



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

MODUL AJAR

PRAKTEK LAS

601307

Penyusun:

BACHTIAR, ST., MT.

NIP. 132 127 284

**PROGRAM STUDI TEKNIK BANGUNAN KAPAL
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA**

2012

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan hidayahnya, penyusunan Modul 1 “PENGELASAN SMAW” sebagai penunjang pembelajaran mata kuliah Praktek Las, telah terselesaikan. Adapun tujuan dari penyusunan modul ini adalah sebagai pegangan mahasiswa dalam mengikuti pembelajaran mata kuliah Praktek Las.

Salah satu kompetensi mahasiswa lulusan Program Studi D3 Teknik Bangunan Kapal, yaitu mahasiswa mampu mengidentifikasi material serta memahami simbol pengelasan, geometri sambungan dan diskontinuitas pada pengelasan. Modul ini bertujuan untuk memberikan pengertian, pemahaman dan ketrampilan tentang proses pengelasan SMAW, sehingga kompetensi yang diharapkan dapat tercapai.

Tak lupa penyusun mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada teman-teman Dosen yang ikut membantu terselesai Modul ini. Selanjutnya selamat belajar pada mahasiswa, semoga modul ini dapat turut andil dalam rangka mencerdaskan Bangsa Indonesia, menjadi bangsa yang berkompetensi sesuai dengan bidang profesinya masing-masing

Penyusun menyadari banyak kekurangan dalam penyusunan modul ini, sehingga saran dan masukan yang konstruktif sangat penyusun harapkan. Semoga modul ini banyak memberikan manfaat untuk mempelajari proses pengelasan.

Surabaya, Juni 2012

Penyusun,

Bachtiar

DAFTAR ISI

Kata Pengantar

Daftar IsiDaftar Istilah

PENDAHULUAN

- A. Kompetensi
- B. Gambaran
- C. Waktu
- D. Prasyarat
- E. Petunjuk Penggunaan Modul Ajar

MODUL 1 : JUDUL MODUL

- 1.1. Sub Kompetensi
- 1.2. Uraian Materi
- 1.3. Rangkuman
- 1.4. Referensi
- 1.5. Latihan Soal
- 1.6. Lembar Kerja
- 1.7. Jawaban

DAFTAR ISTILAH

Welding	: Pengelasan ; proses menyambung dua buah logam atau lebih dengan mengadakan ikatan metalurgi dibawah pengaruh panas.
Las Listrik	: Proses pengelasan dengan memanfaatkan suhu yang tinggi dari busur listrik sebagai sumber panas.
Weld Metal	: Cairan elektrode dan material yang menyatu membentuk logam lasan.
Amper	: Besar kuat arus yang digunakan dalam proses pengelasan. Besar kecil amper yang digunakan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan .
Heat Input	: Besarnya panas/temperatur (H) yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t).
Polaritas	: Pengkutuban sumber arus yang mana berfungsi untuk jenis pengelasan yang di inginkan.
Penetrasi	: Daya tembus pengelasan.
Deposit Las	: Endapan dari dua logam yang mencair pada saat dipanaskan sampai pada titik lebur kemudian dingin kembali.
Fluks	: Lapisan pada elektrode yang berfungsi melindungi cairan lasan dari reaksi terhadap oksigen atmosfer, memudahkan penyulutan dan memantapkan busur.



PPNS POLITEKNIK
PERKAPALAN
NEGERI SURABAYA

MODUL 1

PENGELASAN SMAW

Penyusun:

Bachtiar, ST., MT.

NIP. 132 127

**PROGRAM STUDI TEKNIK BANGUNAN KAPAL
JURUSAN TEKNIK BANGUNAN KAPAL
POLITEKNIK PERKAPALAN NEGERI SURABAYA
2012**

PENDAHULUAN

A. KOMPETENSI

Memberikan ketrampilan kepada mahasiswa dalam melakukan pengelasan dengan proses SMAW pada sambungan tumpul (*butjoint*), sambungan tumpang (*overlap joint*) dan sambungan sudut dalam (*fillet joint*).

B. GAMBARAN UMUM MATERI

Materi pada mata kuliah Praktek Las yang diajarkan mencakup pengertian dan pemahaman tentang prosedur pengelasan SMAW, K3 proses pengelasan SMAW, proses pengelasan SMAW, instalasi peralatan SMAW dan pemilihan parameter proses pengelasan SMAW. Juga mencakup ketrampilan dalam pengelasan plat tipis dengan proses pengelasan SMAW (5mm) pada sambungan tumpul (*butjoint*), sambungan tumpang (*overlap joint*) dan sambungan sudut dalam (*fillet joint*).

C. WAKTU

Mata kuliah praktek las mempunyai bobot 1 sks atau 2 jam tatap muka setiap minggunya. Sehingga untuk bisa mencapai kompetensi yang telah ditentukan, mahasiswa harus mengikuti kegiatan tatap muka sebanyak 2 jam x 16 kali tatap muka, atau selama 32 jam.

D. PRASYARAT

Untuk mempermudah pencapaian kompetensi yang diharapkan, mahasiswa harus mempunyai badan yang sehat dan mempunyai penglihatan yang baik, dapat memahami dan membaca gambar teknik, dapat menggunakan peralatan Kerja bangku, memahami dengan baik tentang proses pengelasan SMAW dan menguasai dasar teori pengelasan SMAW. Atau mahasiswa telah lulus mata kuliah teknologi pengelasan, praktek tugas gambar teknik dan praktek logam dasar.

E. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL AJAR

Modul ajar Praktek Lasl ini telah disusun secara sistematis dengan mengacu pada SAP yang berlaku. Untuk itu mahasiswa dalam menggunakan modul ajar ini harus memperhatikan beberapa hal berikut :

1. Membawa modul ajar ini setiap mengikuti praktek.
2. Membaca dengan baik setiap isi yang ada di dalam modul ajar.
3. Membaca dan mengikuti langkah kerja yang ada pada modul ini pada tiap proses pembelajaran sebelum melakukan atau mempraktekan tugas pada lembar kerja.
4. Mernyiapkan peralatan dan bahan yang digunakan pada setiap kegiatan lembar kerja dengan benar dan sesuai.
5. Melakukan pekerjaan secara berurutan sesuai dengan apa yang diperintahkan oleh lembar kerja atau tugas.
6. Membandingan dan mengevaluasi hasil kegiatan dengan kriteria penerimaan yang sudah ditentukan.

MODUL 1 PENGELASAN SMAW

1.1. Sub Kompetensi

Kemampuan yang akan dimiliki oleh mahasiswa setelah memahami isi modul ini adalah sebagai berikut :

- Mahasiswa mengerti dan memahami proses pengelasan SMAW.
- Mahasiswa mengerti dan memahami prosedur pengelasan SMAW.
- Mahasiswa mampu melakukan pengelasan pada desain sambungan tumpul (*butt joint*), sambungan tumpang (*overlap joint*) dan sambungan sudut dalam (*fillet joint*) dengan proses pengelasan SMAW.

1.2. Uraian Materi

Proses Pengelasan SMAW

Proses pengelasan SMAW yang umumnya disebut Las Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar dan elektroda. Panas tersebut ditimbulkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan plat yang akan dilas). Panas yang timbul dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000° sampai 4500° Celcius. Sumber tegangan yang digunakan ada dua macam yaitu listrik AC (Arus bolak balik) dan listrik DC (Arus searah). Proses terjadinya pengelasan karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek dan saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektrode sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektrode dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Untuk menghasilkan busur yang baik dan konstan tukang las harus menjaga jarak ujung elektroda dan permukaan material dasar tetap sama. Adapun jarak yang paling baik adalah sama dengan diameter elektroda yang dipakai.

Heat input besarnya panas/temperatur (H) yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t) yang dinyatakan dalam satuan panas joule seperti rumus dibawah ini :

$$H = E \times I \times t$$

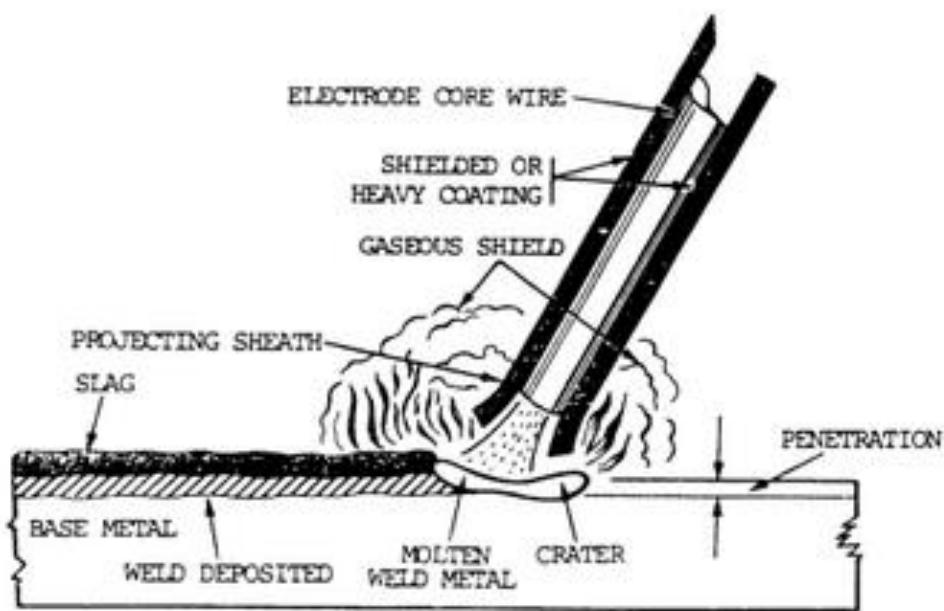
dimana :

H = panas (joule)

E = tegangan listrik (volt)

I = kuat arus (amper)

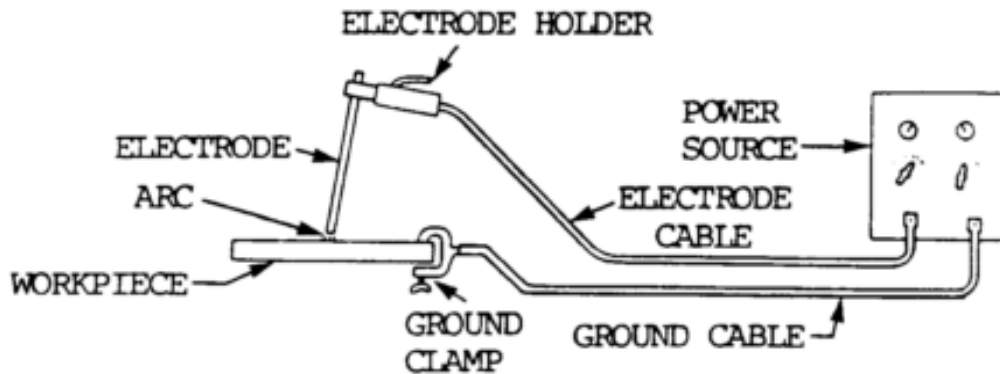
t = waktu (detik)



Gambar 1. Proses pengelasan SMAW

Peralatan

Perlengkapan yang diperlukan untuk proses pengelasan SMAW adalah peralatan yang paling sederhana dibandingkan dengan proses pengelasan listrik yang lainnya. Adapun perlengkapan las SMAW adalah : transformator DC/AC, elektroda, kabel massa, kabel elektroda, connectors, palu cipping, sikat kawat dan alat perlindungan diri yang sesuai.



Gambar 2. Skema peralatan las SMAW

- **Sumber Tegangan (*power source*)**

Sumber tegangan diklasifikasikan sebagai mesin las AC dan mesin las DC, mesin las AC biasanya berupa trafo las, sedangkan mesin las DC selain trafo juga ada yang dilengkapi dengan rectifier atau diode (perubah arus bolak balik menjadi arus searah) biasanya menggunakan motor penggerak baik mesin diesel, motor bensin dan motor listrik. Gambar 3. adalah mesin las DC, saat ini banyak digunakan mesin las DC karena DC mempunyai beberapa kelebihan dari pada mesin las AC yaitu busur stabil dan polaritas dapat diatur. Gambar 3. adalah mesin las AC yang menggunakan transformator atau trafo las.



Gambar 3. Mesin las DC



Gambar 4. Mesin las AC

- **Kabel masa dan kabel elektroda (*ground cable and electrode cable*)**

Kabel masa dan kabel elektroda berfungsi menyalurkan aliran listrik dari mesin las ke material las dan kembali lagi ke mesin las. Ukuran kabel masa dan kabel elektroda ini harus cukup besar untuk mengalirkan arus listrik, apabila kurang besar akan menimbulkan panas pada kabel dan merusak isolasi kabel yang akhirnya membahayakan pengelasan.

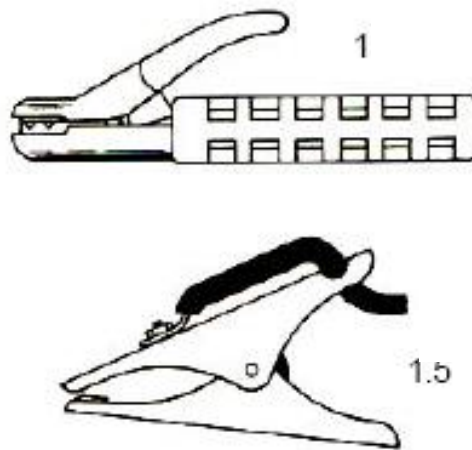
Sesuai dengan peraturan, kabel di antara mesin dan tempat kerja sebaiknya sependek mungkin. Menggunakan satu kabel (tanpa sambungan) jika jaraknya kurang dari 35 kaki. Jika memakai lebih dari satu kabel, sambungannya harus baik dengan menggunakan *lock-type cable connectors*. Sambungan kabel minimal 10 kaki menjauhi operator.



Gambar 5. Kabel elektroda

- **Pemegang elektroda dan klem masa (*holder and claim masa*)**

Pemegang elektrode berguna untuk mengalirkan arus listrik dari kabel elektrode ke elektrode serta sebagai pegangan elektrode sehingga tukang las tidak merasa panas pada saat mengelas. Klem masa berguna untuk menghubungkan kabel masa dari mesin las dengan material biasanya klem masa mempunyai per untuk penjepitnya. Klem ini sangat penting karena apabila klem longgar arus yang dihasilkan tidak stabil sehingga pengelasan tidak dapat berjalan dengan baik.



Gambar 6. Pemegang elektroda dan klem masa

- **Palu las dan sikat kawat (*chipping hammer and wire brush*)**

Palu Ias digunakan untuk melepaskan dan mengeluarkan terak las pada logam las (*weld metal*) dengan jalan memukulkan atau menggoreskan pada daerah lasan. Berhati-hatilah membersihkan terak Ias dengan palu Ias karena kemungkinan akan memercik ke mata atau ke bagian badan lainnya. Jangan membersihkan terak las sewaktu terak las masih panas/merah. Sikat kawat dipergunakan untuk :

- membersihkan benda kerja yang akan dilas
- membersihkan terak las yang sudah lepas dari jalur las oleh pukulan palu las.



Gambar 7. Palu las



Gambar 8. Sikat kawat

Karakteristik Listrik (*Electrical Characteristic*)

Sumber arus listrik dinyatakan dalam arus AC atau DC. Jika DC, polaritasnya juga harus ditentukan. Untuk menentukan sumber arus listrik apa dan polaritas yang mana yang dipakai perlu diperhatikan beberapa hal sebagai berikut.

Arus DC (*direct current*)

- Aliran : Continue pada satu arah, jadi busur nyala steady.
- Voltage drop : Sensitif terhadap panjang kabel, kabel sependek mungkin.
- Current : Dapat dipakai untuk arus kecil dengan diameter elektrode kecil.
- Elektrode : Semua jenis elektrode dapat dipakai.
- Arc Starting : Lebih mudah, terutama untuk arus kecil.
- Pole : Dapat dipertukarkan.
- Arc bow : Sensitif terhadap bagian-bagian pada ujung-ujung, sudut-sudut atau bagian yang banyak lekuk-lekuknya.

Arus AC (*Alternating Current*)

- Voltage drop : Panjang kabel tidak banyak pengaruhnya.
- Current : Kurang cocok untuk low current
- Elektrode : Tidak semua jenis elektrode dapat dipakai
- Arc Starting : Lebih Sulit terutama untuk diameter elektrode kecil.
- Pole : Tidak dapat dipertukarkan.
- Arc bow : Tidak merupakan masalah.

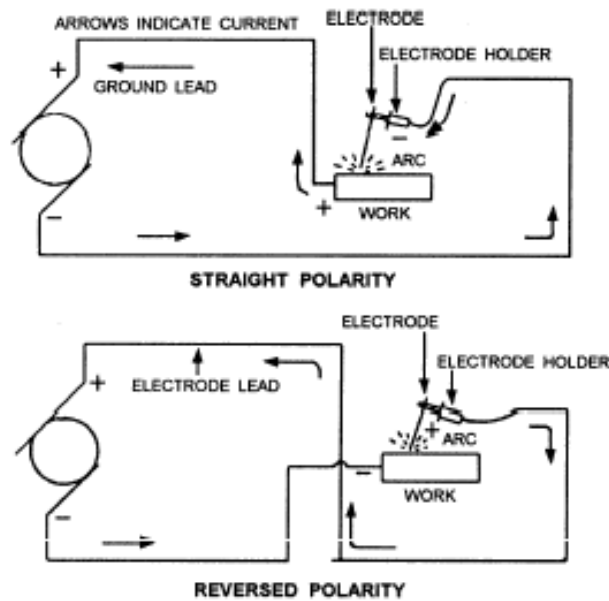
Polaritas Lurus

Apabila material dasar atau material yang akan dilas disambung kan dengan kutup positif (+) dan elektrodenya disambungkan dengan kutup negatif (-) pada mesin las DC maka cara ini disebut pengelasan polaritas lurus atau *DCSP (Direct Current Straight Polarity)*, ada juga yang menyebutkan DCEN. Dengan cara ini busur listrik bergerak dari elektrode ke material dasar sehingga tumbukan elektron berada di material dasar yang berakibat 2/3 panas berada di material dasar dan 1/3 panas berada di elektroda.

Cara ini akan menghasilkan pencairan material dasar lebih banyak dibanding elektrodanya sehingga hasil las mempunyai penetrasi yang dalam, sehingga baik digunakan pada pengelasan yang lambat serta manik las yang sempit dan untuk pelat yang tebal.

Polaritas Balik

Dengan proses pengelasan cara ini material dasar disambungkan dengan kutup negatif (-) dan elektrodanya disambungkan dengan kutup positif (+) dari mesin las DC, dan disebut DCRP (*Direct Current Reversed Polarity*) ada juga yang menyebutkan DCEP. Busur listrik bergerak dari material dasar ke elektrode dan tumbukan elektron berada di elektrode yang berakibat 2/3 panas berada di elektroda dan 1/3 panas berada di material dasar. Cara ini akan menghasilkan pencairan elektrode lebih banyak sehingga hasil las mempunyai penetrasi dangkal, serta baik digunakan pada pengelasan pelat tipis dengan manik las yang lebar.



Gambar 7. Polaritas lurus dan balik pada las SMAW

Elektroda (*electrode*)

Sebagian besar elektrode las SMAW dilapisi oleh lapisan flux, yang berfungsi sebagai pembentuk gas yang melindungi cairan logam dari kontaminasi udara sekelilingnya. Selain itu flux berguna juga untuk membentuk terak las yang juga berfungsi melindungi cairan las dari udara sekelilingnya. Lapisan elektrode ini merupakan campuran kimia yang komposisinya sesuai dengan kebutuhan pengelasan. Menurut AWS (*American Welding Society*) elektrode diklasifikasikan dengan huruf E dan diikuti empat atau lima digit sebagai berikut E xxxx (x). Dua digit yang pertama atau tiga digit menunjukkan kuat tarik hasil las tiga digit menunjukkan kuat tarik lebih dari 100.000 psi sedangkan dua digit menunjukkan kuat tarik hasil lasan kurang dari 100.000 psi.

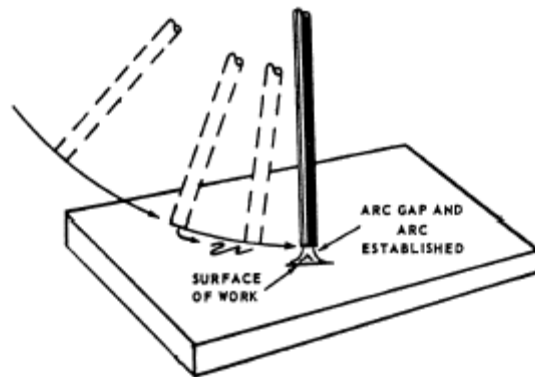
Sebagai contoh elektrode E 6013 mempunyai kuat tarik 60.000 psi (42 Kg/mm²). Sedangkan angka digit ketiga atau keempat bagi yang kuat tariknya lebih besar 100.000 psi (70 Kg/mm²) digit selanjutnya menunjukan posisi pengelasan, apabila angkanya 1 berarti untuk segala posisi.pengelasan, angka 2 berarti las datar atau horizona l dan angka 3 menunjukan untuk pengelasan datar saja. Digit yang terakhir menunjukan jenis dari campuran kimia dari lapisan elektrode .

Tabel 1. Macam-macam jenis selaput (*fluks*)

Angka Keempat	Jenis Selaput (Fluks)	Arus Pengelasan
0	Natrium selulosa, Oksida besi tinggi	DC+
1	Kalium – Selulosa tinggi	AC,DC+
2	Natrium – Titania tinggi	AC,DC-
3	Kalium – Titania tinggi	AC,DC+
4	Serbuk besi, Titania	AC,DC±
5	Natrium – Hydrogrn rendah	DC+
6	Kalium – Hydrogen rendah	AC,DC+
7	Serbuk besi, Oksida besi	AC,DC+
8	Serbuk besi, Hydrogen rendah	AC,DC+

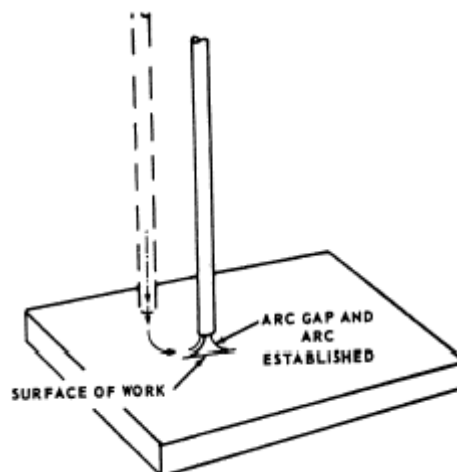
Penyalan Busur

Ada dua metode dasar yang dipergunakan untuk memulai penyalan busur yaitu metode menggores (*striking*) dan metode memukul (*tapping*). Penyalan busur dimulai dengan adanya hubungan pendek antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja.



Gambar 8. Penyalan busur dengan metode menggores (*striking*)

Pada metode striking elektroda disentukan ke permukaan benda kerja dengan menggores yang gerakannya mirip seperti penyalan korek api. Begitu elektroda menyentuh permukaan kerja menghasilkan busur yang tidak stabil, oleh karena itu harus dijaga jarak antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja sama dengan diameter elektroda yang dipakai.



Gambar 8. Penyalan busur dengan metode mengetuk (*tapping*)

Pada metode mengetuk elektroda di posisi vertikal tegak lurus dengan permukaan benda kerja. Penyalan busur dimulai dengan mengetuk atau

melambungkannya di atas permukaan benda kerja, begitu elektroda menyentuh permukaan kerja menghasilkan busur yang tidak stabil, oleh karena itu harus dijaga jarak antara ujung elektroda dan permukaan benda kerja sama dengan diameter elektroda yang dipakai.

Jika penarikan elektroda untuk membuat jarak antara elektroda dan benda kerja terlambat maka cairan logam akan cepat membeku sehingga elektroda lengket pada benda kerja. Apabila elektroda sulit dilepas dari benda kerja maka segera matikan mesin dan lepaskan elektroda dari benda kerja. Jangan pernah lepaskan helm atau topeng las selama ada kemungkinan elektroda bisa menghasilkan busur.

Parameter pengelasan

- **Diameter elektroda**

Diameter elektroda yang dipakai dalam pengelasan SMAW sangat mempengaruhi besar kecilnya amper yang dipakai. Hal tersebut berhubungan dengan laju peleburan atau laju penimbunan (*fusion rate/deposition rate*) dan kedalaman penetrasi (*penetration*). Biasanya pada elektrode yang akan dipakai sudah direkomendasikan batasan besarnya amper, posisi pengelasan dan polaritas yang dipakai.

- **Amper**

Penggunaan amper selama proses pengelasan sangat bergantung pada besar kecilnya diameter elektroda yang dipakai. Perusahaan pembuat elektroda sudah menetapkan besar kecilnya amper yang dipakai, informasi besarnya amper yang dipakai biasanya ditemukan pada bungkus elektroda.

Misalnya, amper yang dianjurkan untuk elektroda tertentu adalah 90-100 ampere, pada pelaksanaan latihan biasanya akan menetapkan besarnya amper di pertengahan antara kedua batas tersebut, yaitu di 95 ampere. Sesudah mulai mengelas, penyetaran amper kembali dilakukan sampai hasilnya baik.

Amper yang terlalu besar dapat mengakibatkan

- Elektroda terlalu panas, dapat merusak kestabilan *fluks*

- Lebar cairan las terlalu besar
- Perlindungan cairan las tidak maksimal, dapat mengakibatkan logam lasan berpori (*porosity*)
- Besar kemungkinan terjadi *undercut*
- Terak (*slag*) sukar dibersihkan

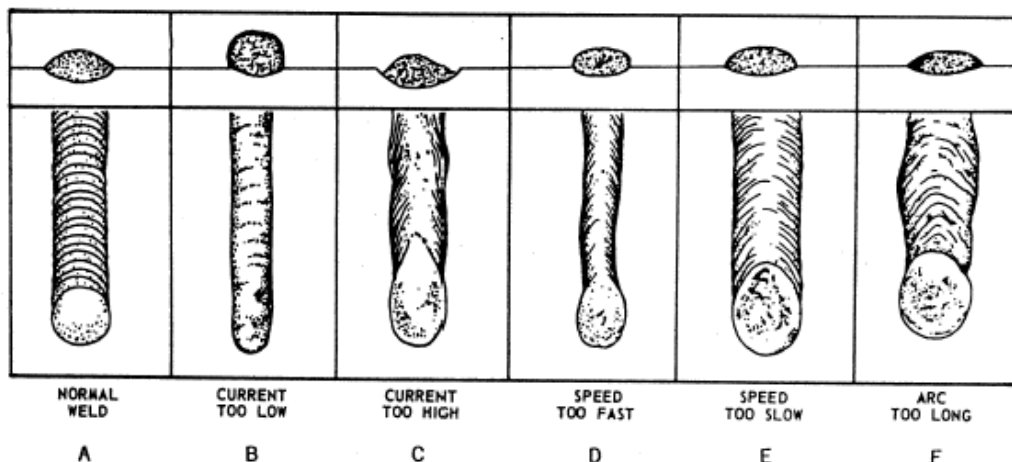
Amper yang terlalu kecil dapat mengakibatkan

- Penyalaan busur sulit dan lenket-lengket
- Peleburan terputus-putus akibat dari busur yang tidak stabil.
- Peleburan base metal dan elektrode jelek dan terjadi *slag inclusion*

- **Kecepatan pengelasan (*welding speed*)**

Kecepatan pengelasan adalah laju dari elektroda pada waktu proses pengelasan. Kecepatan maksimum mengelas sangat bergantung pada ketrampilan juru las (*welder*), posisi, jenis elektroda dan bentuk sambungan.

Biasanya, kalau kecepatan pengelasan terlalu cepat, logam lasan menjadi dingin terlalu cepat, menyebabkan bentuk deposit las menjadi kecil dengan puncak yang runcing. Sebaliknya, jika kecepatan perjalanan terlalu lambat, deposit las bertumpuk-tumpuk menjadi terlalu tinggi dan lebar. Kecepatan yang sesuai adalah bila menghasilkan deposit las baik, dengan tinggi maksimal sama dengan diameter elektroda dan lebar tiga kali diameter elektroda.

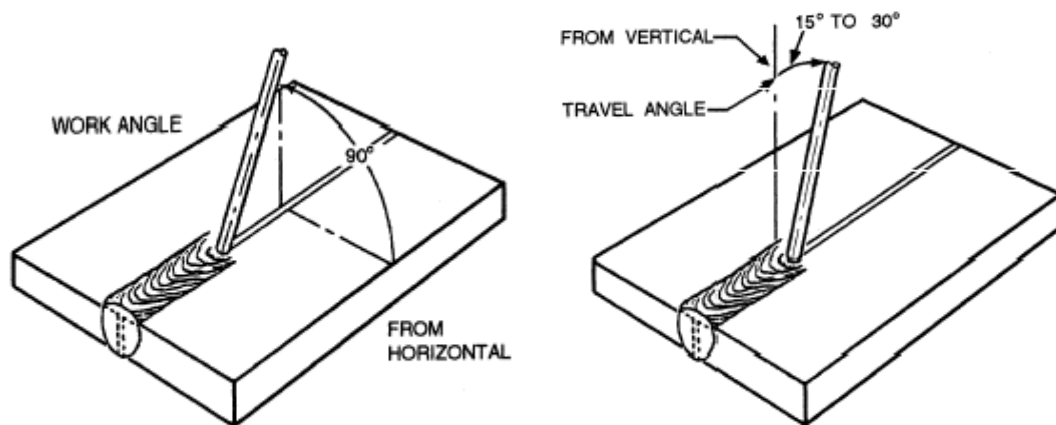


Gambar 9. Bentuk-bentuk deposit las dan penyebabnya

- **Sudut elektroda (*Electrode angle*)**

Sudut elektroda adalah sudut posisi/kedudukan elektroda terhadap benda kerja pada saat pengelasan. Perubahan sudut elektroda yang sangat ekstrim mempengaruhi bentuk deposit las, oleh karena itu sudut elektroda sangat penting dalam proses pengelasan. Sudut elektroda terdiri atas dua posisi, yaitu sudut kerja (*work angle*) dan sudut arah pengelasan (*travel angle*).

Sudut kerja adalah sudut yang terbentuk dari garis horisontal tegak lurus terhadap arah pengelasan. Sudut arah pengelasan adalah sudut pada arah pengelasan terhadap garis vertikal dan mungkin berubah dari 15 hingga 30 derajat.



Gambar 10. Sudut elektroda

Keselamatan kerja las SMAW

Busur listrik bukan merupakan barang yang berbahaya asal aturan keamanannya di taati. Berikut ini aturan keselamatan kerja yang harus diketahui dan ditaati oleh praktikan :

1. Radiasi dari busur sangat berbahaya terhadap mata, busur mengeluarkan sinar infra merah dan ultra violet yang dapat merusak mata dan kulit. Helm las yang dilengkapi dengan kaca gelap dapat melindungi mata dan Apron melindungi kulit dari sengatan sinar.
2. Percikan las yang panas akan berbahaya bila kena tangan dan kaki terbuka begitu juga dengan sepatu yang mudah terbakar. Oleh sebab itu sarung tangan dari kulit,

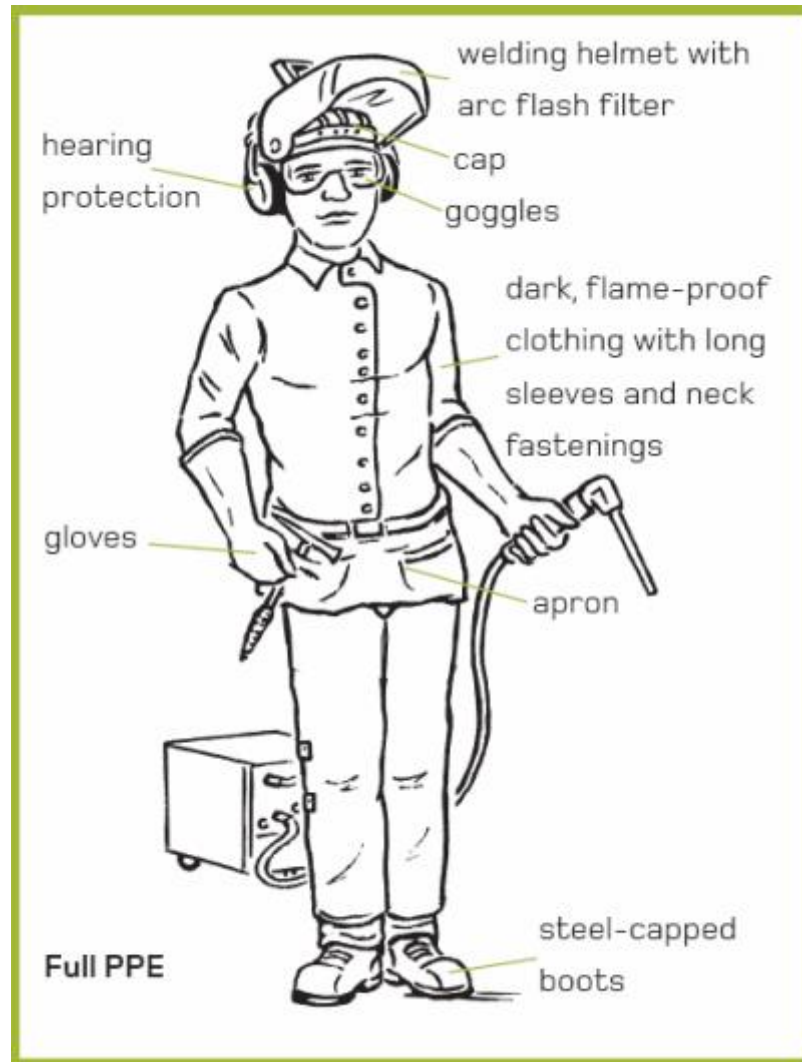
dan penutup dada dari kulit serta sepatu dari kulit dianjurkan dipakai pada waktu mengelas.

3. Hindari menggoreskan elektrode pada material yang akan dilas apabila didekat kita ada orang lain yang tidak menggunakan penutup mata penahan sinar busur listrik.
4. Asap pengelasan dapat membahayakan orang yang menghirupnya oleh sebab itu ventilasi pada waktu mengelas harus terbuka .
5. Tersengat listrik kemungkinan dapat terjadi, hati hati jangan sampai lantai, sarung tangan basah dan gunakan peralatan yang terisolasi.
6. Bahaya tersengat panas juga merupakan hal yang harus dihindari oleh karena itu hindari memegang benda yang dilas dengan tangan tanpa sarung tangan.

Peralatan keselamatan kerja las SMAW

Penggunaan alat perlindungan diri untuk pekerjaan las wajib dipakai setiap praktikan, adapun peralatan keselamatan kerja las SMAW yang sesuai adalah :

1. Helm Las / Topeng Las dengan kaca
2. Sarung tangan kulit panjang
3. Penutup dada (*apron*)
4. Sepatu kulit (*safety shoes*)



Gambar 10. Perlindungan maksimum untuk pekerjaan las SMAW

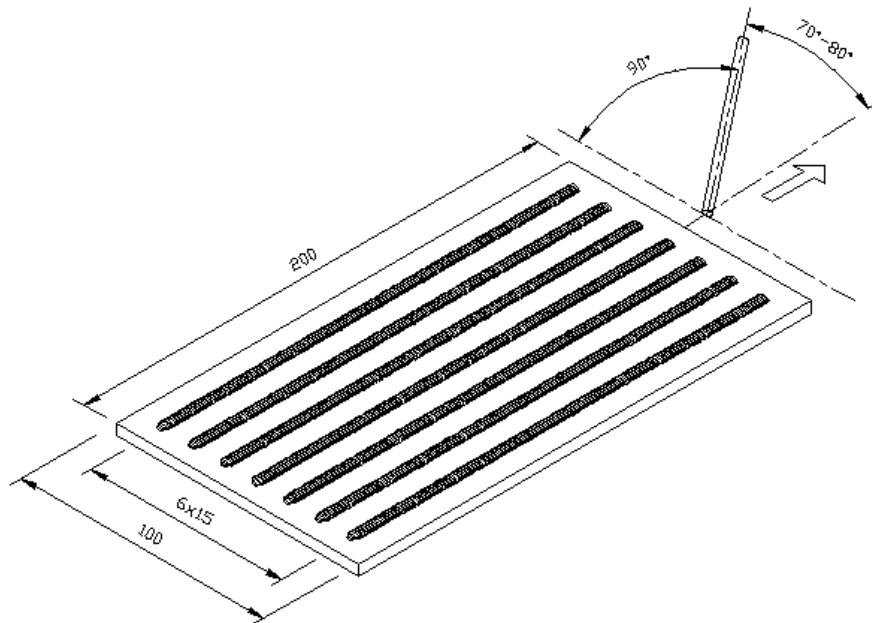
1.3. Referensi

1. American Welding Society, 1978, " *Welding Hand book* " , Vol 2 Welding Process AWS published.
2. Harsono Wiryo Sumarto, Toshio Okumura, 1979, " *Teknologi Pengelasan Logam* " , Pradnya Paramita Jakarta.
3. Robert, W.,K., 1993, *Dasar-dasar Pengelasan*, Erlangga.
4. The Lincoln Electric Company, 1978, " *New Lesson in Arc Welding* " , Ohio USA.

1.4. Lembar kerja

Membuat Rigi-Rigi Las

1. Gambar kerja



2. Langkah kerja

- Gunakan alat keselamatan kerja yang sesuai.
- Persiapkan bahan dengan jenis dan ukuran sesuai dengan yang diminta kemudian permukaan bahan harus kering dan bersih, bebas karat, cat dan oli. Untuk membersihkan dapat dilakukan dengan sikat kawat baja.
- Buat garis sesuai dengan gambar kerja untuk panduan dalam pembuatan rigi-rigi.
- Pada penyalaan busur pertama, posisi awal pengelasan mundur kira-kira 8 mm, setelah terjadi busur maju pada titik awal pengelasan. Konsentrasikan perhatian pada tinggi elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan. Kecepatan penarikan dan tinggi elektroda (± 2 mm) akan mempengaruhi bentuk dari rigi – rigi (deposit las) disamping arus (amper) yang sesuai.
- Lakukan pengelasan sesuai dengan gambar kerja dengan jarak rigi-rigi dan panjang pengelasan yang tepat serta usahakan lurus dengan penyimpangan maksimum 3°.

- Setelah selesai bersihkan benda kerja dari terak dan percikan-percikan logam (spatter). Siap untuk dievaluasi oleh pengajar.

3. Pengamatan proses

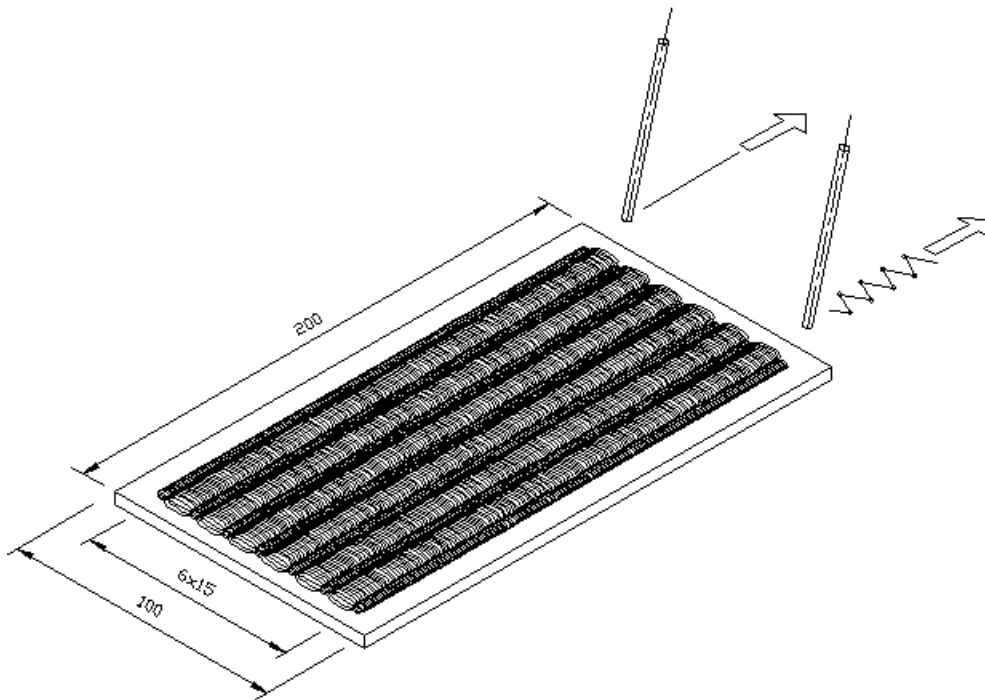
No.	Aspek Yang Diamati	Kriteria	Cek List	
			Benar	Salah
1	Penggunaan alat perlindungan diri	- Helm/topeng las, kaca 10-11 - Pakaian kerja, safety shoes - Apron, sarung tangan		
2	Proses Pengelasan	- SMAW		
3	Polaritas	- DCEP / DCRP		
4	Jenis elektroda	- AWS E6013		
5	Diameter elektroda	- Ø 2,6 mm		
6	Besar arus	- 60 – 90 A		
7	Sudut elektroda	- 90° / 70° - 80°		
8	Gerakan elektroda	- Lurus		
9	Alat pembersih hasil lasan	- Palu cipping dan sikat baja		

4. Pemeriksaan hasil

No.	Aspek Yang Diukur	Kriteria	Score				Score Min. Lulus
			4	3	2	1	
1	Lebar deposit las	- 6 mm, ± 1 mm					2
2	Tinggi deposit las	- 2 mm, ± 0.5 mm					2
3	Simpangan kelurusan deposit las	- Maksimum 3°					2
4	Beda permukaan	- Maksimum 1 mm					2
5	Kebersihan	- Bebas terak - Bebas Splatter					2

Penebalan

1. Gambar kerja



2. Langkah kerja

- Persiapkan bahan dengan jenis dan ukuran sesuai dengan yang diminta kemudian permukaan bahan harus kering dan bersih, bebas karat, cat dan oli. Untuk membersihkan dapat dilakukan dengan sikat kawat baja.
- Buat garis sesuai dengan gambar kerja untuk panduan dalam pembuatan rigi-rigi.
- Pada penyalaan busur pertama, posisi awal pengelasan mundur kira-kira 8 mm, setelah terjadi busur maju pada titik awal pengelasan. Konsentrasikan perhatian pada tinggi elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan. Kecepatan penarikan dan tinggi elektroda (± 2 mm) akan mempengaruhi bentuk dari rigi –rigi (deposit las) disamping arus (amper) yang sesuai.

- Lakukan pengelasan sesuai dengan gambar kerja dengan jarak rigi-rigi dan panjang pengelasan yang tepat serta usahakan lurus dengan penyimpangan maksimum 3°.
- Pengelasan selanjutnya adalah pengelasan isi dengan cara mengayun elektroda dan berhenti sesaat pada setiap ujung ayunan. Usahakan ujung ayunan berada pada setengah dari lebar alur rigi-rigi yang sudah terbentuk. Konsentrasikan perhatian pada tinggi elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan serta tambah arus 10 A.
- Setelah selesai bersihkan benda kerja dari terak dan percikan-percikan logam (spatter). Siap untuk dievaluasi oleh pengajar.

3. Pengamatan proses

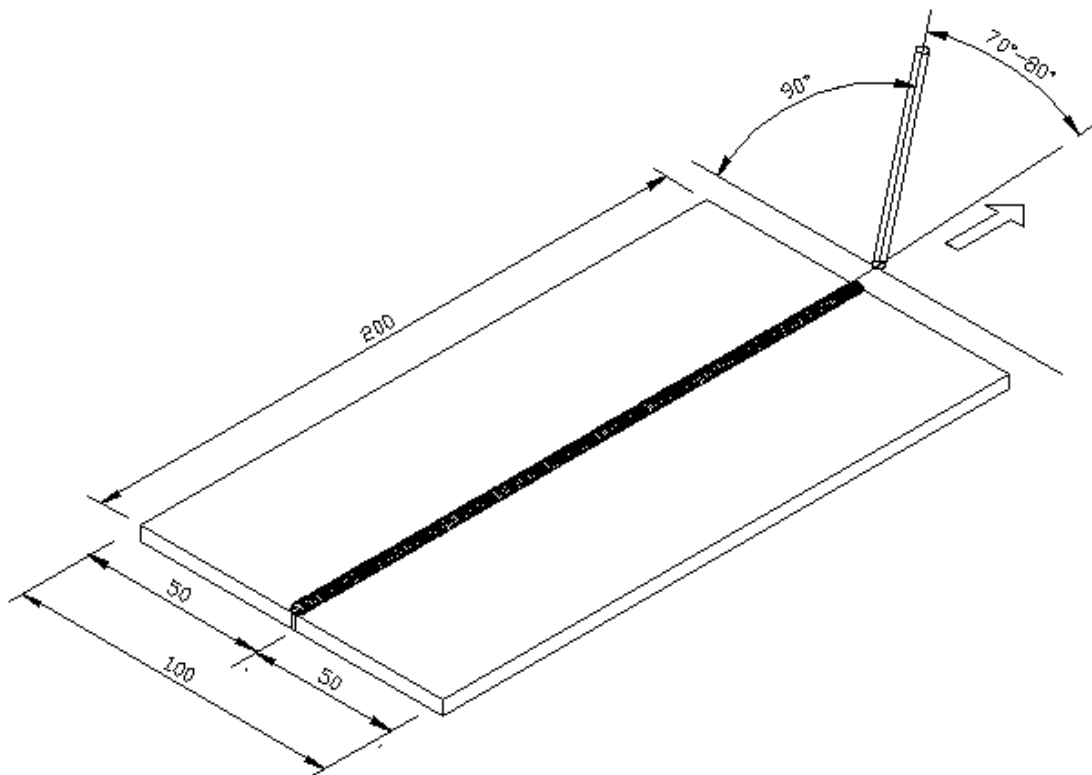
No.	Aspek Yang Diamati	Kriteria	Cek List	
			Benar	Salah
1	Penggunaan alat perlindungan diri	- Helm/topeng las, kaca 10-11 - Pakaian kerja, safety shoes - Apron, sarung tangan		
2	Proses Pengelasan	- SMAW		
3	Polaritas	- DCEP / DCRP		
4	Jenis elektroda	- AWS E6013		
5	Diameter elektroda	- Ø 2,6 mm, Ø 3,2 mm		
6	Besar arus	- 80 – 120 A		
7	Sudut elektroda	- 90° / 70° - 80°		
8	Gerakan elektroda	- Lurus - Diayun		
9	Alat pembersih hasil lasan	- Palu cipping dan sikat baja		

4. Pemeriksaan hasil

No.	Aspek Yang Diukur	Kriteria	Score				Score Min. Lulus
			4	3	2	1	
1	Kelurusan deposit las	- Maksimum 3°					2
2	Penambahan tebal	- $1,5 \pm 0,5$					2
3	Sambungan las	- Rata $\pm 0,5$					2
4	Beda permukaan las	- $0 \pm 0,5$					2
5	Perubahan bentuk	- Rata $0^{+2,5^{\circ}}$					2
6	Kebersihan	- Bebas terak - Bebas Splatter					2

Sambungan tumpul (*butt joint*)

1. Gambar kerja



2. Langkah kerja

- Persiapkan bahan dengan jenis dan ukuran sesuai dengan yang diminta kemudian permukaan bahan harus kering dan bersih, bebas karat, cat dan oli. Untuk membersihkan dapat dilakukan dengan sikat kawat baja.
- Atur besarnya arus sesuai dengan kebutuhan dan jenis serta diameter elektroda yang akan digunakan.
- Atur benda kerja diatas meja dengan posisi yang benar-benar rata dengan celah atau gap 1.5 s/d 2 mm. Kemudian lakukan pengelasan ikat pada kedua ujungnya.
- Lakukan pengelasan sambungan tumpul dengan gerakan elektroda lurus dan memperhatikan pada tinggi elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan.

- Bersihkan terak dan percikan logam dari seluruh permukaan benda kerja, kemudian benda kerja dibalik dan bersihkan terak yang ada dalam celah /gap. Bila kedalaman celah tidak rata hendaknya diratakan dengan gerinda tangan yang menggunakan cutting disc.
- Usahakan celah atau gap mempunyai lebar dan kedalaman yang merata, selanjutnya dilakukan pengelasan.
- Setelah selesai bersihkan benda kerja dari terak dan percikan-percikan logam (spatter). Siap untuk dievaluasi oleh pengajar.

3. Pengamatan proses

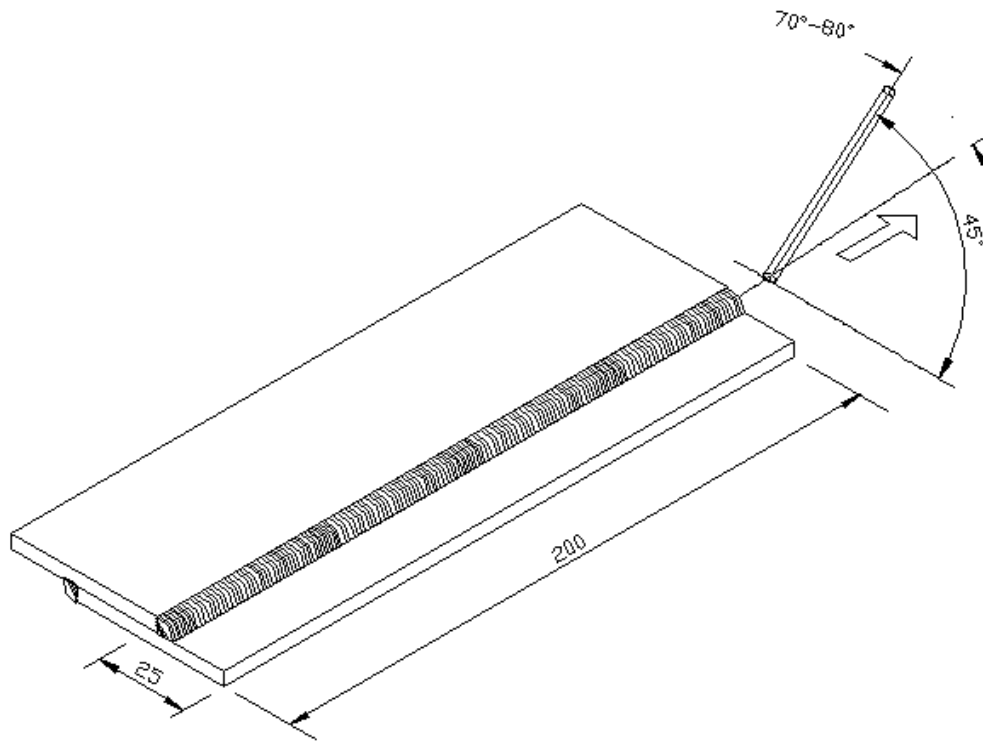
No.	Aspek Yang Diamati	Kriteria	Cek List	
			Benar	Salah
1	Penggunaan alat perlindungan diri	- Helm/topeng las, kaca 10-11 - Pakaian kerja, safety shoes - Apron, sarung tangan		
2	Proses Pengelasan	- SMAW		
3	Polaritas	- DCEP / DCRP		
4	Jenis elektroda	- AWS E6013		
5	Diameter elektroda	- Ø 2,6 mm		
6	Besar arus	- 60 – 90 A		
7	Sudut elektroda	- 90° / 70° - 80°		
8	Gerakan elektroda	- Lurus		
9	Alat pembersih hasil lasan	- Palu cipping dan sikat baja		

4. Pemeriksaan hasil

No.	Aspek Yang Diukur	Kriteria	Score				Score Min. Lulus
			4	3	2	1	
1	Lebar deposit las	- $8^{\pm 1}$					2
2	Tinggi deposit las	- $1,5^{\pm 0,5}$					2
3	Sambungan las	- Rata $\pm 0,5$					2
4	Beda permukaan las	- $0^{\pm 0,5}$					2
5	Perubahan bentuk	- Rata $0^{+2,5^{\circ}}$					2
6	Kebersihan	- Bebas terak - Bebas Splatter					2

Sambungan tumpang (*overlap joint*)

1. Gambar kerja



2. Langkah kerja

- Persiapkan bahan dengan jenis dan ukuran sesuai dengan yang diminta kemudian permukaan bahan harus kering dan bersih, bebas karat, cat dan oli. Untuk membersihkan dapat dilakukan dengan sikat kawat baja.
- Atur besarnya arus sesuai dengan kebutuhan dan jenis serta diameter elektroda yang akan digunakan.
- Atur benda kerja dengan posisi yang benar dan rata di atas meja kemudian lakukan pengelasan ikat pada kedua ujung-ujungnya dan bagian tengah untuk masing-masing sisi.
- Bersihkan terak dan percikan-percikan logam pada semua las ikat.

- Lakukan pengelasan sambungan tumpang dengan gerakan elektroda lurus dan sudut elektroda yang tepat.
- Konsentrasikan perhatian pada sudut elektroda, jarak elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan.
- Bersihkan terak dan percikan logam dari seluruh permukaan benda kerja, kemudian benda kerja dibalik dan lakukan lagi pengelasan tumpang sesuai dengan nomor 5.
- Setelah selesai bersihkan benda kerja dari terak dan percikan-percikan logam (spatter). Siap untuk dievaluasi oleh pengajar.

3. Pengamatan proses

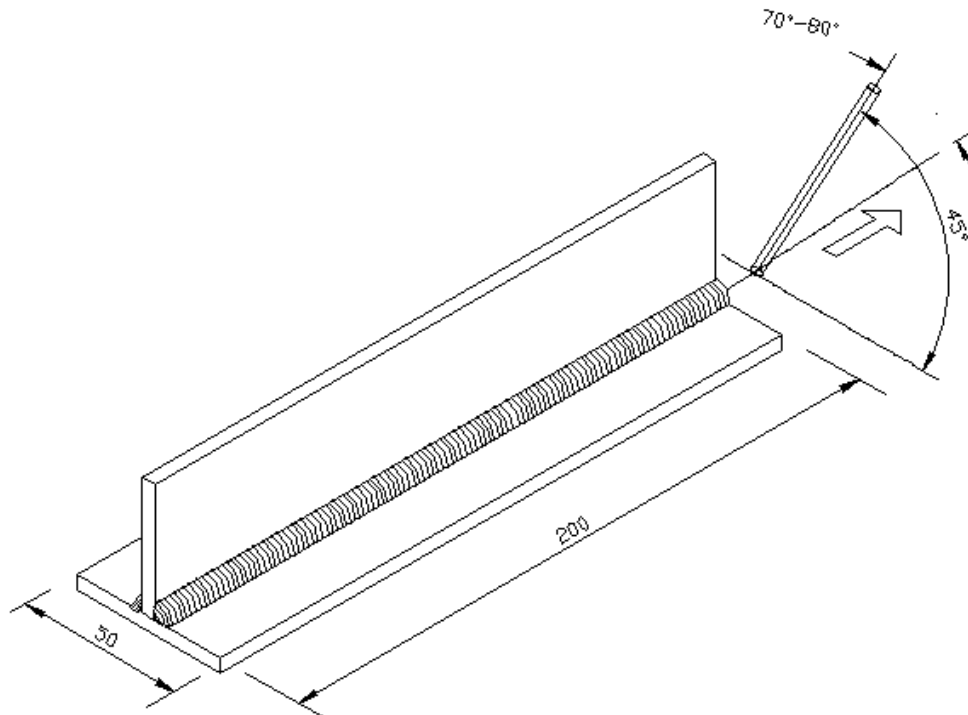
No.	Aspek Yang Diamati	Kriteria	Cek List	
			Benar	Salah
1	Penggunaan alat perlindungan diri	- Helm/topeng las, kaca 10-11 - Pakaian kerja, safety shoes - Apron, sarung tangan		
2	Proses Pengelasan	- SMAW		
3	Polaritas	- DCEP / DCRP		
4	Jenis elektroda	- AWS E6013		
5	Diameter elektroda	- Ø 3,2 mm		
6	Besar arus	- 80 – 120 A		
7	Sudut elektroda	- 45° / 70° - 80°		
8	Gerakan elektroda	- Lurus - Diayun		
9	Alat pembersih hasil lasan	- Palu cipping dan sikat baja		

4. Pemeriksaan hasil

No.	Aspek Yang Diukur	Kriteria	Score				Score Min. Lulus
			4	3	2	1	
1	Lebar deposit las	- $9^{\pm 1}$					2
2	Tinggi deposit las	- $6^{\pm 0,5}$					2
3	Sambungan las	- Rata $\pm 0,5$					2
4	Beda permukaan las	- $0^{\pm 0,5}$					2
5	Bentuk deposit las	- Cembung, $r = 6^{\pm 0,5}$					2
6	Jumlah cacat las	- Maksimal 2 buah					2
7	Perubahan bentuk	- Rata $0^{+2,5^{\circ}}$					2
8	Kebersihan	- Bebas terak - Bebas Splatter					2

Sambungan sudut dalam (*fillet joint*)

1. Gambar kerja



2. Langkah kerja

- Persiapkan bahan dengan jenis dan ukuran sesuai dengan yang diminta kemudian permukaan bahan harus kering dan bersih, bebas karat, cat dan oli. Untuk membersihkan dapat dilakukan dengan sikat kawat baja.
- Atur besarnya arus sesuai dengan kebutuhan dan jenis serta diameter elektroda yang akan digunakan.
- Atur benda kerja dengan posisi yang benar-benar tegak lurus (90°) dan rata di atas meja kemudian lakukan pengelasan ikat pada kedua ujung-ujungnya.
- Bersihkan terak dan percikan-percikan logam pada semua las ikat.
- Lakukan pengelasan sambungan tumpang dengan gerakan elektroda lurus dan sudut elektroda yang tepat.
- Konsentrasikan perhatian pada sudut elektroda, jarak elektroda terhadap material dan kecepatan penarikan.

- Bersihkan terak dan percikan logam dari seluruh permukaan benda kerja, kemudian benda kerja dibalik dan lakukan lagi pengelasan sudut dalam sesuai dengan nomor 5.
- Setelah selesai bersihkan benda kerja dari terak dan percikan-percikan logam (spatter). Siap untuk dievaluasi oleh pengajar.

3. Pengamatan proses

No.	Aspek Yang Diamati	Kriteria	Cek List	
			Benar	Salah
1	Penggunaan alat perlindungan diri	- Helm/topeng las, kaca 10-11 - Pakaian kerja, safety shoes - Apron, sarung tangan		
2	Proses Pengelasan	- SMAW		
3	Polaritas	- DCEP / DCRP		
4	Jenis elektroda	- AWS E6013		
5	Diameter elektroda	- Ø 3,2 mm		
6	Besar arus	- 80 - 120 A		
7	Sudut elektroda	- 45° / 70° - 80°		
8	Gerakan elektroda	- Lurus - Diayun		
9	Alat pembersih hasil lasan	- Palu cipping dan sikat baja		

4. Pemeriksaan hasil

No.	Aspek Yang Diukur	Kriteria	Score				Score Min. Lulus
			4	3	2	1	
1	Lebar deposit las	- 9 ± 1					2
2	Tinggi deposit las	- $6 \pm 0,5$					2
3	Sambungan las	- Rata $\pm 0,5$					2
4	Beda permukaan las	- $0 \pm 0,5$					2
5	Bentuk deposit las	- Rata $\pm 0,25$					2
6	Jumlah cacat las	- Maksimal 2 buah					2
	Undercut	- Kedalaman $0^{+0,25}$ - Panjang $0^{+5\%}$					
8	Perubahan bentuk	- Rata $0^{+2,5^{\circ}}$					2
9	Kebersihan	- Bebas terak - Bebas Splatter					2

FORMULIR PENYUSUNAN MODUL AJAR

Nama	
NIP	
Jurusan / Prodi	
Judul Modul yang disusun	

Catatan : Formulir dikumpulkan ke Jurusan/Prodi masing-masing paling lambat tanggal 14 Juni 2012 jam 12.00 WIB.

Surabaya, Juni 2012

(.....)

FORM PROGRES PENYUSUNAN MODUL AJAR

Nama	
NIP	
Jurusan/Prodi	
Judul Modul Ajar	

No	Item Modul Ajar	Paraf Kajur/Kaprodi	Tanggal