



**E-MODUL TEKNIK
PENGELASAN
SMAW
SMK KELAS X**

Fathur Rahman, S.Pd.

Prof. Dr. Ir. Dwi Rahdiyanta, M.Pd.

***E-modul* ini pula dapat meningkatkan skill abad 21 Bagi Siswa**

- Meningkatkan Kreativitas (*Increasing Creativity*)
Dengan adanya e-modul ini, dapat menumbuhkan kreativitas siswa dalam belajar dengan menerapkan prosedur teknik pengelasan yang ada di e-modul secara mandiri.
- Meningkatkan Kolaborasi (*Increasing Collaboration*)
*Adanya e-modul ini, siswa dapat berkolaborasi dengan rekan-rekannya dalam menyelesaikan tugas dalam setiap pertemuan dan di akhir pembelajaran mereka berkolaborasi untuk praktik secara kelompok melalui Tutorial Teknik Pengelasan yang terdapat di akhir pertemuan.
- Meningkatkan Komunikasi (*Increasing Communication*)
*Adanya e-modul dapat memudahkan komunikasi guru dan siswa dalam proses pembelajaran dengan cepat melalui share link e-modul sehingga materi yang disajikan dapat di akses seluruh siswa dan tidak perlu menggunakan buku *hard-file/print out* dalam waktu yang lama.
- Meningkatkan *Critical Thinking* (*Increasing Critikal Thingking*)
*Pasti dengan adanya e-modul akan menumbuh-kembangkan berpikir kritis siswa dengan menggunakan pendekatan CTL (*Contextual Teaching Learning*) yaitu mengaitkan pembelajaran teknik pengelasan dengan kehidupan yang ada di lingkungan sekitarnya.

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL UNTUK GURU

Pengajaran dengan E-Modul ini dapat dilakukan baik di sekolah maupun di luar sekolah dan secara *luring* maupun *online*. Keberhasilan mengajar dengan menggunakan E-Modul Teknik Pengelasan SMAW ini memiliki korelasi antara kedisiplinan dan *management* Guru dalam mengatur siswa sesuai skema modul dan langkah-langkahnya. Adapun langkah-langkah dalam penggunaan E-Modul Teknik Pengelasan ini yaitu:

1. Untuk mengakses e-modul ini menggunakan *android* atau laptop yang terkoneksi dengan *wireless* atau jaringan internet.
2. Jika menggunakan *android* dapat *touch screen* ke kiri untuk membuka halaman selanjutnya, dan mengusap layar ke kanan untuk membuka halaman sebelumnya.
3. Jika menggunakan laptop klik tombol navigasi → untuk membuka halaman selanjutnya, sedangkan tombol navigasi ← untuk membuka halaman sebelumnya.
4. Baca dan pahami KI dan KD pada E-Modul Teknik Pengelasan SMAW ini, sesuaikan dengan mata pelajaran dan materi ajar yang diampu oleh Guru.
5. Apabila materi sesuai dengan Bahan Ajar Guru maka, proses belajar menggunakan modul ini dapat dilanjutkan.
6. Guru dapat menggunakan pendekatan *Contextual Teaching Learning* untuk diterapkan dalam proses pembelajaran berlangsung dengan menggunakan e-modul ini.
7. Silahkan pahami tujuan pembelajaran pada E-Modul Teknik Pengelasan SMAW. Lalu, cermati dan ajari uraian materi, contoh soal serta latihan soal yang terdapat pada E-Modul teknik pengelasan SMAW ini pada siswa Anda.
8. Jika semua materi telah selesai diajarkan dengan baik, Guru dapat menginstruksikan pada siswa untuk mengerjakan soal latihan pada bagian akhir materi secara mandiri.
9. Guru dapat memeriksa hasil jawaban siswa dengan saksama, menyesuaikan kunci jawaban yang tersedia di bagian akhir modul ini.

SELAMAT MENGAJAR!

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL UNTUK SISWA

Keberhasilan belajar dengan Modul Teknik Pengelasan *SMAW* ini tergantung dari kedisiplinan dan ketekunan Siswa dalam belajarnya memahami dan mematuhi langkah-langkah E-modul ini. Pembelajaran dapat dilakukan secara mandiri maupun kelompok baik di sekolah maupun di luar sekolah secara *luring* maupun *online*. Langkah-langkah dalam penggunaan E-Modul teknik pengelasan ini yaitu:

- 1 Untuk mengakses modul ini, menggunakan *android* atau laptop yang terkoneksi dengan *wireless* atau jaringan internet.
- 2 Siswa dapat belajar secara mandiri maupun berkelompok untuk mendiskusikan tentang pembahasan materi Teknik Pengelasan *SMAW*.
- 3 Jika menggunakan *android* dapat mengusap layar ke kiri untuk membuka halaman selanjutnya, dan mengusap layar ke kanan untuk membuka halaman sebelumnya.
- 4 Jika menggunakan laptop klik tombol navigasi → untuk membuka halaman selanjutnya, sedangkan tombol navigasi ← untuk membuka halaman sebelumnya.
- 5 Baca dan pahami tujuan pembelajaran pada e-modul ini dan siswa diharapkan mampu mencapai tujuan pembelajaran pada Modul Teknik Pengelasan *SMAW*.
- 6 Silahkan siswa pelajari uraian materi dengan saksama, kerjakan contoh soal serta latihan soal yang terdapat pada E-Modul teknik pengelasan *SMAW* ini.
- 7 Jika semua materi telah selesai dipelajari Siswa dengan baik, Anda dapat mengerjakan soal latihan pada bagian akhir materi ini.
- 8 Siswa dapat melakukan *self-assessment* hasil jawabannya, dan Anda menyesuaikan dengan kunci jawaban yang tersedia di bagian akhir modul ini.

SELAMAT BELAJAR!

KOMPETENSI INTI

- Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya.
- Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung-jawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
- Memahami, menerapkan, dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
- Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

KOMPETENSI DASAR

- Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya.
- Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif; dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi.
- Menerapkan proses pengelasan bersumber KD dari silabus PDTM SMK Negeri 1 Cikande
- Melakukan rutinitas pengelasan bersumber KD dari silabus PDTM SMK Negeri 1 Cikande

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur selalu penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Hidayah dan Anugrah-Nya, sehingga penyusunan E-Modul Teknik Pengelasan SMAW dengan pembahasan materi teknik pengelasan SMAW untuk meningkatkan prestasi belajar peserta didik berjalan dengan lancar dan dapat selesai dengan baik. Melalui kesempatan ini, penyusunan E-Modul teknik pengelasan pada materi teknik pengelasan SMAW diharapkan dapat memfasilitasi Siswa dan Guru untuk membantu tercapainya merdeka Belajar atau Belajar Mandiri sekaligus sebagai media pembelajaran. Bagi Siswa, dapat meningkatkan prestasi belajar sedangkan bagi Guru, sebagai Buku Pegangan Guru/Bahan Ajar dan atau Modul Ajar elektronik. Harapan kami semoga modul ini, dapat memandu kegiatan pembelajaran teknik pengelasan yang akan Bapak/Ibu guru laksanakan, serta dapat memberi semangat baru kepada Bapak/Ibu guru Teknik Mesin untuk semakin meningkatkan mutu pembelajaran pengelasan SMAW. Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam modul ini, maka dari itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar kedepannya dapat menyempurnakan modul ini.

Serang, 8 Desember 2022

Penyusun

DAFTAR ISI

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL UNTUK GURU	ii
PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL UNTUK SISWA	iv
KOMPETENSI INTI	v
KOMPETENSI DASAR	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
GLOSARIUM	viii
TUJUAN	ix
PENDAHULUAN	1
TEKNIK PENGELASAN SMAW	2
Pertemuan I	2
A. <i>Shielded Metal Arc Welding (SMAW)</i>	2
B. <i>Welding Symbol</i>	4
C. <i>Polaritas Pengelasan SMAW</i>	7
D. <i>Variabel Pengelasan</i>	8
A. <i>Jenis Elektrod</i>	12
Pertemuan II	12
B. <i>Posisi Pengelasan</i>	15
C. <i>Jenis Sambungan</i>	17
Pertemuan III	21
A. <i>Troubleshooting Smaw</i>	21
B. <i>Alat Keselamatan Kerja Las</i>	26
A. <i>Perangkat Bantu Las</i>	29
D. <i>Penerapan Pengelasan Pelat Posisi Di Bawah Tangan</i>	34
E. <i>Video Ilustrasi Teknik Pengelasan Pelat Posisi Di Bawah Tangan</i>	37
RANGKUMAN	38
DAFTAR PUSTAKA	40
SOAL PENGELASAN SMAW	26
KUNCI JAWABAN	36

GLOSARIUM

SMAW

Shield Metal Arc Welding, Pengelasan Busur Listrik.

1G

Posisi pengelasan 1 *Grove*.

E-modul

Modul elektronik.

SOP

Standar Operasi Prosedur.

APD

Alat Pelindung Diri.

AC

Alternating Current, arus listrik bolak balik.

DC

Direct Current, arus listrik searah.

Terak

Ampas menyerupai batu kaca yang tersisa setelah logam yang diinginkan telah dipisah dari bijih bahan baku.

Kampuh

Bentuk alur pada bagian ujung pelat baja yang akan disambung dengan cara pengelasan.

Ultraviolet

Radiasi sinar UV dipancarkan oleh las busur listrik.

Spatter

Percikan las

Inframerah

Tipe radiasi energi yang tak tampak oleh mata, namun dapat kita rasakan panasnya.

Sengat

Kejadian yang ditimbulkan adanya aliran listrik yang mengalir di tubuh.

Slag

Keadaan flux ketika sudah padat.

Flux

Lapisan pada elektrode yang berfungsi melindungi cairan lasan dari reaksi terhadap oksigen atmosfer.

Safety

Keselamatan bekerja.

Welding

Proses menyambungkan 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.

Ampere

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 diinginkan.

Penetrasi

Daya tembus pengelasan.

Deposit Las

Endapan dari dua logam yang encair pada saat dipanaskan sampai pada titik lebur kemudian dingin kembali.

Troubleshooting SMAW

Proses identifikasi dan penyelesaian masalah yang serius di pengelasan SMAW

TUJUAN

➤ Pertemuan 1

- ✓ Agar siswa mengetahui defenisi SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui *welding* simbol Las SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui *polarity* pengelasan SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui fariabel pengelasan SMAW.

➤ Pertemuan 2

- ✓ Agar siswa mengetahui jenis elektroda SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui posisi pengelasan SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui posisi sambungan Las SMAW.

➤ Pertemuan 3

- ✓ Agar siswa mengetahui *troubleshooting* SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui alat Keselamatan Kerja Las SMAW.
- ✓ Agar siswa mengetahui perangkat bantu las SMAW.

➤ Peningkatan Skill dengan Pendekatan *Contextual Teaching Learning*

- ✓ Agar siswa mengetahui prosedur pengelasan SMAW pada tempat praktek di bengkel Mesin SMKN 1 Cikande.
- ✓ Agar siswa mengetahui proses pengelasan SMAW melalui Video ilustrasi sekaligus *learn by doing*.
- ✓ Agar siswa mampu meningkatkan prestasi belajar mengenai teknik pengelasan SMAW serta hubungannya sesuai konteks kehidupan sehari-hari dengan tepat.

PENDAHULUAN

Teknik mesin merupakan suatu bidang ilmu terapan, bagaimana cara penerapan teknik penggunaan mesin dengan tepat dan efisien. Terutama, pada mesin-mesin produksi; mesin bubut, frais, mesin CNC, sampai pada mesin pengelasan. Pada penerapannya, mulai dari mengkonstruksi, memproduksi, sampai pada *maintenance*. Saat ini, penerapan ilmu teknik mesin sangat sering pada Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI). Hal tersebut diterapkan, memiliki tujuan yang berbeda-beda sesuai dengan kebutuhan dan orientasinya.

Perkembangan teknologi semakin maju menuntut kinerja yang lebih efisien dari dunia usaha maupun dunia industri. Tidak menutup kemungkinan mesin-mesin terus diperbaharui guna meningkatkan model konstruksi, produksi, maupun *maintenance*. Namun, penggunaan pengelasan busur listrik masih banyak digunakan berbagai sektor, seperti pada pembuatan tralis jendela, kanopi, pagar rumah, sampai pada hal yang lebih rumit. Apa yang terlepas dari teknik permesinan dari kemajuan zaman? Tidak ada yang luput darinya. Pentingnya mendalami ilmu tersebut, guna untuk lebih kreatif, inovatif, dan produktif agar efisiensi dalam penerapannya. E-modul ini akan membahas lebih spesifik teknik pengelasan SMAW dan teknik pelaksanaannya.

Taukah kamu?

- ❖ Ada beberapa macam teknik pengelasan dilihat dari segi cara dan penggunaan alat yang berbeda-beda dengan sesuai kebutuhannya.
- ❖ Hasil dari pengelasan dalam kehidupan sehari-hari seperti; penyatuan rangka sepeda, kapal, jemuran, tralis, pagar besi, dll.
- ❖ Apakah menggunakan prinsip yang sama seperti pengelasan SMAW?

Mari kita simak!

TEKNIK PENGELASAN SMAW

Pertemuan

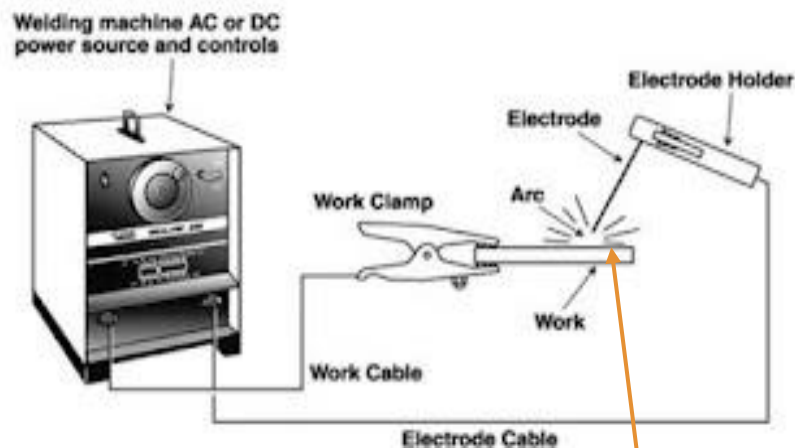
1

Tahukah Anda bahwa setiap besi yang terhubung antar satu dengan yang lain disambung dengan menggunakan elektroda? Untuk itu amati gambar 1. Pada gambar 1 terlihat cara seseorang mengelas besi menggunakan elektroda dengan bantuan mesin las.

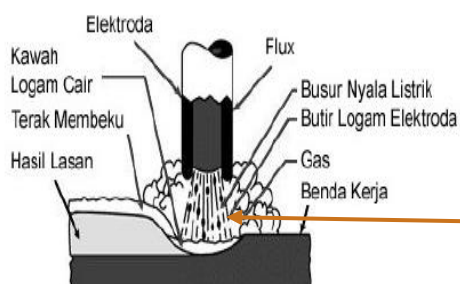
Taukah kamu?

Salah satu teknik pengelasan yang mudah adalah Teknik pengelasan SMAW karena . . . Posisi yang memudahkan pengelas untuk memproyeksi besi dalam keadaan normal. Hal-hal yang perlu diperhatikan. Mari kita simak!

A. Shielded Metal Arc Welding (SMAW)



Gambar 1. Rangkaian Pengelasan SMAW



Gambar 2. Pembentukan Busur Nyala Listrik

Las *SMAW* adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan *SMAW* dihasilkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material. Pada proses pengelasan *SMAW* jenis pelindung yang digunakan adalah selaput *flux* yang terdapat pada elektroda.

Flux pada elektroda *SMAW* berfungsi untuk melindungi logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung. *Flux* ini akan menjadi *slag* ketika sudah padat. Dalam hal lain, kata *shielded* di sini juga dapat ditunjukkan pada inti elektroda yang terbungkus dengan *flux*. Kata metal maksudnya adalah inti dari elektroda berupa logam atau batang konduktor yang kemudian mencair dan mengisi kolam las; *arc* atau busur mengacu pelepasan plasma yang merubah energi listrik menjadi panas. Sedangkan kata *welding* menunjukkan penyambungan logam dilakukan secara fusi.

Pengertian pengelasan secara *Shielded Metal Arc Welding (SMAW)* merupakan pengelasan yang dilakukan dengan jalan mengubah arus listrik menjadi panas. Panas yang dihasilkan digunakan untuk melelehkan atau mencairkan permukaan benda yang akan disambung dengan membangkitkan busur las listrik melalui sebuah elektroda. Terjadinya busur nyala listrik tersebut diakibatkan oleh perbedaan tegangan listrik antara dua kutub, yaitu benda kerja dengan elektroda. Perbedaan tegangan ini disebut dengan tegangan busur nyala. Dengan adanya pencairan ini maka kampuh las akan terisi oleh logam cair yang berasal dari elektroda dan logam induk, terbentuklah kawah cair, lalu membeku maka terjadilah logam lasan (*weldment*), dan terak (*slag*).

Pada dasarnya las listrik yang menggunakan elektroda karbon maupun logam menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Busur listrik



























yang terjadi antara ujung elektroda dan perbedaan kerja dapat mencapai temperatur tinggi yang dapat melelehkan sebagai bahan merupakan perkalian antara tenaga listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t) yang dinyatakan dalam satuan panas joule atau kalori seperti rumus di bawah ini: $H = E \times I \times t$. Dimana : H = Energi panas (*Joule*), E = Potensial listrik (*Volt*), I = Kuat arus (*Ampere*), dan t = Waktu (*Detik*).

B. *Welding Symbol*




Pada umumnya, syarat-syarat pengelasan agar dapat dipahami oleh juru las (*welder*), tentunya membutuhkan kesepakatan simbol las pada gambar konstruksi. Simbol las ini, telah distandarkan oleh AWS, JIS, BS, DIN dan system standar lainnya. Oleh karena itu, simbol las sangat penting sekali untuk dapat dimengerti oleh semua juru las di semua negara di dunia, maka diperlukan standarisasi simbol las oleh ISO.

Didalam simbol las terdiri dari dua bagian yaitu simbol dasar las dan simbol pelengkap. Keduanya ini, diletakkan pada garis referensi yang terdapat di bagian-bagian badan las. Untuk menjamin mutu las, sehingga diperlukan simbol uji yang menjelaskan jenis pengujian yang harus dilakukan.

Berdasarkan simbol las dasar, pengelasan dapat dibagi menjadi las alur, Fillet, Alur J, Alur bujur sangkar, Plug, Alur V terbuka, Alur tirus, Alur tirus terbuka, Alur U, Flens ganda, Alur V, Titik, Proyeksi, Klem. Sedang simbol las pelengkap digunakan untuk menjelaskan jenis penyelesaian, penampakan, dan lain sebagainya dari permukaan las yang tertulis pada garis referensi. Berikut ini, contoh-contoh simbol las.

No	Keterangan	Ilustrasi	Simbol
1	Las Butt Flens ganda		
2	Las Butt Bujur sangkar		
3	Las Butt alur V tunggal		
4	Las Butt tirus tunggal		
5	Las Butt Alur V tunggal dengan <i>broad root face</i>		
6	Las Butt tirus tunggal dengan <i>broad root face</i>		
7	Las Butt Alur U tunggal (parallel)		
8	Las Butt Alur J tunggal		
9	<i>Backing run</i> atau Pendukung las		
10	Las Fillet		
11	Las Plug		
12	Las Titik		
13	Las Klem		

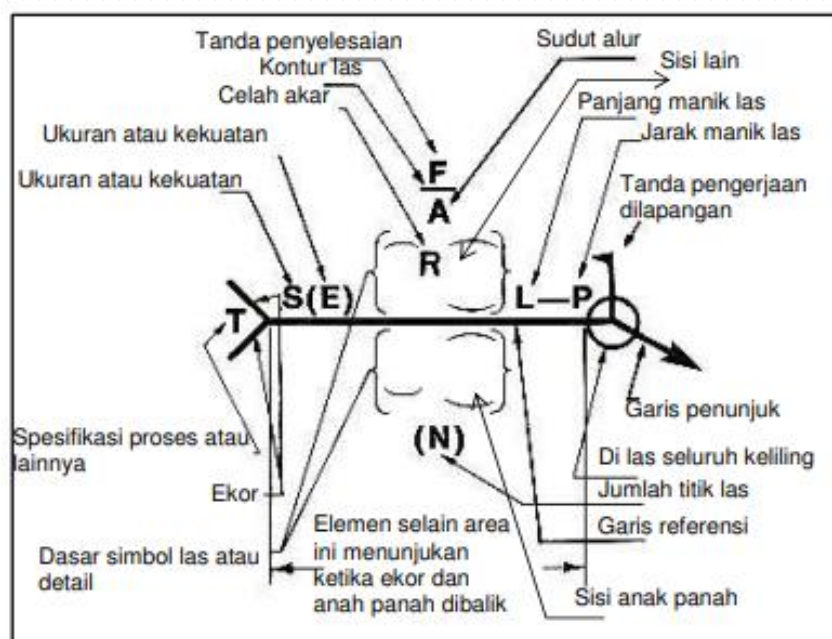
Tabel 1. Simbol Dasar Pengelasan

Bentuk permukaan las	Simbol
a. Datar	
b. Cembung	
c. Cekung	

Tabel 2. Simbol Tambahan

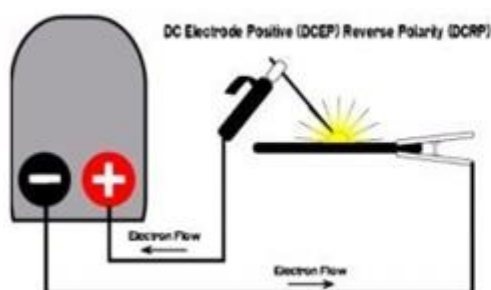
Aturan penggunaan simbol las harus sesuai dengan standar pengelasan internasional. Menurut standar AWS, penggunaan simbol las harus mengikuti aturan sebagai berikut:

1. Simbol las harus menunjukkan jenis pengelasan dari bagian yang disambung, kecuali pada proses las lapisan.
2. Simbol las harus ditempatkan pada garis referensi lengkap dengan ukurannya.
3. Garis referensi terdiri dari dua garis yaitu garis datar tempat simbol las dan garis penunjuk dengan panah yang menunjukkan bagian sambungan dan membentuk sudut 60° terhadap garis datar.
4. Simbol las dan ukurannya harus ditempatkan sedekat mungkin dengan garis referensi dan diletakkan di bawah garis referensi bila permukaan yang dilas adalah permukaan yang ditunjukkan oleh panah dan harus diletakkan di atas garis referensi bila yang dilas adalah permukaan sebaliknya.
5. Simbol pelengkap untuk pengelasan dilapangan harus diletakkan pada pertemuan dari garis datar dan garis penunjuk.
6. Simbol pengelasan khusus harus ditempatkan pada ujung akhir garis referensi.

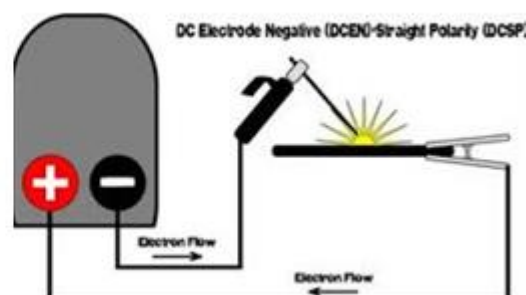


Gambar 3. Simbol Pengelasan

C. Polaritas Pengelasan SMAW



Gambar 4. Polaritas DCEP



Gambar 5. Polaritas DCEN

JENIS TRAFKO	POLARITAS	HUBUNGAN KABEL		DISTRIBUSI PANAS		SIFAT PENETRASI
		Elektroda	Massa	Elektroda	Benda Kerja	
AC	-	-	-	1/2	1/2	Sedang
DC	DCRP	Kutub +	Kutub -	2/3	1/3	Dangkal
	DCSP	Kutub -	Kutub +	1/3	2/3	Dalam

Tabel 3. Daftar Polaritas

Pengelasan SMAW menggunakan sumber listrik yang terbagi kedalam tiga macam penerapannya, yaitu mesin las DC (arus searah), mesin las AC (arus bolak balik), dan paduan mesin las ACDC. Dalam penerapan sehari-hari mesin arus DC lebih banyak digunakan dibanding dengan arus AC. Dalam proses pengelasan hal-hal yang perlu diperhatikan mulai dari pengaturan polaritas mesin las DCEP atau DCEN. Polaritas DCEN adalah ketika logam kerja yang hendak dilas disambungkan pada kutub positif (+) dan elektroda disambungkan ke kutub negatif (-) mesin las DC. Sementara polaritas DCEP adalah ketika benda kerja yang akan dilas disambungkan pada kutub negatif (-) dan elektroda disambungkan pada kutub positif (+) mesin las DC.

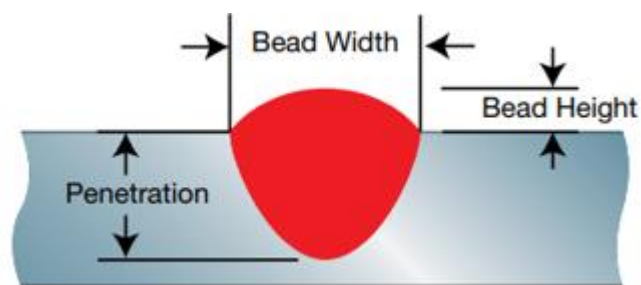
Karakteristik yang dimiliki polaritas DCEN antara lain:

- Selama proses pengelasan berlangsung, busur listrik bergerak ke material dasar dari elektroda. Ini menjadikan elektron tertimbun di material dasar yang mengakibatkan $\frac{1}{3}$ panas di elektroda dan $\frac{2}{3}$ panas di material dasar.
- Polaritas DCEN membentuk pencairan material dasar yang lebih banyak dari pada elektroda, sehingga membuat hasil las memiliki penetrasi dalam. Cocok dipakai untuk pengelasan lambat, pelat yang tebal, dan wilayah terbatas.

Karakteristik yang dimiliki polaritas DCEP, antara lain:

- Selama pengelasan berlangsung, busur listrik bergerak menuju ke elektroda dari material dasar. Ini menjadikan elektron tertimbun di elektroda, sehingga menghasilkan $\frac{1}{3}$ panas di material dasar $\frac{2}{3}$ panas di elektroda.
- Polaritas DCEP mencairkan elektroda dalam jumlah lebih banyak, sehingga menjadikan hasil las memiliki penetrasi dangkal.

D. Variabel Pengelasan



Gambar 6. Penetrasi pengelasan

Variabel pada prosedur pengelasan adalah variabel yang mengontrol proses pengelasan dan kualitas pengelasan yang dihasilkan. Ada tiga jenis variabel pengelasan yang digunakan yaitu *fixed/preselected variabel*, variabel primer, dan variabel sekunder.

Variabel pengelasan *fixed* atau yang telah dipilih sebelumnya (*preselected*) adalah variabel yang disetel sebelum pengelasan dilakukan. Yang termasuk variabel *fixed* di sini seperti jenis elektroda, ukuran elektroda, dan jenis arus. Variabel ini tidak dapat diubah setelah pengelasan dimulai. Variabel primer adalah variabel utama yang bisa disesuaikan dan digunakan untuk mengontrol proses pengelasan setelah variabel tetap dipilih.

Variabel utama mengontrol pembentukan manik las dengan memengaruhi lebar manik (*bead width*), tinggi manik (*bead height*), penetrasi, stabilitas busur, dan kesehatan las. Variabel pengelasan utama adalah arus pengelasan, tegangan busur, dan kecepatan perjalanan. Variabel-variabel ini dapat disesuaikan dan diukur sehingga dapat digunakan secara efektif untuk mengontrol proses pengelasan.

Penetrasi las didefinisikan sebagai kedalaman terbesar di bawah permukaan logam dasar yang dicapai logam las. *Bead height* atau tinggi manik adalah ketinggian logam las di atas permukaan logam, dikenal juga sebagai *capping*. Laju pengendapan (*deposition rate*) adalah berat logam yang diendapkan per satuan waktu.

Variabel sekunder adalah variabel kecil yang dapat disesuaikan yang digunakan untuk mengontrol proses pengelasan. Variabel-variabel ini biasanya lebih sulit diukur. Variabel sekunder yang dapat disetel adalah sudut kerja dan sudut perjalanan elektroda.

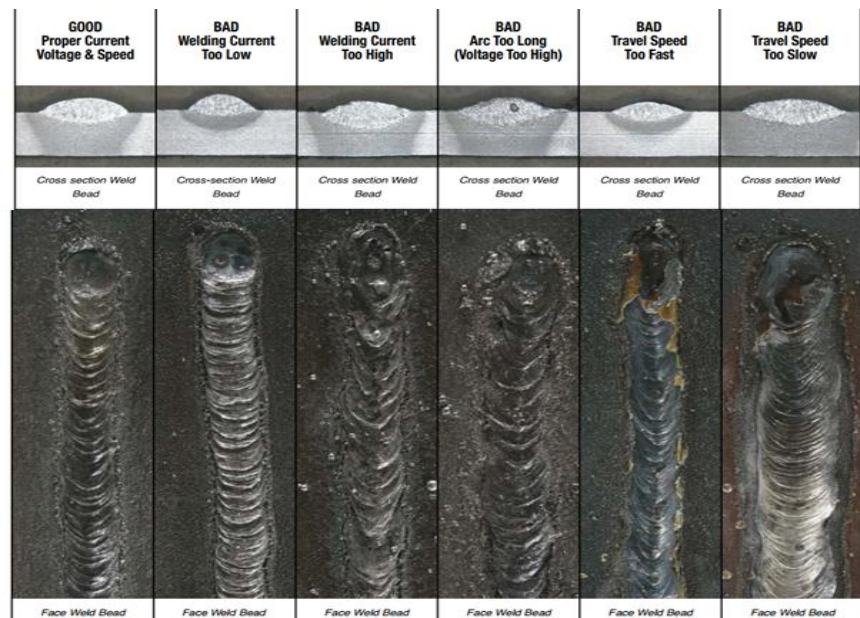
Pembahasan mengenai variabel pengelasan difokuskan untuk mendapatkan kualitas pengelasan pada tiga karakteristik utama yaitu penetrasi, laju deposisi, dan bentuk manik. Bagan berikut menunjukkan pengaruh variabel pengelasan pada tiga karakteristik utama tersebut.

Desired Characteristic	WELDING VARIABLE / CHANGE REQUIRED				
	Arc Length	Welding Current	Travel Speed	Travel Angle	Electrode Diameter
Deeper penetration	-	Increase	-	Drag	Smaller
Shallower Penetration	-	Decrease	-	Push	Larger
Bead Height and Width	Larger Bead	-	Increase	Decrease	-
	Smaller Bead	-	Decrease	Increase	-
	Higher, Narrower	Decrease	-	Increase	Drag
	Flatter, Wider	Increase	-	Decrease	Push
Faster Deposition Rate	-	Increase	-	-	Smaller
Slower Deposition Rate	-	Decrease	-	-	Larger

NOTE: These are the effects of changing only one variable at a time.

Tabel 4. Variabel pengelasan

Adapun efek dari variabel-variabel utama pengelasan terhadap manik las (*weld bead*) yang dihasilkan dirangkum pada ilustrasi gambar berikut:



Gambar 7. Hasil Pengelasan



TUGAS 1



1. Berikan contoh gambar rangkaian las *SMAW* yang ada pada bengkel!
2. Setiap pengelasan *SMAW* pasti ada symbol las, agar juru las bisa memahami apa yang diinginkan oleh konsumen. Sesuaikan symbol las yang ada pada materi dengan jobsheetnya!
3. Sebelum pengelasan perlu diperhatikan polaritas pengelasan. Berikan contoh hasil polaritas pengelasan pada hasil pengelasannya!
4. Untuk menghasilkan hasil pengelasan yang optimal perlu memperhatikan variable pengelasan. Berikan contoh gambar hasil pengelasannya!



Selamat Mengerjakan!



A. JENIS ELEKTRODA

Elektroda atau sering disebut juga kawat las digunakan untuk melakukan pengelasan listrik. Busur nyala pada elektroda akan timbul ketika ujung elektroda sebagai pembakar bersinggungan dengan logam induk, kemudian menghasilkan banyak panas untuk melelehkan, dan meleburkan logam pengelasan.

Ukuran elektroda ditentukan oleh diameter kawat inti dan panjang elektroda. Diameter elektroda standar mulai 1,6 mm hingga 7,9 mm. Panjang elektroda mulai dari 229 mm hingga 457 mm. Adapun elektroda untuk aplikasi khusus dibuat hingga 914 mm. Panjang elektroda yang paling umum 346 mm.



Gambar 8. Elektroda

Elektroda yang dipergunakan untuk berbagai jenis proses pengelasan banyak jenisnya, untuk memudahkan pengidentifikasiannya agar sesuai dengan bahan yang akan dilas dan cara pengelasannya, maka dibuatlah sistem simbol yang dapat mengidentifikasi jenis-jenis bahan lapisan pelindungnya, kekuatan

mekanismenya, posisi pengelasan, dan jenis arus serta polaritas listrik yang dikehendaki. Di bawah ini contoh keterangan gambar elektroda.



Gambar 9. Spesifikasi Elektroda

Contoh ukuran elektroda di atas guna sebagai penandaan dalam penentuan jenis baja yang akan dilas. Pada spesifikasi di atas diperuntukan jenis *mild steel*. Adapun artinya, yaitu:

- E = elektroda untuk jenis las SMAW
- E60xx = dua digit pertama (angka 60) menunjukkan kekuatan tariknya dalam Ksi (kilopound-square-inch).
- Angka 60 berarti kekuatan tariknya 60 ksi, jika angkanya 70 berarti 70 ksi. Kalau dibaca dalam ukuran 'psi (pound square inch)' sama dengan 70000 psi, dimana 1 Ksi = 1000 psi.
- Exx1x = digit ketiga (angka 1) adalah posisi pengelasan. Kode angka 1 – untuk semua posisi; kode angka 2 – untuk posisi flat dan horizontal; dan kode angka 3 – hanya untuk posisi flat.
- Exxx2 = digit keempat (angka 2) menunjukkan: jenis salutan; penetrasi busur; arus las; serbuk besi (%).

Pada ketentuannya, elektroda berdiameter tertentu disesuaikan dengan besar ampere listrik, agar pengelasan tidak terjadi kerusakan. Berikut ukuran ampere terhadap diameter elektroda.

Diameter Elektroda (mm)	Arus (Ampere)
2.5	60-90
2.6	60-90
3.2	80-130
4.0	150-190
5.0	180-250

Tabel 1. Besar Penggunaan Ampere

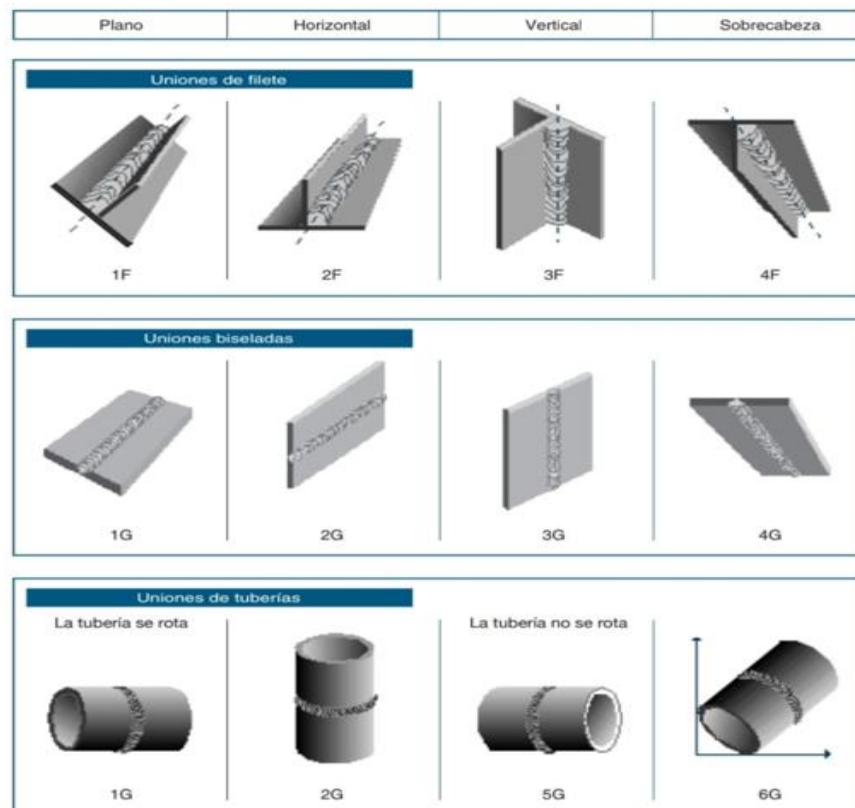
Dalam aktivitas sehari-hari kita akan melihat hasil pengelasan, baik rangka sepeda, motor, mobil, bahkan pagar rumah. Pada tempat lain misalnya pengelasan rangka tilang minyak, tentu menggunakan ukuran logam tipis untuk menyambungkannya, seperti ukuran elektroda 3.2 mm sesuai dengan jenis logam *mild steel* dengan menggunakan kuat arus 90-120 ampere dengan sudut kemiringan 80-90 derajat.



Gambar 10. Proses pengelasan

B. POSISI PENGELASAN

Posisi dalam pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi dalam pengelasan terdiri dari posisi di bawah tangan (*down hand position*), posisi pengelasan mendatar (*horizontal position*), posisi tegak (*vertical position*), dan posisi pengelasan di atas kepala (*over head position*). Di bawah ini merupakan contoh hasil pengelasan berbagai posisi.



Gambar 9. Posisi Pengelasan

1. Posisi di bawah tangan (*down hand position*)

Posisi dalam pengelasan ini adalah posisi yang paling mudah dilakukan. Posisi ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau permukaan agak miring, yaitu letak elektroda berada di atas benda kerja. Untuk melakukan pengelasan di bawah tangan, sudut kemiringan elektroda harus dijaga kurang lebih 70–80 derajat terhadap garis vertikal supaya memudahkan *welder* untuk melihat cairan dan menjaga kecepatan pengelasan.

2. Posisi mendatar (*horizontal position*)

Mengelas dengan posisi mendatar merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis mendatar/horizontal. Pada posisi ini kemiringan dan arah ayunan elektroda harus diperhatikan, karena akan sangat mempengaruhi hasil pengelasan. Posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit dari arah elektroda las. Pengelasan posisi mendatar sering digunakan untuk pengelasan benda-benda yang berdiri tegak. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah horizontal.

3. Posisi tegak (*vertical position*)

Mengelas dengan posisi tegak merupakan pengelasan yang arahnya mengikuti arah garis tegak/vertikal. Seperti pada horizontal position pada vertical position, posisi benda kerja biasanya berdiri tegak atau agak miring sedikit searah dengan gerak elektroda las yaitu naik atau turun. Misalnya pengelasan badan kapal laut arah vertikal.

4. Posisi di atas kepala (*over head position*)

Benda kerja terletak di atas kepala welder, sehingga pengelasan dilakukan di atas kepala operator atau welder. Posisi ini lebih sulit dibandingkan dengan posisi-posisi pengelasan yang lain. Posisi pengelasan ini dilakukan untuk pengelasan pada permukaan datar atau agak miring tetapi posisinya berada di atas kepala, yaitu letak elektroda berada di bawah benda kerja. Misalnya pengelasan atap gudang bagian dalam.

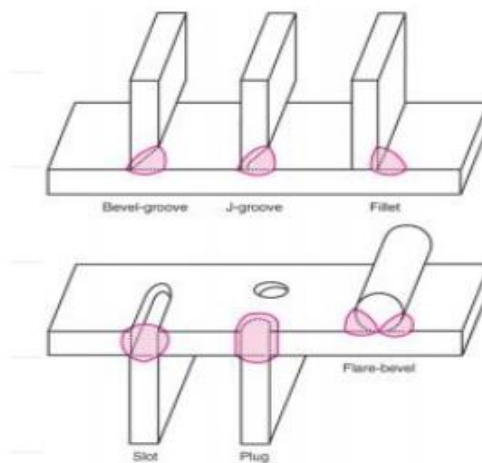
C. JENIS SAMBUNGAN

Pengelasan saat ini sudah banyak digunakan pada berbagai jenis industri dan proses manufaktur. Dalam proses pengelasan khususnya memahami jenis-jenis sambungan pada proses pengelasan.

Jenis sambungan pada pengelasan disesuaikan dengan jenis pekerjaan dan aplikasi dari sambungan las itu sendiri. Berikut ini merupakan jenis-jenis sambungan las:

1. Sambungan T (*Tee Joint*)

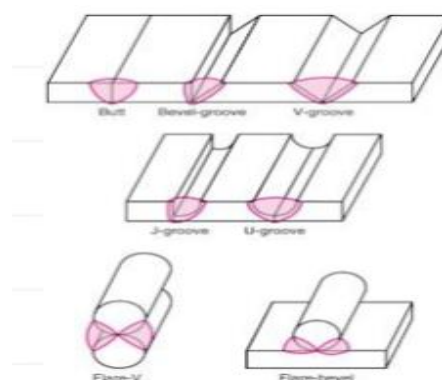
Sambungan T adalah sambungan las yang dibuat dengan memotong dua bagian pada sudut (90°) dan satu bagian yang terletak di tengah-tengah bagian lainnya secara tegak lurus. Sambungan ini disebut dengan T joint karena dua bagian yang dilas berbentuk seperti huruf 'T'.



Gambar 10. Sambungan *T Joint*

2. *Butt Joint*

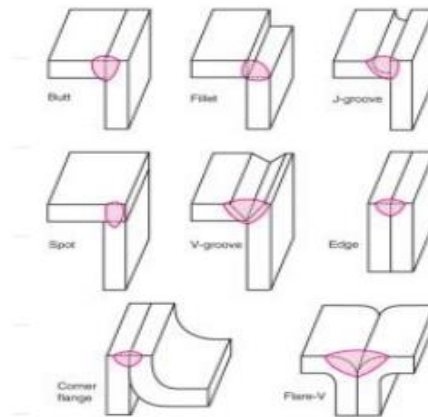
Butt Joint adalah sambungan yang dibentuk dengan menempatkan ujung pada kedua bagian. Dalam sambungan las *butt joint*, kedua bagian terletak pada bidang yang sama atau saling berdampingan. Sambungan las jenis ini adalah sambungan paling sederhana yang digunakan untuk menyatukan bagian logam. Jenis sambungan ini biasanya digunakan pada bahan dengan tebal hingga 3/16 In. Sambungan ini tidak disarankan untuk digunakan pada logam yang bekerja pada beban tinggi.



Gambar 11. Sambungan *Butt Joint*

3. Corner Joint

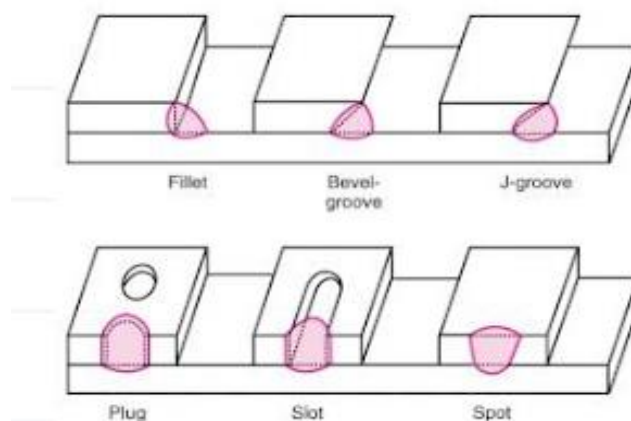
Corner Joint adalah sambungan yang dibentuk dengan menempatkan sudut pada dua bagian yang akan dilas dengan sambungan sudut yang membentuk huruf "L".



Gambar 12. Sambungan *Corner Joint*

4. Lap Joint

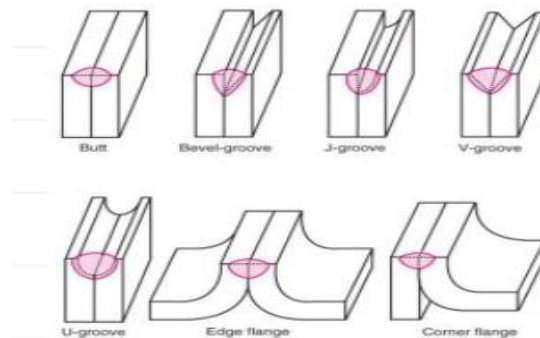
Lap Joint adalah sambungan las yang terbentuk pada bagian yang ditempatkan satu di atas bagian yang lain (tumpang tindih). Sambungan las lap joint dapat dilas pada salah satu sisi saja atau pada kedua sisi untuk kekuatan yang lebih baik. Jenis sambungan las ini sebagian besar digunakan untuk menggabungkan dua bagian dengan ketebalan yang berbeda.



Gambar 13. Sambungan *Lap Joint*

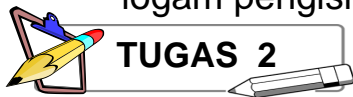
5. Edge Joint

Edge Joint adalah jenis sambungan las yang digunakan untuk menggabungkan bersama dua atau lebih bagian yang ditempatkan secara paralel. Bagian-bagian tersebut juga dapat sejajar atau dapat memiliki *flensing edge*. Proses pengelasan *Edge Joint* ini mengelas tepi yang sama dari dua bagian.



Gambar 14. Sambungan *Edge Joint*

Namun, pada sambungan las *edge joint* sambungan tidak cukup kuat karena lasan tidak sepenuhnya menembus ketebalan pada sambungan. Jadi sebagian besar jenis sambungan ini digunakan untuk menggabungkan tepi lembaran logam atau *muffler*, atau pada aplikasi tekanan rendah lainnya. Untuk memperkuat pelat hasil pengelasan, pada proses pengelasan dapat menambahkan logam pengisi.



TUGAS 2

1. Berikan contoh gambar jenis-jenis elektroda yang sering digunakan pada bengkel pengelasan!
2. Dalam pengelasan ada beberapa jenis posisi pengelasan. Berikan contoh jenis posisi pengelasan hasil tugas pengelasan!
3. Sambungan pengelasan ada beberapa jenis. Tunjukkan gambar sambungan pengelasan di sekitar rumahmu!



Selamat Mengerjakan!

A. TROUBLESHOOTING SMAW

Penting diketahui, bahwasannya teknik las *SMAW* memiliki banyak resiko cacat hasil lasan. Dalam tahap ini, para juru las harus mengetahui resiko terhadap hasil lasan yang cacat. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk menyelesaikan masalah yang timbul agar tidak merugikan lebih banyak. Dengan melakukan proses identifikasi dan penyelesaian masalah yang serius di pengelasan *SMAW*, maka akan mengurangi kerugian.

Beberapa kegagalan hasil lasan, antara lain sebagai berikut:

1. *Undercut*

Undercut adalah sebuah cacat las yang berada di bagian permukaan atau akar, bentuk cacat ini seperti cerukan yang terjadi pada *base metal* atau logam induk. Jenis cacat pengelasan ini dapat terjadi pada semua sambungan las, baik *fillet*, *butt*, *lap*, *corner*, dan *edge joint*.

Penyebab cacat las *undercut* yaitu:

- a) Arus pengelasan yang digunakan terlalu besar,
- b) *Travel speed* atau kecepatan las terlalu tinggi,
- c) Panjang busur las terlalu tinggi,
- d) Posisi elektroda kurang tepat, dan Ayunan tangan kurang merata, waktu ayunan pada saat disamping terlalu cepat.

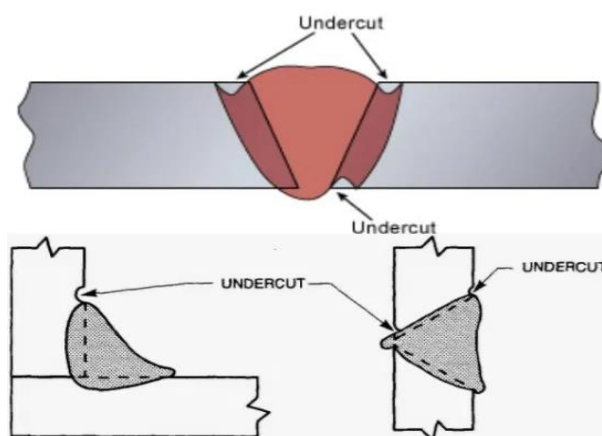
Adapun cara mencegah cacat *undercut*, yaitu:

- a) Penyesuaian

Menyesuaikan arus pengelasan (dapat melihat ampere yang direkomendasikan di bungkus elektroda atau *Welding Procedure Specification*).

b) Kecepatan las diturunkan

Panjang busur diperpendek atau setinggi 1,5 x diameter elektroda, sudut kemiringan 70-80 derajat (menyesuaikan posisi), dan 4. lebih sering berlatih untuk mengayunkan yang sesuai dengan kemampuan. Gambar di bawah merupakan gambar cacat lasan *undercut*. Di bawah ini contoh cacat hasil pengelasan *undercut*.



Gambar 15. Cacat *Undercut*

2. *Slag Inclusions*

Slag Inclusion adalah cacat yang terjadi pada daerah dalam hasil lasan. Cacat ini berupa *slag* (*flux* yang mencair) yang berada dalam lasan, yang sering terjadi pada daerah *stop and run* (awal dan berhentinya proses pengelasan). Untuk melihat cacat ini kita harus melakukan pengujian radiografi atau bending.

Penyebab Cacat Las *Slag Inclusion*:

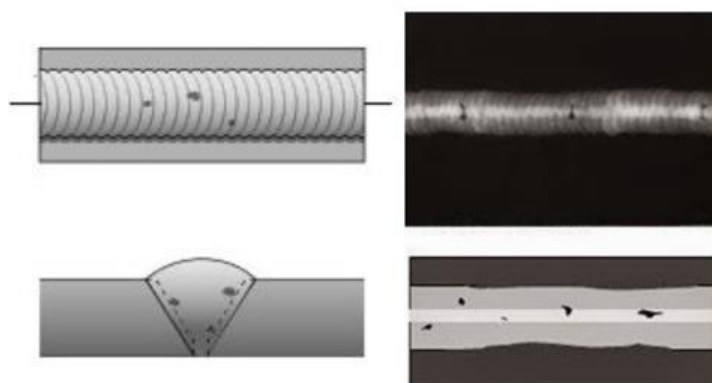
- a) Proses pembersihan *Slag* kurang, sehingga tertumpuk oleh lasan,
- b) ampere terlalu rendah,
- c) busur las terlalu jauh,
- d) sudut pengelasan salah, dan

e) sudut kampuh terlalu kecil.

Adapun cara cara Mencegah Cacat *Slag Inclusion*:

- a) Pastikan lasan benar benar bersih dari *slag* sebelum mengelas ulang,
- b) ampere disesuaikan dengan prosedur,
- c) busur las disesuaikan,
- d) sudut pengelasan harus sesuai, dan
- e) sudut kampuh lebih dibesarkan (50-70 derajat).

Di bawah ini contoh cacat *Slag Inclusions*.



Gambar 16. Cacat *Slag Inclusions*

3. Porosity

Cacat *porosity* adalah sebuah cacat pengelasan yang berupa sebuah lubang lubang kecil pada *weld metal* (logam las), dapat berada pada permukaan maupun didalamnya. *Porosity* ini mempunyai beberapa tipe yaitu *Cluster Porosity*, *Blow Hole*, dan *Gas Pore*.

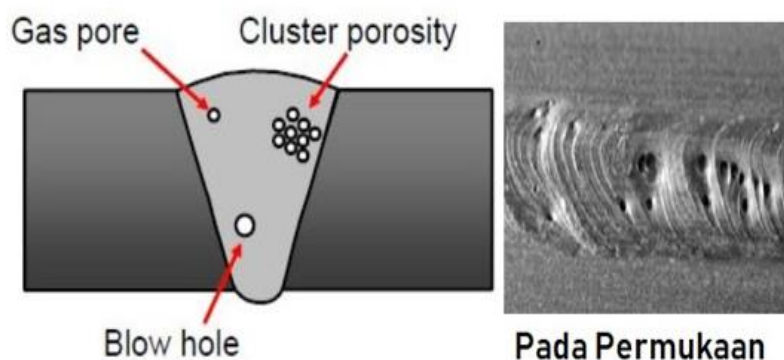
Penyebab Cacat *porosity*:

- a) Elektroda yang digunakan masih lembab atau terkena air,
- b) busur las terlalu panjang,
- c) brus pengelasan terlalu rendah,

- d) *travel speed* terlalu tinggi, adanya zat pengotor pada benda kerja (karat, minyak, air, dll), dan
- e) gas hidrogen tercipta karena panas las.

Adapun cara mengatasi cacat las *porosity*:

- a) Pastikan elektroda yang digunakan sudah dioven (jika disyaratkan).
- b) Jangan sampai kawat las terkena air atau lembab.
- c) Atur tinggi busur kurang lebih $1,5 \times$ diameter kawat las.
- d) Sesuaikan dengan prosedur atau rekomendasi dari produsen elektroda.
- e) Persiapan pengelasan yang benar (memastikan tidak ada pengotor dalam benda kerja), dan
- f) untuk material tertentu panas tidak boleh terlalu tinggi, sehingga perlu perlakuan panas.



Gambar 17. Cacat Polaritas

4. *Arc Strike*

Arc Strike adalah cacat las yang diakibatkan menempelnya ujung kawat las ke daerah logam las atau *base metal* secara singkat, biasanya hal ini tidak disengaja oleh tukang las. Cacat las *Arc Strike* ini sangat berbahaya bagi kekuatan logam, karena dapat mengurangi nilai ketangguhan dan kekuatan logam lasan tersebut.

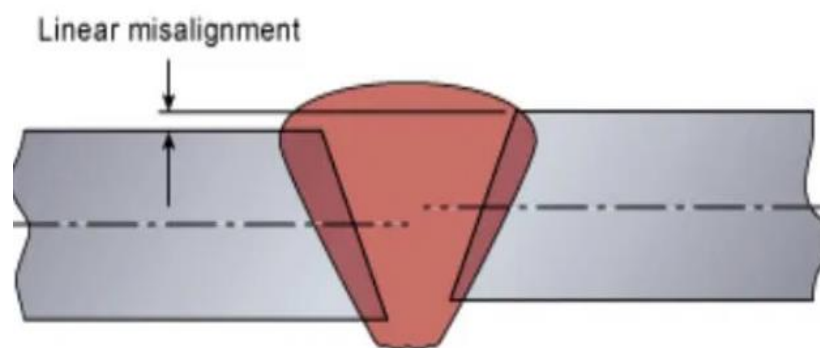
Berkurangnya kekuatan dan ketangguhan dikarenakan material tersebut mengalami laju pendinginan yang cepat, terdapat daerah HAZ dan juga berkurang ketebalan material. Meskipun begitu masih banyak tukang las atau welder yang masih belum memperhatikan akan dampak buruk adanya *arc strikes*.



Gambar 18. Cacat *Arc Strike*

5. *Misalignment*

Ketinggian antara plat yang dijoint berbeda atau tidak rata. Hal ini disebabkan karena persiapan pengelasan yang tidak tepat. Untuk mengatasinya material dipotong dan dipersiapkan kembali secara benar, jika tidak diperbolehkan maka daerah lasan digerinda sampai habis dan pelat dilakukan setting ulang.



Gambar 19. Cacat *Misalignment*

B. ALAT KESELAMATAN KERJA LAS

Proses pengelasan merupakan pekerjaan yang mempunyai banyak resiko atau bahaya. Dikarenakan pada saat proses pengelasan berlangsung, bahaya seperti asap, cahaya pengelasan, panas, dan bahaya listrik akan timbul. Oleh karena itu, jika tidak memakai alat keselamatan las, maka akan membahayakan keselamatan saat bekerja. Jenis-jenis alat keselamatan kerja las yang dapat digunakan pada saat melakukan pengelasan adalah sebagai berikut:

1. Helm las

Helm las digunakan untuk melindungi kulit muka dan mata dari sinar las (*ultra violet*) yang dapat merusak kulit maupun mata. Sinar las yang sangat terang itu tidak boleh dilihat dengan mata langsung sampai jarak 16 meter. Helm las ini dilengkapi dengan kaca khusus yang dapat mengurangi sinar *ultraviolet*. Ukuran kaca las yang dipakai tergantung pada pelaksanaan pengelasan. Umumnya penggunaan kaca las, diantaranya:

- a) No. 6. dipakai untuk las titik
- b) No. 6 dan 7 untuk pengelasan sampai 30 ampere
- c) No. 6 untuk pengelasan dari 30 sampai 75 ampere
- d) No. 10 untuk pengelasan dari 75 sampai 200 ampere
- e) No. 12. untuk pengelasan dari 200 sampai 400 ampere
- f) No. 14 untuk pangelasan diatas 400 ampere



Gambar 20. Helm Las

2. Sarung tangan

Bagian tubuh yang berperan aktif dalam proses pengelasan yaitu tangan. Maka perlunya menggunakan alat keselamatan berupa sarung tangan. Sarung tangan dibuat dari kulit atau asbes lunak untuk memudahkan memegang stang elektroda. Pada waktu mengelas harus selalu dipakai sepasang sarung tangan. Di bawah ini contoh sarung tangan untuk mengelas.



Gambar 21. Sarung Tangan Las

3. Apron

Alat keselamatan pengelasan seluruh tubuh agar terhindar dari percikan api las yaitu apron. Ini dibuat dari kulit atau dari asbes. Sekilas seperti celemek, baju las yang lengkap dapat melindungi badan dan sebagian kaki. Bila mengelas pada posisi di atas kepala, harus memakai baju las yang lengkap. Pada pengelasan posisi lainnya dapat memakai apron.



Gambar 22. Apron

4. Sepatu

Keselamatan bagian kaki juga penting dalam pengelasan. Sepatu las digunakan berguna untuk melindungi kaki dari semburan bunga api. Bila tidak ada sepatu las, sepatu biasa yang tertutup seluruh kaki juga dapat dipakai sebagai pengganti. Di samping ini, sepatu las yang dapat digunakan untuk mengelas.



Gambar 23. Sepatu Las

5. Masker las

Terlindunginya pernapasan pun berpengaruh pada keselamatan *welder*. Agar tidak terjadi kecelakaan kerja yang mengakibatkan *welder* sesak napas atau kekurangan oksigen. Dalam proses pengelasan, jika tidak memungkinkan adanya kamar las dan ventilasi yang baik. Maka gunakanlah masker las, agar terhindar dari asap dan debu las yang beracun. Di bawah ini masker yang dapat digunakan dalam proses pengelasan.



Gambar 24. Masker Las

A. PERANGKAT BANTU LAS

Alat-alat bantu las harus digunakan dengan benar sesuai fungsinya dan harus dengan teknik yang benar pula. Di samping itu, cara penyimpanannya, harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga tidak saling bertumpukan dan saling bergesekan antar satu sama lain. Adapun alat bantu las, yaitu sebagai berikut:

1. Kamar las

Kamar las dibuat dari bahan tahan api. Kamar las penting agar orang yang ada di sekitarnya tidak terganggu oleh cahaya las. Untuk mengeluarkan gas, sebaiknya kamar las dilengkapi dengan system ventilasi dan di dalam kamar las ditempatkan meja las. Meja las harus bersih dari bahan-bahan yang mudah terbakar agar terhindar dari kemungkinan terjadinya kebakaran oleh percikan terak las dan bunga api. Pada gambar 25, contoh kamar las yang dapat digunakan dalam proses pengelasan.



Gambar 25. Kamar Las

2. Palu Terak

Palu terak ini, alat untuk membersihkan terak dari hasil pengelasan. Dalam menggunakan palu terak ini juga, jangan sampai membuat luka pada hasil pengelasan maupun pada *base* metalnya. Karena luka bekas pukulannya merupakan cacat pengelasan. Palu terak sebelum digunakan dicek ketajamannya dan kondisinya.

Apabila sudah tumpul, maka harus ditajamkan dengan menggerindanya.

Setelah selesai menggunakannya, simpan palu terak pada tempatnya secara rapi. Bisa dilihat pada Gambar 26, alat palu terak sebagai alat bantu dalam pengelasan.



Gambar 26. Palu Terak

3. Palu Konde

Palu konde secara standar yang digunakan adalah berkapasitas 2 kg. Penggunaan palu konde bertujuan untuk membantu meluruskan, meratakan permukaan benda kerja yang berkelok atau melengkung dan untuk membentuk sudut pada benda kerja. Tujuan digunakan alat ini, untuk mengurangi atau meniadakan distorsi atau ditunakan untuk tujuan membantu persiapan pengelasan. Palu konde juga harus dikontrol kondisinya agar tidak kocak serta dalam penyimpanannya harus tertata rapi dan tidak saling bertumpukan atau bergesekan dengan alat lainnya. Seperti yang kita lihat pada gambar berikut ini yaitu palu konde.



Gambar 27. Palu Konde

4. Sikat Baja

Alat ini, digunakan untuk membersihkan permukaan benda yang akan dilas dari zat pengotor seperti karat, oli, dan pengotor lainnya. Selain itu, digunakan juga untuk membersihkan hasil lasan dari debu dan slag. Pada gambar di samping ini, alat bantu pengelasan yaitu sikat baja.



Gambar 28. Sikat Baja

5. Penjepit

Penjepit besi ini digunakan untuk memindahkan benda kerja ke suatu tempat yang baru saja mengalami pengelasan. Kondisi suhu benda kerja yang masih sangat panas membutuhkan penjepit untuk membantu keselamatan *welder*. Di bagian tangan penjepit ini, terdapat penghantar panas maka untuk memegangnya harus menggunakan sarung tangan agar panas dari besi dan penjepit tidak terhantarkan ke tangan secara langsung.



Gambar 29. Penjepit Las

6. Ragum

Ragum digunakan untuk menjepit benda kerja berbahan logam, kayu, maupun plastik. Kekuatan pengepakan pada ragum sangat kuat. Sehingga memudahkan operator memproses benda kerja.



Umumnya, ragum ini digunakan pada proses pemotongan, pengeboran, pengikiran, penguliran.

Gambar 30. Ragum

7. Gerinda Tangan

Gerinda tangan ini berfungsi untuk menyiapkan material yang akan di las berupa penyiapan kampuh las. Gerinda ini juga, digunakan untuk membantu dalam proses pengelasan khususnya dalam pembersihan lasan sebelum di sambung atau sebelum ditumpuki dengan lapis lasan berikutnya. Gerinda tangan ini, digunakan untuk membantu dalam memperbaiki cacat las yang memerlukan penggerindaan dalam persiapannya sebelum diperbaiki cacat pengelasan.



Gambar 31. Gerinda Tangan




TUGAS 3



1. Setelah melakukan pengelasan di bengkel las, tunjukkan contoh cacat hasil lasan!
2. Alat keselamatan pengelasan sangat dibutuhkan sebelum pelaksanaan pengelasan. Bagaimanakah penggunaan alat keselamatan kerja sesuai dengan fungsinya. Terapkan!
3. Bagaimanakah menurutmu perangkat bantu pengelasan yang ada pada bengkel las? Berikan tanggapannya apakah sesuai dengan SOP (Standar Operasional Prosedur)?



Selamat Mengerjakan!



D. PENERAPAN PENGELASAN PELAT POSISI DI BAWAH TANGAN

Kampuh V banyak digunakan pada sistem sambungan pada pelat-pelat tebal. Untuk pengelasan ini dilakukan pengelasan pada satu sisi (*single side*) dengan urutan pengelasan mulai dari akar (*root*), pengisian (*Filler*), dan penutup (*caping*). Untuk pelaksanaan kegiatan pelaksanaan pengelasan SMAW posisi 1G dibutuhkan alat dan bahan seperti:

1. Bahan:

- a) 2 buah Pelat St. 37; 300 x 200 x 10 mm
- b) Elektroda AWS-E 6010/11 diameter 3,2 mm

2. Alat Bantu / Persiapan:

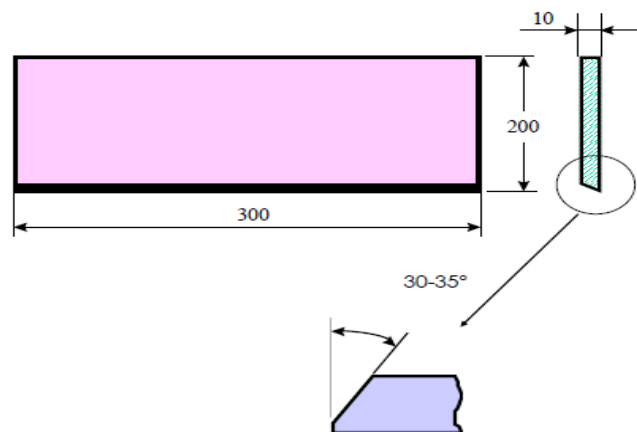
- a) Tempat dan alat pengelasan lengkap.
- b) Alat bantu pengelasan.

3. Kesehatan dan Keselamatan Kerja

- a) Gunakan kaca mata yang sesuai (shade 4-5 untuk pemotongan dan shade 10-11 untuk pengelasan).
- b) Rapikan sisi-sisi tajam pelat dengan grinda atau kikir.
- c) Pakailah pakaian kerja yang aman dan sesuai.
- d) Gantilah kaca filter jika sudah rusak.
- e) Hati-hati dengan benda panas hasil pemotongan.

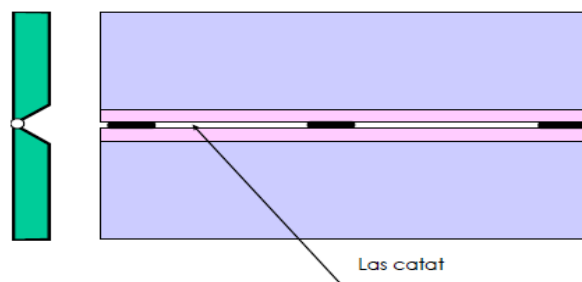
4. Langkah Kerja:

- a) Memeriksa kesiapan peralatan kerja, termasuk perlengkapan keselamatan, dan kesehatan kerja las.
- b) Menyiapkan 2 buah bahan pelat baja lunak ukuran 300 x 200 x 10 mm yang kedua sisi panjangnya telah dibevel 30° - 35°.



Gambar 32. Kampuh V

- c) Membersihkan bahan dan hilangkan sisi-sisi tajamnya dengan kikir atau grinda.
- d) Membuat *root face* selebar 1 – 3 mm dengan menggunakan grinda dan kikir, dan yakinkan bahwa kedua *bevel*/ tersebut sama besar dan rata/sejajar satu sama lainnya.



Gambar 33. Las Catat

- e) Mengatur arus pengelasan tiap tahapan sesuai dengan jenis dan diameter elektroda yang digunakan antara 50 – 120 Amper.
- f) Mengatur peletakan benda kerja sesuai dengan posisi pengelasan (gambar kerja).
- g) Membuat las catat sepanjang 10 – 15 mm pada kedua ujung bahan dan yakinkan bahwa kedua kepingan tersebut rapat dan sejajar dengan jarak *root gap* 1 – 3 mm.
- h) Mengelas lapisan akar dengan ayunan.
- i) Membersihkan kampuh lapisan akar.

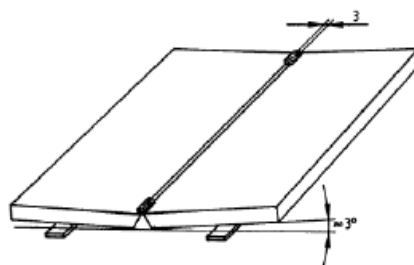
- j) Mengelas lapisan tengah dengan ayunan.
- k) Membersihkan kampuh lapisan tengah.
- l) Mengelas lapisan penutup dengan ayunan.
- m) Membersihkan kampuh hasil pengelasan.

5. Cara Kerja

Pertama, mengikat kedua pelat. Kedua, pelat yang telah dipersiapkan, diletakkan terbalik di atas meja las. Harap diperhatikan jangan sampai ada kotoran yang mudah menyala misalnya; cat, karat, dan terak yang tertinggal melekat pada sisi pertemuan sambungan.

Dengan meletakkan potongan-potongan pelat panjang di bawah masing-masing bagian yang akan dilas, maka pasangan kedua pelat ini membentuk sudut $\pm 30^\circ$. Jarak antaranya sebesar ± 3 mm.

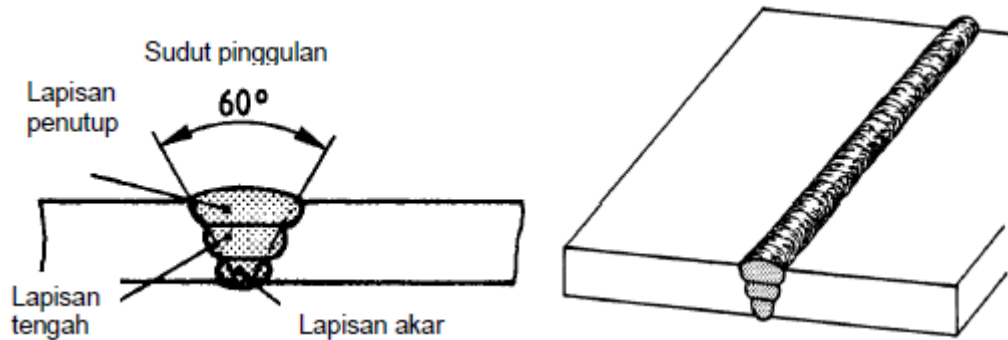
Dengan memberi kedudukan dalam sudut $\pm 30^\circ$, dimaksudkan untuk mengatasi mengkerutnya sudut setelah benda kerja dilas dan menjadi dingin. Untuk mengikat dipakai dua lasan pengikat yang kuat dan setelah itu benda kerja dibalik untuk dilas.



Gambar 34. Sambungan V

Banyaknya lapisan untuk mengelas kampuh V ditentukan oleh tebalnya pelat. Kampuh las tersusun dari lapisan akar, lapisan tengah dan lapisan penutup. Sudut pinggulan/kemiringannya 60° .

Dalam mengelas lapisan akarnya, dipakai penopang (landasan), supaya penembusan akarnya bebas. Dengan demikian dapat menghasilkan pengelasan lapisan akar yang baik.



Gambar 35. Benda kerja yang telah dilas

Setelah selesai pengelasan, pada bagian punggungnya harus tampak kampuh yang rata. Setiap peletakan alur las, sisa-sisa terak las harus dibersihkan dengan memakai sikat kawat, sebelum alur las berikutnya diletakkan.

Lapisan akar dan lapisan tengah supaya selalu rata peletakkannya, sebab dengan meningginya kampuh, akan mempermudah terjepitnya terak di dalam kampuh las. Lapisan penutup diletakkan dengan gerak ayunan, supaya kampuh tampak lebih bagus.

E. Video Ilustrasi Teknik Pengelasan Pelat Posisi Di Bawah Tangan

Di bawah ini adalah video ilustrasi teknik pengelasan di bawah tangan bahan pembelajaran:

RANGKUMAN

- A. Las SMAW adalah sebuah proses penyambungan logam yang menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda (bahan pengisi). Energi panas pada proses pengelasan SMAW dihasilkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) listrik yang terjadi pada ujung elektroda dan permukaan material.
- B. Pada umumnya didalam simbol las terdiri dari dua bagian yaitu simbol dasar las dan simbol pelengkap yang kedua-duanya di letakkan pada garis referensi.
- C. Pengelasan SMAW menggunakan sumber listrik yang terbagi kedalam tiga macam penerapannya, yaitu mesin las DC (arus searah), mesin las AC (arus bolak balik), dan paduan mesin las ACDC.
- D. Variabel pada prosedur pengelasan adalah variabel yang mengontrol proses pengelasan dan kualitas pengelasan yang dihasilkan. Ada tiga jenis variabel pengelasan yang digunakan yaitu *fixed/preselected variabel*, variabel primer, dan variabel sekunder.
- E. Elektroda atau sering disebut juga kawat las adalah benda yang digunakan untuk melakukan pengelasan listrik. Busur nyala akan timbul ketika ujung elektroda sebagai pembakar bersinggungan dengan logam induk, kemudian menghasilkan banyak panas untuk melelehkan, dan melebur logam pengelasan.
- F. Posisi dalam pengelasan yaitu pengaturan posisi atau letak gerakan elektroda las. Posisi pengelasan yang digunakan biasanya tergantung dari letak kampuh-kampuh atau celah-celah benda kerja yang akan dilas. Posisi-posisi dalam pengelasan terdiri dari posisi di bawah tangan (*down hand position*), posisi pengelasan mendatar (*horizontal position*), posisi tegak (*vertical position*), dan posisi pengelasan di atas kepala (*over head position*).

- G. Jenis sambungan dalam pengelasan terdiri dari: Sambungan T (*Tee Joint*), *But Joint*, *Corner Joint*, *Lap Joint*, dan *Edge Joint*.
- H. Kerusakan hasil pengelasan terdiri dari: *undercut*, *slag inclusions*, *porosity*, *arc strike*, *misalignment*, dan lain sebagainya.
- I. Alat keselamatan kerja terdiri dari: helm las, sarung tangan, apron, sepatu, masker, dan lain sebagainya.
- J. Alat tambahan pengelasan: kamar las, palu terak, palu konde, sikat baja, penjepit, ragum, gerinda tangan, dan lain sebagainya.
- K. Proses pengelasan terdiri dari penyiapan: alat, bahan, memperhatikan keselamatan kerja, langkah kerja, dan cara kerjanya.
- L. Video ilustrasi pengelasan merupakan contoh pelaksanaan proses pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, S., & Pramono, J. (2019). *Teknik Pengelasan Busur Manual (SMAW) Kelas SMK/MAK XI* (2nd ed.). Yogyakarta: Andi Publisher.
- Arifin, A. (2018). *Prosedur Pengelasan SMAW: mengatur parameter dan pelaksanaannya*. <https://achmadarifin.com/prosedur-pengelasan-smaw>
- Muliyadi, & Iswanto. (2020). *Teknologi Pengelasan (Pertama)*. Siduarjo: UMSIDA Press.
- Nasra, K. A., & Kewas, J. C. (2020). Pengaruh Post Weld Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon ST42 dengan Pengelasa SMAW (Shielded Metal Arc Welding). *ACTUATOR: Jurnal Teknik ...*, 1(1), 26–36. <http://ejurnal-mapalus-unima.ac.id/index.php/actuator/article/view/115>
- Pratama, M. Y., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Akibat Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding) dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 152–160.
- Pratama, R. Y., Basuk, M., & Pranata, E. (2020). Pengaruh variasi arus pengelasan smaw untuk posisi pengelasan 1g pada material baja kapal ss 400 terhadap cacat pengelasan. *Jurusan Teknik Perkapalan FTMK-ITATS*, 02(1), 203–209.
- Salahudin, X., Ihza, Y., Pramono, C., & Widodo, S. (2021). Analisis Kekuatan Tarik Baja Karbon Rendah Hasil Pengelasan Smaw Dengan Variasi Bentuk Kampuh Las. *Journal of Mechanical Engineering*, 5(1), 8–14. <https://doi.org/10.31002/jom.v5i1.3941>

Sukaini. (2013). *Teknik Las SMAW 1*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Sukaini, Tarkina, & Fandi. (2013). *Teknik Las SMAW 2*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia.

Tulung, F. J. (2019). Pengelasan SMAW. In *Politeknik Negeri Manado* (pp. 1–74). <http://mesin.polimdo.ac.id/wp-content/uploads/2019/02/Modul-Pengelasan-SMAW.pdf>.

SOAL PENGELASAN SMAW

1. Apakah kepanjangan dari SMAW...
 - a. *Spot Metal Arc Welding*
 - b. *Shield Metal Aceteline Welding*
 - c. *Slot Metal Arc Welding*
 - d. *Shield Metal Arc Welding*
2. Proses pengelasan diperlukan persiapan yang baik diantaranya yang termasuk pada persiapan proses tersebut adalah ...
 - a. Jenis mesin dan bahan
 - b. Jenis mesin, bahan, dan ampere
 - c. Jenis bahan dan ampere
 - d. Tekanan ampere dan bahan
3. Sumber yang dapat digunakan untuk menyiapkan material pengelasan ...
 - a. Lembar informasi
 - b. Lembar kerja
 - c. Lembar operasi
 - d. Lembar evaluasi
4. Apabila dilihat dari prosesnya, las listrik SMAW termasuk dalam ...
 - a. Las patri
 - b. Las patri keras
 - c. Las cair
 - d. Las pelapis
5. Alat keselamatan kerja yang perlu dipakai saat menyiapkan praktik pengelasan adalah ...
 - a. Pakaian kerja, helm las, apron, sarung tangan, sepatu, dan masker
 - b. Apron, kacamata bening, sarung tangan, dan sepatu
 - c. Sarung tangan, sepatu, pakaian kerja, masker, dan kacamata bening
 - d. Sepatu, masker, kacamata bening, sarung tangan, dan apron
6. Peralatan yang umumnya digunakan pada penyiapan material yang akan dilas ...
 - a. Penjepit, palu, dan sikat baja
 - b. Penjepit, sikat baja, dan pahat
 - c. Pahat, palu, dan kikir
 - d. Penjepit, palu, dan kikir
7. Apakah fungsi utama dari tang penjepit ...
 - a. Membersihkan terak sisa pengelasan
 - b. Memahat bintik-bintik las
 - c. Menjepit benda kerja yang masih panas saat proses pembersihan terak
 - d. Membersihkan benda kerja setelah dilas

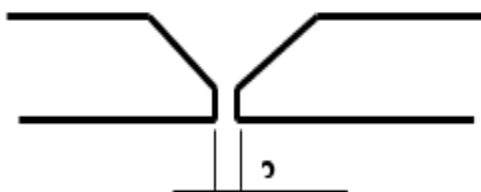
8. Arus searah karena arah arusnya bergerak sepanjang penghantar hanya dalam satu arah adalah ...
 - a. Arus AC
 - b. Arus DC
 - c. Arus AC dan DC
 - d. Arus searah
9. Di bawah ini kelebihan menggunakan mesin las AC, kecuali ...
 - a. Perlengkapan dan perawatan lebih murah
 - b. Kabel massa dan elektroda dapat ditukar
 - c. Nyala busur kecil
 - d. Dapat digunakan untuk mengelas pelat yang tipis
10. Di bawah ini kelebihan menggunakan mesin las DC, kecuali ...
 - a. Nyala busur kecil
 - b. Nyala busur listrik yang dihasilkan lebih stabil
 - c. Setiap jenis elektroda dapat digunakan
 - d. Tingkat kebisingan lebih rendah
11. Di bawah ini kelebihan menggunakan mesin las ACDC, kecuali ...
 - a. Lebih fleksibel
 - b. Cocok diberbagai bidang pekerjaan
 - c. Tingkat kebisingan rendah
 - d. Bisa mengelas logam tebal dan keras
12. Alat di bawah ini yang berfungsi sebagai penghubung antara kabel masa dengan benda kerja adalah ...
 - a. Smet tang
 - b. Klem masa
 - c. Pemegang elektroda
 - d. Apron
13. Hubungan antara besar arus, tegangan dan hambatan listrik dinyatakan dengan rumus...
 - a. $E = 1 \times R$
 - b. $P = E \times 1$
 - c. $P = 1 \times R$
 - d. $P = E \times R$
14. Menyambung dua bagian logam atau lebih dengan jalan pelelehan dengan busur nyala listrik adalah ...
 - a. Las busur listrik
 - b. Las TIG
 - c. Las asetelin
 - d. Las karbon
15. Pada diameter elektroda 2,6 dengan tipe elektroda E6013 berapakan arus yang sesuai untuk proses pengelasan ...
 - a. 40-80

- b. 85-145
 - c. 110-160
 - d. 120-14
16. Di bawah ini merupakan penyebab terjadinya kecelakaan kerja dalam proses pengelasan las busur manual, kecuali ...
- a. Sistem kelistrikan pada mesin
 - b. Kejatuhan benda kerja (*base metal*)
 - c. Percikan dan terak las
 - d. Rusaknya selang gas *Acetyline*
17. Fungsi kaca mata las saat melakukan pengelasan, kecuali ...
- a. Untuk melihat benda kerja dengan baik
 - b. Melindungi mata dari asap pengelasan
 - c. Untuk melindungi mata dari cahaya *ultra violet*
 - d. Untuk melindungi mata dari percikan bunga api
18. Untuk pengelasan pelat tebalnya 5 mm, maka terlebih dahulu sisi-sisinya dibentuk. Kampuh yang cocok dibentuk adalah ...
- a. Kampuh I
 - b. Kampuh U
 - c. Kampuh K
 - d. Kampuh V
19. Kabel yang menghubungkan sumber tenaga dengan mesin las adalah ...
- a. Primer
 - b. Tenaga
 - c. Sekunder
 - d. Primer dan sekunder
20. Alat yang dibutuhkan untuk membersihkan terak las adalah ...
- a. Sikat baja
 - b. Tang pemotong
 - c. Tang kecil
 - d. Palu konde
21. Alat bantu las yang berfungsi untuk membersihkan benda kerja yang akan dilas dan sisa-sisa terak yang masih ada setelah dibersihkan dengan palu terak yaitu ...
- a. Amplas
 - b. Sikat kawat
 - c. Pahat baja
 - d. Kikir
22. Di bawah ini adalah fungsi dari selaput elektroda kecuali ...
- a. Membuat busur api stabil dan mudah dikontrol
 - b. Elektroda berselaput tipis
 - c. Membuat terak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendinginan sehingga benda kerja tidak cepat rapuh

- d. Membantu mengontrol ukuran dan frekwensi tetesan logam cair
23. Yang termasuk ukuran elektroda adalah ...
- Diameter
 - Panjang
 - Tebal salutan
 - a, b, c, benar
24. Arti angka terakhir pada symbol elektroda E XXX00 adalah ...
- Elektroda dengan penembusan dalam dengan bahan selaput solulosa soda
 - Elektroda dengan penembusan dalam dengan bahan selaput selulosa potassium
 - Elektroda dengan penembusan sedang bahan selaput titania sodium
 - Elektroda dengan penembusan dangkal
25. Pada pengelasan las busur manual menghasilkan sinar ...
- Sinar ultraviolet
 - Sinar gamma
 - Sinar infra merah
 - a, b, c, benar
26. Kelebihan menggunakan mesin las AC adalah ...
- Dapat menggunakan elektroda berselaput dan tidak
 - Dapat digunakan untuk mengelas ditempat yang lembab dan sempit
 - Dapat digunakan untuk mengelas plat tipis
 - Busur nyala kecil mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las
27. Besarnya kapasitas trafo pada mesin las adalah ...
- 100 sampai 500 Amper
 - 250 sampai 450 Amper
 - 200 sampai 500 Amper
 - 500 sampai 900 Amper
28. Di bawah ini yang termasuk peralatan utama mesin las busur listrik, kecuali ...
- Kabel tenaga dan traformator
 - Kabel masa dan elektroda
 - Penjepit masa dan penjepit elektroda
 - Meja las dan ragum
29. Proses pengelasan yang dilakukan dibawah tangan (*hand down*) dengan posisi benda kerja horizontal pada pelat dengan proses las busur manual adalah ...
- Posisi 1G
 - Posisi 2G
 - Posisi 3G
 - Posisi 4G
30. Yang merupakan teknik menyalakan busur listrik adalah ...
- Dibakar
 - Dipukul
 - Digoreskan

- d. Dikorek
31. Bagaimana tanda-tanda bila arus las listrik terlalu besar ...
- Tidak terjadi percikancairan logam disekitar rigi-rigi las
 - Berkawah lebar dan berbentuk segitiga
 - Bentuk rigi-rigi lasnya tinggi dan sempit dengan tepi yang tegak
 - Mempunyai kawah kecil dan dangkal
32. Penyebab timbulnya percikan pada rigi-rigi pengelasan adalah ...
- Busur nyala terlalu tinggi
 - Kecepatan elektroda salah
 - Panas elektroda terlalu tinggi
 - Arus terlalu rendah
33. Dalam pengelasan terjadi kekeroposan hal-hal yang menyebabkan kekeroposan pada hasil pengelasan, kecuali ...
- Kecepatan mengelas terlalu tinggi atau rendah
 - Busur nyala pendek
 - Busur nyala tinggi
 - Kesalahan jenis elektroda
34. Posisi elektroda dimiringkan kira-kira 5° sampai 10° ke bawah untuk menahan lelehan logam cair dan 20° ke arah lintasan las adalah jenis posisi pengelasan ...
- Posisi horizontal
 - Posisi vertikal
 - Posisi vertical dan horizontal
 - Posisi atas kepala
35. Arah pengelasan dapat dilakukan naik turun adalah jenis pengelasan ...
- Posisi horizontal
 - Posisi vertical
 - Posisi vertical dan horizontal
 - Posisi atas kepala
36. Untuk mendapatkan kekuatan pengelasan yang lebih baik maka bentuk-bentuk kampuh disesuaikan di bawah ini, kecuali ...
- Posisi pengelasan
 - Bentuk atau konstruksi
 - Tebal benda kerja
 - Besarnya arus listrik
37. Pengelasan dengan cara dingin menggunakan ukuran elektrodanya adalah ...
- 2,5 – 4 mm
 - 5,5 – 8 mm
 - 6,3 – 3,2 mm
 - 2,5 – 3,2 mm
38. Di bawah ini yang tidak termasuk alat-alat keselamatan kerja dalam las listrik adalah ...
- Sarung tangan

- b. Apron
 - c. Sepatu las
 - d. Kamar las
39. Sebelum benda kerja dilas benda kerja tersebut dibersihkan terlebih dahulu menggunakan ...
- a. Alkalin atau larutan
 - b. Sikat baja
 - c. Solar
 - d. Dengan palu ketok
40. Jika kuat arus yang digunakan (75 – 200) ampere sebaiknya menggunakan kedok las dengan nomor kaca ...
- a. 5 – 6
 - b. 7 – 8
 - c. 9 – 11
 - d. 12 – 13
41. Komponen atau bagian peralatan harus dihubungkan dengan kuat. Apa yang akan terjadi apabila sambungan tidak kuat ...
- a. Tidak dapat mengalirkan arus
 - b. Terjadi loncatan bunga api
 - c. Tidak akan terjadi busur las
 - d. Seluruh kabel las akan menjadi panas
42. Fungsi dari helm las, kecuali ...
- a. Melindungi mata dari percikan bunga api
 - b. Melindungi wajah dari panasnya api las
 - c. Agar melihat benda kerja dengan jelas
 - d. Melindungi telinga dari percikan api las
43. Pada persiapan pengelasan sambungan V (*groove*), akan digunakan elektroda E 6013 berdiameter 3,2 mm.



Lebar *root gap* (jarak akar las) harus di-*setting* sebelum melakukan pengelasan agar penembusan bisa baik adalah ... mm.

- a. 2,8 mm
 - b. 3 mm
 - c. 2,6 mm
 - d. 3,2 mm
44. Berikut ini merupakan fungsi dari elektroda las busur manual, kecuali ...

- a. Mencegah terjadinya reaksi kimia antara cairan logam dengan oksigen dan nitrogen
- b. Memperoleh busur yang lebih stabil
- c. Memperoleh rigi-rigi las yang baik
- d. Untuk mengontrol penetrasi pada sambungan las

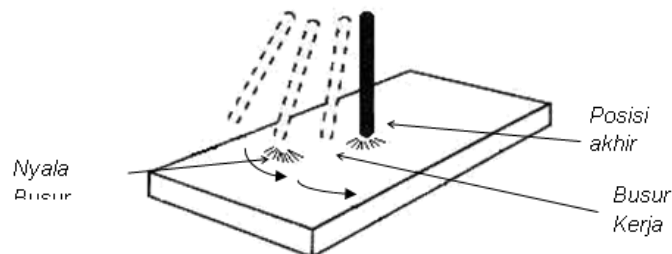
45. Perhatikan gambar di bawah ini.



Gerakan pengelasan seperti pada gambar di atas, merupakan salah satu gerakan yang termasuk dalam gerakan ...

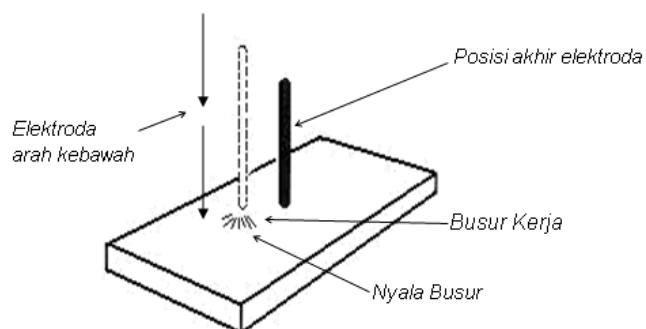
- a. Gerakan zig-zag
- b. Gerakan segitiga
- c. Gerakan melingkar
- d. Gerakan tegak

46. Gambar teknik penyalaan busur las di bawah ini disebut dengan teknik ...



- a. Scratching methode
- b. Tapping methode
- c. Whipping methode
- d. Dragging methode

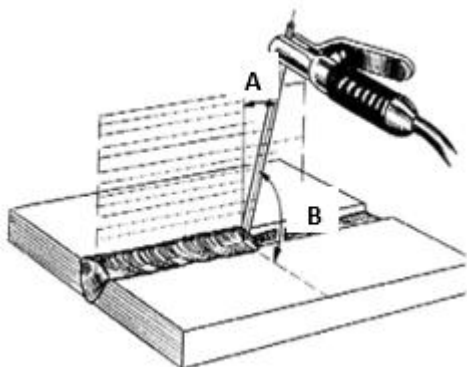
47. Perhatikan gambar di bawah ini.



Cara menyalakan busur yang ditunjukkan pada gambar adalah dengan cara diketuk (tapping method). Cara ini sering atau biasa digunakan dalam pengelasan untuk jenis las ...

- AC
- DC
- AC-DC
- DCEN

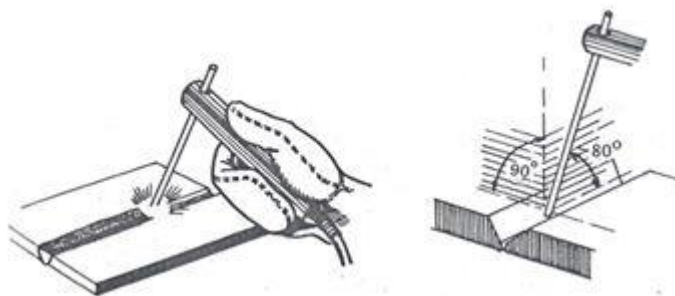
48. Perhatikan gambar di bawah.



Sudut yang tepat untuk mengisi huruf pada A dan B adalah ...

- 30 dan 60 derajat
- 45 dan 60 derajat
- 70 dan 90 derajat
- 30 dan 90 derajat

49. Perhatikan gambar di bawah.



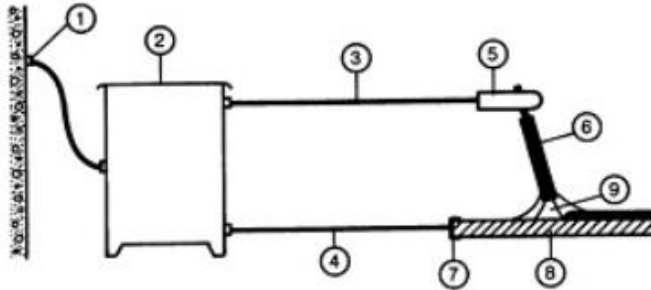
Pada gambar jenis posisi pengelasan apa ...

- Posisi pengelasan 1G
- Posisi pengelasan 2G
- Posisi pengelasan 3G
- Posisi pengelasan 4G

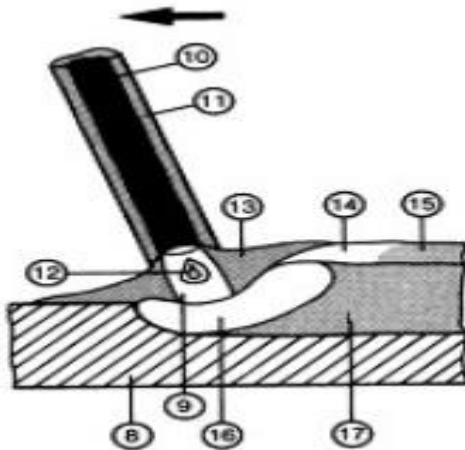
50. Hal yang harus diperhatikan dan dipertimbangkan dalam penyetelan arus listrik untuk pengelasan, kecuali ...

- Diameter elektroda
- Tipe sambungan yang akan dilas
- Tebal bahan yang akan dilas
- Tipe elektroda yang digunakan

51. Akibat dari pengaturan arus listrik yang terlalu rendah dalam pengelasan las busur manual adalah ...
- Terlalu banyak tumpukan logam las dan penembusan yang kurang baik
 - Jalur las datar, lebar dan terjadi undercutting
 - Kepala las yang tinggi dan terjadi overlap
 - Jalur las terlalu kecil dan terjadi percikan las di logam induk (base metal)
52. Gambar di bawah ini komponen las busur listrik. Pada nomor berapa yang disebut dengan klem masa ...



- 5
 - 6
 - 7
 - 8
53. Pada nomor berapa yang disebut dengan klem masa ...



- 10
 - 11
 - 12
 - 13
54. Berapa kemiringan elektroda pada posisi 1G ...
- 30°-50°
 - 60°-65°
 - 70°-85°
 - 80°-85°

55. Peralatan yang paling sering digunakan untuk memperbaiki hasil pengelasan adalah ...
- Palu
 - Gerinda
 - Kikir
 - Gergaji besi
56. Pada gambar kerja las umumnya berbentuk gambar konstruksi, gambar konstruksi terdiri dari ...
- Pandangan atas, samping, dan muka
 - Ukuran, panjang, dan lebar
 - Code pengelasan
 - Pandangan dan ukuran berikut code las
57. Bila terjadi cacat las pada permukaan hal-hal yang tidak boleh dilakukan adalah ...
- Menggerinda cacat las
 - Mengidentifikasi cacat las
 - Memperbaiki tanpa prosedur
 - Melaporkan kepada inspector yang berwenang
58. Hal-hal berikut ini adalah penyebab terjadinya banyak *spatter* pada hasil pengelasan, kecuali ...
- Jarak busur terlalu tinggi
 - Kampuh las kurang bersih
 - Amper terlalu tinggi
 - Skill tukang las kurang
59. Yang perlu diperhatikan dalam pemilihan jenis elektroda adalah ...
- Jenis dan tebal material yang dilas
 - Output mesin las dan tebal material yang dilas
 - Output mesin las dan jenis material yang dilas
 - Tebal dan panjang material yang dilas
60. Hal-hal berikut ini adalah keuntungan menggunakan las SMAW, kecuali ...
- Setiap akan melakukan pengelasan berikutnya slag harus dibersihkan
 - Peralatan mudah dibawa kemana saja
 - Dapat digunakan untuk mengelas dengan ketebalan material yang kita inginkan
 - Dapat digunakan untuk mengelas semua posisi

KUNCI JAWABAN

1. D. *Shield Metal Arc Welding*
2. B. Jenis mesin, bahan, dan ampere
3. A. Lembar informasi
4. C. Las cair
5. A. Pakaian kerja, helm las, apron, sarung tangan, sepatu, dan masker
6. D. Penjepit, palu, dan kikir
7. C. Menjepit benda kerja yang masih panas saat proses pembersihan terak
8. A. Arus AC
9. D. Dapat digunakan untuk mengelas pelat yang tipis
10. A. Nyala busur kecil
11. C. Tingkat kebisingan rendah
12. B. Klem masa
13. D. $P = E \times R$
14. A. Las busur listrik
15. A. 40-80
16. D. Rusaknya selang gas *Acetyline*
17. B. Melindungi mata dari asap pengelasan
18. D. Kampuh V
19. B. Kabel tenaga
20. D. Palu konde
21. B. Sikat kawat
22. C. Membuat terak pelindung sehingga dapat mengurangi kecepatan pendingin sehingga benda kerja tidak cepat rapuh
23. D. a, b, c, benar
24. A. Elektroda dengan penembusan dalam dengan bahan selaput solulosa soda
25. C. Sinar infra merah
26. D. Busur nyala kecil mengurangi timbulnya keropos pada rigi-rigi las
27. C. 200 sampai 500 Amper
28. D. Meja las dan ragum
29. A. Posisi 1G
30. C. Digoreskan
31. B. Berkawah lebar dan berbentuk segitiga
32. A. Busur nyala terlalu tinggi
33. C. Busur nyala tinggi
34. A. Posisi horizontal
35. B. Posisi vertical
36. D. Besarnya arus listrik
37. D. 2,5 – 3,2 mm

38. D. Kamar las
39. B. Sikat baja
40. C. 9 – 11
41. B. Terjadi loncatan bunga api
42. D. Melindungi telinga dari percikan api las
43. B. 3 mm
44. A. Mencegah terjadinya reaksi kimia antara cairan logam dengan oksigen dan nitrogen
45. B. Gerakan segitiga
46. A. Scratching methode
47. B. DC
48. D. 30 dan 90 derajat
49. A. Posisi pengelasan 1G
50. B. Tipe sambungan yang akan dilas
51. D. Jalur las terlalu kecil dan terjadi percikan las di logam induk (base metal)
52. C. 7
53. A. 10
54. A. 30°-50°
55. B. Gerinda
56. D. Pandangan dan ukuran berikut code las
57. C. Memperbaiki tanpa prosedur
58. B. Kampuh las kurang bersih
59. C. Output mesin las dan jenis material yang dilas
60. A. Setiap akan melakukan pengelasan berikutnya slag harus dibersihkan