

MAKALAH

PELATIHAN

PROSES LAS BUSUR NYALA LISTRIK (SMAW)

**PROGRAM IbPE KELOMPOK USAHA KERAJINAN ENCENG GONDOK
DI SENTOLO, KABUPATEN KULONPROGO**



Oleh :
Aan Ardian
ardian@uny.ac.id

**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011**

Pendahuluan

Las merupakan sebuah metode yang digunakan untuk menyambung dua bagian logam menjadi satu bagian yang kuat dengan memanfaatkan energi panas. Pada alas busur nyala listrik ini, panas diambil dari arus listrik yang mengalir diantara dua logam. Energi panas disalurkan pada ujung-ujung bagian logam yang akan disambung hingga bagian tersebut meleleh.

Pada saat yang sama bahan tambah (yang juga berada dalam kondisi meleleh) ditambahkan ke dalam lelehan kedua bagian logam yang akan disambung. Bahan tambah beserta kedua bagian logam yang dilelehkan berpadu membentuk ikatan metallurgi sehingga setelah dingin membeku dan dihasilkan ikatan sambungan yang kuat. Selama di dalam proses pengelasan terjadi peleburan dan perpaduan antara bahan tambah dan kedua bagian logam yang akan disambung, kekuatan sambungan yang dihasilkan proses pengelasan sama dengan kekuatan bahan dasar logam yang disambung.

Las busur nyala listrik merupakan metode pengelasan yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber panas. Arus listrik yang cukup tinggi dimanfaatkan untuk menciptakan busur nyala listrik (*Arc*) sehingga dihasilkan suhu pengelasan yang tinggi, mencapai 4000°C.

Klasifikasi Las

Terdapat beberapa macam las busur nyala listrik, yang diklasifikasikan sebagai berikut :

1. Las busur listrik elektroda terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*).
2. Las busur listrik dengan pelindung gas (*TIG/Wolfram, MIG, CO2*).
3. Las busur listrik dengan pelindung bukan gas.

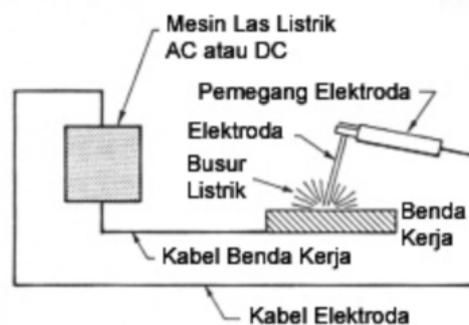


Gambar 1. Pekerjaan Mengelas menggunakan las busur nyala listrik

Las busur nyala listrik dengan elektroda terbungkus merupakan jenis pengelasan yang banyak digunakan, sehingga pembahasan las busur nyala listrik pada buku ini dibatasi mengenai las busur nyala listrik dengan Elektroda terbungkus (SMAW).

Prinsip Las Busur Nyala Listrik

Busur nyala listrik terjadi di antara benda kerja yang akan disambung dan elektroda (dapat berupa batang atau kabel). Pada umumnya, elektroda selain berfungsi sebagai penghantar arus listrik untuk menghasilkan busur nyala listrik sekaligus berfungsi sebagai bahan tambah. Bersamaan dengan timbulnya busur nyala listrik, elektroda meleleh dan mengisi celah sambungan bagian logam yang akan disambung



Gambar 2. Skema dasar las busur nyala listrik

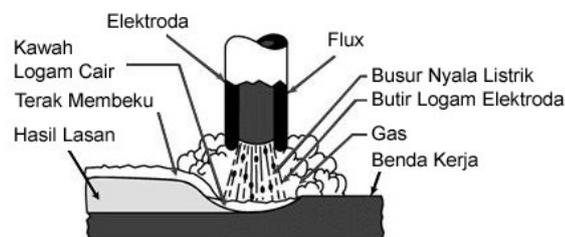
Skema dasar las busur nyala listrik dapat dilihat pada gambar di atas. Sebuah mesin las dengan sumber tegangan AC ataupun DC, dihubungkan ke benda kerja menggunakan kabel. Ujung kabel satunya dihubungkan ke elektroda melalui kabel elektroda dan pemegang elektroda. Busur nyala listrik terjadi pada saat elektroda menyentuh benda kerja, kemudian secepat mungkin ditarik kembali dan diberikan jarak tertentu dengan benda kerja.

Temperatur yang dihasilkan oleh busur nyala listrik mencapai 4000°C . Panas yang dihasilkan akan melelehkan bagian benda kerja dan ujung elektroda, menghasilkan kubangan logam cair yang biasa disebut kawah lasan. Kawah lasan yang berupa paduan lelehan benda kerja dan elektroda akan membeku pada saat elektroda bergeser sepanjang jalur sambungan yang akan dibuat, sehingga dihasilkan sambungan las yang kuat berupa paduan logam dari bahan tambah dan benda kerja yang disambung.

Pembentukan Busur Nyala Listrik

Sumber listrik dihubungkan ke benda kerja sedemikian rupa sehingga kutub sumber yang satu terhubung ke benda kerja (berfungsi sebagai katoda), kutub yang lain dihubungkan dengan elektroda (berfungsi sebagai anoda). Pada saat elektroda didekatkan /ditempelkan ke benda kerja, akan terjadi hubungan singkat antara kutub-kutub sumber listrik.

Elektron mengalir dengan kecepatan tinggi dari kutub katoda (benda kerja) ke kutub anoda, (yang berupa elektroda) melompati ruang udara diantara katoda dan anoda. Aliran elektron menimbulkan aliran ion positif dari kutub anoda ke kutub katoda, yang kita istilahkan sebagai aliran arus listrik. Arus listrik yang melompat melalui ruang udara kita lihat sebagai busur nyala listrik. Semakin besar aliran arus listrik yang terjadi, busur nyala listrik yang tercipta juga semakin besar.



Gambar 3. Pembentukan busur nyala listrik

Terciptanya busur nyala listrik menimbulkan panas yang sangat tinggi, sehingga ujung elektroda mencair membentuk butir-butir logam yang diantarkan oleh busur nyala listrik menuju kampuh sambungan yang dikehendaki dan menyatu dengan logam dasar yang mencair. Proses pemindahan logam elektroda itulah yang kita manfaatkan untuk melakukan pengelasan. Apabila arus listrik yang mengalir besar, butir-butir logam akan menjadi halus. Tetapi jika arus listriknya terlalu besar, butir-butir logam tersebut akan terbakar sehingga kampuh sambungan menjadi rapuh.

Besar kecilnya butir-butir cairan logam elektroda juga dipengaruhi oleh komposisi bahan fluks yang dipakai sebagai pembungkus Elektroda. Selama pengelasan fluks akan mencair membentuk terak dan menutup cairan logam lasan. Selama proses pengelasan, fluks yang tidak terbakar akan berubah menjadi gas. Terak dan gas yang terjadi selama proses pengelasan tersebut akan melindungi cairan logam lasan dari pengaruh udara luar (oksidasi) dan memantapkan busur nyala listrik. Dengan adanya fluks, pemindahan logam cair Elektroda las menjadi lancar dan stabil.

Parameter Pengelasan

a. Tegangan dan Arus Pengelasan

Energi listrik pada las busur nyala listrik diukur dalam tegangan (volt) dan arus (ampere). Tegangan pengelasan ditentukan oleh panjang busur nyala listrik. Panjang busur nyala listrik bergantung pada ukuran dan jenis elektroda yang digunakan. Panjang busur nyala listrik yang baik kurang lebih setengah dari diameter elektroda. Stabilitas busur nyala listrik dapat dirasakan dari suara pengelasan yang stabil.

Arus listrik merupakan energi listrik yang lebih praktis untuk diukur dalam melaksanakan pengelasan busur nyala listrik. Besar kecilnya arus yang digunakan tergantung dari bahan benda kerja, ukuran (ketebalan) benda kerja, bentuk kampuh sambungan, posisi pengelasan, jenis elektroda, dan diameter elektroda.

Pada umumnya, arus listrik yang rendah dan diameter elektroda yang lebih kecil diperlukan untuk melakukan pengelasan benda kerja yang kecil dibandingkan benda kerja yang lebih besar pada ketebalan yang sama. Benda kerja yang tipis memerlukan arus yang lebih rendah dibandingkan benda kerja yang tebal, dan

elektrode berdiameter kecil memerlukan arus yang rendah pula dibandingkan elektrode yang berdiameter lebih besar. Daerah las yang memiliki kapasitas panas tinggi akan memerlukan arus las yang besar, bahkan memerlukan adanya pemanasan pendahuluan.

b. Kecepatan pengelasan

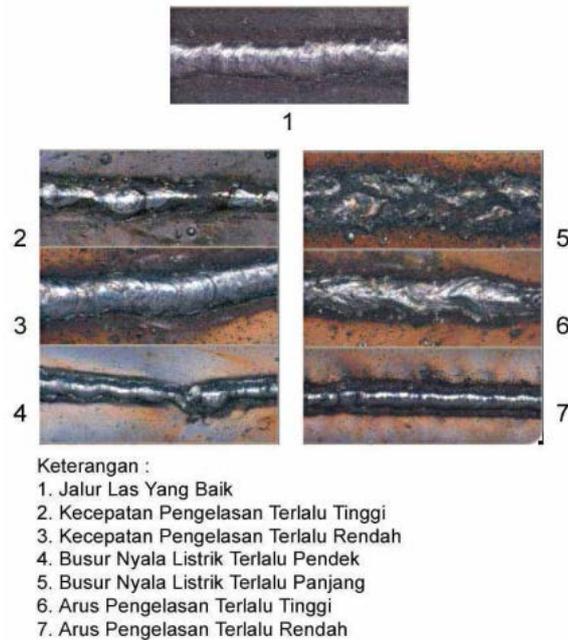
Kecepatan pengelasan tergantung dari jenis elektroda, diameter Elektroda, bahan benda kerja, bentuk sambungan, dan ketelitian sambungan. Kecepatan pengelasan berbanding lurus dengan besar arus. Kecepatan yang tinggi memerlukan arus yang besar. Semakin cepat langkah pengelasan semakin kecil panas yang ditimbulkan sehingga perubahan bentuk bahan dapat dihindarkan. Hasil pengelasan terbaik akan didapatkan dengan cara mengatur panjang busur nyala, mengatur kecepatan pengelasan dan pemakanan elektroda (*feeding*) secara konstan sesuai dengan kecepatan lebur elektroda.

c. Dampak Bakar

Dampak bakar merupakan tingkat kedalaman penembusan (penetrasi) jalur lasan terhadap bidang kerja yang disambung. Kekuatan sambungan las ditentukan oleh dampak bakar. Kedalaman dampak bakar dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan fluks, polaritas listrik, besar kecilnya arus, tegangan busur dan kecepatan pengelasan

d. Penyulutan Elektroda

Penyulutan elektroda dilaku-kan dengan mengadakan hubungan singkat pada ujung Elektroda dengan logam benda kerja yang kemudian secepat mungkin memisahkannya dengan jarak tertentu (biasanya setengah dari diameter elektroda). Busur nyala listrik dapat dimatikan dengan mendekatkan elektroda dengan benda kerja, kemudian secepat mungkin dijauhkan. Langkah pemadaman busur listrik ini perlu diperhatikan karena akan mempengaruhi kualitas lasan. Semua parameter diatas perlu diperhitungkan pada saat melakukan pengelasan dengan las busur nyala listrik, agar didapatkan urutan manik las pada sambungan yang merata, halus, serta menghindari terjadinya takikan dan kubangan terak.



Gambar 4. Pengaruh kecepatan arus pengelasan terhadap hasil lasan

Peralatan Las Busur Nyala Listrik

a. Mesin Las

Mesin las busur nyala listrik merupakan alat pengatur tegangan dan arus listrik yang akan dimanfaatkan untuk menghasilkan busur nyala listrik. Sumber arus listrik yang digunakan dapat berupa listrik arus searah (*direct current / DC*) maupun arus bolak-balik (*alternating current / AC*). Mesin las busur nyala listrik dengan sumber arus AC banyak digunakan. Dengan arus AC maka tidak terdapat kutup positif ataupun kutup negatif. Mesin las busur nyala listrik arus AC menggunakan tegangan rendah dan arus tinggi, misalnya 30 V – 180 A. apabila menggunakan sumber arus listrik dari jaringan listrik PLN, digunakan transformator untuk menurunkan tegangan. Pada mesin las arus AC, busur nyala listrik yang ditimbulkan tidak stabil (berfluktuasi), sehingga awal penyulutannya lebih susah daripada mesin las arus DC. Mesin las arus AC lebih sesuai menggunakan Elektroda terbungkus (dengan fluks) dan lebih ekonomis apabila digunakan untuk melakukan pengelasan plat-plat tipis.



Gambar 5. Mesin Las Busur Nyala Listrik

b. Kabel Las

Kabel las merupakan kabel tembaga yang disekat dengan baik dan penampangnya bertambah besar seiring dengan kekuatan arus dan panjang kabel. Kabel aluminium menuntut penampang yang lebih besar. Sambungan dan penghubung kabel harus disekat baik dan menghasilkan kontak yang erat

c. Pemegang Elektroda

Pemegang Elektroda (*Electrode Holder*) harus disekat penuh terhadap arus dan konstruksinya dibuat sedemikian rupa sehingga tidak menyalurkan panas las ke tangan operator.

d. Elektroda (*Electrode*)

Elektroda yang digunakan dalam las busur dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu :

Elektroda polos,

Elektroda polos sesuai dengan namanya, Elektroda polos adalah Elektroda yang tidak menggunakan fluks, sehingga hanya berbentuk kawat yang ditarik. Dengan demikian Elektroda ini tidak dapat mencegah masuknya udara ke dalam kawah lasan, yang berakibat pada rapuhnya sambungan las. Busur api yang dihasilkan tidak stabil dan terputus-putus, penyulutannya pun sukar dilakukan. Proses pengelasan banyak menimbulkan percikan, dampak bakar dangkal, dan tidak menghasilkan terak maupun gas. Keuntungan dari penggunaan Elektroda polos

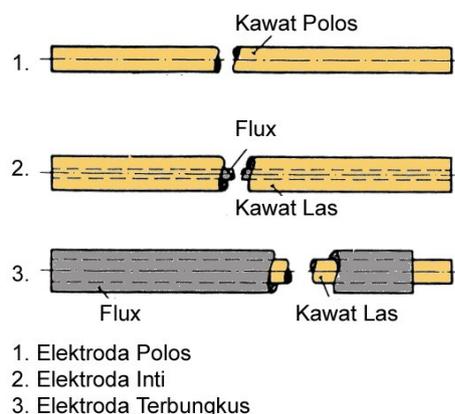
adalah jalur las dapat diamati dengan jelas dan penyusutan relatif kecil. Elektroda polos lebih cocok digunakan untuk mesin las arus searah dengan penggunaan beban yang relatif kecil.

Elektroda inti

Berbeda dengan Elektroda polos, Elektroda inti adalah kawat yang ditengahnya terdapat inti yang berfungsi sebagai fluks. Percikan yang ditimbulkan Elektroda inti relatif sedikit dibanding Elektroda polos. Elektroda inti tidak tahan terhadap udara lembab, hasil pengelasan mempunyai kekuatan yang cukup tinggi, tetapi pada daerah lasan mempunyai penyusutan yang lebih besar daripada Elektroda polos

Elektroda terbungkus.

Elektroda terbungkus merupakan kawat polos yang dibungkus dengan bahan fluks. Elektroda dengan lapisan fluks yang tipis biasanya digunakan untuk mesin las arus DC, sedangkan lapisan fluks yang tebal digunakan untuk mesin las arus AC. Elektroda terbungkus memiliki sifat yang lebih baik apabila dibandingkan dengan Elektroda polos maupun Elektroda inti, yakni : mudah disulut, busur nyala listrik yang dihasilkan lebih stabil, dan kawah lasan terlindungi fluks dengan baik. Dengan demikian hasil pengelasan menggunakan Elektroda terbungkus mempunyai Keuletan dan kekuatan yang sangat tinggi. Kekurangan dari penggunaan elektroda terbungkus adalah penyusutan yang tinggi pada daerah sambungan las dan kesulitan dalam mengamati jalur sambungan lasan..



Gambar 6. Jenis Elektroda Las Busur Nyala Listrik

Pengkodean Elektroda Terbungkus

Pengelompokan elektroda terbungkus yang ditetapkan oleh AWS dan JIS dituangkan dalam kode huruf dan angka, sebagai contoh :

Tabel 1. Pengkodean Elektroda Terbungkus

E 60 1 3	Menunjukkan jenis arus, bahan fluks, polaritas dan penetrasi yang dihasilkan. 0 : Fluks dari Natrium Selulosa Tinggi, Arus DC, Polaritas Balik. 1 : Fluks dari Kalium Selulosa Tinggi, Arus AC atau DC dengan Polaritas Rendah. 2 : Fluks dari Natrium Titania Tinggi, Arus AC atau DC, Polaritas Ganda. 3 : Fluks dari Kalium Titania Tinggi, Arus AC atau DC, Polaritas Ganda. 4 : Fluks dari Serbuk Besi Titania, Arus AC atau DC, Polaritas Ganda. 5 : Fluks dari Natrium Hidrogen Rendah, Arus DC, Polaritas Balik. 6 : Fluks dari Kalium Hidrogen Rendah, Arus AC atau DC, Polaritas Balik. 7 : Fluks dari Serbuk Besi dan Oksida Besi, Arus DC, Polaritas Lurus atau Ganda. 8 : Fluks dari Serbuk Besi Hidrogen Rendah, Arus AC atau DC, Polaritas Balik.
	Menunjukkan posisi pengelasan. 1 : Elektroda digunakan untuk semua posisi. 2 : Elektroda digunakan untuk posisi di bawah tangan dan horisontal. 3 : Elektroda digunakan untuk posisi di bawah tangan.
	Menunjukkan kekuatan / kekuatan tarik (x 1000 psi). 60 : Kekuatan / kekuatan tarik 60 x 1000 psi.
	Huruf E menyatakan Elektroda digunakan untuk las busur nyala listrik.

* Polaritas lurus diterapkan pada posisi pengelasan horisontal, terutama untuk kampuh sudut. Polaritas ganda diterapkan pada posisi datar atau di bawah tangan.

Ukuran Diameter Elektroda

Ukuran diameter Elektroda berhubungan erat dengan arus yang diijinkan dan tebal pelat yang akan dilas. Informasi selengkapnya dapat dicermati pada tabel di bawah ini

Tabel 2. Hubungan diameter Elektroda terhadap arus listrik dan tebal pelat yang diijinkan

Tebal Pelat		Arus Ampere	Diameter Elektroda	
mm	Swg		mm	Inch
1,62	16	40 – 60	1,6	1/16
2,03	14	60 – 80	2,4	3/32
2,64	12	100	3,2	1/8
3,18	1/8"	125	3,2	1/8
3,25	10	125	3,2	1/8
4,06	8	160	4,8	3/16
4,76	3/16"	190	4,8	3/16
4,88	6	190	4,8	3/16
5,89	4	203	6,4	¼
6,35	¼"	250	6,4	¼
7,01	2	275 – 300	7,9	5/16
8,23	0	300 – 400	7,9	5/16
8,84	00	400 – 600	8,5	3/8

e. Bahan Tambah (Fluks)

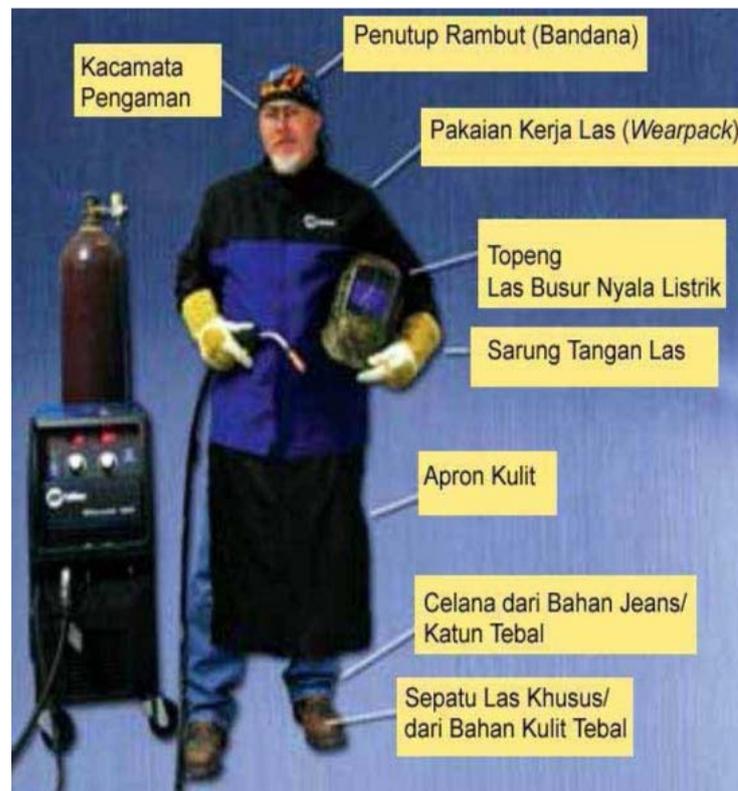
Bahan fluks dibuat dari berbagai bahan mineral, antara lain oksida logam, karbonat, silikat, florida, zat organik, baja paduan, dan serbuk besi. Bahan fluks tersebut berfungsi sebagai berikut:

- 1) Memudahkan penyulutan dan pemantap busur selama proses pengelasan berjalan.
- 2) Meningkatkan dampak bakar (penetrasi).
- 3) Sebagai bahan pengisi pada kampuh sambungan.
- 4) Memperlancar pemindahan butir cairan logam elektroda.
- 5) Pembentuk terak dan gas, melindungi cairan logam lasan dari pengaruh udara luar (sebagai deoksidator).

Perlengkapan Mengelas

Pakaian Mengelas

Pakaian mengelas diperlukan untuk melindungi tubuh pekerja selama melaksanakan pekerjaan mengelas maupun pada saat berada di lingkungan pengelasan. Pekerjaan las *busur listrik* menimbulkan radiasi, panas dan percikan bara api yang dapat menimbulkan rasa pedih dan terbakar pada kulit dan mata. Pakailah pakaian mengelas khusus, *apron* atau pakaian yang terbuat dari bahan tahan panas dan percikan api, misalnya pakaian yang terbuat dari bahan kulit atau jeans tebal. Sarung tangan las juga diperlukan apabila dapat menambah kenyamanan dalam melaksanakan pengelasan



Gambar 7. Pakaian Kerja Las

Topeng las

Nyala dan percikan logam cair pada las *busur listrik* memancarkan sinar ultraviolet dan infra merah. Sinar ini membahayakan pada mata. Untuk mencegah bahaya ini

diperlukan topeng las. Lensa topeng las merupakan kaca gelap. Tingkat kegelapan kaca bagian dalam bervariasi, penggunaannya dapat disesuaikan menurut kenyamanan



Gambar 8. Topeng Las Busur Listrik

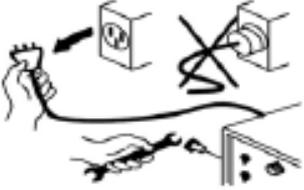
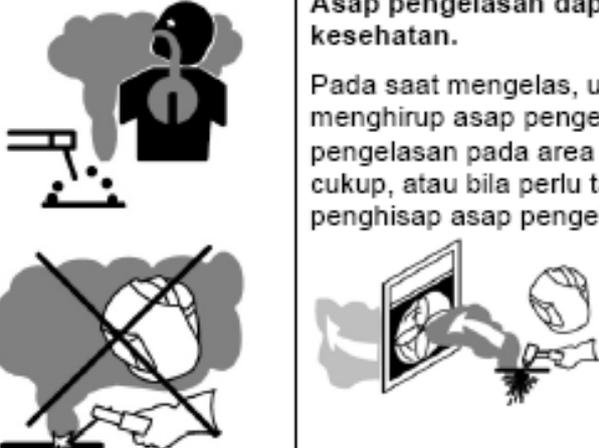
Pembersih Terak

Terak (*flux*) yang melekat pada sambungan lasan dapat dihilangkan dengan mudah selagi benda kerja dan terak dalam keadaan panas. Untuk membersihkan terak diperlukan palu terak dan sikat kawat baja, disamping itu juga diperlukan tang penjepit untuk mengambil dan memegang benda kerja.



Gambar 9. Sikat Kawat dan Palu Terak

Keselamatan Kerja Las Busur Nyala Listrik

	<p>Sengatan energi listrik dari elektroda ataupun instalasi (kabel, mesin las) dapat membahayakan jiwa.</p>
	<p>Pergunakan sarung tangan dan pelindung badan (apron) yang kering dan utuh. Jangan memegang elektrode dan komponen elektrik yang sedang bekerja dengan tangan kosong.</p>
	<p>Pergunakan insulator untuk melindungi diri dari sengatan listrik saat mengelas. Gunakan perlengkapan insulator yang kering dan terbuat dari bahan karet, kayu atau bahan lainnya yang dapat melindungi kita dari kontak langsung dengan lantai dan benda kerja.</p>
	<p>Cabut hubungan sumber tenaga listrik pada saat akan melakukan perbaikan pada mesin las. Secara rutin periksa kondisi kabel dari kerusakan, dan segera perbaiki atau ganti bagian kabel yang rusak. Pastikan instalasi mesin las sudah dilakukan dengan benar sesuai manual dan jaringan listrik yang ada.</p>
	<p>Asap pengelasan dapat membahayakan kesehatan.</p> <p>Pada saat mengelas, usahakan jangan menghirup asap pengelasan. Lakukan pengelasan pada area kerja yang berventilasi cukup, atau bila perlu tambahkan instalasi penghisap asap pengelasan pada tempat kerja.</p>

	<p>Proses pengelasan berpotensi menimbulkan kebakaran ataupun ledakan.</p>
	<p>Jangan melakukan pengelasan di dekat material yang mudah terbakar. Jarak minimal posisi pengelasan dengan material yang mudah terbakar adalah 35 feet (11 meter). Lakukan pengelasan di tempat lain, atau pindahkan material yang mudah terbakar tersebut.</p>
	<p>Percikan nyala las dapat menyebabkan kebakaran. Selalu sediakan alat pemadam kebakaran di area kerja. Pastikan alat tersebut selalu dalam kondisi siap pakai.</p>
	<p>Jangan melakukan pengelasan pada drum, tangki, ataupun wadah tertutup lainnya tanpa persiapan dan pemeriksaan keamanannya terlebih dahulu.</p>
	<p>Radiasi busur nyala listrik dapat menyebabkan rasa terbakar pada mata dan kulit.</p>
	<p>Pergunakan topeng las yang benar dan dalam kondisi baik.</p> <p>Pakailah pakaian pelindung badan secara komplet.</p> 