busur Listrik .....	44
<b>BAB V. PEMERIKSAAN LAS .....</b>	<b>56</b>
A. Pemeriksaan Tanpa Merusak .....	56
B. Pemeriksaan Dengan Merusak .....	62
DAFTAR KEPUSTAKAAN .....	65

# BAB I

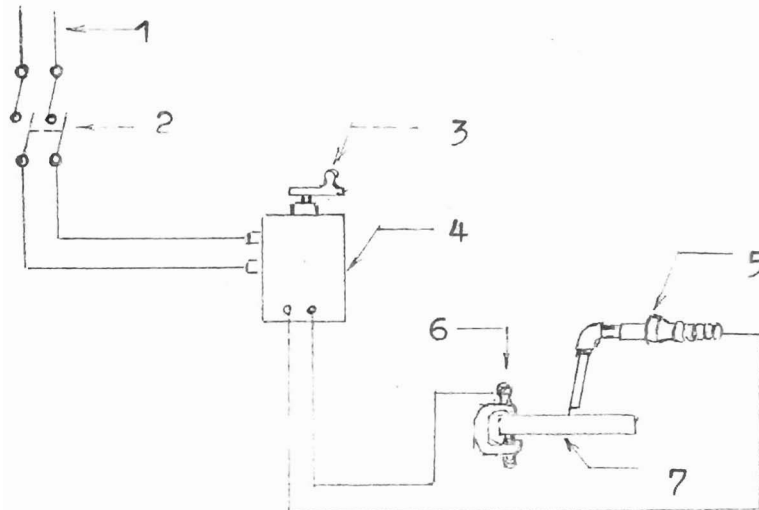
## PENDAHULUAN

### A. Pengertian Las Busur Listrik

Melas adalah mencairkan dua bagian logam/metal secara bersamaan dengan proses pemanasan. Hal ini didapat dari proses pembakaran suatu gas, hingga membentuk satu metal yang homogen.

Prinsip las busur listrik adalah bila kawat (wire) dari suatu baterai yang mempunyai muatan penuh, dihubungkan satu ke terminal positif dan satu lagi ke terminal negatif kedua ujung disentuhkan dan menghasilkan bunga api listrik. Bunga api tersebut akan menimbulkan panas dan akibat panas kedua ujung dari kawat akan mencair secara bersamaan. Las busur listrik adalah mencairkan dua metal atau lebih secara bersamaan dengan menggunakan bunga api listrik yang dibangkitkan diantara dua katup terminal yang bermuatan penuh dari sumber tenaga listrik dengan perantaraan elektroda hingga membentuk satu metal yang homogen.

Elektroda dijepit pada tang elektroda (holder) yang dihubungkan dengan sebuah kabel dari sumber listrik atau mesin las listrik. Kabel kedua atau kabel balik dihubungkan ke benda kerja, kabel ini berfungsi sebagai kabel balik benda kerja (gambar 1).



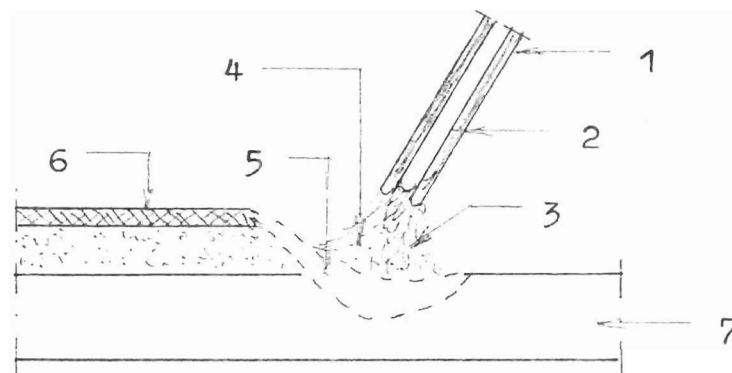
Gambar 1.

Keterangan gambar:

1. Sumber tenaga (arus)
2. Switch
3. Pengontrol arus
4. Mesin las
5. Tang elektroda
6. Klem massa
7. Benda kerja (metal)

Bila elektroda disentuhkan pada benda kerja, maka akan terjadi rangkaian komplek dan menimbulkan busur. Dengan terbentuknya busur, maka temperatur pada tempat las naik kira-kira  $6000^{\circ}\text{C}$ , panas berada pada ujung elektroda atau pada titik pengelasan benda kerja. Akibat panas tersebut benda kerja akan mencair dengan bawah yang kecil dan ujung elektroda juga mencair dengan bentuk butir-butiran dalam cairan benda kerja serta bergerak bersamaan dengan busur ke dalam kawah cairan benda kerja (gambar 2).

Proses ini dinamakan proses las. Diwaktu bersamaan salutan (flux), juga mencair dan memberikan gas pelindung sekeliling busur serta melindungi cairan benda kerja. Kecepatan mencair dari elektroda ditentukan oleh besar arus listrik yang dipakai.



Gambar 2.

Keterangan gambar :

- |                                      |                               |
|--------------------------------------|-------------------------------|
| 1. Salutan (flux)                    | 5. Cairan metal dan flux      |
| 2. Elektroda                         | 6. Pemanasan                  |
| 3. Busur arus $6000^{\circ}\text{C}$ | 7. Benda kerja (parent metal) |
| 4. Cairan metal elektroda            |                               |

## B. Peralatan Las Busur Listrik

### 1. Mesin las

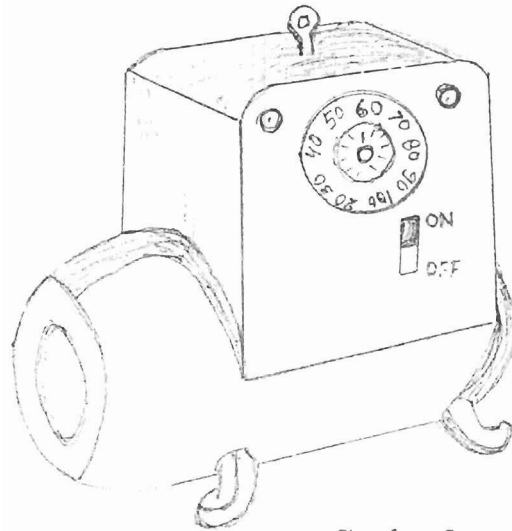
Tenaga listrik untuk las listrik datang dari mesin las (pesawat las). Mesin las akan mengubah tenaga menjadi tenaga listrik yang dibutuhkan untuk menimbulkan busur las. Pada saat sekarang banyak jenis-jenis mesin las yang tersedia mulai dari mesin kecil sampai mesin las besar. Mesin-mesin las tersebut bisa digunakan untuk pekerjaan konstruksi-konstruksi baja, pembuatan kapal, ketel dan pabrication. Mesin las dilengkapi dengan pengontrol arus keluar, biasanya mempunyai sebuah handk dengan penunjuk skala dan dilengkapi dua terminal untuk elektroda serta benda kerja (kabel balik).

Untuk membentuk busur las maka diperlukan arus las listrik yang kontinyu dengan voltase yang sesuai, hal ini dapat dicapai dengan menggunakan mesin las yang dilengkapi dengan generator yang diputar motor listrik. Motor mesin atau motor diesel selain dari generator juga dapat dilayani dengan transformator yang dihubungkan dengan sumber harus dengan jalan merubah voltase ke voltase yang sesuai untuk pengelasan.

#### a. Mesin las generator

Pesawat ini mempunyai bagian yang berputar di dalam medan listrik yang disebut angker (armature). Untuk memutar armature dapat dipakai motor-motor seperti diuraikan di atas. Arus yang dihasilkan oleh pesawat ini biasanya arus searah (DC), dengan demikian sering disebut pesawat las DC.

Pesawat las ini dilengkapi dua macam pengatur arus, yakni pengatur kasar dan pengatur halus. Penyetelan pertama dilakukan dengan pengatur kasar setelah itu baru diatur dengan pengatur halus, dalam keadaan sirkuit terbuka (tidak berbeban). Penyetelan pengatur halus akan didapat busur lunak (soft are), bentuk dari pesawat las generator terlihat pada gambar 3.



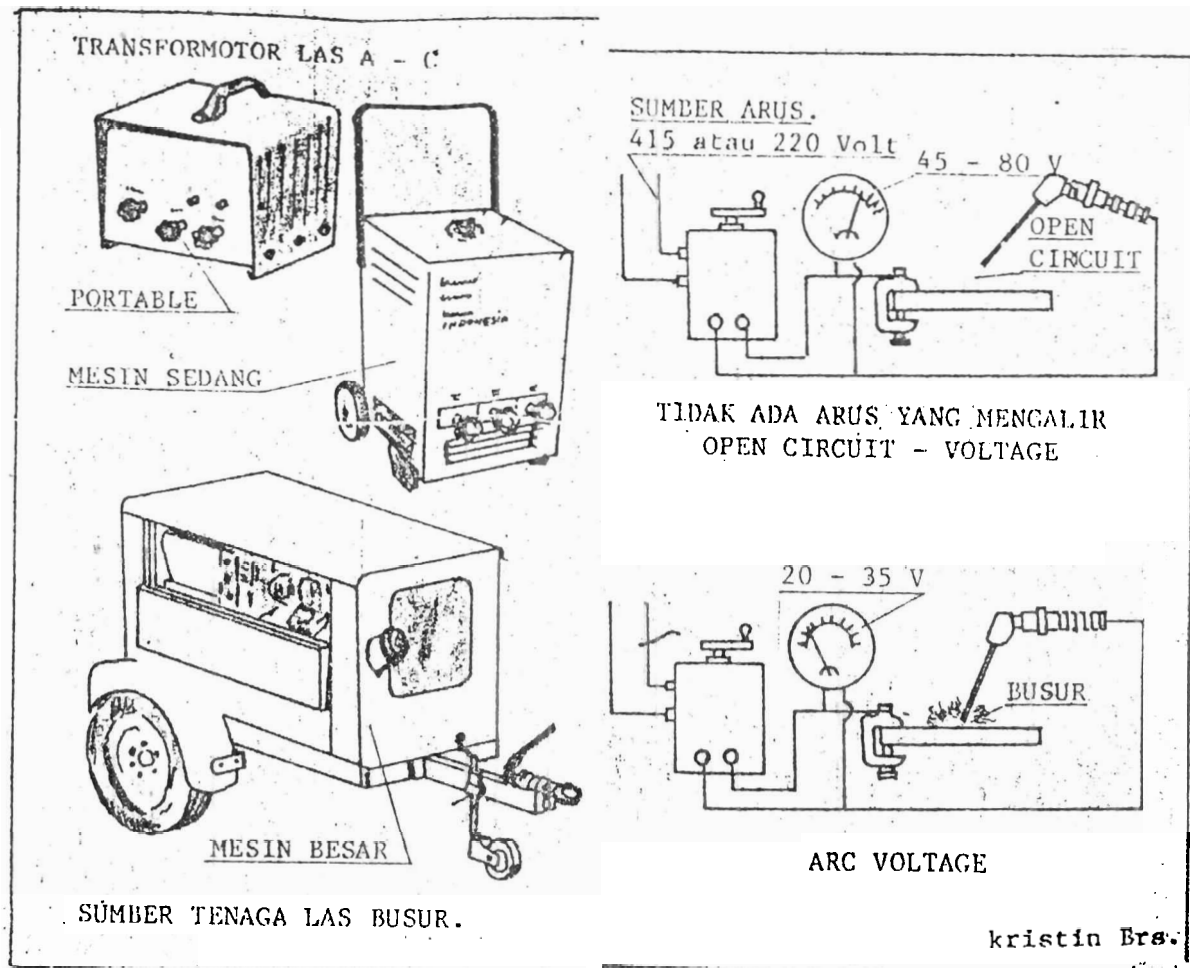
Gambar 3.

#### b. Mesin las Transformator

Mesin las ini hanya menghasilkan arus bolak balik (AC), sehingga tidak ada saklar pengutuban dan sering disebut mesin las AC atau transformator las. (gambar 4).

Mesin las transformator menerima tenaga dari jaringan listrik AC.

Arus listrik yang diterima mesin las transformator masih dalam tegangan tinggi. Tegangan ini tidak diperlukan untuk pengelasan, oleh sebab itu tegangan diturunkan sampai menjadi tegangan yang diperlukan untuk mengelas (voltase sekitar 45-80 volt). Ini dapat diketahui "Open" Circuit Voltage atau "Striking Voltage" apabila voltase antara dua terminal dari transformator diwaktu arus tidak mengalir. Bila busur terbentuk, voltase turun ke yang rendah dinamakan "Arc Voltage" mendekati 20-35 volt, tergantung pada panjang busur dan tipe elektroda yang dipakai. (gambar 5.)



Gambar 4.

Gambar 5.

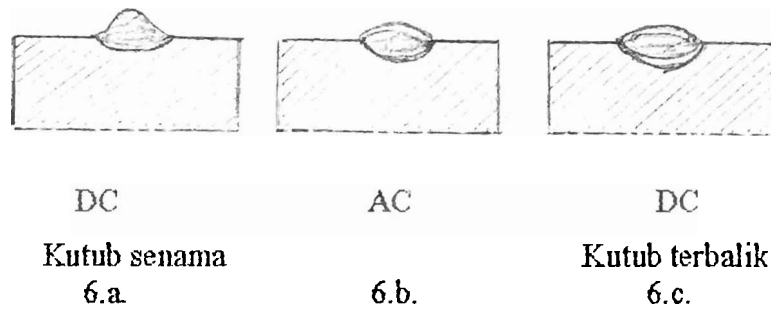
Sumber: Las busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan.  
1994 h. 4.

### c. Memilih pesawat las

Setiap pesawat las mempunyai informasi yang dapat dilakukannya untuk pengelasan. Tipe pesawat las juga akan membantu proses pengelasan yang dilakukan tukang las. Ukuran besar kecilnya pesawat las didasarkan pada kapasitas arusnya.

Besar arus dan voltase ditetapkan tukang las berdasarkan penganalisaan pekerjaan (benda kerja). Pada gambar 6 diperlihatkan dalamnya tembusan las dalam pekerjaan setiap pemakaian tekanan (voltase) dan arus listrik (amper).



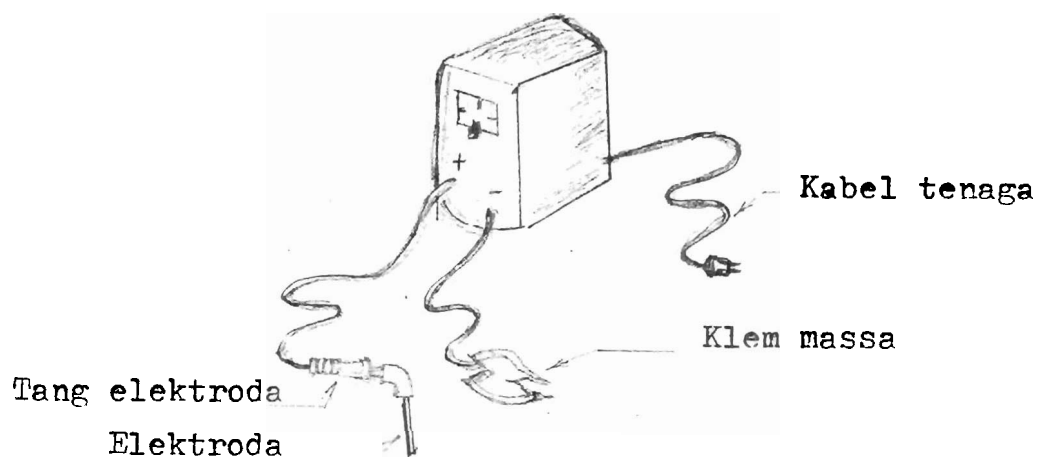


Gambar 6.

## d. Pengkutuban elektroda

## 1) Pengkutuban terbalik (reverse polarity)

Pengutuban terbalik kabel elektroda dipasang ke terminal positif (+) dan kabel massa dipasang ke terminal negatif (-). Hal ini hanya terdapat pada mesin las arus searah (DC) seperti terlihat gambar 6.

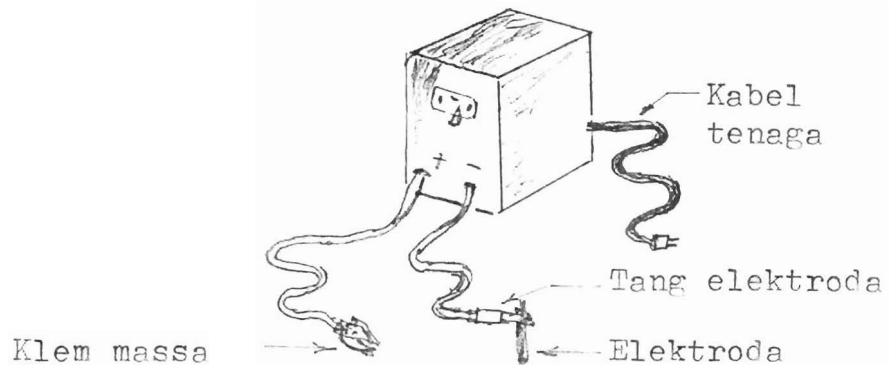


Gambar 6.

## 2) Pengkutuban senama (straight polarity)

Pengkutuban ini, kabel elektroda dipasang pada terminal negatif (-) dan kabel massa dipasang pada terminal positif (+) seperti gambar 7. Pengkutuban senama sering disebut elektroda negatif ini berdasarkan pada hubungan kabel dari mesin las ke elektroda.

Elektroda positif disebut pengkutuban terbalik dimana kabel elektroda disambungkan ke kutub positif dari mesin las.

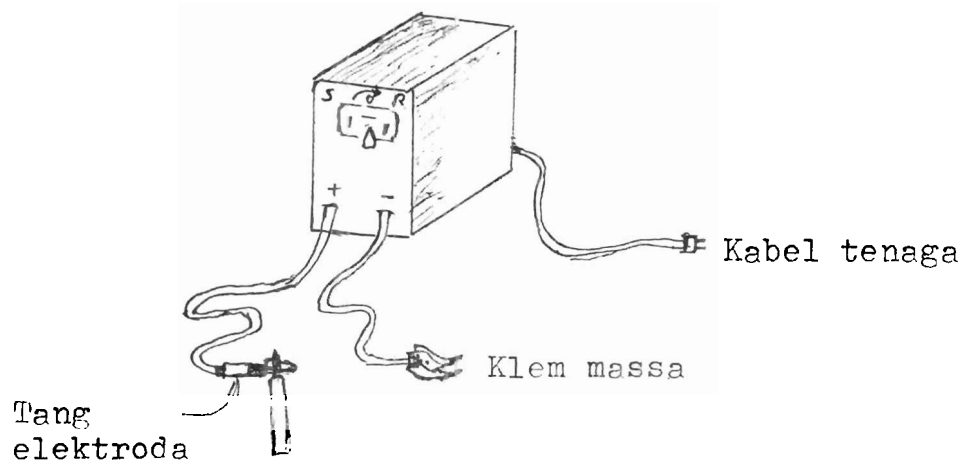


Gambar 7

### 3) Pemakaian kutub-kutub yang berlainan

Beberapa mesin las terdapat sakelar pengkutuban dibagian depan mesin las seperti terlihat pada gambar 8. Dalam hal ini tidak usah mengubah pemasangan kabel-kabel las. Karena arus bolak balik (AC) berubah arah (kutub) beberapa kali tiap detik, maka pengutuban tidak dapat dikontrol.

Dengan mengubah kutub, panas dapat dipindahkan ke tempat dimana hal ini terjadi bila diperlukan. Panas yang diperlukan untuk pencairan bahan dasar (benda kerja) biasanya lebih banyak dari pada untuk cairan elektroda.



Saklar pengkutuban

S = senama

R = terbalik

Gambar 8

## 2. Alat-alat bantu las busur listrik

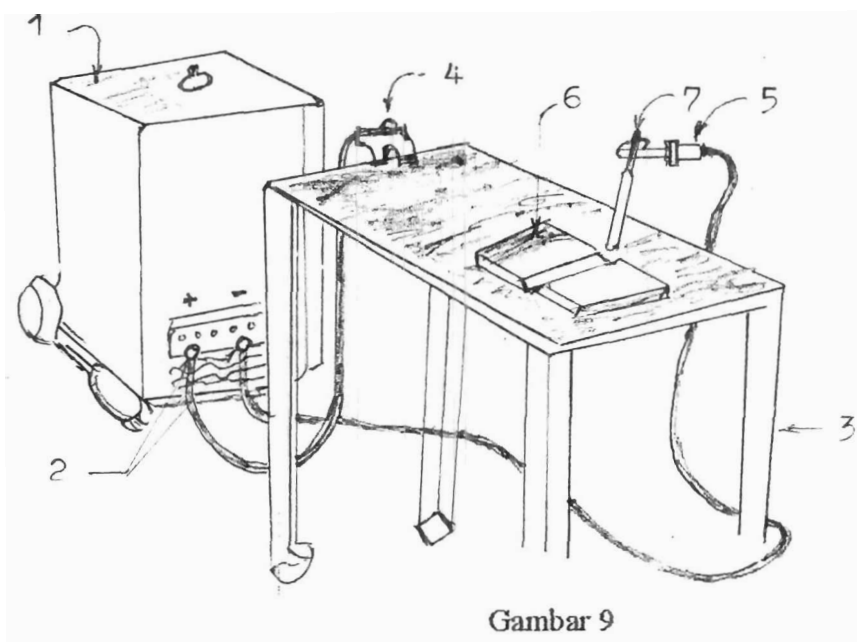
Untuk mendapatkan hasil las yang baik tergantung dari tipe pesawat (mesin las), menganalisa pekerjaan dan alat-alat bantu. Alat-alat bantu adalah semua peralatan yang digunakan tukang las dalam pekerjaan, termasuk alat-alat keselamatan kerja.

### a. Kabel-kabel las

Setiap mesin las AC biasanya dihubungkan pada sumber listrik dengan kabel yang terbuat dari tembaga dan dibungkus dengan lkaret isolasi. Kabel diusahakan sependek mungkin untuk mengurangi tahanan-tahanan. Besar kecilnya kabel harus disesuaikan dengan besarnya arus dan kapasitas mesin las.

Dari mesin las arus dialirkan dengan dua macam kabel yaitu kabel masa dan kabel elektroda ke tempat pekerjaan (meja kerja).

Pada mesin las AC dan DC kutub senama, kabel massa menghubungkan terminal positif (ground) dengan benda kerja (pada meja kerja) dan kabel elektroda menghubungkan terminal negatif dengan tang elektroda (gambar 9).



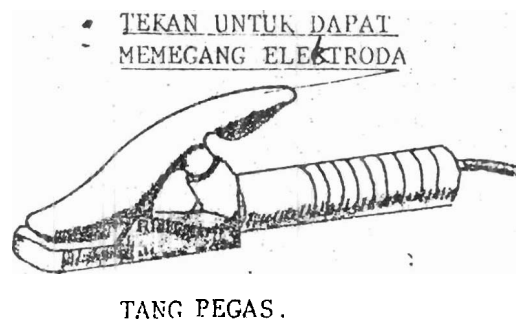
#### Keterangan gambar 9

- |               |                   |
|---------------|-------------------|
| 1. Mesin las  | 5. Tang elektroda |
| 2. Terminal   | 6. Benda Kerja    |
| 3. Meja kerja | 7. Elektroda      |

b. Tang elektroda (Holder)

Tang elektroda dibuat dari bahan yang konduktor (penghantar arus listrik yang baik), ujung tang berbentuk rahang untuk menjepit elektroda dan pada pangkal tang dilengkapi dengan sebuah pegangan untuk operator (tukang las).

Pegangan elektroda dilapisi/dibungkus dengan bahan isolator (tidak bisa menghantarkan arus listrik). Rahang penyepit harus dibuat sedemikian rupa, agar elektroda dapat terjepit dengan aman dan mudah ditukar cepat, bentuk dari holder terlihat pada gambar 10.



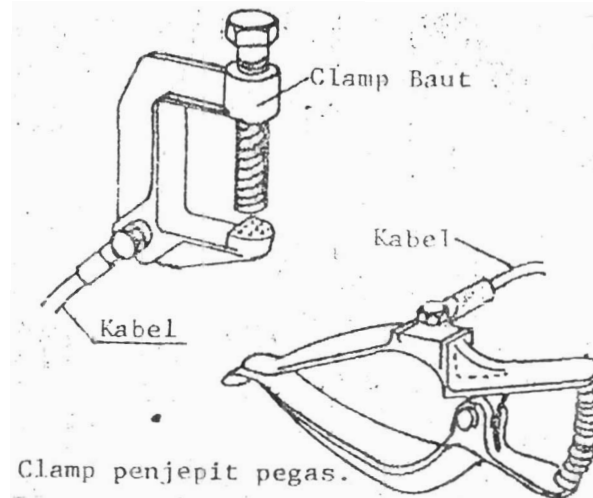
Gambar 10

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan. 1994. H. 5.

c. Klem massa (ground clamp).

Klem massa dihubungkan dengan kabel yang berisolator dari mesin las dan dijepitkan pada benda kerja (meja kerja). Kabel harus terbuat dari bahan yang baik menghantarkan arus listrik, seperti tembaga dan fleksibel agar mudah mengikuti gerak tangan tukang las sewaktu proses pengelasan.

Bahan dasar klem massa dibuat dari tembaga (bahan penghantar arus listrik yang baik). Bentuk dari klem ini bermacam-macam, diantaranya terlihat pada gambar 11.



Gambar 11

Sumber : Teknik Mengelas dan Mematri Logam oleh Daryanto. 1982. H. 59.

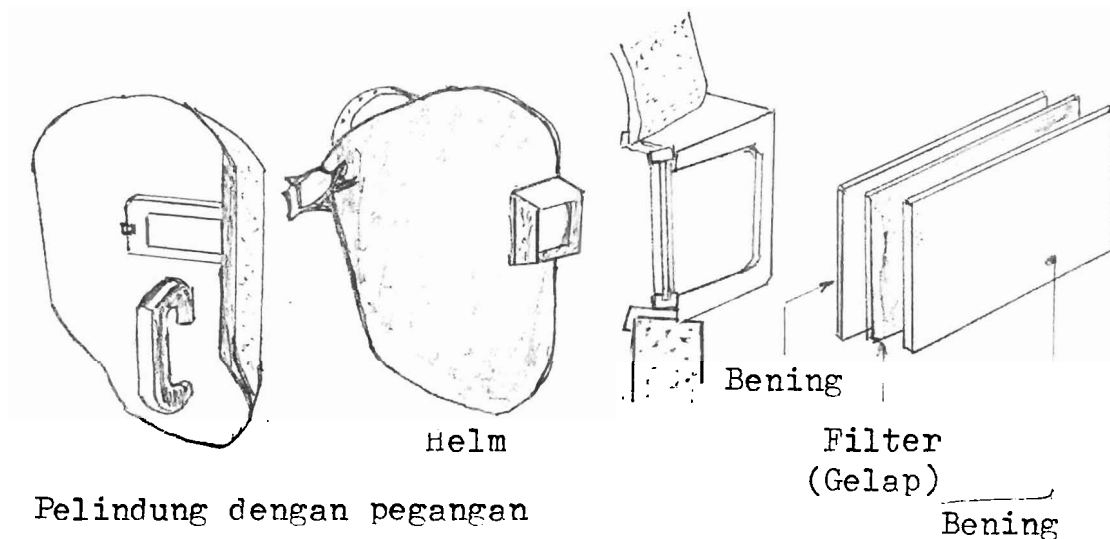
d. Masker las

Masker las ini sering juga disebut helem las atau topeng pelindung. Alat ini sangat perlu (penting) untuk tukang las, karena berguna untuk melindungi muka dan mata dari bahaya pembakaran radiasi. Alat ini diproduksi (dibuat) dalam bentuk khusus dan ukuran tertentu, dibuat ada yang dipegang tangan dan ada yang diikat di kepala.

Handskield pakai pegangan, dan Helmet dapat diatur pada suatu pengikat yang dilengkapi dua uah mur. Sehingga shield ini dapat digerakkan ke atas dan ke bawah. Bahan dari alat pelindung ini biasanya dari bahan karton warna hitam, yang tidak memantulkan sinar. Alat pelindung dilengkapi dengan alat penyaring (filter) yang harus dipakai selama poses las busur.

Tujuan dari saringan adalah untuk menghentikan sinar busur yang hebat dan menyaring infra-red dan ultra violet rays. Kaca bening atau kaca plastik ditempatkan pada sebelah luar untuk melindungi filter dari percikan-percikan las.

Filter ini tersedia dalam bermacam-macam ukuran kegelapan (shadi), sesuai dengan pemakaian arus. Umpamanya ukuran kegelapan normal nomor 11 ini cocok kepada arus pengelasan sampai 200 ampere. Kalau arus yang dipakai makin besar, maka makin gelap filter yang dipakai (makin besar nomor kegelapan).



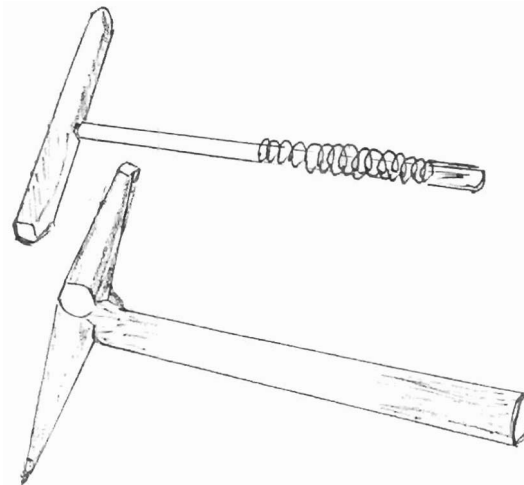
Gambar 12.

e. Palu terak

Alat ini gunanya untuk menghilangkan terak dari hasil pengelasan.

Palu ini dilengkapi dengan ujung yang berbentuk pahat dan ujung yang runcing agar dapat dipergunakan pada berbagai posisi (gambar 13).

Selalu pakailah alat pelindung kaca mata bening, waktu membersihkan terak. Karena terak ini sangat rapuh dan keras.

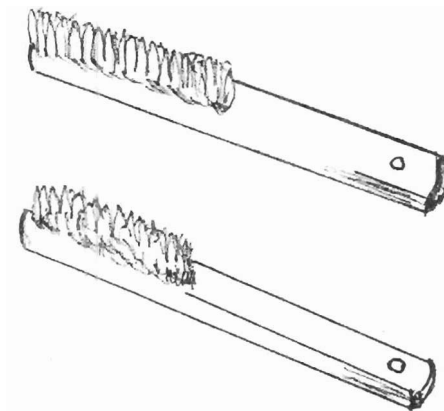


Gambar 13.

f. Sikat baja

Sikat ini dipergunakan untuk membersihkan benda kerja atau hasil pengelasan, baru pengelasan berikutnya dilaksanakan.

Kawat ini diperbuat dari baja yang keras agar tahan dipakai dalam waktu lama (gambar 14).

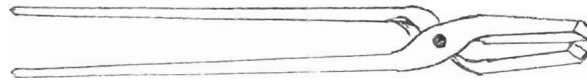


Gambar 14.

g. Tang penyepit benda kerja

Selama pengelasan benda kerja mengalami pemanasan, maka setelah pekerjaan selesai benda kerja jangan dipegang dengan tangan tetapi ambillah dengan tang penyepit untuk memindahkan ketempat lain, supaya tidak mengganggu kesehatan si pekerja.

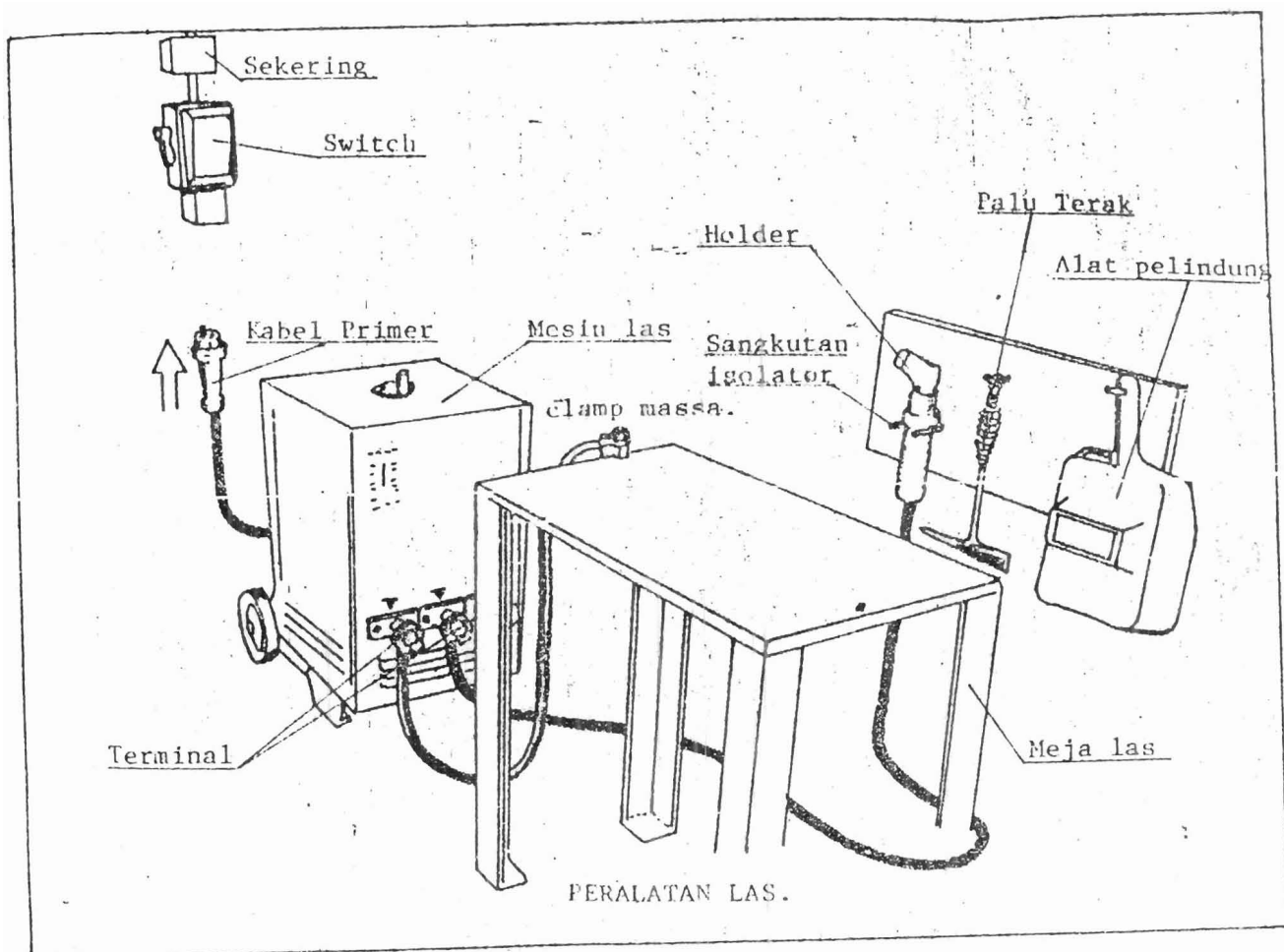
Tang ini banyak jenis dan ragamnya tergantung pada benda kerja yang akan dijepit, salah satunya seperti terlihat pada gambar



Gambar 15

### C. Penempatan Alat-Alat Las

Untuk menjaga hal-hal yang tidak diinginkan dan kerusakan yang mungkin timbul maka perlu alat-alat las ditempat sedemikian rupa, seperti terlihat pada gambar 16.



Gambar 16

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994  
h.10.



1. Tempatkan mesin las sedekat mungkin ke sumber arus, untuk mendapatkan kabel primer yang lebih pendek.  
Karena kabel primer sangat berbahaya, mempunyai voltase yang tinggi.
2. Periksa seluruh kabel dari kerusakan.
3. Pertama hubungkan kabel benda kerja ke mesin, kemudian hubungkan kabel primer ke sumber arus.  
Mesin las harus dihubungkan ke sumber arus melalui sebuah switch dan sekering.
4. Matikan arus (switch off) sebelum perlengkapan lainnya lengkap.
5. Bersihkan sambungan-sambungan kabel penghubung, meja kerja dan ketatkan sambungan dari :  
Bagian-bagian yang longgar dapat menimbulkan panas yang tinggi dan kehilangan arus.  
Periksa kabel yang bergulung dapat menyebabkan kehilangan arus
6. Gunakanlah kabel yang seluruhnya mempunyai isolasi.
7. Singkirkan jauh tang elektroda dari meja kerja. Gantung pada gantungan yang bersisolasi.
8. Switch on arus (hubungkan arus)
9. Atur besar arus sesuai dengan ukuran dan type elektroda yang dipakai.
10. Periksa alat pelindung (helmet) apakah filter baik dan tidak retak.

## BAB II ELEKTRODA

Untuk menyambung dan penambahan cairan logam benda kerja diperlukan kawat tersendiri. Sebagaimana halnya pada las karbit dipakai kawat las sebagai bahan tambah, maka pada las listrik dipakai elektroda sebagai bahan tambah. Elektroda adalah bahan pengisi pada pekerjaan las listrik, elektroda yang dipakai untuk mengelas, dalam perdagangan terdapat bermacam-macam bahan dan klasifikasi.

### A. Bahan Elektroda

Elektroda dibuat dari besi atau baja, tetapi ada juga dibuat dari bahan yang akan dilas. Misalnya kita akan melas bahan dari tembaga maka elektrodanya juga dari tembaga. Selain dari bahan elektroda di atas pada saat ini juga dipakai bahan dari besi tuang, perunggu, aluminium, nikel dan lain-lainnya.

#### 1. Ukuran elektroda

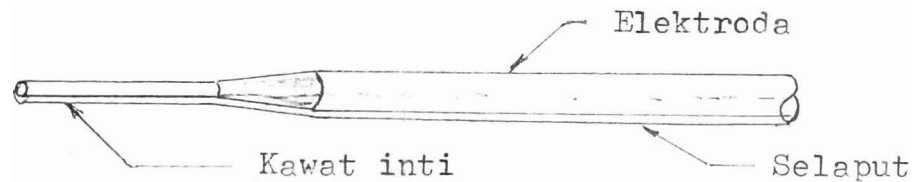
Elektroda terdiri atas bermacam-macam ukuran, tergantung pada tebal plat yang akan dilas dan bahannya. Umumnya berukuran diameter 1,5 mm - 9 mm dengan panjang berkisar 250 mm - 450 mm. Dalam perdagangan elektroda dijual dalam bungkus dus (peti) dengan berat 20-25 kg per peti dan ada juga hanya 5 kg per bungkus.

#### 2. Selaput elektroda

Kawat elektroda mempunyai pelindung sekelilingnya yang sering disebut flux. Flux dinamakan selaput atau pembalut elektroda yang berfungsi untuk melindungi cairan las dari kotoran dan pengaruh oksidasi yang terjadi pada waktu proses pengelasan, juga berfungsi untuk mempermudah pemeliharaan busur nyala serta membentuk komposisi cairan las dan membentuk terak.

Pemberian selaput dapat dilakukan menyemprotkan, dioleskan atau dicelupkan kawat elektroda ke dalam cairan flux yang mudah kering. Untuk mempertebal selaput, kawat elektroda dicelupkan beberapa kali, setiap kali penyelupan diselingi dengan pengeringan. Bahan pengikat

flux dipakai larutan sodium silika, lem (perekat) dan bermacam-macam perekat lainnya. Flux dibuat dari selulosa, rutel ( $TiO_2$ ), magnesium aluminium silikat atau natrium silikat, bentuk dari elektroda berselaput seperti terlihat pada gambar 17.



Gambar 17

Elektroda tanpa selaput kurang baik dipakai, sebab kurang (sukar) mencair dan membentuk rigi-rigi las yang baik dan halus. Tebal lapisan selaput elektroda 1%-20% dari diameternya.

Selaput elektroda peka terhadap pengaruh udara lembab, maka dalam penyimpanan sebaiknya dalam open atau ditempat yang kering.

### 3. Syarat-syarat elektroda dan selaput

- a. Selaput elektroda harus benar-benar kering
- b. Antara selaput dengan elektroda harus lekat betul dan tidak boleh ada kerenggangan sedikitpun
- c. Selaput harus sama tebalnya dan harus liat
- d. Elektrod harus mempunyai cairan tegak yang mudah merata dan menutup permukaan pengelasan
- e. Terak yang menempel di atas rigi-rigi las harus mudah terlepas bila dipukul-pukul dengan palu terak dan,
- f. Bila mempertebal pengelasan terak yang ada pada pengelasan terdahulu harus dibersihkan dengan sikat baja.

### 4. Memilih elektroda

Pemilihan elektroda berdasarkan pada kebutuhan pekerjaan. Tukang las harus meneliti bahan yang akan dilas agar dapat menentukan elektroda yang akan dipakai, pada prinsipnya pemilihan elektroda harus melihat pada:

670.521  
Sam  
l (D)

- Sifat dari logam yang akan dilas
- Posisi pengelasan
- Tipe sambungan
- Jumlah pengelasan yang akan dilakukan
- Kekuatan sambungan yang diinginkan, dan
- Tipe arus las yang dipakai.

## B. Klasifikasi Elektroda

Menurut American Welding Society (AWS), American Society of Testing Materials (ASTM) dan JIS (Japan) spesifikasi elektroda besi dan baja berdasarkan pada tegangan (kekuatan tarik), posisi las, sifat arus dan tipe selaput yang akan dilas.

AWS dan ASTM memberi spesifikasi huruf "E" di muka berarti elektroda yang dipakai untuk las listrik dan JIS memakai huruf D. Dua angka setelah huruf E (D) mengatakan kekuatan tarik dari logam yang akan dilas dalam ribuan psi lb/in<sup>2</sup>. Angka ketiga dari huruf E (D) menyatakan posisi pengelasan bila;

- Angka 1 berarti elektroda dapat dipakai untuk semua posisi pengelasan (bawah tangan, datar, tegak dan di atas kepala).
- Angka 2 elektroda dipakai hanya untuk bawah tangan dan datar.
- Angka 3, elektroda dipakai hanya untuk posisi bawah tangan

Angka keempat dari huruf E atau D, menyatakan sifat-sifat khusus elektroda, misalnya;

- Angka 0, menghasilkan jalur datar/cembung dengan tembusan dalam, sehingga pengelasan kwalitek tinggi dan dipakai mesin las DC kutub senama,
- Angka 1, menghasilkan jalur las sedikit cembung dengan tembusan yang dalam, dipakai untuk mesin las AC atau DC kutub terbalik.
- Angka 3, tembus lasnya dangkal, dipakai untuk mesin las AC atau salah satu pengkutuban dari DC.
- Angka 4, tembus lasnya sedang dan dipakai untuk mesin las AC atau DC kutub terbalik.

Contoh elektroda tipe dan klasifikasi AWS.E.6013 dari baja dengan ukuran diameter 3,2 mm, panjang 250 mm dan reng arus 60-125 amper,

E = elektroda untuk listrik.

60 = kekuatan tarik minimum 60.000 psi (42 kg/mm<sup>2</sup>)

1 = dapat dipakai untuk semua posisi pengelasan

3 = mesin las yang dipakai AC atau DC ±

Elektroda yang umum dipakai pada saat ini adalah, E.45 --, E.60--, E.70--, E.80--, E.90--, E.100--dan D.43--(JIS).

MILIK PERPUSTAKAAN  
UNIV. NEGERI PADANG

Pemakaian elektroda E.60—pada umumnya menurut standar AWS, mesin las dan posisi pengelasan yang dipakai diuraikan pada tabel 1.

**TABEL I**  
**Pemakaian Elektroda E.60--menurut AWS**

Elektroda	Tipe Arus/ Mesin Las	Pengufuban	Posisi Las	Keterangan
E.6010	DC	Terbalik	Semua	
E.6011	AC atau DC	Terbalik	Semua	
E.6012	AC atau DC	Senama	Semua	
E.6013	AC atau DC	Salah satu	Semua	
E.6014	AC atau DC	Salah satu	Semua	
E.6015	DC	Terbalik	Semua	
E.6016	AC atau DC	Senama	Semua	
E.6018	AC atau DC	Terbalik	Semua	
E.6020	AC atau DC	Senama	Bawah tangan atau datar	
E.6024	AC atau DC	Salah satu	Bawah tangan atau datar	
E.6027	AC atau DC	Salah satu	Bawah tangan atau datar	
E.6028	AC atau DC	Terbalik	Bawah tangan atau datar	
E.6030	AC atau DC	Senama	Bawah tangan	

Sumber : Petunjuk Praktek Las Asetelin dan Las Listrik  
Oleh. Didikh Suryana dan Djaidar Sidabutar tahun 1976.h. 97.

Elektroda E.70--, E.80--, E.90-- dan E.100--, adalah perpaduan dan dipakai untuk pekerjaan-pekerjaan tertentu (lihat petunjuk pada kotaknya). Sedangkan D.43-- yang dikeluarkan Jepang pemakaiannya sama dengan E.6013 menurut spesifikasi yang dikeluarkan AWS.

Contoh elektroda tipe D.4313 menurut JIS (Japan) dari baja dengan ukuran diameter 3,2 mm, panjang 250 mm dan reng arus 60-125 amper.

D = Elektroda untuk las listrik

43 = kekuatan tarik minimum 43 kg/mm

1 = dipakai untuk semua posisi pengelasan

3 = Mesin las yang dipakai AC atau DC ±

Sedangkan untuk D.43—yang lain pemakaiannya dapat dilihat pada masing-masing kotaknya.

### BAB III

#### KESELAMATAN KERJA

Sebelum melakukan pengelasan, setiap tukang las harus mengetahui hal-hal yang mungkin menyebabkan kecelakaan. Karena las listrik memakai tenaga listrik arus tinggi dan sinar las yang tajam, menyilaukan serta membahayakan mata.

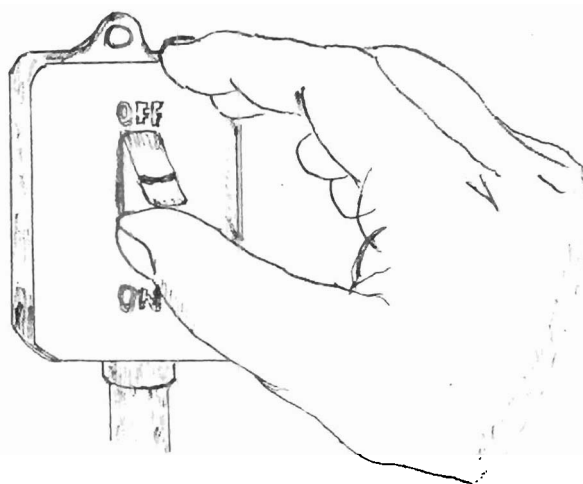
Selain mengetahui kecelakaan kerja tukang las harus pula mengetahui tindakan atau pencegahan yang akan dilakukan bagi penderita bila terjadi kecelakaan dalam mengelas.

#### A. Kecelakaan Listrik

Kecelakaan listrik dapat menyebabkan; terbakar, electric shock dan terjatuh. Salah satu dapat terjadi atau ketiga-tiganya bila seseorang kena arus listrik. Untuk mempermudah pertolongan kepada sipenderita, penolong harus bisa membedakan kecelakaan tersebut satu sama lainnya.

Keterlambatan pertolongan dapat mengakibatkan fatal bagi sipenderita. Akibat yang timbul dari kecelakaan listrik diantaranya sipenderita mengalami, berhentinya pernapasan, gerak jantung dan lain-lainnya.

1. Cara untuk memperkecil bahaya kecelakaan listrik.
  - a. Putuskan arus listrik (Switch off) gambar 18, bila tidak mungkin hindarkan dari aliran arus, dan

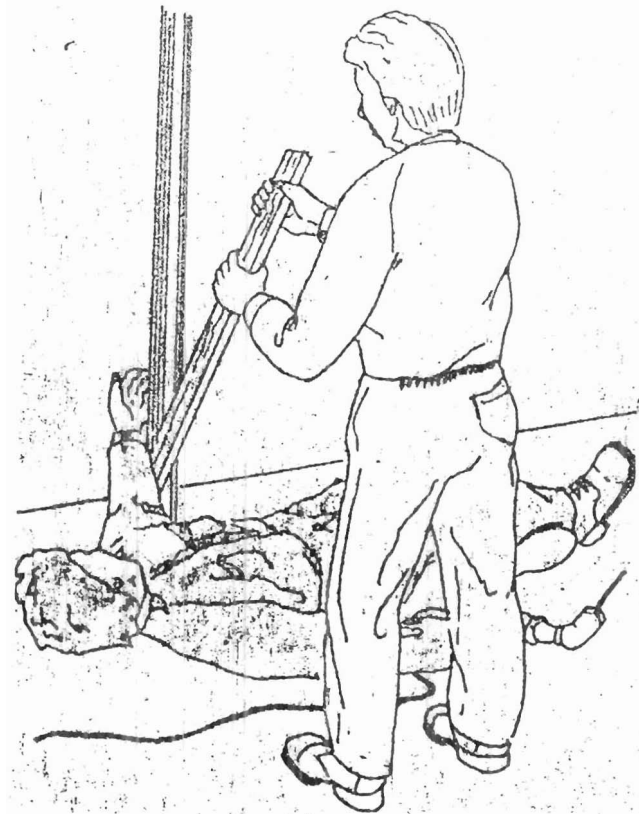


Gambar 18

- b. Berikan pertolongan pertama pada sipenderita sesuai dengan kecelakaan yang dialaminya.

c. Aliran arus tidak dapat diputuskan

Bila aliran arus tidak dapat di switch off dengan segera, maka hindarilah sipenderita dengan alat-alat kering yang tidak konduktor (jangan dengan bahan logam) gambar 19.



Gambar 19

Sumber: :Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC  
Medan 1994. H.12.

- 1) Tarik dengan benda kering pada bagian-bagian pakaian kering dari sipenderita (dengan karet plastik dan lain-lain),
- 2) Penolong berdiri pada bahan yang tidak konduktor (papan, sepatu karet), dan
- 3) Dorong sipenderita dengan alat yang sudah disediakan (kayu kering)

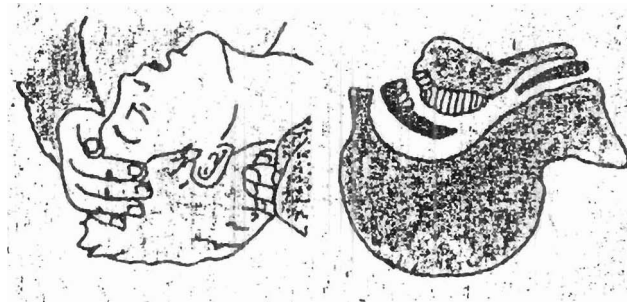
Usahakan sipenderita secepat mungkin berpisah dari sumber arus, dengan menarik atau mendorong.

Ingat bila menolong kecelakaan, karena electric shock, jangan dipegang tanpa alat yang tidak konduktor.

## 2. Tindakan pencegahan

Usahakan posisi sipenderita siap dibawa dari tempat kejadian untuk diberikan pertolongan selanjutnya, ditempat pertolongan usahakan;

- a. Sirkulasi udara yang cukup,
- b. Pernapasan buatan,
- c. Hentikan pendarahan,
- d. Hindarkan leher dan badan berputar (bengkok),
- e. Telentangkan dengan badan lurus, muka ke atas sehingga terlihat jelas pernapasannya gambar 20 dan angkat kepala dari belakang untuk melonggarkan pernapasannya,



Gambar 20

- f. Tutup luka yang ada, agar pendarahan berhenti sipenderita dapat hidup adalah tergantung kepada usaha pertolongan yang diberikan, jangan terlambat membuat pernapasan buatan,
- g. Kirim ke rumah sakit untuk pertolongan selanjutnya, tetapi bila pernapasan dan denyut jantung normal, jangan berikan pernapasan buatan,
- h. Jika sipenderita tidak sadar, berdarah, nanar, gigi rontok dan patah tulang, berikan sirkulasi udara yang cukup dan baringkan pada punggungnya,



- i. Bengkokkan kepala seperti ditunjukkan pada gambar 20 pada posisi ini pernafasan agak longgar dan lancar,
- j. Cepat bersihkan mulut dan hidung dari kotoran yang menyumbat,
- k. Angkat kepala dari belakang dan dagu ke atas, agar alat pernafasan terbuka,
- l. Setelah alat pernafasan terbuka, mulailah membuat pernafasan buatan,
- m. Periksa apakah sipenderita masih bernafas atau tidak. Hal ini dapat dilihat, apakah dadanya turun naik. Gambar 21.



Gambar 21.

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.14

- n. Dengan apakah bernafas atau tidak,
- o. Ini dapat diperiksa dengan menaruh tangan dekat mulut sipenderita, apakah bernafas atau tidak.  
Jika dia bernafas normal:
- p. Putarlah pelan dan hati-hati pada posisi orang yang koma (tidak sadar).

- q. Bengkokkan lengan ke atas sehingga posisi tangan dekat kepala dan putar kaki si korban sehingga paha kanan kira-kira tegak lurus sebadan. Gambar 22.



Gambar 22

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.14

- r. Tarik punggung, pelan-pelan sehingga anda dibelakang sikorban,  
s. Tariklah sikorban sedemikian rupa, sehingga mulutnya mudah mengeluarkan kotoran.

Pada posisi ini lidah akan terjulur keluar, sehingga kotoran seperti darah dapat keluar. Dan jolokan jari anda ke mulut si korban untuk mengeluarkan kotoran-kotoran yang masih tertinggal, seperti darah, gigi yang rontok. Gambar 23.



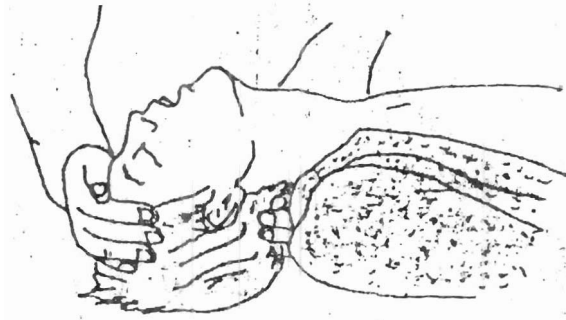
Gambar 23

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.14

Perhatikan suara pada mulut sipenderita, bila suara pernafasan pertanda ribut, berarti pernafasan sikorban terganggu oleh sesuatu hambatan.

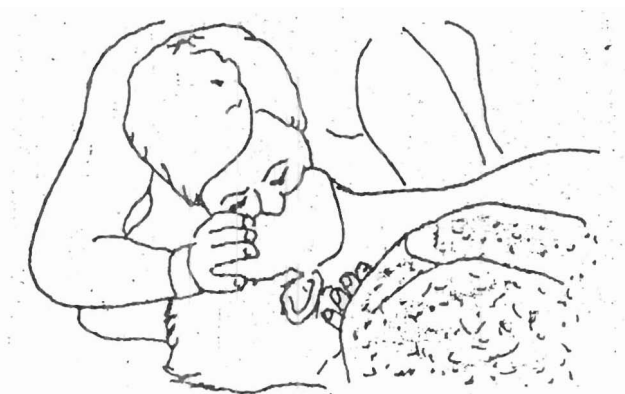
Hindari segera hambatan tersebut agar pernafasan sikorban lancar. Jika sikorban tidak bernafas, secara cepat posisinya harus:

- a. Bersihkan mulut dari darah dan kotoran lainnya,
- b. Letakkan sikorban terlentang,
- c. Angkat bagian belakang kepala (tengkuk) sehingga dagu ke atas untuk melapangkan kepala. Gambar 24.



Gambar 24

- d. Dekatkan mulut anda ke mulut sikorban dan tarik nafas anda dalam-dalam lalu buka mulut anda lebar-lebar dan kalau perlu lapis dengan kain tipis kemudian hembuskan mulut sikorban sekuat mungkin, sampai dada sikorban naik ke atas. Gambar 25.



Gambar 25

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.14

Setelah saudara menghembuskan nafas ke mulut sikorban, lihat dada sikorban apakah naik, kalau naik berarti udara masuk ke paru-paru sikorban.

- a. Cabut mulut anda dan biarkan nafas tadi keluar kembali. Gambar 26,
- b. Ulangi beberapa kali secara lambat, hingga sikorban mulai bernafas sendiri sampai ahli untuk itu tiba,
- c. Buatlah posisi sikorban kepada posisi orang yang tidak sadar.



Gambar 26

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.15

## B. Pengamanan Alat-Alat

Peralatan las listrik tidak berbahaya, bila dipelihara dan dijaga dengan baik, oleh sebab itu perhatikan petunjuk di bawah ini:

1. Menjamin sirkulasi udara yang baik, untuk mesin las dan daerah pengelasan,
2. Jangan gantungkan alat-alat pada mesin las,
3. Hindarkan kabel elektroda dan kabel massa dari kerusakan dan goresan,
4. Hindarkan kabel-kabel dari lompatan bunga api dan terak panas,
5. Periksa sambungan-sambungan kabeI apakah sudah kuat (ketat), karena dapat menimbulkan panas yang tinggi,
6. Jangan biarkan tang elektroda terletak di atas meja las atau di atas benda kerja,
7. Perbaikilah segera kabel yang rusak.

8. Jagalah kabel primer dan lindungi secermat mungkin,
9. Buanglah sisa elektroda yang pendek, setelah pengelasan selesai.

**C. Keselamatan Sipekerja dan Alat-Alat Pelindung.**

1. Keselamatan sipekerja

Keselamatan perlu dipikirkan, sebelum hal-hal yang tidak diinginkan terjadi, jadi oleh karena itu perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut;

- a. Harus dipakai pakaian pelindung serta jangan melihat busur, tanpa filter, dan pakailah filter yang sesuai dengan busur tersebut Gbr. 27. Biasanya ukuran filter tersedia dengan nomor kegelapan (shade) 8, 10, 11 dan 13,



Gambar 27

- b. Bekerjalah pada lantai dengan isolasi yang baik (lantai kayu),
- c. Pakailah sepatu karet,
- d. Pakailah sarung tangan kulit,
- e. Buatlah anjang-ancang yang baik sebelum pengelasan dimulai,
- f. Pakailah sarung tangan dan tang, waktu mengangkat benda kerja yang panas,
- g. Harus memakai kaca mata pengelasan diwaktu membersihkan terak, terak yang diingini sangat rapuh dan keras gambar 28,
- h. Hindarkan pemakaian dari minyak pelumas lainnya, dan tutup kantong untuk mencegah lompatan bunga api masuk ke dalam,
- i. Ketahui letak alat pemadam kebakaran yang terdekat.



Gambar 28

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.17

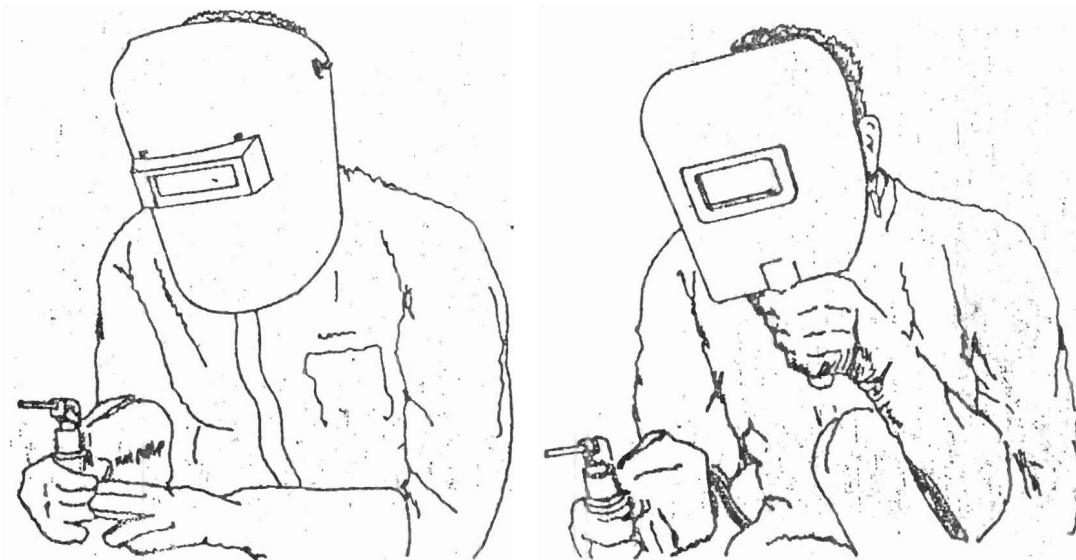
## 2. Alat-alat pelindung

Shield adalah topeng yang dipegang dengan tangan, digunakan untuk melindungi muka dari :

- a. Radiasi infra-red dan ultra violet dari busur,
- b. Sinar tajam dari busur,
- c. Sinar yang berasal dari cairan metal benda kerja.

Helm adalah pelindung yang ditaruh di kepala sehingga kedua tangan bebas diwaktu melakukan pekerjaan.

Alat pelindung ini digunakan untuk melindungi seluruh muka dari pengaruh-pengaruh yang telah diuraikan di atas. Alat ini juga sangat baik dipakai waktu pengelasan di atas kepala (overhead), bentuk dan cara pemakaian dari helem dan shield diperlihatkan pada gambar 29.



Gambar 29.a

Gambar 29.b

Gambar 29

Sumber : Las Busur oleh Tim Jurusan Pabrikasi TTUC Medan 1994 h.18

### 3. Pakaian las

Pakaian las terbuat dari kulit, asbes dan karet. Asbes kurang populer dipakai karena agak kaku, sehingga berpengaruh pergerakan tukang las.

Jenis dari pakaian las adalah: jaket, kep, laras, sarung tangan dan sepatu.

## BAB IV PROSEDUR PENGELASAN

### A. Istilah-Istilah Dalam Pengelasan

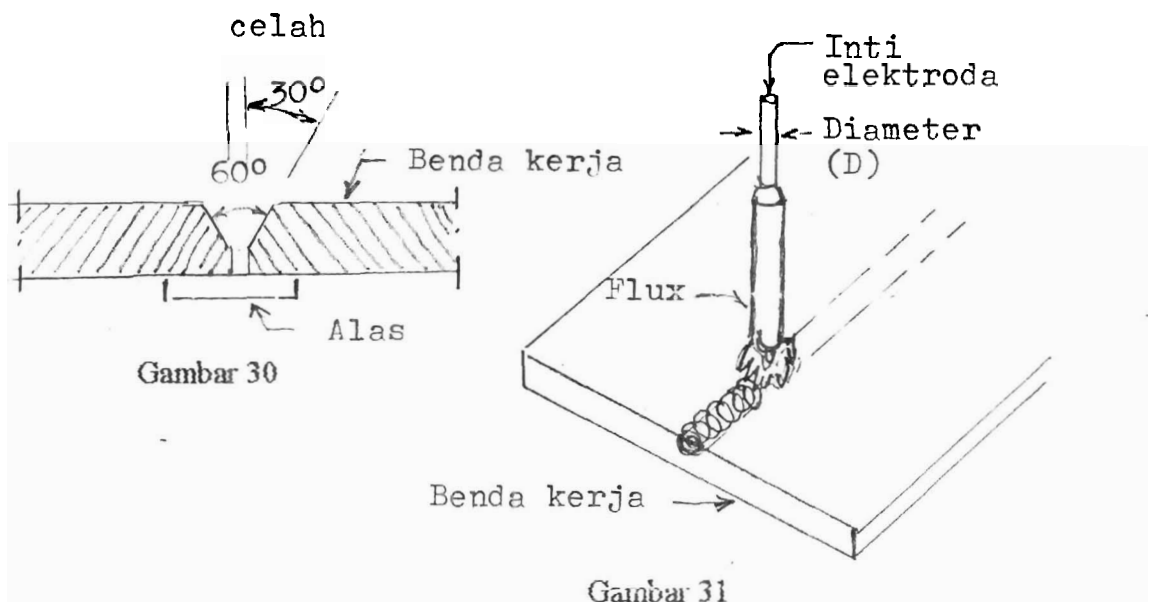
#### 1. Istilah-istilah umum

Kemiringan sisi (*Angle of Bevel*) ialah besar sudut yang akan disambung (gambar 30).

Alat bantu (*barking Bar*) adalah sebuah plat metal yang ditempatkan di bawah, di belakang atau di bawah benda kerja yang akan dilas. Alas ini bertujuan menolong proses pengelasan (mendatarkan benda kerja), tetapi dia tidak bagian dari benda kerja (gambar 30).

Pembantu (*Barkingrip*) ialah metal yang ditempatkan pada sambungan dan menjadi bagian dari benda yang akan disambung.

Bahan tambah (*Deposited Metal*) ialah metal yang ditambahkan ke benda kerja dan sering disebut elektroda. Penambahan dilakukan dengan cara mencairkan dengan perantaraan arus listrik, elektroda mempunyai salutan sekelilingnya yang sering disebut flux. (gambar 31).



Celah (*gap*) adalah jarak antara benda kerja yang akan disambung sebelum pengelasan dilakukan (lihat gambar 30).



Daerah yang dipengaruhi panas (Heat effected zone) adalah bagian dari benda kerja yang mengalami perubahan fisik akibat pengaruh panas pengelasan.

Penembusan (penetration) adalah dalam hasil cairan pengelasan pada benda kerja (metal yang dilas).

Benda kerja (Parent metal) adalah benda kerja atau metal yang akan dilas.

Kecepatan pengelasan (Run) adalah gerak (Speed) pada waktu tukang las melakukan pekerjaan.

Percikan (Spakter) adalah percikan cairan metal yang melompat keluar jalur diwaktu proses pengelasan berlangsung.

Tinggi pengelasan (Reinforcement) adalah kelebihan/ketebalan hasil pengelasan pada permukaan benda kerja (1-2 mm) yang berasal dari cairan elektroda (Deposit).

TOC adalah jarak benda kerja yang dilas (jarak atau lebar deposit yang dinamakan Toc of toc.

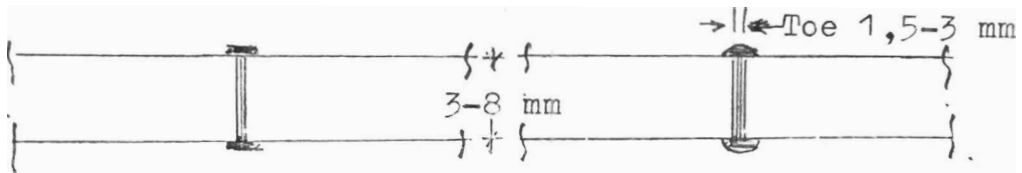
Permukaan hasil pengelasan (Weld Face) adalah permukaan hasil pengelasan yang dapat dilihat dari arah pengelasan.

Urutan pengelasan (Weld sequanc) adalah urutan/sistim pengelasan yang dilakukan dalam rangka mengurangi perubahan bentuk dari benda kerja.

Daerah pengelasan (Weld zone) adalah daerah penyambungan (pencairan) bahan tambah dan benda kerja hingga bersenyawa menjadi satu setelah padat.

## 2. Bentuk-bentuk sambungan

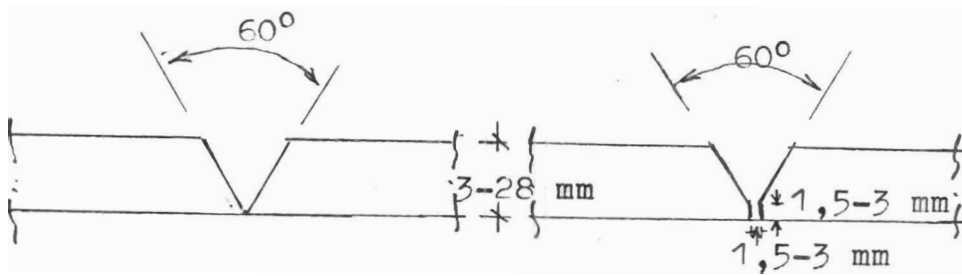
Pengelasan las listrik mempunyai bermacam-macam bentuk jenis sambungan, sering disebut kampuh. Seperti sambungan kampuh I, kampuh V, kampuh  $\frac{1}{2}$  V, kampuh X, kampuh  $\frac{1}{2}$  X (kampuh K) dan kampuh U, bentuk dari sambungan kampuh diperlihatkan seperti gambar di bawah ini.



Tanpa celah

Terbuka

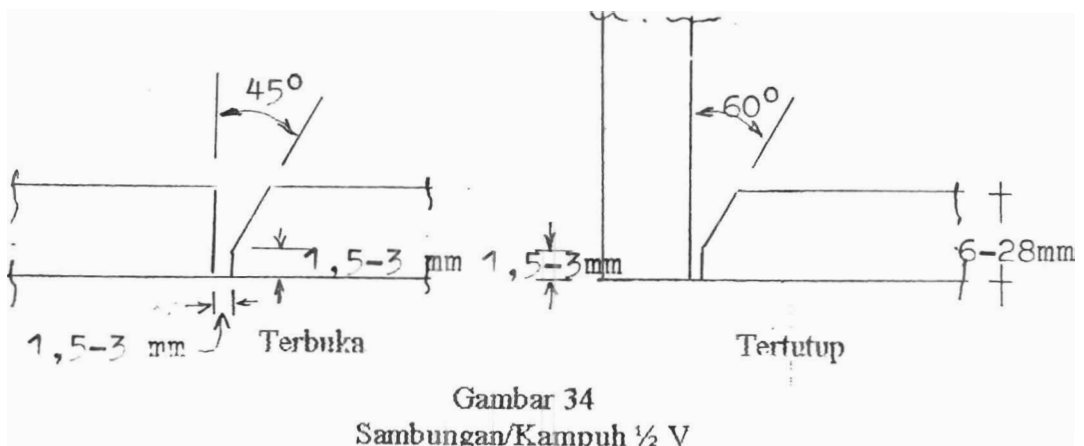
Gambar 32  
Sambungan/Kampuh I



Tertutup

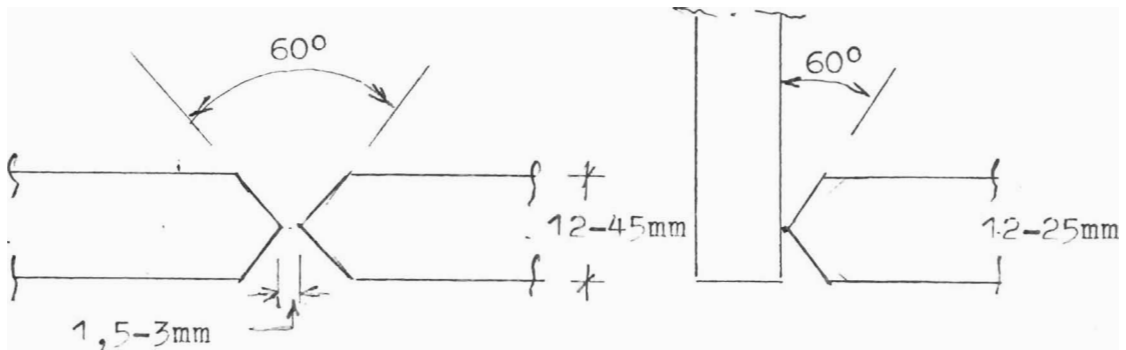
Terbuka

Gambar 33  
Sambungan/Kampuh V



Gambar 34  
Sambungan/Kampuh 1/2 V

ILIK PI  
NIV. NE  
JSTAKAAN  
I PADANG

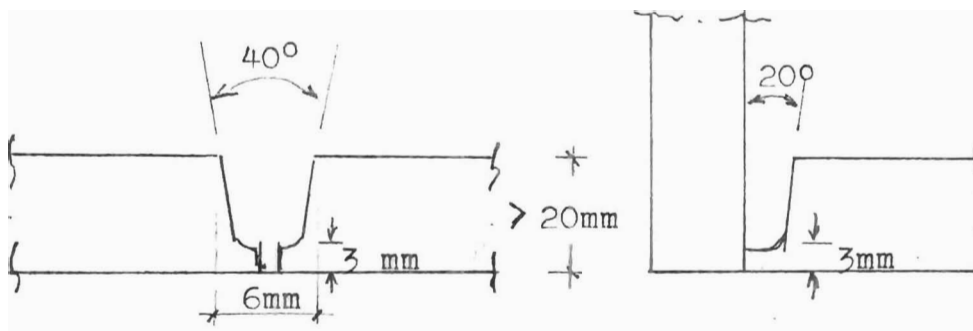


Gambar 35

Gambar 36

Sambungan/Kampuh X

Sambungan/Kampuh 1/2 X



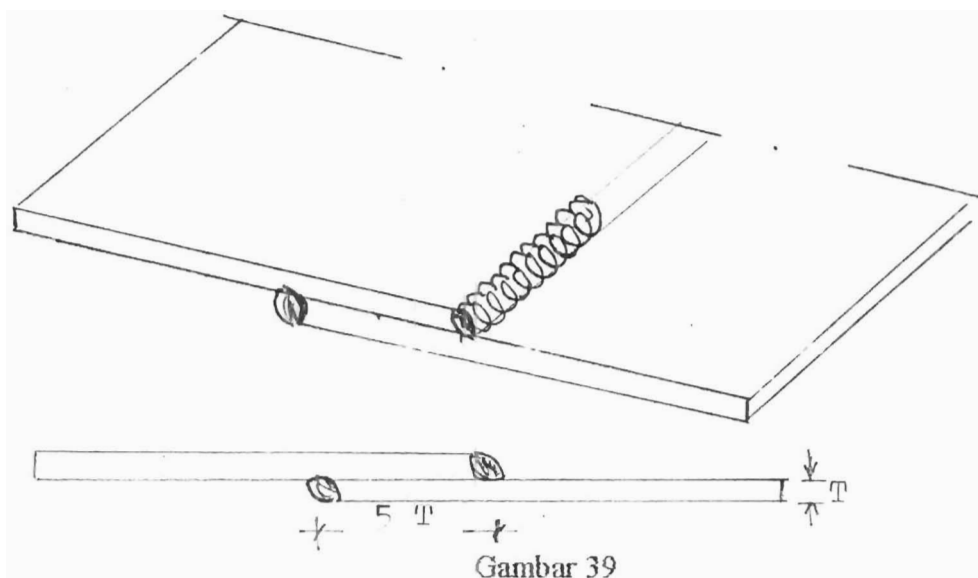
Gambar 37

Gambar 38

Sambungan/Kampuh U

Sambungan/Kampuh 1/2 U

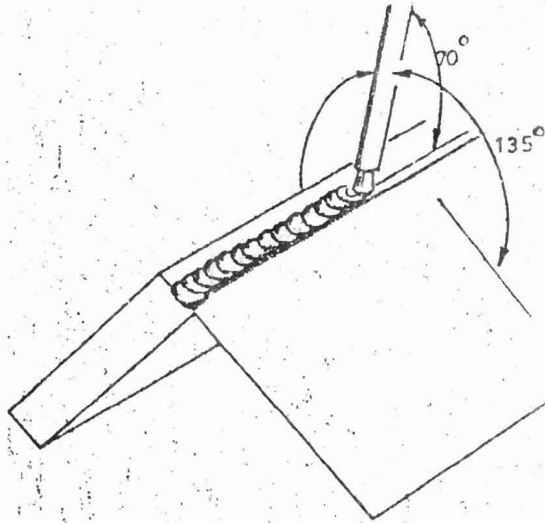
Sambungan tumpang (lap joint) adalah penyambungan antara dua buah metal, dimana kedua ujungnya saling berdempetan dengan panjang Dempetan = 5 T (T = tebal benda kerja) gambar 39.



Gambar 39

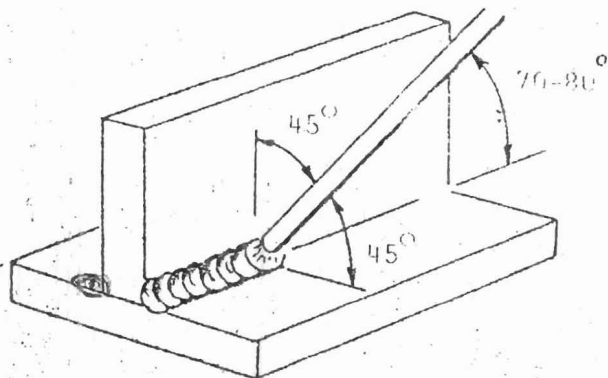
Pengisian (filkt joint) adalah penyambungan dua metal, dimana kedua ujungnya membentuk sudut atau salah satu ujung pada permukaan yang satu lagi. Sambungan berbentuk siku ( $90^\circ$ ) dan berbentuk T (Tee).

Gambar 40.



Gambar 40.a

Sambungan Siku

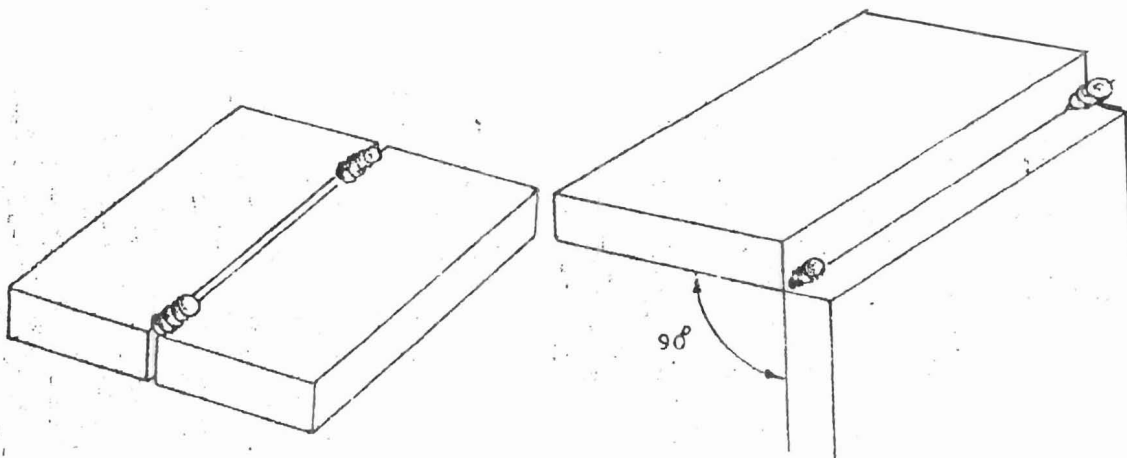


Gambar 40.b

Sambungan T

Gambar 40

Los catat (Tack Weld) adalah pengelasan titik/pendek pada jalur pengelasan (penyambungan) bertujuan agar benda kerja tetap berbentuknya setelah pengelasan berlangsung atau mempertahankan posisinya (gambar 41). Jarak las catat 3-4 x tebal plat, maksimum 35 mm.



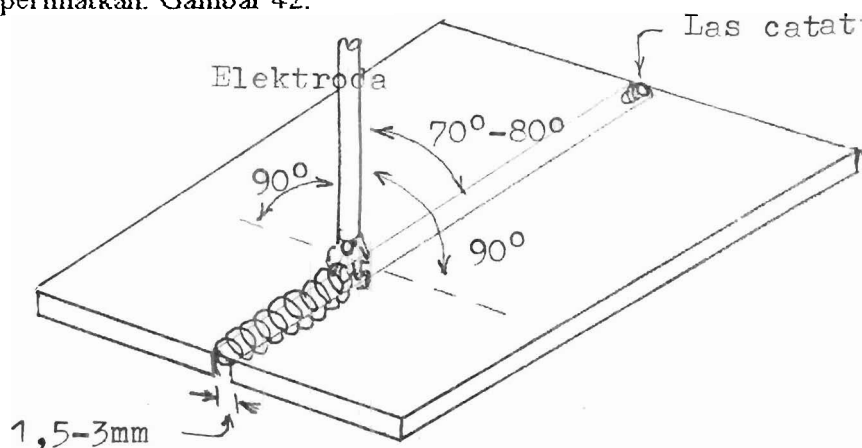
Gambar 41

### 3. Posisi Pengelasan

#### a. Di bawah tangan (flat)

Posisi ini adalah paling mudah pelaksanaannya bila dibandingkan dengan cara lainnya, sehingga sangat populer dalam dunia industri pengelasan.

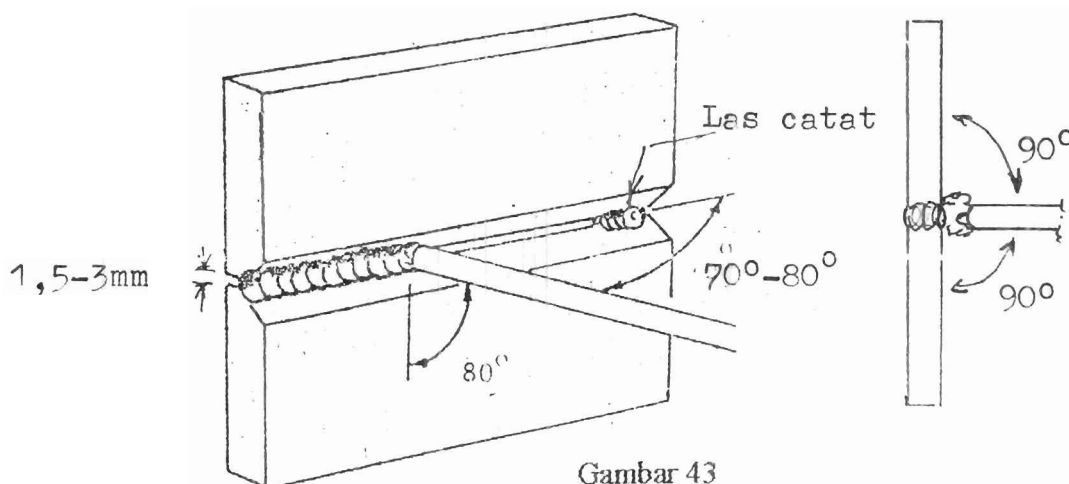
Letak benda kerja diatur sedemikian rupa agar busur mengarah ke bawah, dimana letak elektroda pada posisi pengelasan benda kerja diperlihatkan. Gambar 42.



Gambar 42

#### b. Mendatar (Horizontal)

Pada posisi ini kedudukan benda kerja dan arah pengelasan datar, untuk mengontrol jatuhnya cairan elektroda tukang las harus menaruh busur sedikit ke atas pada waktu pengelasan berlangsung, gambar 43.

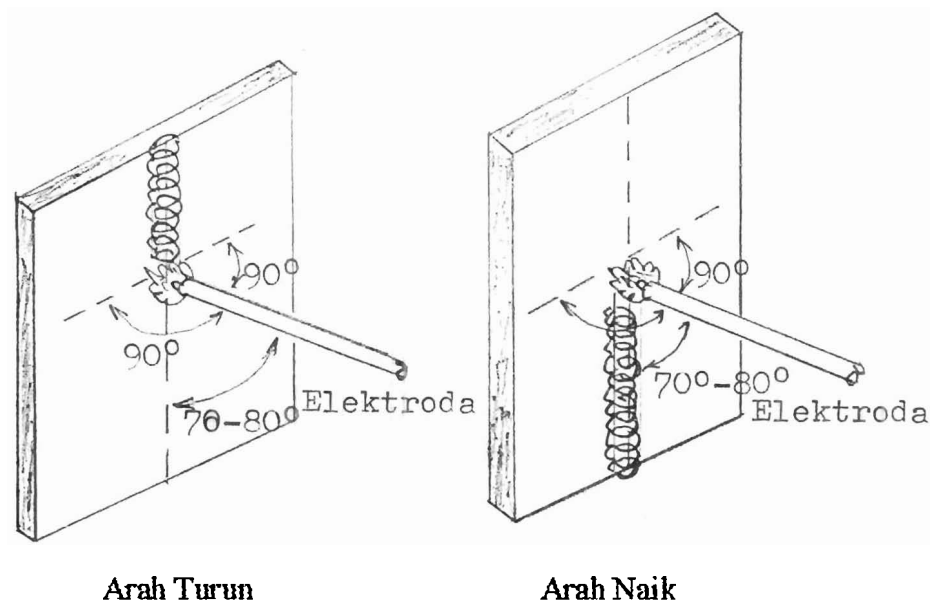


Gambar 43

c. Tegak Lurus (Vertical)

Benda kerja dan permukaan benda kerja yang akan dilas posisinya tegak lurus gerakan elektroda (arah pengelasan) tegak lurus ke atas atau ke bawah (naik atau turun).

Arah naik, pengelasan untuk benda kerja yang tebal, sedangkan arah turun untuk benda kerja yang tipis. (gambar 44)



Gambar 44

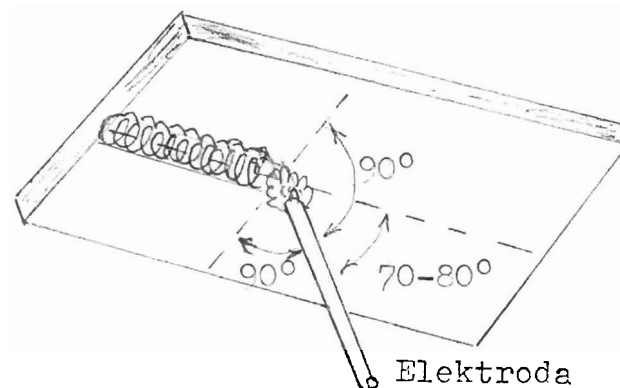
d. Di atas kepala (over head)

Pengelasan dengan posisi ini paling sukar dan sering hasilnya tidak baik. Hal ini tukang las harus tahu bahwa cairan benda kerja dan elektroda cenderung menetes ke bawah, bahkan bisa mengenai badan tukang las.

Maka untuk mendapatkan hasil yang baik tukang las harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- 1) Arus listrik jangan terlalu besar, agar cairan metal cepat membeku kembali,
- 2) Elektroda tegak atau dimiringkan kira-kira  $10-20^\circ$  benda kerja ( $70^\circ-80^\circ$ ) kearah pengelasan dan  $90^\circ$  kearah kiri dan kanan benda kerja. (gambar 45),
- 3) Gerakkan elektroda jangan diayun,

- 4) Busur elektroda dibuat sependek mungkin,
- 5) Gerakkan elektroda diusahakan agak cepat, supaya logam yang cair dapat mendingin kembali.



Gambar 45

### B. Sebab-Sebab Kesalahan dan Pencegahannya.

Sebab-sebab kesalahan dalam pengelasan pada umumnya disebabkan oleh kesalahan teknik pengelasan. Beberapa kesalahan dan bagaimana cara pencegahannya seperti berikut;

#### 1. Penembusan tidak sempurna (Incomplete penetration)

##### a. Penyebabnya

- 1) Elektroda yang terlampau besar untuk penyambungan tersebut,
- 2) Ampere yang terlampau rendah,
- 3) Antara (gap) bagian-bagian yang dilas terlampau sempit,
- 4) Kemiringan elektroda tidak cocok,
- 5) Ukuran urutan yang tidak benar dalam pengelasan,
- 6) Busur terlampau panjang.

##### b. Pencegahannya

- 1) Pergunakanlah diameter elektroda yang sesuai,
- 2) Naikkan ampere ,
- 3) Perbesar antara (gap) benda kerja,
- 4) Ikuti urutan-urutan pengelasan ,
- 5) Perhatikan sudut atau kemiringan elektroda,

- 6) Atur panjang busur yang sesuai dengan diameter inti elektroda yang dipakai.
2. Kekurangan penembusan (lack of penetration)
    - a. Penyebabnya
      - 1) Elektroda diameter kecil yang dipergunakan pada benda-benda dingin,
      - 2) Ampere yang sangat rendah,
      - 3) Sudut (kemiringan) elektroda salah,
      - 4) Kecepatan pengelasan tidak constant (rata),
      - 5) Benda kerja yang dilas kotor,
      - 6) Urutan yang salah dalam pengelasan ganda (multi-run)
    - b. Pencegahannya
      - 1) Pergunakan diameter elektroda yang lebih besar (pemanasan pendahuluan benda kerja dapat dilakukan),
      - 2) Naikkan ampere,
      - 3) Atur kemiringan (posisi) elektroda yang tepat terhadap benda kerja,
      - 4) Atur kecepatan pengelasan yang konstan (cukup penembusan),
      - 5) Bersihkan benda yang akan disambung sebelum pengelasan,
      - 6) Turuti urutan pengelasan.
  3. Cembung (Convexity)
    - a. Penyebabnya – Amper terlalu rendah,
    - b. Pencegahan – naikkan amper
  4. Cekung (concavity)
    - a. Penyebabnya – Amper terlampau tinggi,
    - b. Pencegahan – Turunkan amper
  5. Termasuknya terak (inklusiun slag)
    - a. Penyebabnya
      - 1) Terak dapat tertinggi dalam undercut pada pengelasan pendahuluan,
      - 2) Penyambungan terlampau sempit,
      - 3) Type elektroda tidak sesuai (salah) untuk posisi pengelasan.



b. Pencegahannya

- 1) Bersihkan terak dari undercut dan las dengan diameter elektroda yang lebih kecil untuk pengelasan berikut,
- 2) Buatlah antara (*gap*) yang sesuai untuk mendapatkan penetrasi yang cukup.
- 3) Gunakan type elektroda yang sudah ditentukan kepada siapa posisi tertentu.

6. Undercut

Undercutting adalah memperkecil penampang, dan mengurangi kekuatan sambungan karena pengaruh terak yang tertinggal.

a. Penyebabnya

- 1) Ampere yang tinggi
- 2) Busur yang terlampaui panjang
- 3) Sudut (kemiringan) elektroda tidak rapat
- 4) Elektroda terlampaui besar untuk penyambungan tersebut.
- 5) Celah yang tidak cukup untuk ayunan elektroda.

b. Pencegahannya

- 1) Turunkan ampere
- 2) Atur panjang busur
- 3) Letakan elektroda simetris terhadap bagian-bagian benda yang disambung.
- 4) Gunakan diameter elektroda yang lebih kecil.
- 5) Atur celah kedua benda kerja sehingga elektroda dapat diayun.

### C. Memilih Besar Arus Listrik

Pemilihan besar arus dalam mengelas tergantung pada diameter dan jenis elektroda yang dipakai, tiap elektroda mempunyai amper (besar arus) minimum dan maksimum dari pabrik yang membuatnya.

Besar arus setiap elektroda dapat dilihat pada kotaknya, pada tabel II di bawah ini diperlihatkan tipe elektroda dan besarnya arus untuk elektroda baja lunak.

**TABEL II**  
**Amper Untuk Baja Lunak**

Diameter Elektroda (mm)	Tipe Elektroda					
	E.6010	E.6014	E.7018	E.7024	E.7027	E.7028
2,4		80-125	70 -100	100-145		
3,2	80-120	110-180	115-165	140-190	125-185	140-190
4	120-180	150-210	150-220	180-250	160-240	180-250
4,8	150-200	200-275	200-275	230-305	210-300	230-305
5,6		260-340	260-340	275-365	250-350	275-365
6,4		330-415	315-400	335-430	300-420	335-430
8		390-500	375-470			

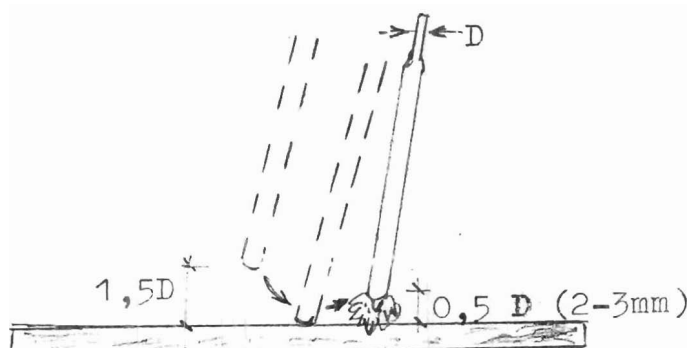
Sumber : Petunjuk Praktek Las Asitelin dan Las Listrik

Oleh Didikh Suryana dan Djaidar Sidabutar th. 1976.h. 101.

Dalam pengelasan tukang las sebaiknya mengambil besar arus pertengahan. Contoh elektroda E.6014 diameter 2,4 mm, minimum 80 A dan maksimum 125 A. Sehingga penyetelan diambil amper 92 A (93.A) pada mesin las.

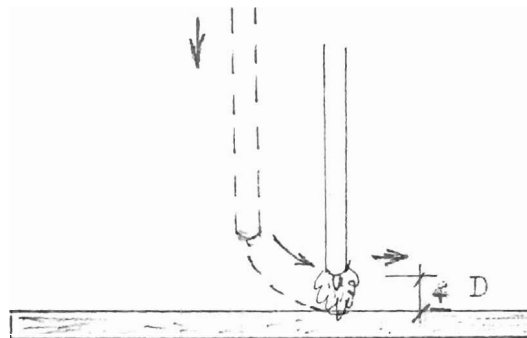
#### D. Cara Menyalakan Busur

Untuk memperoleh busur las yang baik, diperlukan pengaturan arus (Amper) yang sesuai dengan tipe dan ukuran elektroda. Bila mesin yang dipakai AC, pengutuban tidak menjadi persoalan, sehingga dalam menyalakan elektroda dapat dilakukan dengan cara menggoreskannya pada benda kerja (plat) seperti menggoreskan korek api (gambar 46).



Gambar 46

Jika mesin las yang dipakai DC, pengutuban elektroda adalah kutub terbalik, maka menyalakan busur elektroda disentuhkan. (gambar 47).



Gambar 47

Setelah terjadi busur, lindungilah mata secepat mungkin dengan masker las. Jika elektroda lengket pada benda kerja, putuskan arus (Switch off) secepat mungkin dan lepaskan elektroda dari tang las, kemudian lepaskan elektroda dari benda kerja dengan pahat besi, sebaiknya jangan menggoyangkan dengan tangan.

Bila busur terbentuk (nyala) elektroda mulai mencair bersamaan dengan benda kerja dan gerakkan elektroda arah maju untuk mendapatkan rigi-rigi las. Gerakkan elektroda arah maju dalam pengelasan sangat baik, karena lebar cairan untuk membentuk rigi-rigi las kira-kira 1,5 – 2 x diameter elektroda.

#### 1. Pengaruh panjang busur

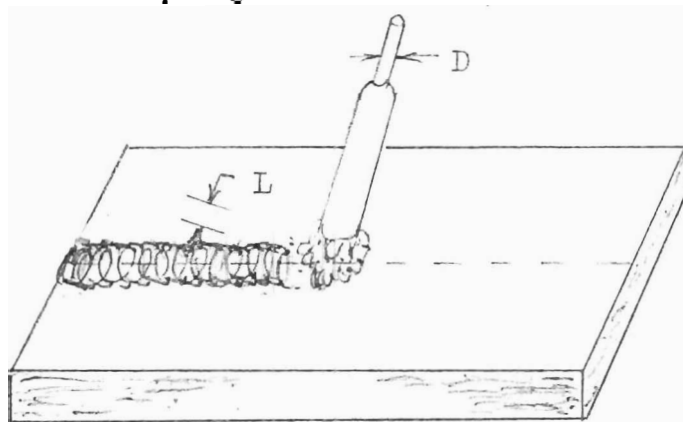
Ukuran busur sangat menentukan hasil pengelasan yang baik dan besar kecil voltase busur.

Panjang busur 6 mm voltasenya 3 kali dari panjangnya 2 mm. Maka dalam pengelasan panjang busur yang baik adalah sama dengan diameter elektroda yang dipakai, hal ini dapat diketahui dari suara busur ukuran panjang busur yang sering terjadi dalam pengelasan terdiri atas tiga macam yaitu:

##### a. Panjang busur tepat ( $L = D$ )

Bila panjang busur tepat ( $L = D$ ), cairan akan mengalir dan mengendap dengan baik dan akan menghasilkan :

- 1) Rigi-rigi las halus dan baik,
  - 2) Tembusan las baik,
  - 3) Perpaduan dengan benda kerja baik,
  - 4) Percikan teraknya baik,
- Hal ini terlihat pada gambar 48.



$$L = 0,5 D$$

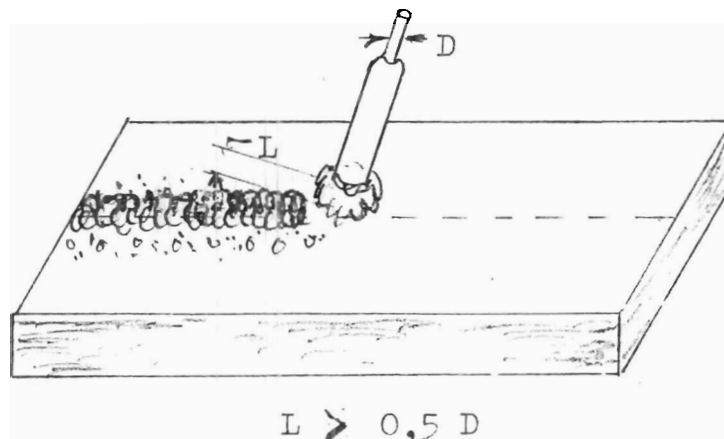
Gambar 48

b. Busur terlalu panjang

Bila busur terlalu panjang, maka timbul bagian-bagian yang terbentuk bola dari cairan elektroda sehingga menghasilkan:

- 1) Rigi-rigi las kasar,
- 2) Tembusan las dangkal (rendah),
- 3) Percikan teraknya kasar dan keluar jalur las.

Hasil pengelasan hal ini terlihat pada gambar 49.



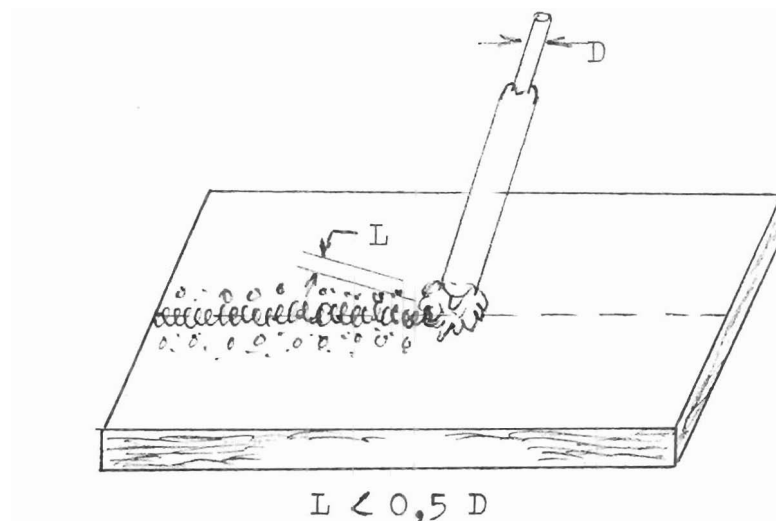
$$L > 0,5 D$$

Gambar 49

c. Busur terlalu pendek

Bila busur las terlalu pendek, akan sukar memeliharanya dan sering terjadi pembekuan di ujung elektroda pada pengelasan (gambar 50). Hal ini akan menghasilkan:

- 1) Rigi-rigi las tidak merata,
- 2) Tembusan las tidak baik,
- 3) Percikan terak kasar dan berbentuk bola-bola.



Gambar 50

2. Pengaruh kecepatan pengelasan

Setelah busur terjadi, penambahan cairan elektroda ke cairan metal terjadi dengan jumlah yang merata (sama).

Dengan kecepatan yang rata diatur dengan memperhatikan besar diameter cairan terak yang terdahulu dengan yang terjadi, lebar kira-kira  $1 \frac{1}{2}$  - 2 kali diameter elektroda.

Kecepatan pengelasan tergantung pada:

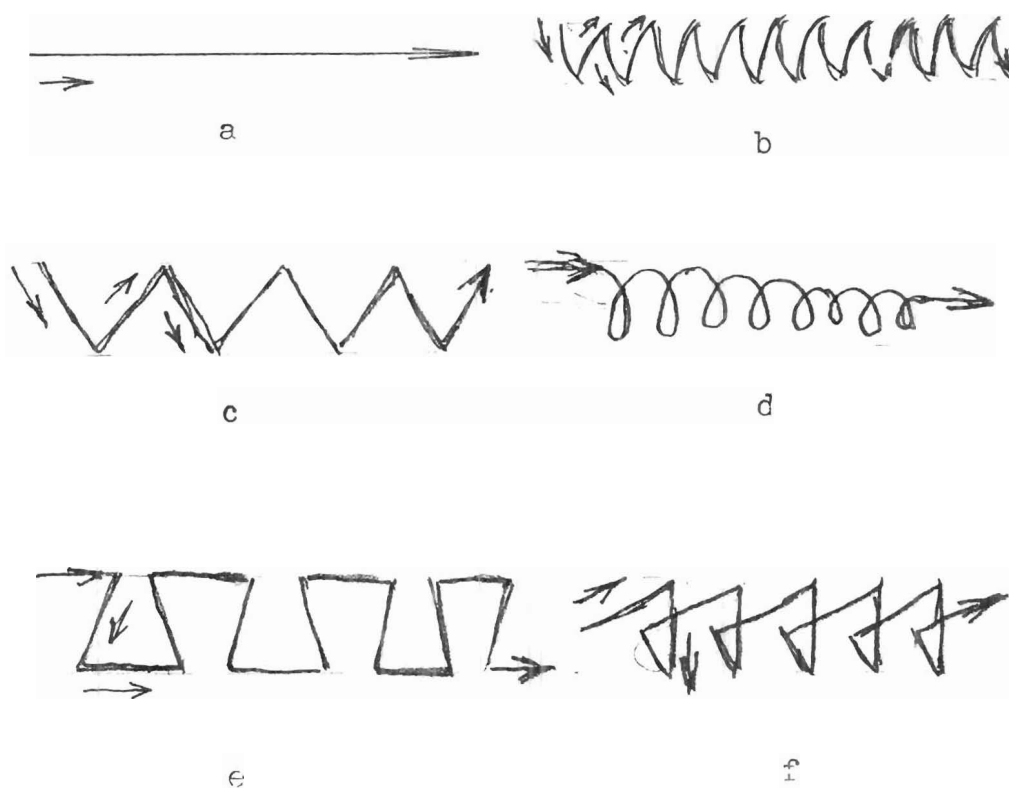
- a. Ukuran diameter elektroda,
- b. Besar ampere,
- c. Tebal pelat yang dilas

Gerak pengelasan yang cepat akan menghasilkan, hasil pengelasan yang sempit atau kecil.

Gerak pengelasan yang lambat akan menghasilkan, pengelasan yang lebar dan tinggi. Bila mempelajari kecepatan pengelasan yang baik, mulailah mengelas dengan gerak elektroda yang lambat sepanjang benda kerja. Saudara akan melihat dengan jelas pembentukan rigi-rigi.

#### E. Gerakan Elektroda.

Setelah bisa menyalakan elektroda, maka dalam mengelas tukang las sering melakukan gerakan elektroda dengan mengayunnya. Hal ini dilakukan agar hasil pengelasan baik dan kuat, terutama sekali untuk benda kerja yang tebal dan lebar. Mengayun elektroda berarti menggerakannya dari sisi ke sisi sepanjang jalur las, lebar ayunan 3-5 kali diameter elektroda. Bentuk ayunan elektroda banyak sekali, tetapi yang lazim dipergunakan tukang las seperti gambar 51.



Gambar 51  
Bentuk Gerakan Elektroda

Keterangan gambar 51

a = tanpa ayunan untuk benda kerja tipis

b = ayunan setengah lingkaran untuk benda kerja yang tebalnya cukup.

c = Ayunan zikzak untuk benda kerja setengah tebal.

d = ayunan lingkaran untuk benda kerja setengah atau tebal

e = Ayunan trapesium/segi empat untuk pengelasan benda kerja tebal.

f = Ayunan segi tiga khusus untuk benda yang tebal-tebal

## F. Mengelas Dengan Las busur Listrik

### 1. Membuat rigi-rigi las

Sebelum pengelasan dilakukan benda kerja harus dibersihkan dari kotoran (abu, minyak, cat dan karat) serta dibuatkan garis berbentuk titik sebagai pedoman untuk meluruskan waktu mengelas.

Untuk mendapatkan hasil rigi-rigi las yang baik, diameter elektroda yang dipakai usahakan sama dengan tebal benda kerja, sedangkan besar arus disesuaikan dengan diameter elektroda. (lihat pada kota elektroda).

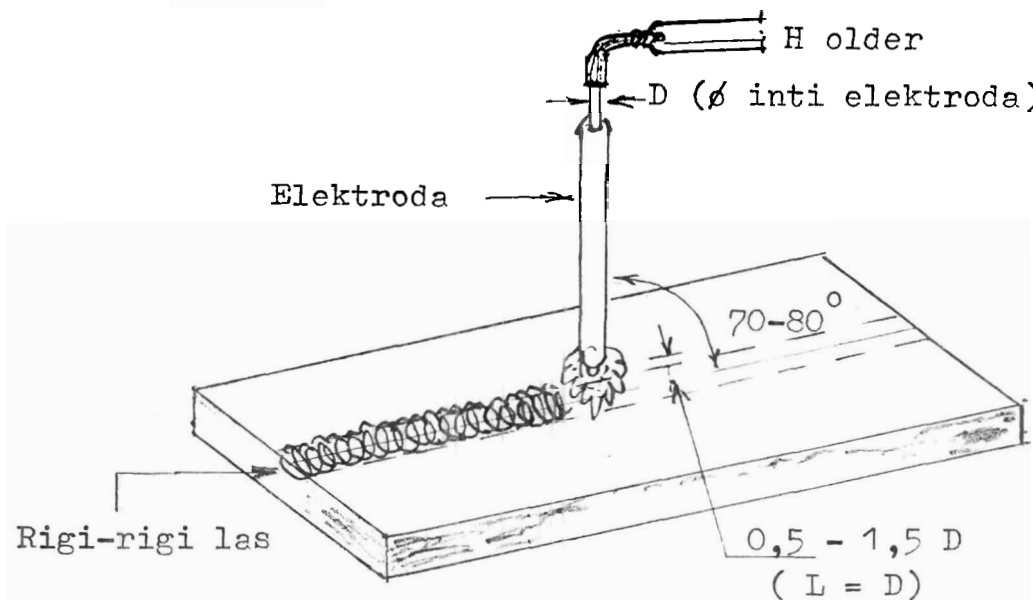
Sewaktu pengelasan dilakukan usahakan elektroda tetap membentuk sudut  $70^\circ - 80^\circ$  dengan arah pengelasan dan membentuk sudut  $90^\circ$  kiri kanan serta berjarak  $0,5 - 1,5.D$  ( $L = D$ ) dengan benda kerja (gambar 52). Dalam menjalankan elektroda diusahakan konstan dan diayun melingkar.

D = diameter inti elektroda

Urutan pekerjaan dalam pembuatan rigi-rigi las perhatikan langkah-langkah dan gambar di bawah ini.

1. Siapkan alat dan bahan yang diperlukan,
2. Periksa alat apakah sudah siap pakai,
3. Ambil bahan (plat) dan potonglah sesuai dengan ukuran pekerjaan,
4. Kikir sisi-sisi plat dan bersihkan plat dari kotoran,
5. Buat garis titik-titik/tanda pengelasan sesuai dengan kampuh yang diinginkan,
6. Stel besar arus sesuai dengan petunjuk besar diameter elektroda (lihat kotak elektroda).

7. Letakkan plat/benda kerja di atas meja kerja dan jepitkan massa las pada benda kerja atau benda lain yang dapat mengantarkan arus ke benda kerja,
8. Jepitkan elektroda pada penjepitnya (holder) hingga kuat,
9. Hidupkan mesin las,
10. Goreskan elektroda ke benda kerja sampai menyala dan atur jarak elektroda dengan benda kerja  $0,5 - 1,5 D$  ( $L=D$ ),
11. Buat rigi-rigi las dengan cara menggerakkan elektroda secara melingkar,
12. Bila pekerjaan telah selesai matikan nyala api elektroda dengan cara menekan sedikit elektroda ke benda kerja dan kemudian diangkat,
13. Matikan mesin las dan letakkan holder pada tempat yang aman,
14. Ambil benda kerja dan bersihkan dengan palu las dan sikat baja, kemudian celupkan ke dalam air hingga dingin dan periksa hasil pengelasan.



Gambar 52

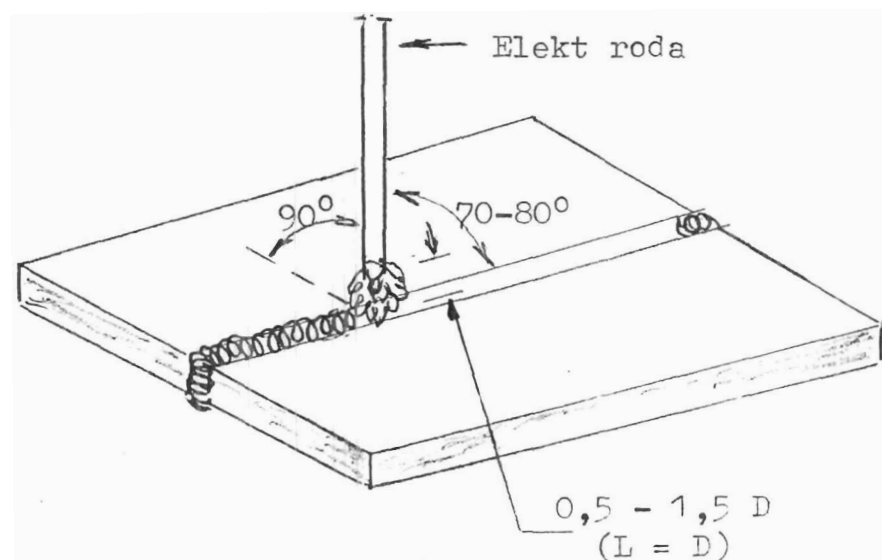
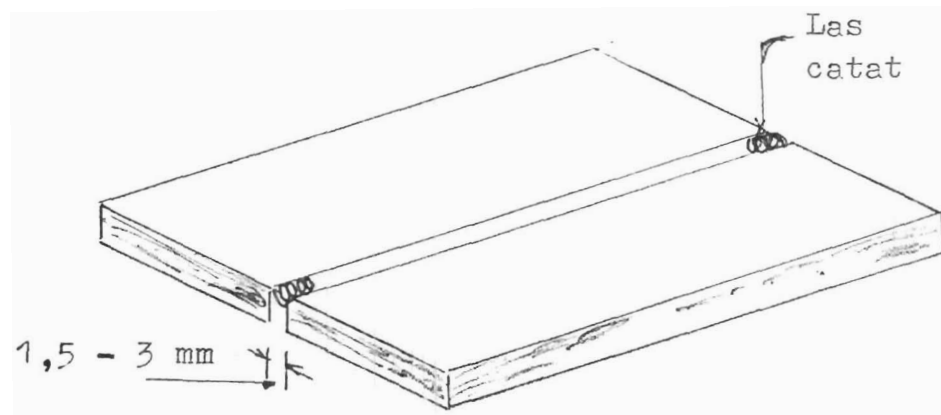
## 2. Menyambung lurus sistem kampuh I

Sambungan kampuh I dipakai khusus untuk plat tipis (2-3 mm).

Dalam pengelasan kedua ujung plat yang akan disambung diharuskan lurus dibersihkan dari kotoran plat yang akan disambung



diletakkan datar kedua-duanya dan berjarak 1,2 – 3 mm. Supaya jarak plat tetap maka ujung-ujung (setiap jarak 100 mm) diberi las catat. Pengelasan pertama dimulai pada salah satu ujung benda kerja tampak cair barulah elektroda digerakkan secara melingkar, sedangkan posisi elektroda harus diusahakan membentuk sudut  $70^{\circ}$  -  $80^{\circ}$  arah pengelasan  $90^{\circ}$  kiri kanan serta berjarak  $0,5 - 1,5.D$  ( $L=D$ ) dengan benda kerja (gambar 53). Hasil pengelasan harus diusahakan sampai menembus benda kerja dan tinggi kelebihan di atas permukaan plat berkisar  $1/2$  tebal plat, sehingga hasilnya berbentuk huruf L.



Gambar 53

Urutan pekerjaan perhatikan langkah-langkah sebagai berikut:

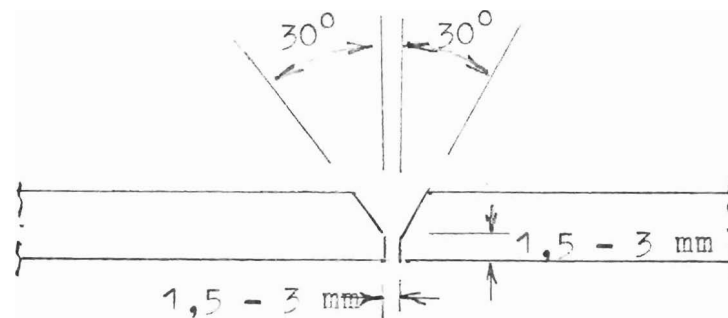
1. Persiapkan alat, perlengkapan dan bahan yang diperlukan.
2. Periksa alat dan perlengkapan apa sudah siap pakai.
3. Ambil bahan (plat) dan potonglah sesuai dengan ukuran pekerjaan.
4. Kikir sisi plat, terutama sisi yang akan disambung dan dibersihkan dari kotoran.
5. Letakkan benda kerja di atas meja kerja sehingga kedua sisi bawahnya rata dan mempunyai jarak 1,5 – 3 mm antara sisi-sisi plat yang akan disambung.
6. Jepit elektroda pada holder (penjepitnya).
7. Jepitkan massa las pada benda kerja atau logam lainnya yang dapat mengantarkan arus ke benda kerja.
8. Stel besar arus sesuai dengan petunjuk elektroda (lihat pada kotak elektroda).
9. Hidupkan mesin las.
10. Goreskan elektroda ke benda kerja sampai menyala dan atur jarak elektroda dengan benda kerja  $L = D$  serta membuat sudut  $70^{\circ}$ - $80^{\circ}$  terhadap arah pengelasan dan  $90^{\circ}$  kiri kanan benda kerja.
11. Kunci/las catat kedua, ujung plat yang akan disambung (setiap jarak 100 mm).
12. Ayunlah elektroda secara melingkar pelan-pelan mulai dari salah satu sampai ke ujung satu lagi, sehingga rigi-rigi las menutup kedua pinggir plat yang disambung.
13. Matikan nyala api elektroda dengan cara menekan elektroda sedikit ke benda kerja kemudian diangkat.
14. Bersihkan benda kerja dengan palu las dan sikat baja serta celupkan ke dalam air.
15. Periksa hasil pekerjaan apakah telah sesuai dengan yang diinginkan bila belum diperbaiki kembali.

Selama saudara mengelas, belajarliah membedakan cairan antara metal dan terak. Cairan terak akan muncul berasap dan lebih terang dari cairan metal.

Cairan terak akan condong mengikuti benda cairan metal dan terapung di atas metal yang dingin.

### 3. Menyambung lurus sistem kampuh V

Pengelasan untuk sambungan kampuh V dapat dilakukan sekali atau lebih tergantung pada tebal plat yang disambung. Sisi plat yang akan disambung dikikir miring  $30^\circ$  dengan tebal bibir sisi dibuat 1,5 – 3 mm serta jarak bibir kedua plat dibuat 0,5 – 3 mm (gambar di bawah ini).

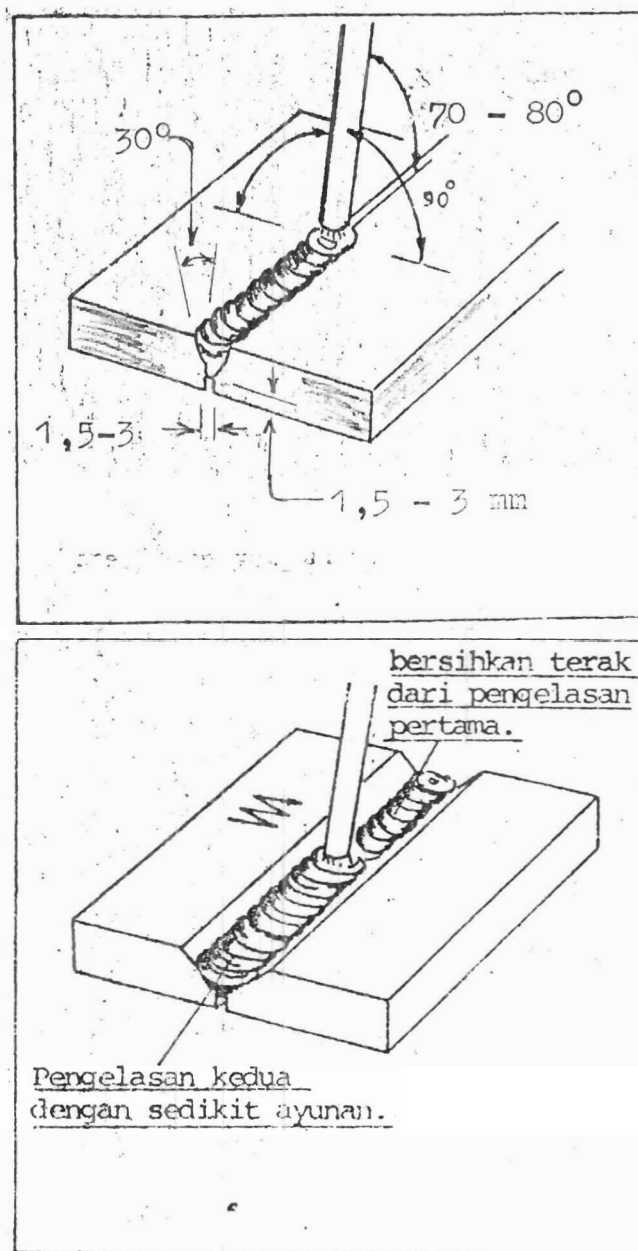


Kampuh V  
Gambar 54

Posisi elektroda dalam pengelasan 70-80 arah pengelasan dan 90 kiri kanan serta berjarak 0,5-1,5.D ( $L=D$ ) terhadap benda kerja (gambar 55).

Diameter elektroda yang dipakai usahakan sama dengan tebal plat, minimum diameter 4 mm dan besar arus disesuaikan dengan diameter elektroda (lihat pada kotak elektroda).

Hasil pengelasan harus dimiringkan terisi penuh atau berlebih  $\frac{1}{2}$  tebal plat di atas permukaan plat, sengan demikian pengeelasan mungkin terjadi beberapa kali.



Gambar 55

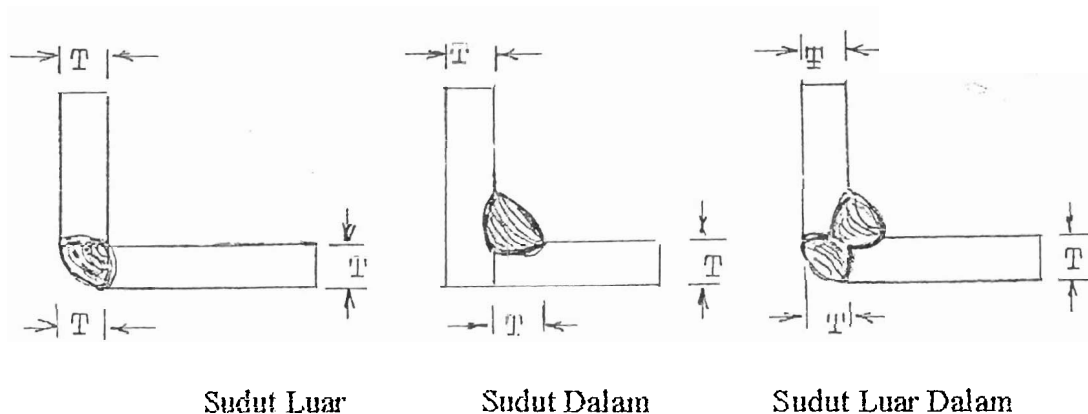
Urutan pekerjaan perhatikan langkah-langkah di bawah ini:

- Siapkan alat, perlengkapan dan bahan yang diperlukan,
- Periksa kondisi alat dan perlengkapan apakah sudah siap pakai,
- Ambil bahan (plat) dan potonglah sesuai dengan ukuran pekerjaan,
- Bersihkan plat dari kotoran dan gerindalah pada bahagian yang akan disambungkan dengan kemiringan seperti gambar 54,

- e. Cek kemiringan hasil gerinda apakah sudah sesuai dengan gambar 54,
- f. Letakkan plat di atas meja kerja, kedua sisi yang digerinda berhadapan dengan jarak bibir 1,5-3 mm,
- g. Jepit elektroda pada holder,
- h. Hubungkan massa pada benda kerja atau logam lainnya yang dapat menghantarkan arus ke benda kerja,
- i. Stei besar arus sesuai dengan diameter elektroda (lihat pada kotak elektroda),
- j. Hidupkan mesin las,
- k. Goreskan elektroda pada benda kerja sampai menyala,
- l. Buatlah las catat pada ujung-ujung atau setiap jarak 100 mm benda kerja,
- m. Atur jarak goresan elektroda dan sudut yang dibuat terhadap benda kerja,
- n. Ayun elektroda pelan-pelan hingga membentuk rigi-rigi las dalam kampuh V sampai ke ujung pengelasan,
- o. Bersihkan kampuh dari trak-trak dan bila kampuh belum penuh ulangi pengelasan seperti langkah 11-14 hingga kampuh penuh,
- p. Matikan nyala api elektroda dengan jalan mengangkat elektroda secepat mungkin,
- q. Matikan mesin las dan letakkan holder pada tempat yang aman,
- r. Bersihkan benda kerja dari trak-trak pengelasan dan perisakan, apakah sudah baik bila belum ulangi sampai baik.

#### 4. Pengelasan sudut siku

Pengelasan dapat dilakukan dengan sistem kampuh sudut luar, sudut dalam dan kampuh luar dalam (kampuh ganda) lihat gambar 56.



Gambar 56

Dalam pengelasan plat diletakkan membentuk  $90^\circ$  dan diberi las catat terlebih dahulu supaya sudut jangan berubah.

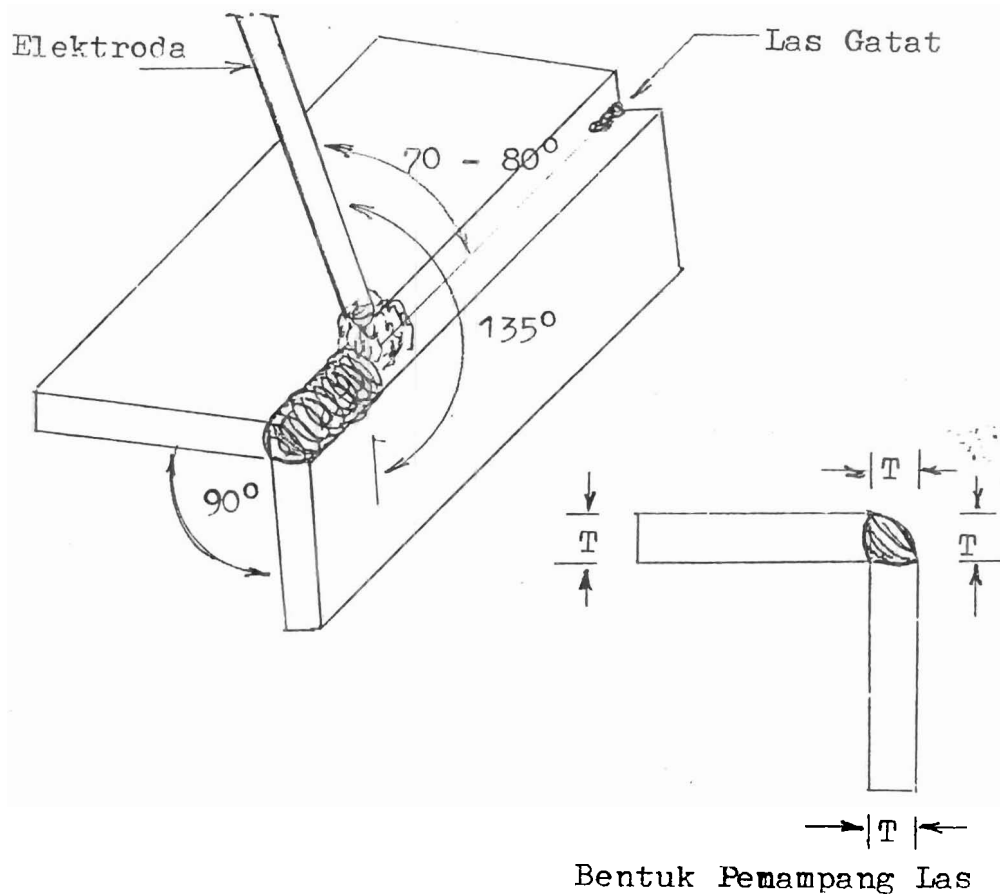
Posisi pengelasan, elektroda membentuk sudut  $70^\circ$ - $80^\circ$  terhadap arah pengelasan dan membuat sudut  $135^\circ$  arah bidang plat.

Elektroda yang dipakai usahakan sama dengan tebal plat dan besar arus sesuaikan dengan diameter elektroda (lihat pada kotak alat).

Urutan pekerjaan ikutilah langkah-langkah dan diperlihatkan pada gambar di bawah ini.

1. Siapkan alat, perlengkapan dan bahan yang diperlukan,
2. Periksa kondisi alat dan perlengkapan apakah sudah siap pakai,
3. Ambil bahan (plat) dan potonglah sesuai pekerjaan,
4. Bersihkan plat dari minyak dan kotoran lainnya,
5. Letakkan plat di atas meja kerja yang membuat sudut  $90^\circ$  sesamanya (berbentuk kampuh V) pada sisi luarnya,
6. Ikat dengan kawat/tali dan cek kesikuannya,
7. Jepit elektroda pada holder,
8. Hubungkan massa las pada benda kerja atau logam lainnya yang dapat menghantarkan arus ke benda kerja,
9. Stel besar arus sesuaidengan diameter elektroda (lihat tabel elektroda),
10. Ambil masker las dan goreskan elektroda pada benda kerja sampai menyala,

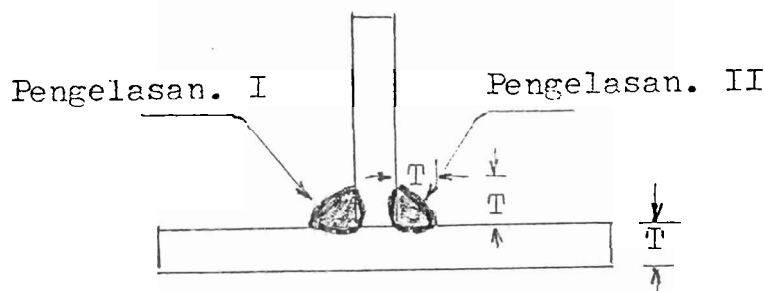
11. Buat las catat pada ujung-ujung benda kerja dan cek kesikuan sambungan,
12. Buka pengikat benda kerja,
13. Mulailah mengelas dari ujung ke ujung lainnya dengan menjalankan elektroda pelan-pelan dan diayun secara melingkar sebarat pinggir kampuh,
14. Bila pengelasan selesai matikan mesin las dan letakkan holder pada tempat yang aman,
15. Ambil benda kerja dan pukullah dengan palu las hingga trak-trak terbang,
16. Perhatikan hasil apakah sudah penuh mengisi ruangan kampuh yang berbentuk segitiga sama sisi dan sisinya sama dengan tebal plat.



Gambar 57

### 5. Pengelasan sudut T

Pengelasan menyambung sudut siku bentuk T ini berarti pengisian sambungan antara dua sisi plat yang membentuk kampuh V timbal balik yang dilas pada sudut dalam. Pengelasan harus mempunyai segitiga sama sisi dengan panjang sisi sama dengan tebal plat (lihat gambar 58).



Pengelasan Dua Sudut Dalam

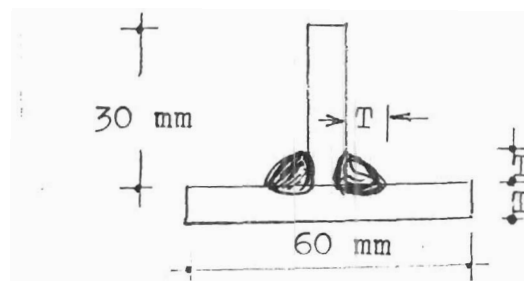
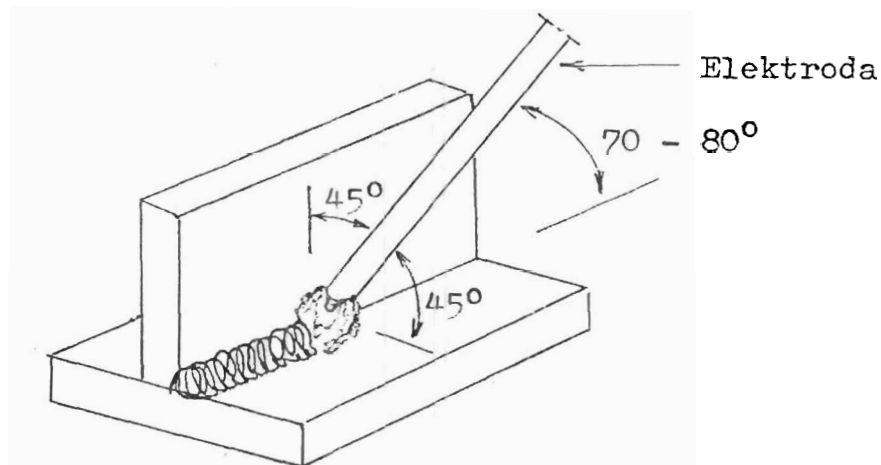
Gambar 58

Posisi elektroda dalam pengelasan harus membentuk sudut  $45^\circ$  kiri kanan dan membuat  $70^\circ$ - $80^\circ$  arah pengelasan benda kerja. Elektroda yang dipakai berdiameter sama dengan tebal plat dan besar arus distel berdasarkan diameter elektroda (lihat pada kotak elektroda). Langkah-langkah pekerjaan adalah sebagai berikut dan diperlihatkan pada gambar 59

1. Siapkan alat, perlengkapan dan bahan yang diperlukan,
2. Periksa kondisi alat dan perlengkapan apakah sudah siap pakai,
3. Ambil bahan (plat) dan potonglah sesuai dengan kebutuhan,
4. Bersihkan plat dari minyak dan kotoran lainnya,
5. Bagi dua dan tandai plat yang lebar setebal plat yang akan disambung,
6. Letakkan plat di atas meja kerja, plat yang lebar mendatar dan plat yang satu lagi diletakkan pada tanda plat lebar dengan membentuk sudut  $90^\circ$ ,
7. Ikat dengan kawat/tali dan cek kesikuannya,
8. Jepit elektroda pada holder.



9. Hubungkan massa pada benda kerja atau logam lainnya yang dapat menghantarkan arus ke benda kerja,
10. Stel besar arus sesuai dengan kebutuhan,
11. Ambil kacamata las dan goreskan elektroda pada benda kerja sampai menyala,
12. Ikat benda kerja ujung pangkal/setiap 100 mm dengan las catat,
13. Buka kawat/tali pengikat dan cek kesikuan sudut,
14. Mulailah mengelas dari salah satu ujung sampai ujung yang lain dengan diayun secara pelan-pelan.
15. Bila pengelasan selesai matikan elektroda dan mesin las serta letak holder pada tempat yang aman.
16. Las sisi yang satu lagi seperti langkah 11-15.
17. Ambil benda kerja dan pukul dengan palu las hingga trak-trak terbang,
18. Perhatikan hasil pengelasan apakah sudah baik dan telah membentuk segitiga sambung sama sisi.

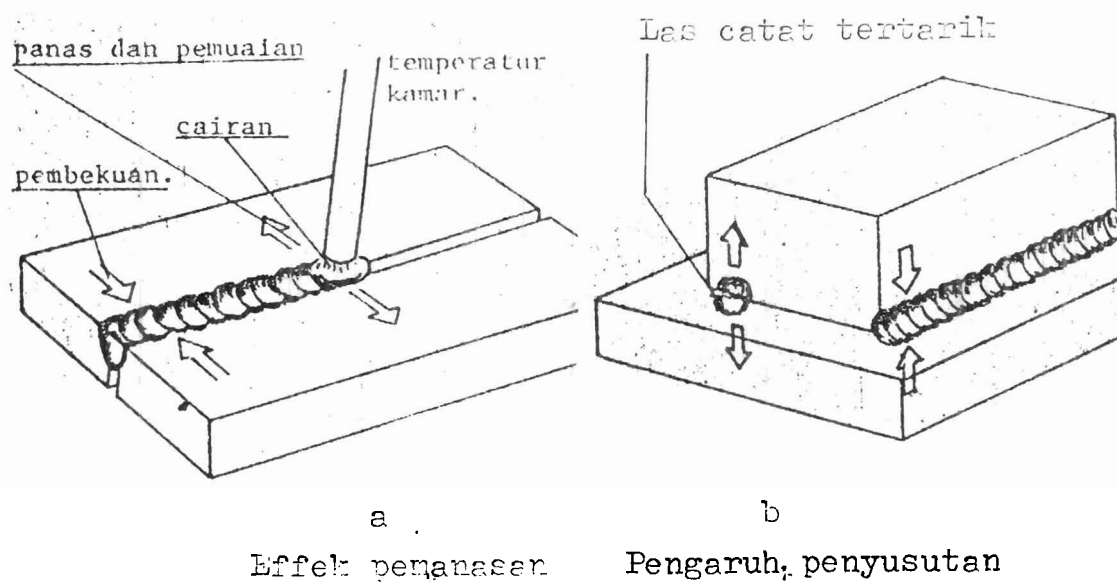


Gambar 59

## 6. Efek dari Pengelasan

Selama proses pengelasan, panas yang diberikan akan menyebabkan perubahan-perubahan pada metal tersebut, sehingga sifat-sifat metalnya berubah.

Hal ini terjadi pada daerah pengelasan dan pada daerah yang berbatasan dengan daerah pengelasan (heat affected zone). Hal ini nampak setelah benda tersebut dingin. (gambar 60).



Gambar. 60

Seluruh metal memuai waktu dipanaskan akan menyusut waktu didinginkan.

Hal inilah yang menimbulkan perubahan bentuk, retak, bengkok dan lain-lain.

Karena itu perlu persiapan yang matang untuk mendapatkan perubahan bentuk seminimum mungkin.

Kadang-kadang sebelum pengelasan komplit, keretakan dapat terjadi.

Ini adalah disebabkan karena pengaruh pemuaian pada pengelasan yang baru dan penyusutan pada pengelasan yang terdahulu.

Untuk ini perlu diperhatikan urutan-urutan pengelasan yang tepat, untuk menghindari kerusakan atau perubahan bentuk.

## BAB V

### PEMERIKSAAN ALAT

Untuk mengetahui kualitas sambungan las, maka diperlukan pemeriksaan. Dalam memproduksi hasil pengelasan perlu meyakinkan kualitas sambungan las sama satu dengan yang lainnya. Hasil praktek pengelasan sambungan harus diuji untuk mendapatkan keefektifitasnya prosedur pengelasan yang dilakukan.

Pemeriksaan dan pengujian pengelasan berbeda-beda tergantung pada jenisnya. Ada beberapa cara-cara pemeriksaan dan pengujian yang sering dipakai untuk pengujian hasil pengelasan. Pemeriksaan hasil pengelasan diklasifikasikan atas; tanpa merusak (nondestructive) dan merusak (destructive).

#### A. Pemeriksaan Tanpa Merusak

Pemeriksaan tanpa merusak (nondestructive testing), hasil pengelasan tidak dipotong, dilengkungkan atau tidak merubah bentuk dan merusak yang lainnya. Metode ini sangat baik karena jika pengelasan baik, dapat dipakai untuk keperluan lainnya.

Pemeriksaan tanpa merusak terdiri atas; priksaan visuil, pemeriksaan dengan sinar X atau sinar gamma, dan pemeriksaan dengan magnitan atau ultrasonic.

##### 1. Pemeriksaan visuil

Dengan melihat secara teliti dapat dipakai untuk pemeriksaan hasil pengelasan dalam menentukan kualitas sambungan las. Pengelasan dapat diperiksa dengan atau tanpa kaca pembesar.

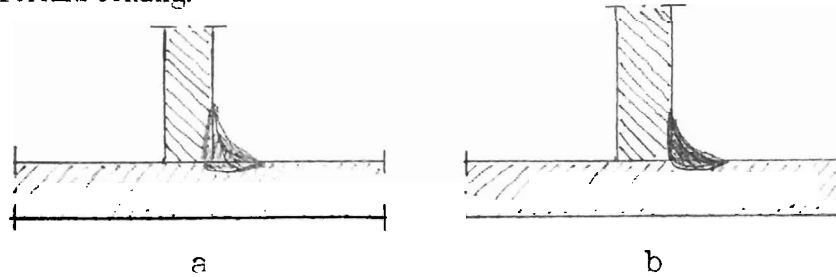
Pemeriksaan visuil dapat membantu mencari lokasi cacat seperti tembusan las yang tak sempurna, retak permukaan, takik pada las (undercutting), perpaduan tak sempurna dan kesalahan-kesalahan lain.

Pemeriksaan yang lebih seksama dengan visuil, akan memeriksa sebelum, dalam waktu dan sesudah pengelasan.

Dalam waktu pengelasan, ukuran dan type elektroda atau mulut pembakar, panjang busur atau bentuk nyala dan faktor-faktor lain dicatat.

Seorang pemeriksa las yang berpengalaman akan dapat menganalisa hasil las berdasarkan prosedur pengelasan yang dilakukan. Di bawah ini diperlihatkan beberapa kesalahan pengelasan yang dapat diketahui dengan pemeriksaan visual.

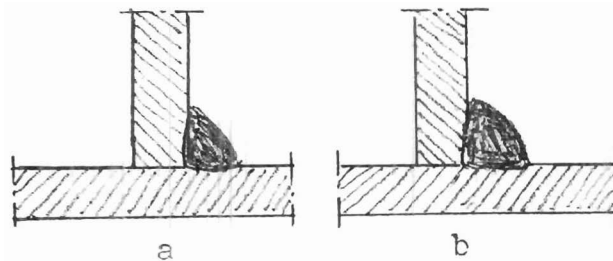
a. Terlalu cekung.



Gambar 61

Bahan pengisi menimbulkan tebal las (throat) yang terlalu tipis dan cekung (gambar 61 b), ini disebabkan pengelasan terlalu cepat. Kekurangan yang dibolehkan dari hasil pengelasan adalah seperti gambar 61.a.

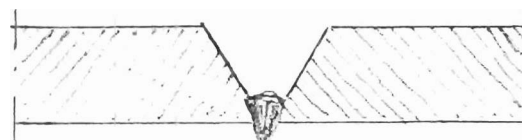
b. Terlalu cembung



Gambar 62

Terlalu cembung dimana hasil pengelasan tebal (gambar 62. B) hal ini disebabkan elektroda yang digunakan atau besar arus (amper) yang dipakai tidak sesuai dengan bahan dasar benda kerja, cembung yang dibolehkan seperti gambar 62.a.

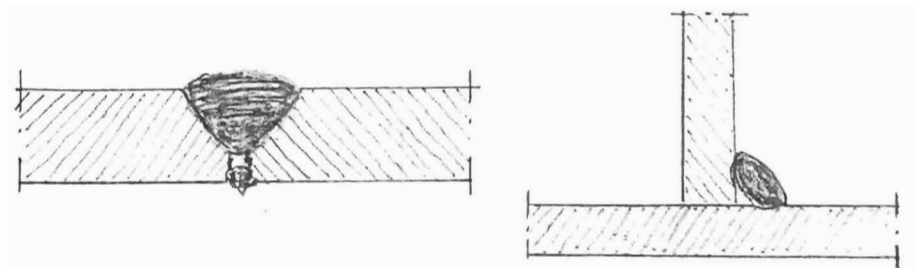
c. Tembusan las yang berlebihan



Gambar 63

Dalam hal ini bahan las menembus akar las sambungan secara berlebihan (lihat gambar 62). Tembusan las yang berlebihan ini terjadi disebabkan persiapan sisi bahan dasar cocok atau amperase yang terlalu tinggi.

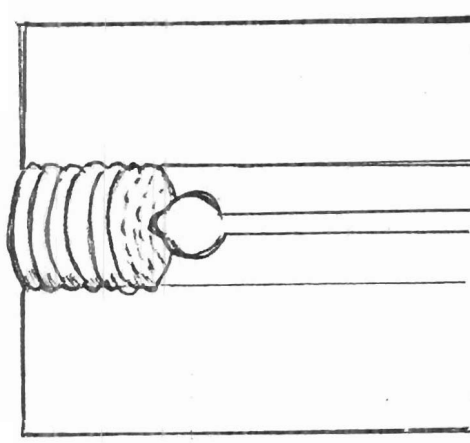
- d. Tembusan las yang tak sempurna.



Gambar 64

Yang disebut tembusan las tak sempurna adalah dimana bahan las tidak mengisi akar las sambungan (Gambar 64). Hal ini terjadi disebabkan persiapan sisi bahan yang dilas tidak cocok atau teknik mengelas yang salah.

- e. Kerusakan benda kerja



Gambar 65

Tembusan pengelasan (penetrasi) yang terlalu besar, sehingga menimbulkan kerusakan sisi bahan dasar (gambar 65). Hal ini terjadi akibat amper terlalu tinggi.

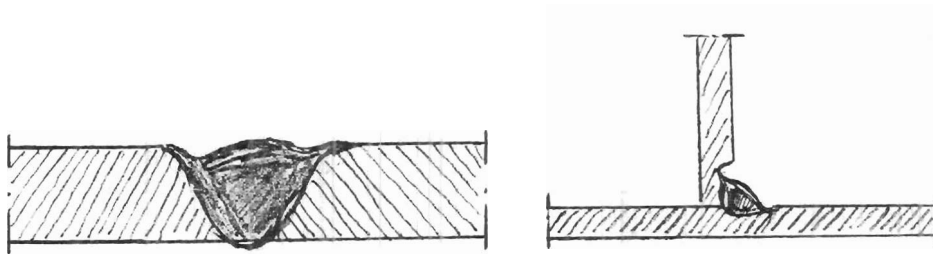
## f. Perpaduan tak sempurna



Gambar 66

Dalam hal ini bahan las tidak sempurna berpadu dengan bahan dasar (lihat gambar 66). Penyebab terjadinya adalah arus las yang terlalu rendah atau kecepatan mengelas terlalu cepat.

## g. Takikan pada pengelasan



Gambar 67

Takik pada las (undercutting) seperti pada gambar 67 terjadi disebabkan oleh kecepatan mengelas terlalu cepat atau oleh arus las yang terlalu tinggi atau oleh teknik mengelas yang salah.

## 2. Pemeriksaan dengan sinar X atau sinar gamma

Pemeriksaan dengan sinar X sering dipakai untuk mencari cacat dan kesalahan di dalam pengelasan. Peralatan pemeriksaan cara ini memakai radiasi gelombang pendek dan relatif lebih mahal harga dan pemakaiannya. Dalam hal ini diperlukan operator yang terlatih dan dapat menginterpretasi hasilnya.

Bilamana berkas radiasi menembus bahan las, reduksi sinar melalui cacat akan menghasilkan gelap pada film yang dipasang di bawah bahan yang diperiksa. Daya tembus dari radiasi gelombang pendek bertambah

dengan memperpendek panjang gelombang. Pada peralatan terdapat alat indikator penembusan.

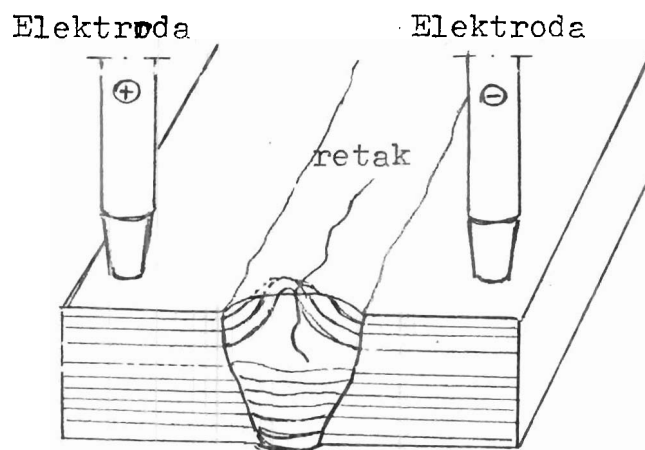
Pemeriksaan dengan sinar gamma sama dengan sinar X. Sinar gamma akan menembus logam yang tebal lebih mudah dari pada sinar X, tetapi waktu pencetakan (exposure time) lebih lama untuk sinar gamma. Hasil penyinaran dengan sinar gamma pada film lebih kontras dari pada dengan sinar X.

Pemeriksaan dengan sinar X atau sinar gamma dapat menemukan cacat-cacat las seperti: pori-pori (porosity), terak di dalam, retak di dalam, perpaduan yang tak sempurna, penembusan las yang tak sempurna dan cacat-cacat permukaan.

### 3. Pemeriksaan dengan pemagnitan

Dalam waktu pemeriksaan dengan pemagnitan (magnetic particle test), inspektor las memakai arus listrik amper tinggi untuk menimbulkan medan magnet pada bahan yang diuji. Untuk memudahkan penglihatan, inspektor las memilih serbuk berwarna.

Celah atau retak pada bahan las akan memotong medan magnet sehingga celah itu akan merupakan kutub utara-selatan dan menahan serbuk besi (gambar 68).



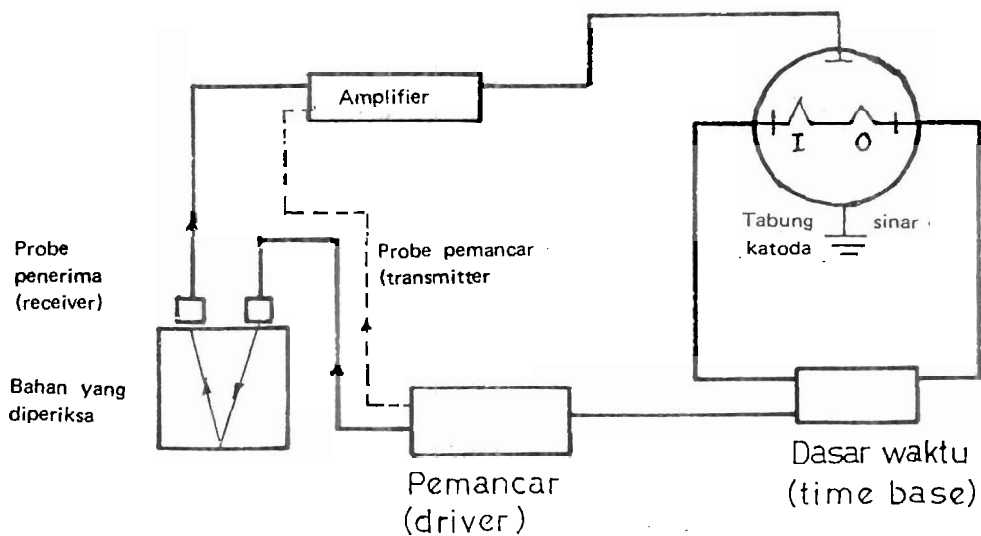
Gambar 68

Pemeriksaan dengan pemagnitan tidak dapat dipakai pada bahan benda kerja non magnet seperti bahan non ferro dan baja tahan karat austenit (austenitic steel).

#### 4. Pemeriksaan dengan ultrasonic

Pada pemeriksaan dengan pesawat Ultrasonic, gelombang suara dengan frekwensi tinggi dipancarkan ke dalam bahan. Cacat pada las akan memantulkan sebagian dari gelombang. Akibat pemantulan ini akan dapat dilihat pada layar (screen) tabung sinar katoda. Logam las yang biasa diperiksa dengan Ultrasonic ialah baja tahan karat, aluminium, kuningan, perunggu dan magnesium.

Sebagian dari getaran yang dipancarkan oleh pemancar disalurkan langsung ke tabung sinar katoda dan menggambarkan pulsa I (outgoing pulse O. Jarak antara pulsa I dan pulse O adalah suatu ukuran dari waktu yang diperlukan oleh suara yang dipancarkan ke dalam bahan sampai diterima oleh probe penerima. Dari pulsa yang timbul pada layar dapat diketahui ada tidaknya cacat pada las. Dalam hal ini tidak dapat ditentukan type cacat pada las tersebut. Skema dari pesawat Ultrasonic ditunjukkan pada gambar 69.



Gambar 69

Sumber: Petunjuk Praktek Las Asetelin dan Las Listrik  
Oleh Didikh Suryana dan Djaidar Sidabutar  
Th. 1976. h 132.



## B. Pemeriksaan Dengan Merusak

Pemeriksaan dengan merusak (*distructive tenting*), hasil las yang akan diperiksa dipotong atau dirusak pada beberapa bagian. Bila hasil pengelasan besar dan sukar dipotong (*dirusakkan*), maka pengelasan tidak baik.

Pemeriksaan dengan metode ini mahal, karena bahan tersebut tidak bisa dipakai lagi. Untuk pemeriksaan seperti ini biasanya dibuatkan contoh dari benda kerja dari bahan yang sama dan dilas dengan teknik yang sama. Metoda ini paling sering dipakai untuk menguji proses las. Teknik pemeriksaan yang biasa dipakai adalah; pemeriksaan penampang las (*sectioning*), pengujian tarik dan lengkung.

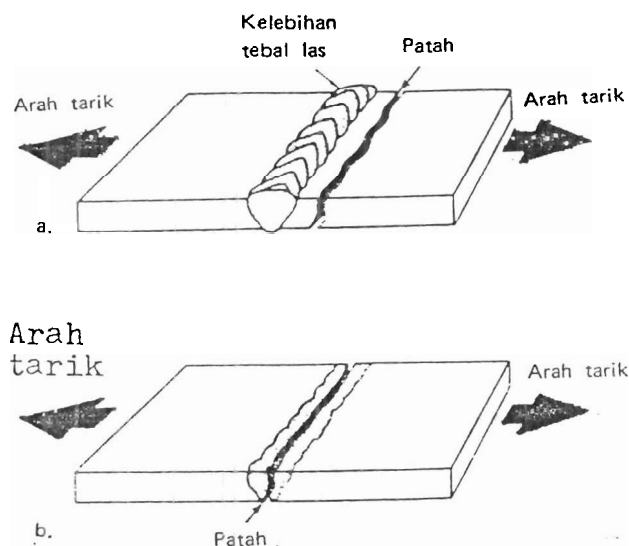
### 1. Pemeriksaan penampang las.

Dalam pemeriksaan ini, hasil pengelasan dipotong, dihaluskan dan selanjutnya dipoles dengan etsa macro, kemudian dilihat bentuk penampang las yang terjadi dari hasil pengelasan. Larutan etsa makro biasanya terdiri atas campuran  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{FeCl}_3$  dan aquadest.

### 2. Pengujian tarik

Pengujian tarik ini jarang dipakai dalam pekerjaan produksi, tetapi biasa dipakai dalam proses dan prosedur pengelasan.

Biasanya contoh las diuji dengan atau tanpa kelebihan las (*reinforcement*). Bila kelebihan tebal las tidak dibuang, patahnya contoh las biasanya di luar las seperti gambar 70.a. Jika dalam hal ini patahnya pada las, berarti pengelasan tidak baik. Bila kelebihan tebal las dihilangkan (gambar 70.b), kemudian patah adalah pada las, tempat dipengaruhi panas, bahan dasar atau bagian lain. Pengujian tarik yang dilakukan dengan mesin penguji tarik akan dapat diketahui juga kekuatan tarik, batas elastis dan perpanjangan dari sambungan las.



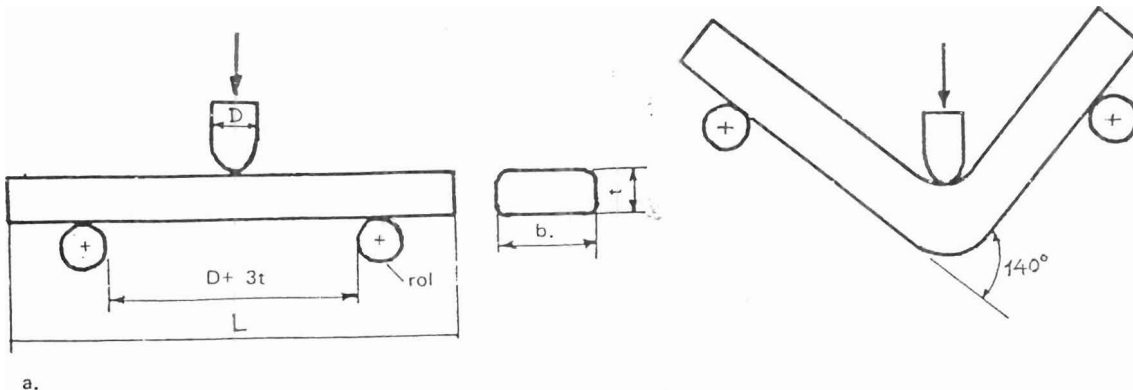
Gambar 70

Sumber; Petunjuk Praktek Las Asetilin dan Las Listrik  
Oleh Didikh Suryana dan Djaidar Sidabutar  
Tahun 1976. H. 133.

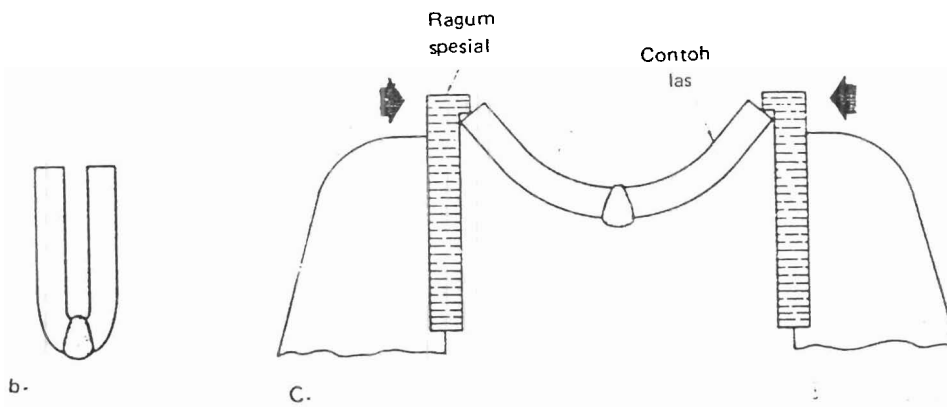
### 3. Pengujian lengkung

Pada pengujian cara ini, kelebihan tebal las dihilangkan sehingga tebal las sama dengan tebal bahan dasar. Sesudah itu dilengkung sampai membentuk sudut  $140^\circ$  pada mesin penekan (gambar 71.a). Untuk pengujian ini panjang contoh hasil las minimal  $L=D+3t + 40 + \text{diameter satu rol}$ . Pelengkungan dilakukan dengan penekanan oleh duri pelengkung tebal  $D$  pada pengelasan sambil diperhatikan apakah terjadi retak. Bila sudah timbul retak, pelengkungan cukup sampai disini. Dan bila belum ada retak las, dilanjutkan dengan pelengkungan sampai membentuk U (gambar 71.b). Jika setelah pelengkungan terakhir tidak timbul retak, berarti pengelasan baik.

Pengujian lengkung dapat juga dilakukan dengan memakai ragam seperti gambar 71.c.



a.



b-

c.

Gambar 71

Sumber; Petunjuk Praktek Las Asetilin dan Las Listrik  
 Oleh Didikh Suryana dan Djaidar Sidabutar  
 Tahun 1976. H. 134.

## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Almond, Sr, Joseph. P. 1980. Plumbers Hand Book Revised Edition. Indian. In Metric and English, Theodare Andel and co. Indictapolis.
- Daryanto. 1980. Teknik Mengelas dan Mematri Logam. Semarang. Penerbit CV. Aneka Ilmu.
- Fhall. 1978. Plumbing. London. Lecturer Building Service Cuildford Technical College, Selver Medallast City and Cuilds London Institute.
- Samian. 1989. Teori Dasar Mengelas Dengan Las Asetelin. Padang. FPTK IKIP.
- Suryana, Didikh dan Sidabutar, Djaindar. 1976. Petunjuk Praktek Las Asetelin dan Las Listrik. Jakarta. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan.
- Tim Penyusun. 1984. Las Busur. Medan. TTUC.
- Wiriosumarto, Harsono dan Okumura, Toshic. 1981. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta. PT. Pradnya Paramita.

