

KODE MODUL

M5.18A



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK LAS

MENGELAS TINGKAT LANJUT DENGAN PROSES LAS GAS METAL



BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004

KODE MODUL

M5.18A



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK LAS

MENGELAS TINGKAT LANJUT DENGAN PROSES LAS GAS METAL

**PENYUSUN
TIM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

BAGIAN PROYEK PENGEMBANGAN KURIKULUM
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2004

KATA PENGANTAR

Modul Mengelas tingkat Lanjut dengan Proses Las Gas Metal ini digunakan sebagai panduan kegiatan belajar proses las gas metal tingkat lanjut. Modul ini dapat digunakan oleh peserta diklat Program Keahlian Teknik Las yang ingin belajar las gas metal tingkat lanjut setelah selesai menyelesaikan modul Mengelas dengan Proses Las Gas Metal yang merupakan modul panduan tingkat dasar untuk belajar las gas metal.

Modul ini disusun berdasarkan rancangan teori dan praktek yang terdiri atas 5 kegiatan belajar yaitu menjelaskan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan, menjelaskan mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya, menjelaskan logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya, melakukan pengelasan sambungan pipa dan flens segala posisi dengan hasil sesuai standar, dan melakukan pemeriksaan hasil las dan cara memperbaiki kerusakannya.

Modul ini disusun berdasarkan pola teori dan praktek. Untuk mempelajarinya peserta diklat harus menempuh teori yang diberikan terlebih dahulu sebelum melakukan praktek. Untuk mempermudah pola praktek yang akan dilakukan disediakan tabel, gambar, maupun data-data yang lain sehingga peserta diklat akan mudah di dalam belajar modul las gas metal ini.

Yogyakarta, Desember 2004

Penyusun,

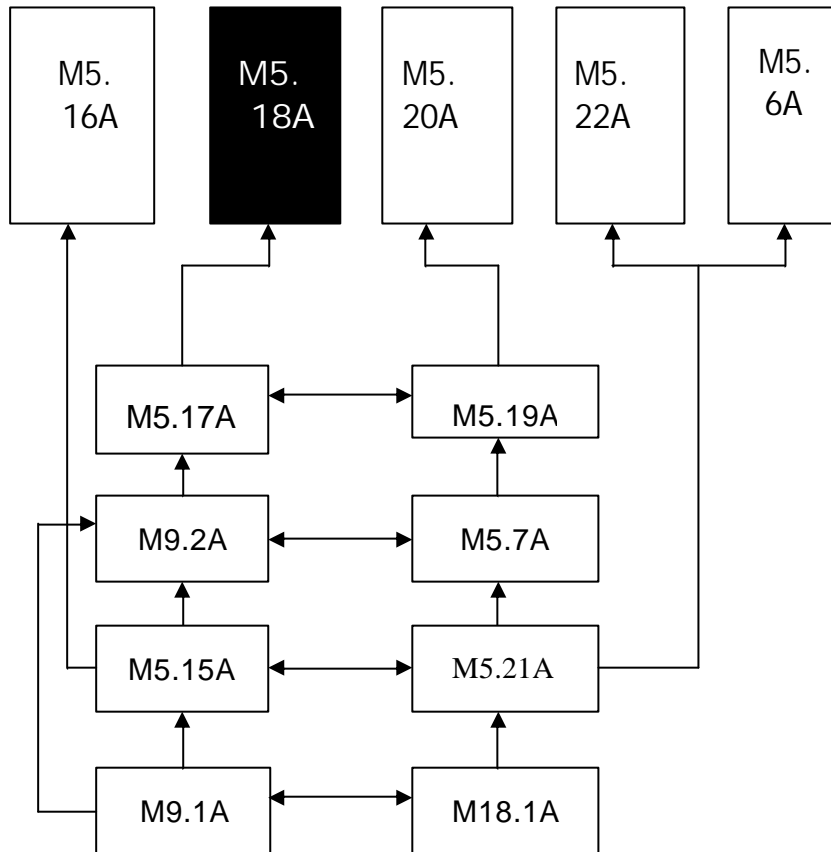
Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	i
HALAMAN FRANCIS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	vi
GLOSSARIUM.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Bagi Peserta Diklat	1
2. Bagi Guru	2
D. TUJUAN AKHIR	3
E. KOMPETENSI	4
F. CEK KEMAMPUAN	8
BAB II PEMELAJARAN.....	9
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT	9
B. KEGIATAN BELAJAR.....	10
1. Kegiatan Belajar 1 Menjelaskan Gambar Kerja, Instruksi Kerja dan Spesifikasi Prosedur Pengelasan	10
a. Tujuan Kegiatan	10
b. Uraian Materi	10
c. Rangkuman.....	17
d. Tugas.....	17
e. Tes Formatif.....	17
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	18
2. Kegiatan Belajar 2 Menjelaskan Mesin Las Gas Metal Berikut Cara Memasang Piranti-Piranti Pendukungnya	19
a. Tujuan Kegiatan	19
b. Uraian Materi	19
c. Rangkuman.....	24
d. Tugas.....	25
e. Tes Formatif.....	25
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	25

3. Kegiatan Belajar 3 Menjelaskan Logam Yang Dapat Dilas Dengan Gas Metal Berikut Dengan Jenis Kawat Lasnya	27
a. Tujuan Kegiatan	27
b. Uraian Materi	27
c. Rangkuman.....	28
d. Tugas.....	28
e. Tes Formatif.....	29
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	29
4. Kegiatan Belajar 4 Melakukan Pengelasan Sambungan Pipa Dan flens Segala Posisi Dengan Hasil Sesuai Standar	30
a. Tujuan Kegiatan	30
b. Uraian Materi	30
c. Rangkuman.....	32
d. Tugas.....	33
e. Tes Formatif.....	33
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	33
g. Lembar kerja.....	34
5. Kegiatan Belajar 5 Melakukan Pemeriksaan Hasil Las Dan Memperbaiki Kerusakannya	45
a. Tujuan Kegiatan	45
b. Uraian Materi	45
c. Rangkuman.....	48
d. Tugas.....	48
e. Tes Formatif.....	49
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	49
g. Lembar kerja.....	50
BAB III EVALUASI.....	51
A. PERTANYAAN.....	51
B. KUNCI JAWABAN.....	51
C. KRITERIA KELULUSAN	54
BAB IV PENUTUP.....	55
DAFTAR PUSTAKA	56

PETA KEDUDUKAN MODUL



Modul Mengelas Tingkat Lanjut dengan Proses Las Gas Metal dengan kode modul M5.18A ini merupakan modul tingkat lanjut setelah mempelajari modul Mengelas dengan Proses Las Gas Metal dengan kode modul M5.17A.

Keterangan:

M9.1A Menggambar dan Membaca Sketsa

M18.1A Menggunakan Perkakas Tangan

M9.2A Membaca Gambar Teknik

M5.15A Mengelas dengan proses las busur metal manual

M5.21A Mengelas dengan proses las oksiasetilena

M5.7A Memotong dengan panas dan gouging secara manual.

M5.17A Mengelas dengan proses las gas metal

M5.19A Mengelas dengan proses las gas tungsten

M5.6A Menyolder dengan kuningan dan atau perak

M5.22A Mengelas tingkat lanjut dengan proses las oksasi-asetilena

M5.16A Mengelas tingkat lanjut dengan proses las busur metal manual

M5.18A Mengelas tingkat lanjut dengan proses las gas metal.

M5.20A Mengelas tingkat lanjut dengan proses las gas tungsten

PERISTILAHAN/**GLOSSARY**

DC	<i>direct current</i> atau arus searah
DCEP	<i>direct current electrode positive</i> atau arus searah dengan elektroda dihubungkan dengan kutub positif
Fillet	sambungan las pada sambungan siku dan tanpa perlakuan celah yang berbentuk kampuh
Groove	kampuh las berupa celah yang diisi oleh bahan tambah
MIG	<i>metal inert gas</i> yaitu pengelasan dengan gas <i>inert</i> (lindung)
MAG	<i>metal active gas</i> yaitu pengelasan dengan gas aktif

BAB I

PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul Mengelas Tingkat Lanjut dengan Proses Las Gas Metal ini membahas tentang gambar dan prosedur pengelasan, pengetahuan tentang mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya, praktik pengelasan, dan praktik pemeriksaan dan perbaikan cacat akibat pengelasan. Aspek-aspek yang akan dibahas dalam modul ini meliputi: pengetahuan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan, pengetahuan tentang mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya, pengetahuan tentang logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya, pengelasan sambungan pipa dan flens segala posisi, praktik pemeriksaan hasil las dan cara memperbaiki kerusakannya.

B. PRASYARAT

Modul ini akan mudah diselesaikan bagi yang sudah menguasai las busur metal dan menguasai pengelasan dengan proses las gas metal tingkat dasar, atau bagi yang sudah menguasai kompetensi mengelas dengan las gas metal yang terdapat pada modul M5.17A

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Penjelasan Bagi Peserta Diklat

Untuk memperoleh hasil belajar yang maksimal dalam menggunakan modul ini, langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain:

- a. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Materi yang kurang jelas dapat ditanyakan pada guru maupun instruktur yang mengampu kegiatan ini.

- b. Kerjakanlah tugas-tugas yang diberikan pada setiap kegiatan belajar. Hal ini akan menambah kedalaman peserta diklat pada penguasaan materi-materi yang dibahas pada kegiatan belajar yang bersangkutan.
- c. Kerjakan tes formatif dengan baik. Tes ini menunjukkan tingkat penguasaan peserta diklat pada materi-materi yang dibahas dalam kegiatan belajar yang bersangkutan.
- d. Jangan berpindah pada kegiatan belajar berikutnya, jika penguasaan materi pada kegiatan belajar sebelumnya masih belum dikuasai. Ulangi kegiatan belajar ini dan bertanyalah hal-hal yang belum dikuasai kepada guru atau instruktur yang mengampu.
- e. Kerjakanlah tugas praktik yang terdapat dalam lembar kerja dengan baik. Keberhasilan peserta diklat dalam mengerjakan tugas ini dapat dilihat dengan kualitas pekerjaan yang memenuhi standar yang telah ditentukan. Jika hasil praktik belum memenuhi standar dimaksud, ulangi tugas praktik yang bersangkutan sampai didapatkan hasil praktik yang memenuhi.

2. Petunjuk Bagi Guru

Peran guru atau instruktur pada setiap kegiatan belajar modul adalah:

- a. Membantu peserta diklat dalam merencanakan proses belajar.
- b. Membimbing peserta diklat melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar.
- c. Membantu peserta diklat dalam memahami konsep dan praktik baru dan menjawab pertanyaan peserta diklat mengenai proses belajar peserta diklat.
- d. Membantu peserta diklat untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar.
- e. Mengorganisasikan kegiatan belajar kelompok jika diperlukan.

- f. Merencanakan seorang ahli/ pendamping guru dari tempat kerja untuk membantu jika diperlukan.
- g. Merencanakan proses penilaian dan menyiapkan perangkatnya.
- h. Melaksanakan penilaian.
- i. Menjelaskan kepada peserta diklat tentang sikap, pengetahuan, dan keterampilan dari suatu kompetensi yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran selanjutnya.
- j. Mencatat pencapaian kemajuan peserta diklat.

D. TUJUAN AKHIR

Setelah mempelajari secara keseluruhan materi kegiatan belajar dalam modul ini, peserta diklat diharapkan:

1. Menjelaskan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan.
2. Menjelaskan mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya.
3. Menjelaskan logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya.
4. Melakukan pengelasan sambungan pipa dan flens segala posisi dengan hasil sesuai standar.
5. Melakukan pemeriksaan hasil las dan cara memperbaiki kerusakannya.

E. KOMPETENSI

Modul M5.18A ini memberikan pengetahuan dan keterampilan tingkat lanjut yang diperlukan di dalam mengelas dengan proses las gas metal setelah peserta diklat berhasil menyelesaikan modul Mengelas dengan Proses Las Gas Metal.

Tabel 1. Kompetensi Mengelas Tingkat Lanjut dengan Proses Las Gas Metal (las MIG / MAG)

SUB KOMPETENSI		KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
				SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
- Menentukan pengesetan pengelasan dan barang-barang yang digunakan		- Pengesetan mesin las yang benar dan barang-barang yang digunakan ditentukan berdasarkan spesifikasi pekerjaan pengelasan	- Pengesetan pengelasan dan barang-barang yang digunakan	-Mengidentifikasi tugas kerja, gambar kerja, spesifikasi prosedur pengelasan dan dokumen kerja yang relevan. -Mengidentifikasi kawat las sesuai jenis/klasifikasi dan ukuran diameter yang dibutuhkan. -Menyiapkan gas pelindung sesuai jenis klasifikasi dan WPS. -Mengidentifikasi kelengkapan mesin las, konsumsi las, peralatan las, perangkat keska, dan dokumen terkait sesuai SOP.	-Memahami gambar kerja, instruksi kerja, spesifikasi prosedur pengelasan (WPS) dan dokumen pengelasan. -Memahami jenis mesin las dan perlengkapan mesin las. -Memahami perangkat pemanasan awal dan/atau akhir pengelasan. -Memahami jenis/klasifikasi material dasar. -Memahami jenis/klasifikasi gas pelindung	-Menyiapkan peralatan las seperti tang potong, kunci L, kunci inggris dan sikat baja sesuai SOP. - Menyiapkan perangkat keska antara lain sarung tangan, kacamata las, apron dan masker las sesuai SOP. - Menyiapkan seperangkat peralatan untuk pemanasan sebelum/ dan atau sesudah pengelasan sesuai SOP

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
- Menghubungkan peralatan pengelasan.	- Peralatan pengelasan termasuk seluruh kabel dihubungkan dengan aman dan benar berdasarkan prosedur operasi standar.	- Pengesetan peralatan pengelasan	Menempatkan mesin las pada lokasi yang tepat dan memadai. - Memastikan penempatan dan kelengkapan sambungan-sambungan pada kondisi benar dan aman sesuai SOP. - Menghidupkan dan mencoba mesin las sesuai WPS.	- Memahami prosedur operasi standar mesin las, kawat las dan perlengkapan/peralatan pelindung. - Memahami rangkaian perangkat mesin las, perlengkapan dan gas pelindung. - Memahami rangkaian perangkat untuk pemanasan pendahuluan/akhir. - Memahami rangkaian, aliran, dan tekanan gas pelindung	- Meghubungkan kabel daya las ke sumber daya sesuai SOP. - Menghubungkan rangkaian luar mesin las sesuai dengan fungsi masing-masing hubungan termasuk perangkat rol aliran kawat las (wire feeder roller) sesuai SOP. - Menghubungkan tabung gas pelindung pada perangkat rol aliran kawat. - Menempatkan kawat las pada rol aliran kawat dan contact tip. Pada torch sesuai SOP. - Menghubungkan rangkaian pemanasan awal/

MATERI POKOK PEMBELAJARAN					
SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
- Sambungan las yang memenuhi standar nasional atau ISO	- Material dilas sesuai dengan standar nasional/ISO atau standar lain yang setara. Instruksi-instruksi, simbol-simbol diinterpretasi dengan benar termasuk ukuran butiran-butiran, penempatan butiran-butiran, penguatan/penambahan dan lain-lain, berdasarkan prosedur pengelasan apabila ada dan prosedur operasi standar.	- Mengelas sambungan pipa dan flens	<ul style="list-style-type: none"> - Memastikan lokasi, posisi dan ukuran pengelasan sesuai instruksi dan gambar kerja. - Memastikan aliran gas dan kecepatan kawat las sesuai kebutuhan variabel pengelasan (ampere dan voltase) berdasarkan instruksi kerja, WPS dan SOP. - Memastikan benda kerja yang akan dilas (kampung dan kebersihannya) sesuai dengan spesifikasi. 	<ul style="list-style-type: none"> - Memahami instruksi pengelasan, WPS dan gambar kerja. - memahami lokasi, posisi, simbol-simbol dan ukuran-ukuran pengelasan. - memahami variabel parameter dan prosedur pengelasan. - Memahami karakteristik benda kerja, kawat las, mesin las dan peralatannya. - Memahami cara pengoperasian peralatan pengelasan - Memahami pembersihan persiapan dan hasil pengelasan. - Melaksanakan sesuai prosedur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Menguji mesin las pada test piece. - Mengelas sambungan pipa dan flens segala posisi.

SUB KOMPETENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
- Memeriksa pengelasan dan memperbaiki kerusakan/ cacat pengelasan	- Cacat-cacat pengelasan dibenarkan dengan meminimalkan kerugian kekuatan logam dengan menggunakan teknik dan peralatan yang benar dan tepat sesuai dengan standar nasional/ ISO	- Pemeriksaan pengelasan dan memperbaiki kerusakan/ cacat pengelasan	- mengidentifikasi ada tidaknya cacat-cacat visual yang di luar toleransi yang dibenarkan oleh standar kualitas. - Melaksanakan penggerindaan pada daerah cacat las yang ditemui sampai dengan cacat las tidak teridentifikasi lagi sesuai dengan SOP. - Melaksanakan pengelasan perbaikan sesuai dengan prosedur. - Melaksanakan pembersihan hasil pengelasan perbaikan sesuai SOP. - Memastikan mesin las dengan aman sesuai SOP. - Membersihkan dan merapikan area kerja.	- Memahami spesifikasi standar pengelasan. - Memahami cacat las pencegahan dan cara perbaikannya. - Memahami cara mengidentifikasi cacat-cacat pengelasan. - Memahami cara menghindari dan perbaikan cacat las.	Melaksanakan pemeriksaan dan memperbaiki cacat las yang di luar toleransi yang dibolehkan.

F. CEK KEMAMPUAN

Untuk mengecek kemampuan dalam mengerjakan modul M5.18A ini, jawablah pertanyaan di bawah ini dengan sikap jujur bertanggungjawab dengan memberi tanda (√) pada jawaban. Bila peserta diklat menjawab 'ya', kerjakanlah test formatif maupun lembar kerja yang terdapat pada kegiatan belajar yang bersangkutan. Bila sudah merasa menguasai kompetensi yang dipersyaratkan dalam modul ini, siswa dapat mengajukan uji kompetensi kepada assessor internal dan eksternal.

Tabel 2. Cek Kemampuan Mengelas Tingkat Lanjut dengan Proses Las Gas Metal

Sub Kompetensi	Pertanyaan	Jawaban		Bila jawaban 'ya' kerjakan
		Ya	Tidak	
Menentukan pengesetan pengelasan dan barang-barang yang digunakan	Menjelaskan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan			Test formatif 1
Menghubungkan peralatan pengelasan	Menjelaskan mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya.			Test formatif 2
Menentukan pengesetan pengelasan dan barang-barang yang digunakan	Menjelaskan logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya.			Test formatif 3
Sambungan las yang memenuhi standar nasional atau ISO	Melakukan pengelasan sambungan pipa dan flens segala posisi dengan hasil sesuai standar			Test formatif 4 Lembar Kerja 1
Memeriksa pengelasan dan memperbaiki kerusakan/ cacat pengelasan	Melakukan pemeriksaan hasil las dan memperbaiki kerusakannya			Test formatif 5 Lembar kerja 2

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Rencanakan setiap melakukan kegiatan belajar, Peserta Diklat mengisi tabel di bawah ini dan meminta tanda tangan sebagai persetujuan guru.

Tabel 3. Rencana Belajar

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda Tangan Guru
Menjelaskan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan					
Menjelaskan mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya					
Menjelaskan logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya					
Melakukan pengelasan sambungan pipa dan flens segala posisi dengan hasil sesuai standar					
Melakukan pemeriksaan hasil las dan memperbaiki kerusakannya					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Menjelaskan Gambar Kerja, Instruksi Kerja, Dan Spesifikasi Prosedur Pengelasan

a. Tujuan Kegiatan Belajar 1

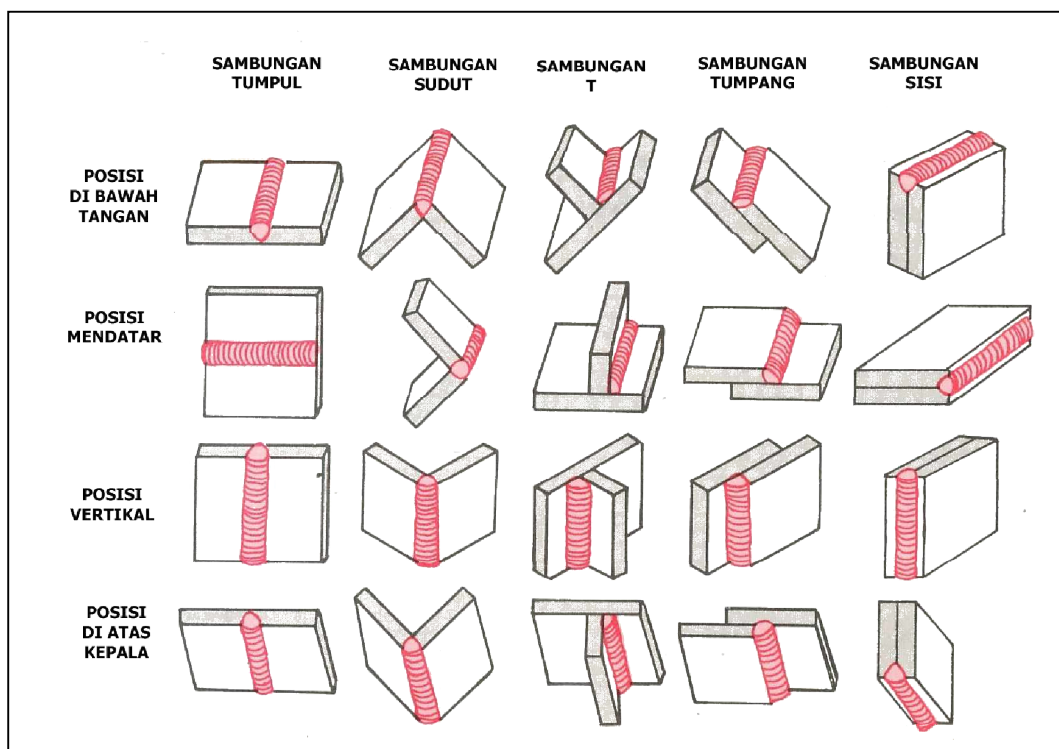
- 1) Peserta diklat dapat menjelaskan gambar kerja las
- 2) Peserta diklat dapat menjelaskan instruksi kerja dan spesifikasi prosedur pengelasan

b. Uraian Materi 1

1) Gambar Kerja Las

Semua pekerjaan konstruksi las yang dikerjakan di bengkel, pabrik atau lapangan selalu menggunakan gambar. Gambar ini berfungsi sebagai alat komunikasi antara perancang dengan para pengelas (welder). Permasalahan yang timbul adalah apakah seluruh sambungan dan manik-manik las sepanjang pengelasan pada konstruksi itu digambarkan berikut dengan bentuk sambungan maupun kampuhnya? Jika pertanyaan di atas dijawab dengan "ya", maka akan sangat merepotkan menggambar las pada konstruksinya. Apalagi kalau konstruksi yang bersangkutan semuanya menggunakan sambungan las. Oleh sebab itulah di dalam pengelasan dikenal simbol las, yaitu alat komunikasi seluruh permasalahan pengelasan yang dipersyaratkan oleh perancang dan dipahami oleh para pengelas. Simbol ini ada di dalam gambar kerja las yang mempersyaratkan antara lain, mesin las yang digunakan, bentuk kampuh atau fillet, bentuk kontur las, ukuran-ukuran pengelasan, daerah yang dilas, maupun persyaratan-persyaratan yang lain. Oleh sebab itu welder maupun operator las perlu memahami gambar maupun kode-kode yang dipergunakan di dalam pengelasan.

Pada pengelasan sambungan plat dikenal ada 5 macam sambungan las yang terdiri dari sambungan tumpul, sudut, T, sisi, dan tumpang. Masing-masing sambungan ini dapat dilas dengan menggunakan 4 posisi pengelasan yaitu posisi di bawah tangan, mendatar, vertikal, dan di atas kepala. Gambar 1 menunjukkan ilustrasi masing-masing sambungan berikut dengan posisi pengelasannya. Masing-masing sambungan ini dapat dibuat variasi bentuk sambungan yang bentuk dan pengkodeannya dapat dilihat pada gambar 2. Variasi bentuk sambungan ini dilakukan atas beberapa pertimbangan yang diantaranya meliputi kekuatan, kemudahan di dalam mengerjakan, model distribusi gaya ketika konstruksi itu dipakai dan lain sebagainya.



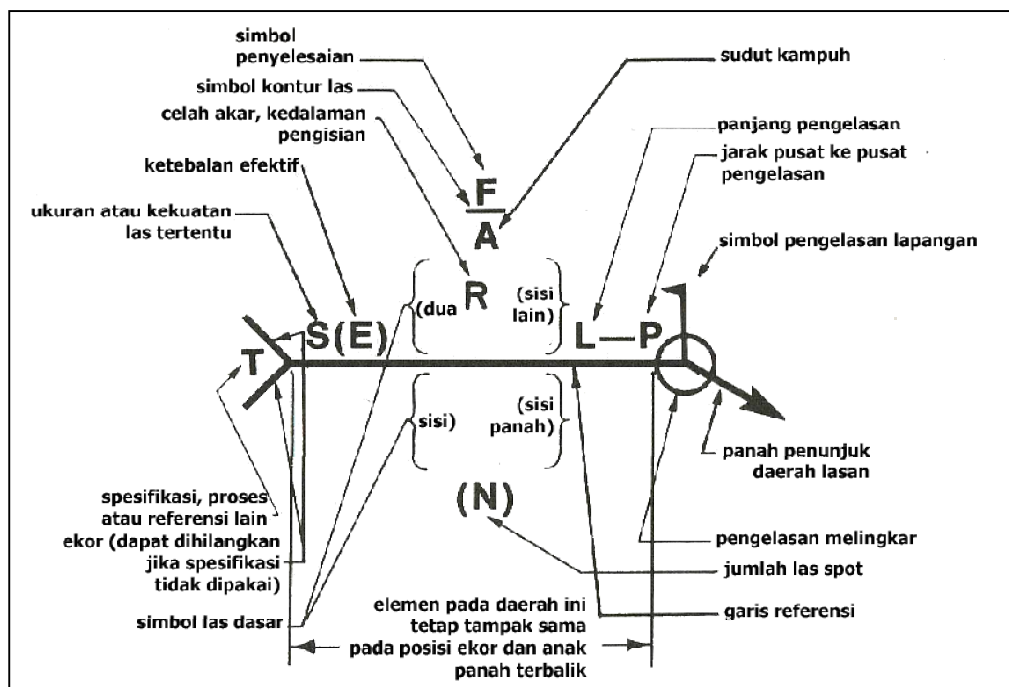
Gambar 1. Macam-macam Sambungan Las

KAMPUH						
I	V	BEVEL	U	J	FLARE V	FLARE BEVEL
	∨	✓	∪	∩	∩	∩

FILLET	SLOT	SPOT	SEAM	BACKING	SURFACING	FLENS	
						SISI	SUDUT
△	□	○	⊕	∪	∩	∩	∩

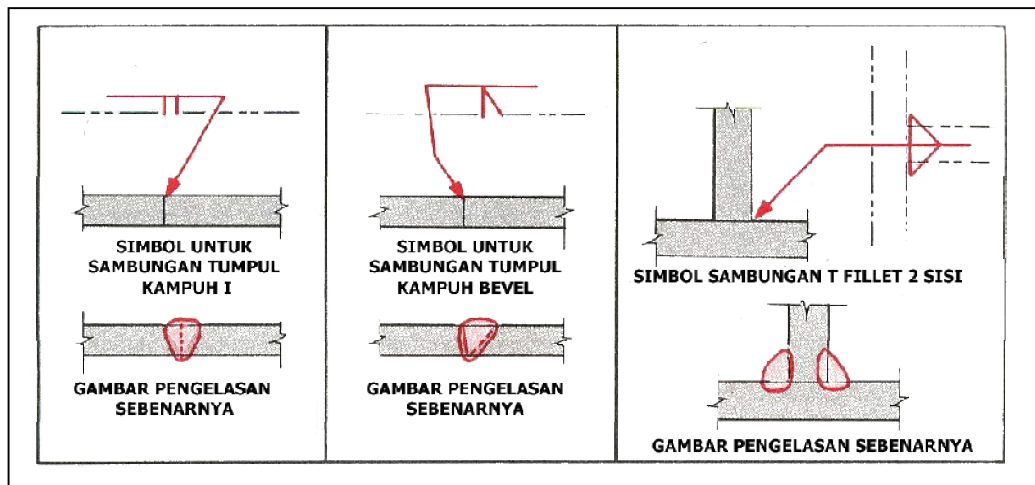
Gambar 2. Simbol Las Dasar

Setelah mengenal macam-macam sambungan las dan bentuk sambungan las, maka langkah berikutnya adalah mengenal simbol las yang di dalamnya termuat data-data simbol pengelasan standar berikut dengan tatacara peletakannya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini.

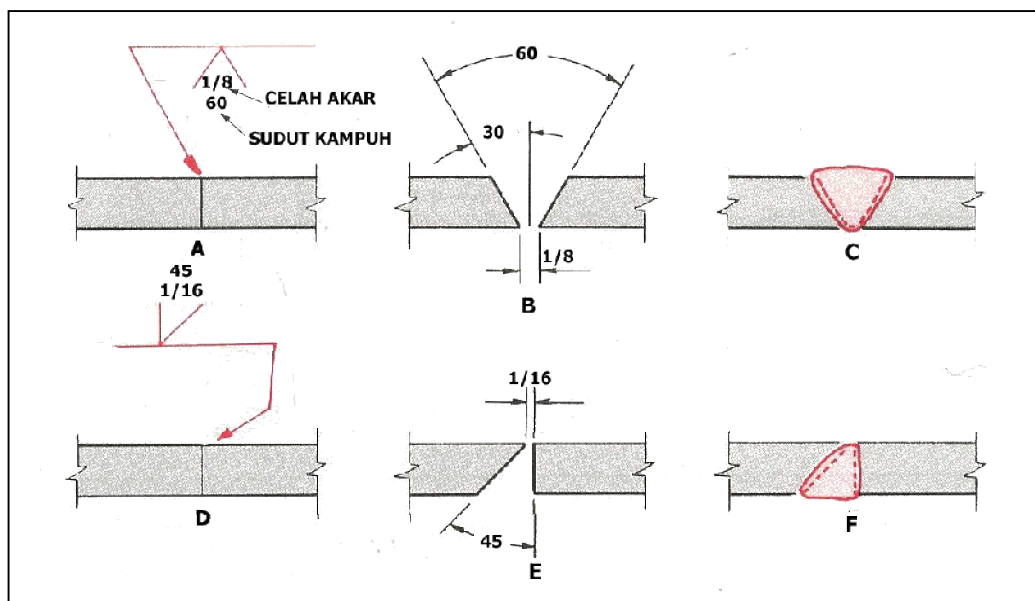


Gambar 3. Simbol Las dan Tatacara Peletakannya

Contoh-contoh peletakan simbol las yang biasa digunakan di dalam gambar kerja dapat dilihat pada gambar-gambar berikut. Gambar 4 menunjukkan cara meletakkan simbol pengelasan untuk sambungan tumpul dan sambungan T berikut dengan ilustrasi bentuk pengelasan sebenarnya pada kedua sambungan tersebut. Gambar ini menunjukkan pengelasan pada sisi panah untuk sambungan tumpul dan pada kedua sisi untuk sambungan T fillet.

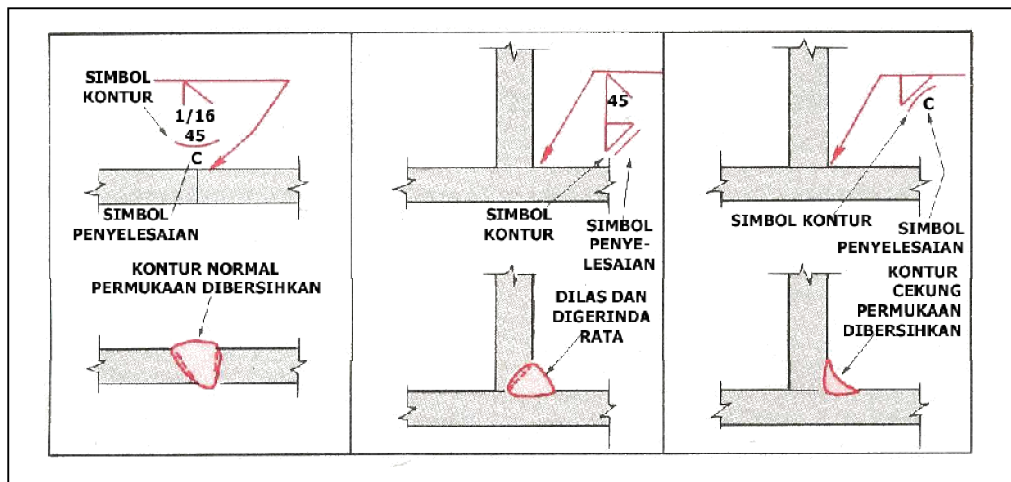


Gambar 4. Penunjukan Simbol Las pada Sisi Panah dan Kedua Sisi



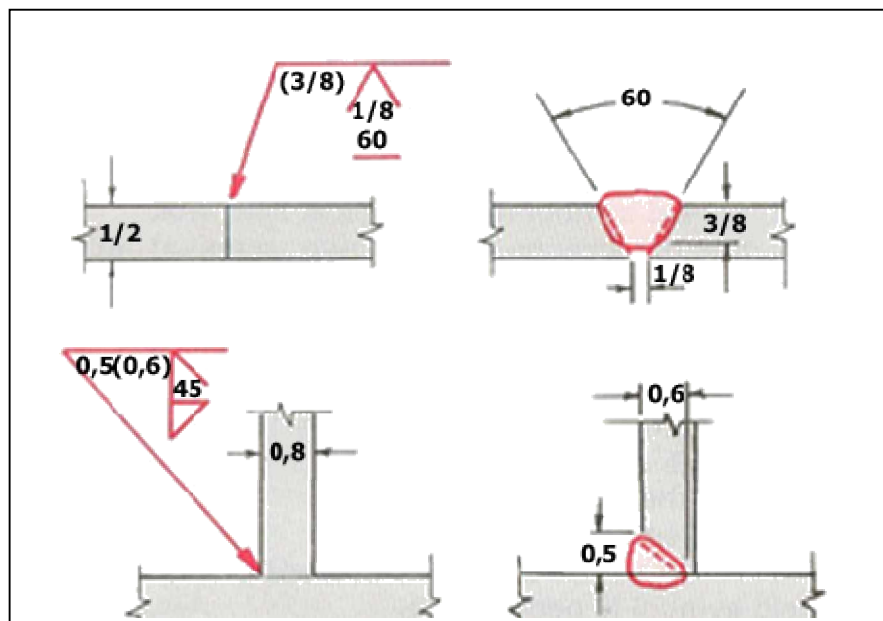
Gambar 5. Penunjukan Simbol pada Sisi Panah dan Sisi Lain

Gambar 5 menunjukkan simbol beserta ukuran kampuh yang akan dibuat dan daerah pengelasan untuk sisi panah dan sisi lain. Gambar A dan D menunjukkan simbol las, gambar B dan E menunjukkan ukuran kampuh yang dibuat beserta bentuk kampuhnya dan gambar C dan F menunjukkan bentuk pengelasan sebenarnya. Gambar 6 menunjukkan bentuk permukaan las beserta perlakuan permukaan setelah pengelasan selesai dilakukan.



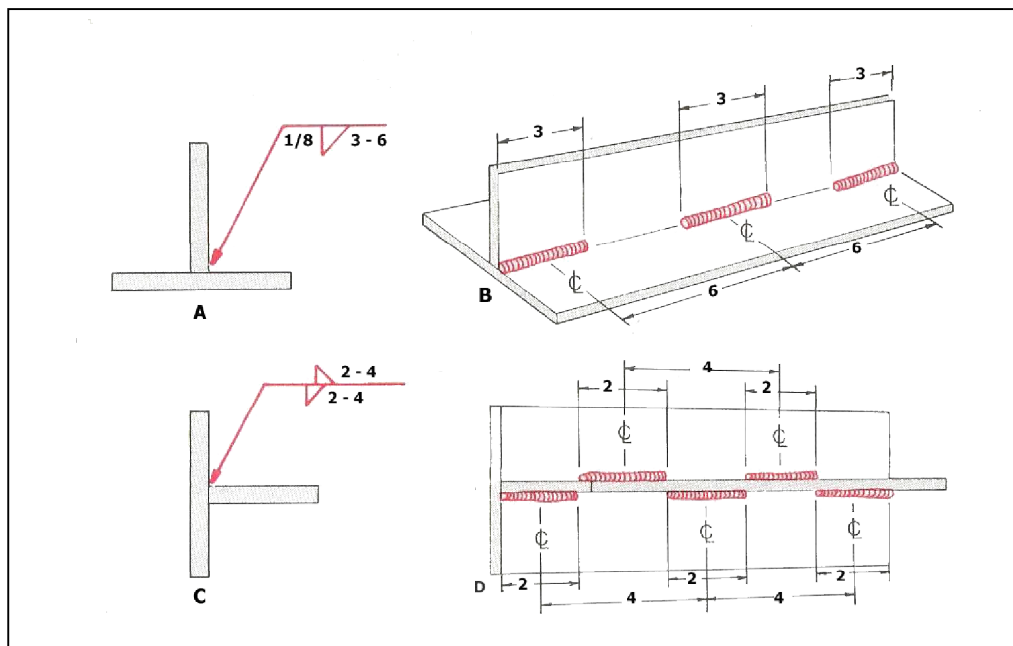
Gambar 6. Bentuk Permukaan las dan Perlakuannya

Untuk menggambarkan ukuran-ukuran yang dibuat pada kampuh dan kedalaman pengelasan dapat dengan mudah dipahami pada gambar 7.



Gambar 7. Kedalaman Pengelasan

Gambar 7 A dan B menunjukkan kedalaman las yang dibuat yaitu 3/8 inci dengan celah akar 1/8 inci pada kampuh V dengan sudut 60° dan permukaan las rata digerinda. Gambar 7 C dan D menunjukkan sambungan T dengan bentuk sambungan bevel dengan tinggi 0,5 inci dan lebar 0,6 inci bevel ini dibuat dengan sudut 45°. Untuk menggambarkan jarak pengelasan antar bagian gambar 8 memberikan ilustrasi yang akan memudahkan welder didalam mengerjakan tugasnya.



Gambar 8. Ukuran Pengelasan

Gambar 8 A dan B menunjukkan pengelasan sambungan T fillet dengan ukuran tinggi dan lebar fillet masing-masing 1/8 inci. Pengelasan dilakukan sepanjang 3 inci dengan jarak antar pengelasan dari pusat ke pusat pengelasan masing-masing 6 inci. Pengelasan ini dilakukan dari sisi panah. Gambar 8 C dan D menunjukkan pengelasan dilakukan dari kedua sisi dengan posisi berseling. Pengelasan dilakukan sepanjang 2 inci dengan jarak dari pusat ke pusat pengelasan 4 inci.

2) Spesifikasi Prosedur Pengelasan

Welding Procedure Specification (WPS) menyebutkan bahwa masing-masing industri manufaktur dan kontraktor harus mempersiapkan WPS tertulis. WPS adalah prosedur tertulis pengelasan yang berkualitas yang dipersiapkan untuk memberikan arah produksi pengelasan berdasarkan kode yang diharapkan. WPS ini akan menjadi dokumen yang amat penting bagi welder maupun operator las di dalam mengerjakan pekerjaan las. Isi dari WPS berisi hal-hal esensial, non esensial, maupun variabel pelengkap esensial untuk masing-masing pengelasan yang ditulis di dalam WPS. Perubahan di dalam WPS karena faktor-faktor penyesuaian di lapangan dan tidak perlu kualifikasi ulang hanya boleh dilakukan pada hal-hal yang non esensial. Perubahan pada hal esensial memerlukan kualifikasi ulang dan memerlukan perubahan WPS. Format WPS ditulis berupa tabel maupun tulisan tergantung pada masing-masing perusahaan manufaktur dan kontraktor sepanjang hal-hal yang esensial, non esensial, serta jika diperlukan variabel pelengkap esensial dimasukkan atau diacu. WPS harus selalu tersedia ketika pengelasan dilakukan sebagai bahan acuan bagi pemeriksa hasil las.

Variabel-variabel yang esensial untuk pengelasan gas metal antara lain perlakuan ukuran dari bahan dasar, klasifikasi kesesuaian bahan tambah yang digunakan dengan bahan dasar, preheating maupun post heating, gas yang digunakan baik tunggal maupun campuran, mode pemindahan logam. Hal-hal yang bersifat pelengkap esensial adalah klasifikasi bahan dasar, batas ketebalan bahan, AWS Class pada bahan tambah, posisi pengelasan, preheating di atas 100⁰ F, kisaran suhu pada post heating, arus dan polaritas, teknik pengelasan dari multi pass sampai single pass. Hal-hal yang bersifat non esensial meliputi bentuk dan ukuran sambungan, diameter bahan tambah, penambahan atau merubah posisi

pengelasan, merubah laju aliran gas maupun menggunakan backing flow, serta perubahan teknik pengelasan.

c. Rangkuman 1

ü Gambar kerja las berfungsi sebagai alat komunikasi antara perancang dengan para pengelas (welder).

ü WPS adalah prosedur tertulis pengelasan yang berkualitas yang dipersiapkan untuk memberikan arah produksi pengelasan berdasarkan kode yang diharapkan.

d. Tugas 1

Pelajarilah gambar kerja maupun WPS yang ada di bengkel, pahami dan buatlah gambar kerja untuk pengelasan tumpul kampuh V dengan sudut kampuh 70° , menggunakan celah akar berjarak 2 mm, tebal plat 10 mm dengan panjang pengelasan 100 mm.

e. Test formatif 1

- 1) Apa yang dinamakan dengan gambar kerja las?
- 2) Mengapa dibuat gambar kerja las?
- 3) Keuntungan apa yang diperoleh dari gambar kerja las ini?
- 4) Apa yang dinamakan dengan WPS?
- 5) Mengapa dibuat WPS?
- 6) Keuntungan apa yang diperoleh dari WPS?

f. Kunci Jawaban Formatif 1

- 1) Gambar kerja las adalah alat komunikasi antara perancang dengan para pengelas (welder).
- 2) Untuk memberikan kepastian perlakuan pada sambungan yang akan dilas dan mempermudah para perancang untuk menggambar dan menyampaikan informasi bentuk, ukuran, maupun perlakuan dan cara mengelas.
- 3) Komunikasi akan berjalan cepat sebab para welder tidak akan menafsirkan yang lain selain dari yang tertulis dalam gambar kerja
- 4) WPS adalah prosedur tertulis pengelasan yang berkualitas yang dipersiapkan untuk memberikan arah produksi pengelasan berdasarkan kode yang diharapkan.
- 5) Untuk memberikan arah pengelasan yang menyangkut data-data yang mungkin tidak dapat dituliskan di dalam gambar kerja las yang menyangkut prosedur standar pengelasan baik mengenai bahan tambah, bahan dasar, arus, bentuk single layer maupun multi layer, perlakuan panas dan masih banyak lagi berdasarkan hal-hal yang perlu diperhatikan agar kualitas hasil pengelasan dapat terjamin.
- 6) Hasil produksi pengelasan akan standar karena dipandu secara ketat oleh WPS yang ada, dan para pemeriksa las akan dengan mudah mengetahui bila didapatkan penyimpangan prosedur karena WPS ini tersedia pula pada tempat dimana proses pengelasan dilakukan.

2. Kegiatan Belajar 2

Menjelaskan Mesin Las Gas Metal Berikut Cara Memasang Piranti-Piranti Pendukungnya

a. Tujuan Kegiatan Belajar 2

- 1) Peserta diklat dapat menerangkan prinsip kerja mesin las gas metal.
- 2) Peserta diklat dapat menerangkan prosedur pemasangan perlengkapan las gas metal.

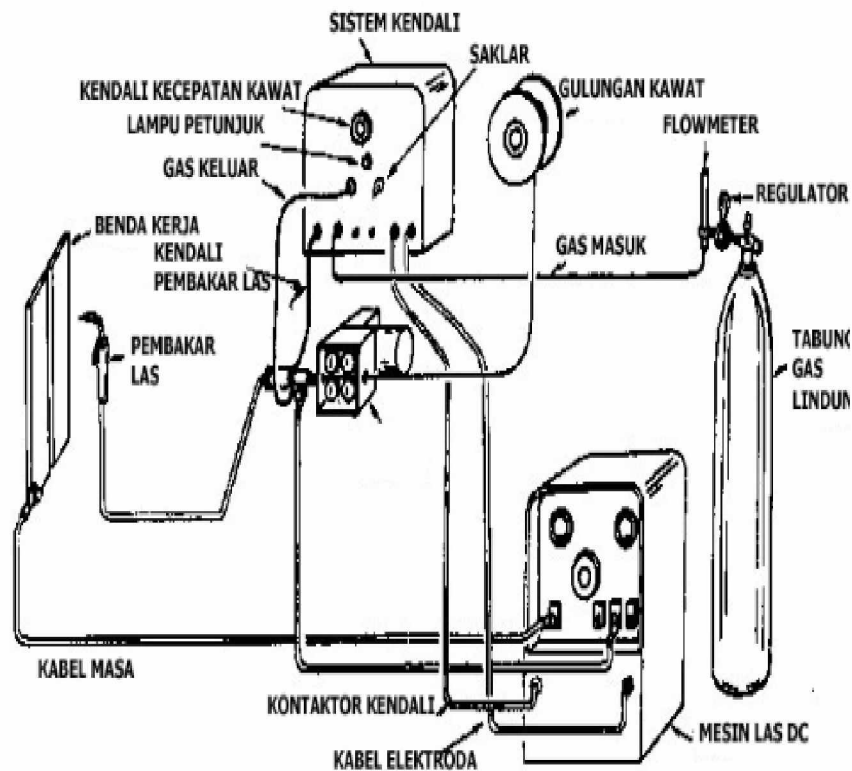
b. Uraian Materi 2

Las gas metal adalah proses pengelasan di mana busur terjadi karena adanya kontak antara elektroda terumpan dengan benda kerja. Elektroda ini berfungsi ganda yaitu sebagai pencipta busur las dan sekaligus sebagai logam pengisi pada sambungan las. Elektroda pada las gas metal berbentuk gulungan dengan panjang bisa ratusan meter. Pada waktu pengelasan, elektroda ini digerakkan oleh motor penggerak pemakanan kawat yang dapat diatur kecepatannya. Untuk melindungi elektroda dan benda kerja yang cair selama pengelasan dari pengaruh udara luar, gas lindung digunakan di dalam pengelasan ini. Gas lindung yang biasa dipakai dalam pengelasan ini antara lain gas karbon dioksida (CO_2), argon (Ar), dan helium (He).

Perangkat yang dipakai dalam pengelasan las gas metal adalah:

- § Mesin las DC
- § Tabung gas lindung
- § Regulator gas lindung
- § Flowmeter untuk gas
- § Selang gas dan perlengkapan pengikatnya
- § Kabel masa
- § Sistem kendali

- § Motor penggerak pemakanan kawat
- § Gulungan kawat las berikut dudukannya
- § Pembakar las (welding torch)
- § Susunan dari perangkat las gas metal ini dapat dilihat pada Gambar



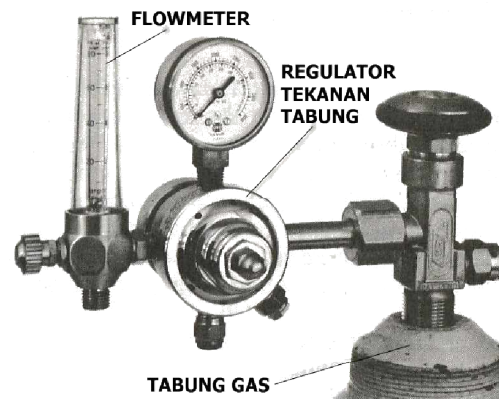
Gambar 9. Diagram Mesin Las Gas Metal Berikut Perlengkapannya

Mesin las DC merupakan mesin las pembangkit arus DC yang digunakan di dalam pengelasan las gas metal. Biasanya digunakan jenis arus DCEP.

Tabung gas lindung adalah tabung tempat penyimpanan gas lindung seperti argon, helium, maupun CO_2 yang digunakan di dalam mengelas gas metal.

Regulator gas lindung adalah adalah pengatur tekanan gas yang akan digunakan di dalam pengelasan gas metal. Pada regulator ini biasanya ditunjukkan tekanan gas di dalam tabung

Flowmeter dipakai untuk menunjukkan besarnya aliran gas lindung yang dipakai di dalam pengelasan gas metal.



Gambar 10. Regulator dan Flowmeter

Selang gas dan perlengkapannya berfungsi sebagai penghubung gas dari tabung menuju pembakar las. Sedangkan perangkat pengikat berfungsi mengikat selang dari tabung menuju sistem kendali dan dari sistem kendali menuju pembakar las.

Kabel masa bermuatan negatif berfungsi untuk penghantar arus ke benda kerja.

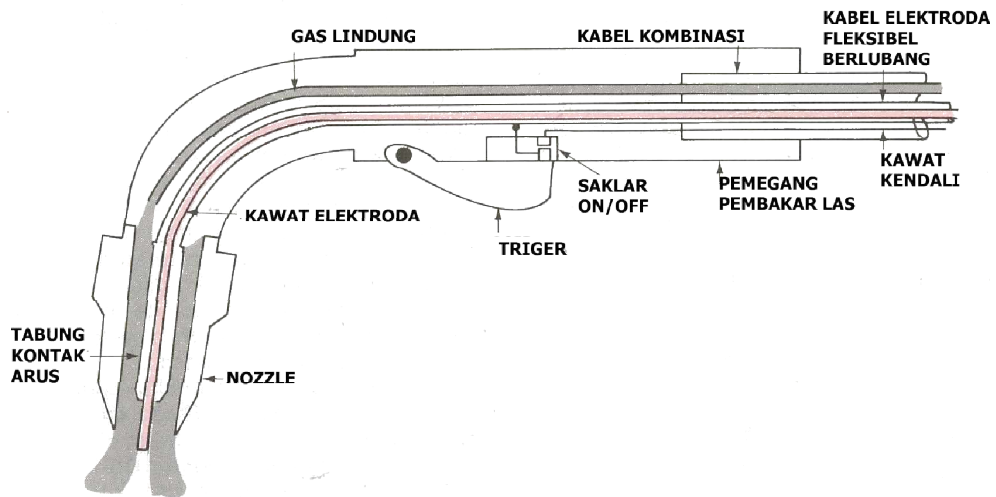
Sistem kendali berfungsi mengendalikan besarnya kecepatan pemakanan kawat las dan mengendalikan aliran gas lindung.

Motor penggerak pemakanan kawat berfungsi menggerakkan kawat dengan motor yang tingkat kecepatan putarannya dikendalikan oleh sistem kendali yang ada.

Gulungan kawat elektroda las beserta dudukannya berfungsi sebagai tempat kedudukan kawat dan gulungan agar mudah berputar ketika pengelasan dilakukan. Elektroda las gas metal merupakan elektroda terumpun yang disediakan untuk pengelasan bahan aluminium dan paduannya, magnesium dan paduannya, tembaga dan paduannya, nikel

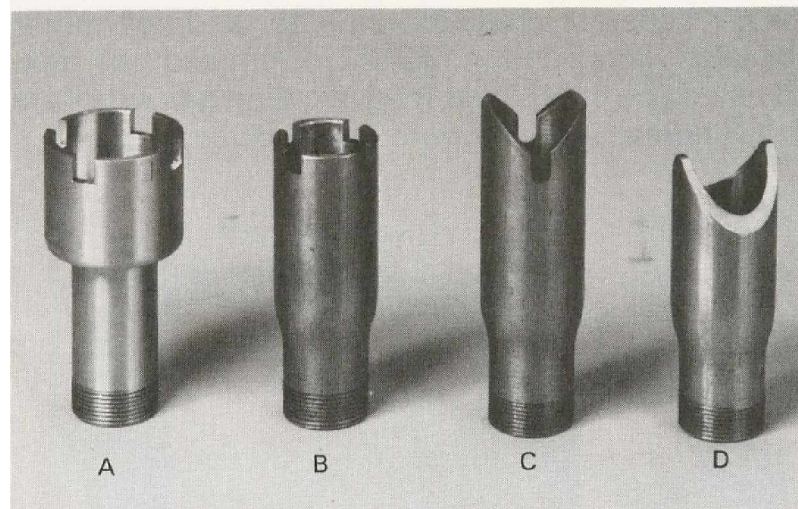
dan paduannya titanium dan paduannya, baja tahan karat austenit, serta baja karbon.

Pembakar las berfungsi untuk mengelas dengan mengatur aliran kawat, gas lindung, dan arus pengelasan yang sesuai.



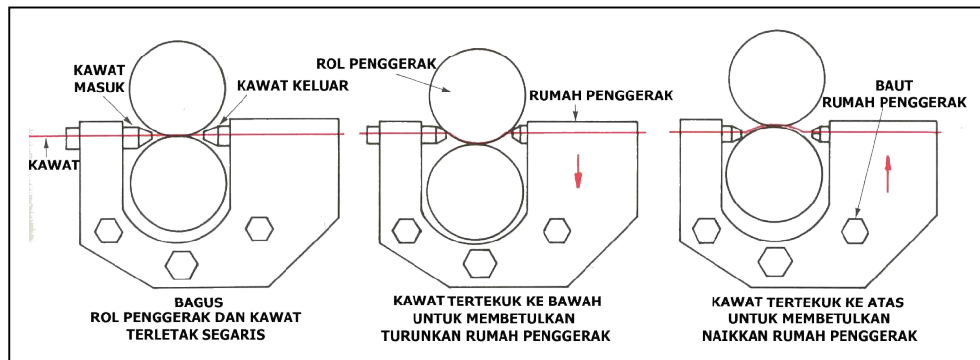
Gambar 11. Diagram Pembakar Las Gas Metal

Bentuk sambungan yang akan dilas akan mempengaruhi bentuk nozzle yang kan dipakai di dalam pengelasan. Untuk pengelasan sambungan tumpul biasa digunakan nozzle yang lurus tetapi untuk pengelasan dengan model sudut, perlu digunakan model yang sesuai untuk itu. Gambar 12 di bawah menunjukkan macam-macam bentuk nozzle yang sesuai untuk pengelasan bentuk khusus.



Gambar 12. Nozzle untuk Pengelasan Ikat dan Spot
A dan B Nozzle standar untuk Las Spot dan Ikat
C Nozzle untuk Las Ikat Outside Corner dan Spot
D Nozzle untuk Las Ikat Inside Corner dan Spot

Pengesetan mesin las gas metal dilakukan dengan pertama kali memasang erat perangkat pembakar las dan kabel masa pada posisinya. Perangkat pembakar las dihubungkan dengan kutub positif dan kabel masa dihubungkan dengan kutub negatif. Seluruh hubungan antara selang gas dan selang air diperiksa ikatannya apakah cukup erat terpasang pada tempat yang telah disediakan. Hubungkan seluruh bagian mesin, sistem kendali maupun motor penggerak kawat, gas lindung pada tempat jaringan yang tersedia. Pemasangan kawat gulungan pada motor penggerak dibuat sebagaimana yang ada pada gambar 13 di bawah ini.



Gambar 13. Cara Pemasangan Kawat Las pada Motor Penggerak Kawat

c. Rangkuman 2

- ü Pengelasan las gas metal merupakan proses pengelasan di mana busur terjadi karena adanya kontak antara elektroda terumpan dengan benda kerja. Elektroda ini berfungsi ganda yaitu sebagai pencipta busur las dan sekaligus sebagai logam pengisi pada sambungan las. Untuk menjaga agar tidak terkontaminasi dengan udara luar digunakan gas lindung seperti Argon, Helium, maupun CO₂.
- ü Pengesetan mesin las gas metal dilakukan dengan pertama kali memasang erat perangkat pembakar las dan kabel masa pada posisinya. Perangkat pembakar las dihubungkan dengan kutub positif dan kabel masa dihubungkan dengan kutub negatif. Seluruh hubungan antara selang gas dan selang air diperiksa ikatannya apakah cukup erat terpasang pada tempat yang telah disediakan. Hubungkan seluruh bagian mesin, sistem kendali maupun motor penggerak kawat, gas lindung pada tempat jaringan yang telah disediakan.

d. Tugas 2

Identifikasi bagian-bagian las gas metal berikut dengan cara pemasangannya. Rangkailah seluruh bagian menjadi sebuah rangkaian yang benar kuat tersambung, gas tidak bocor, dan semua komponen terpasang pada tempatnya.

e. Test formatif 2

- 1) Terangkan prinsip pengelasan dengan menggunakan las gas metal.
- 2) Bagaimana cara mengeset kawat las gas metal pada motor penggerak kawatnya?
- 3) Terangkan urutan pengesetan di dalam las gas metal.

f. Kunci Jawaban Formatif 2

- 1) Pengelasan las gas metal merupakan proses pengelasan di mana busur terjadi karena adanya kontak antara elektroda terumpan dengan benda kerja. Elektroda ini berfungsi ganda yaitu sebagai pencipta busur las dan sekaligus sebagai logam pengisi pada sambungan las. Untuk menjaga agar tidak berkontaminasi dengan udara luar digunakan gas lindung seperti Argon, Helium, maupun CO₂.
- 2) Pasanglah kawat dengan posisi segaris dengan rol penggerak kawat.
- 3) Pengesetan mesin las gas metal dilakukan dengan pertama kali memasang erat perangkat pembakar las dan kabel masa pada posisinya. Perangkat pembakar las dihubungkan dengan kutub positif dan kabel masa dihubungkan dengan kutub negatif. Seluruh hubungan antara selang gas dan selang air diperiksa

ikatannya apakah cukup erat terpasang pada tempat yang telah disediakan. Hubungkan seluruh bagian mesin, sistem kendali maupun motor penggerak kawat, gas lindung pada tempat jaringan yang telah disediakan.

3. Kegiatan Belajar 3

Menjelaskan Logam Yang Dapat Dilas Dengan Las Gas Metal Berikut Dengan Jenis Kawat Lasnya

a. Tujuan Kegiatan Belajar 3

- 1) Peserta diklat dapat menjelaskan logam-logam yang dapat dilas dengan las gas metal.
- 2) Peserta diklat dapat menjelaskan jenis-jenis elektroda yang sesuai untuk mengelas berbagai macam jenis logam dengan las gas metal.

b. Uraian Materi 3

Logam-logam yang dapat dilas dengan las gas metal adalah aluminium dan paduannya, magnesium paduan, tembaga dan paduannya, nikel dan paduannya, titanium dan paduannya, baja tahan karat austenit, serta baja karbon dengan kadar karbon rendah serta baja karbon paduan rendah maupun baja karbon dengan kekuatan yang lebih tinggi. Tabel 1 di bawah memberikan data baik jenis bahan dasar yang akan dilas dengan bahan tambah yang akan diberikan berikut dengan klasifikasi AWS, ukuran elektroda, berikut dengan arus yang akan digunakan.

Tabel 1. Klasifikasi Bahan dan Elektroda dalam Las Gas Metal

Logam Dasar	Elektroda yang Direkomendasi		Spesifikasi AWS	Kisaran arus	
	Type Bahan	Klasifikasi Elektroda		mm	Arus (A)
Aluminium dan Aluminium Paduan	1100 3003, 3004 5052, 5454 5083, 5086, 5456 6061, 6063	ER1100, ER4043 ER1100, ER5356 ER5554, ER5356, ER5183 ER5556, ER5356 ER4043, ER5356	A5.10	0,8 1,2 1,6 2,4 3,2	50 – 175 90 – 250 160 – 350 225 – 400 350 - 475
Magnesium Paduan	AZ10A AZ31B, AZ61A, AZ80A ZE10A ZK21A AZ63A, AZ81A, AZ91C AZ92A, AM100A HK31A, HM21A HM31A LA141A	ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ61A, ERAZ92A ERAZ92A ERAZ92A EREZ33A EREZ33A	A5.19	1,0 1,2 1,6 2,4 3,2	150-300 ² 160-320 ² 210-400 ² 320-510 ² 400-600 ²
Tembaga dan Tembaga	Silikon Perunggu Cu Deoksidasi	ERCuSi-A ERCu	A5.7	0,9	150-300

Paduan	Paduan Cu-Ni Perunggu Al. Perunggu Phospor	ERCuNi ERCuAl-A1, A2 atau A3 ErCuSn-A		1,2 1,6 2,4	200-400 250-450 350-550
Nikel dan Nikel Paduan	Paduan Monel ² 400 Paduan Inconel ³ 600	ERNiCu-7 ERNiCrFe-5	A5.14	0,5 0,8 0,9 1,2 1,6	- - 100-160 150-260 100-400
Titanium dan Titanium Paduan	Murni Ti-0.15 Pd Ti-5A1-2.5Sn	Gunakan grade lebih rendah dari ER Ti-0.2 Pd, ER Ti-5A1-2.5Sn atau murni	A5.16	0,8 0,9 1,2	- - -
Baja Tahan Karat Austenit	201 301, 302, 304, 308 304L 310 316 321 347	ER308 ER308 ER308L ER310 ER316 ER321 ER347	A5.9	0,5 0,6 0,8 0,9 1,2 1,6 2,0 2,4 2,8 3,2	- - 75-150 100-160 140-310 280-450 - - - -
Baja	Baja karbon rol panas atau pembentukan dingin	ER70S-3, ER70S-1 ER70S-2, ER70S-4 ER70S-5, ER70S-6	A5.18	0,5 0,6 0,8 0,9 1,2 1,6 2,0 2,4 2,8 3,2	- - 40-220 60-280 125-380 260-460 275-450 - - -
Baja	Baja karbon kekuatan yang lebih tinggi dan baja paduan rendah	ER80S-D2	A5.28	0,9 1,2 1,6 2,0 2,4 3,2 4,0	60-280 125-380 275-450 - - - -

Keterangan : ² Mode pemindahan pancar, ³ Merk Nikel.

c. Rangkuman 3

ü Logam-logam yang dapat dilas dengan las gas metal adalah aluminium dan paduannya, magnesium paduan, tembaga dan paduannya, nikel dan paduannya, titanium dan paduannya, baja tahan karat austenit, serta baja karbon dengan kadar karbon rendah serta baja karbon paduan rendah maupun baja karbon dengan kekuatan yang lebih tinggi.

d. Tugas 3

Identifikasi jenis logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis elektrodanya.

e. Test formatif 3

- 1) Jenis logam apa saja yang dapat dilas dengan las gas metal?
- 2) Jika akan mengelas baja paduan rendah, jenis elektroda apa yang akan dipakai?
- 3) Jika akan mengelas mild steel, jenis elektroda apa yang akan dipakai?
- 4) Jika akan mengelas baja tahan karat austenit, jenis elektroda apa yang akan dipakai?
- 5) Jika ingin mengelas aluminium type 1100, jenis elektroda apa yang akan dipakai?

f. Kunci Jawaban Formatif 3

- 1). Logam-logam yang dapat dilas dengan las gas metal adalah aluminium dan paduannya, magnesium paduan, tembaga dan paduannya, nikel dan paduannya, titanium dan paduannya, baja tahan karat austenit, serta baja karbon dengan kadar karbon rendah serta baja karbon paduan rendah maupun baja karbon dengan kekuatan yang lebih tinggi.
- 2). Jenis elektroda ER80S-D2.
- 3). Jenis elektroda ER70S-3, ER70S-1ER70S-2, ER70S-4, ER70S-5,
- 4). dan ER70S-6.
- 5). Jenis elektroda ER308, ER308L, ER310, ER316, ER321, ER347.
- 6). Jenis elektroda ER1100, ER4043.

4. Kegiatan Belajar 4

Melakukan Pengelasan Sambungan Pipa Dan Flens Segala Posisi Dengan Hasil Sesuai Standar

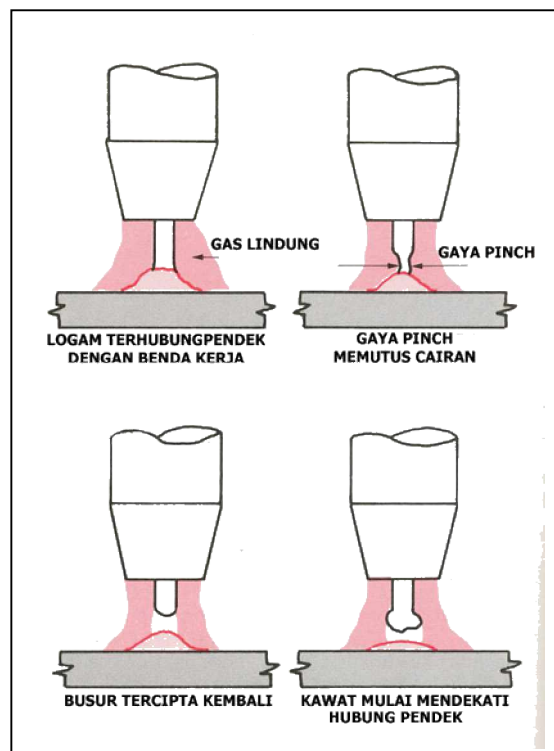
a. Tujuan Kegiatan Belajar 4

- 1) Peserta diklat dapat menjelaskan prosedur pengelasan dengan mode pemindahan logam hubung pendek
- 2) Peserta diklat dapat mengelas sambungan pipa dan flens segala posisi dengan hasil sesuai standar

b. Uraian Materi 4

Prinsip pengoperasian las gas metal terletak pada pengendalian tiga hal yaitu pembakar las, unit pemakanan kawat, dan sumber tenaga. Pembakar las ini akan memandu elektroda, arus las dan gas lindung bekerja bersama-sama dengan komposisi kecepatan pemakanan kawat dan tekanan kerja gas lindung yang sesuai untuk menghasilkan pengelasan yang baik. Unit pemakanan kawat berfungsi untuk mengatur kecepatan kawat yang sesuai dengan arus dan ketebalan sambungan las. Sumber tenaga berfungsi mensuplai arus yang sesuai untuk pengelasan. Besarnya arus ini bervariasi tergantung tebal-tipisnya plat yang akan disambung maupun posisi pengelasannya. Ada 3 mode pemindahan logam yang terjadi di dalam las gas metal yaitu pemindahan pancar aksial (axial spray transfer), globular, dan hubung pendek (short circuiting transfer). Pancar aksial dan globular amat berkaitan erat dengan energi busur yang relatif tinggi. Dengan memberikan pengecualian mode pemindahan pancar pada diameter elektroda yang amat kecil, pancar aksial dan globular biasanya terbatas hanya pada posisi pengelasan datar dan horizontal dengan ketebalan plat tidak lebih dari 3,2 mm. Pemindahan hubung pendek membutuhkan energi rendah biasanya terbatas pada ketebalan plat tidak lebih dari 3,2 mm dan dapat digunakan untuk pengelasan pada

semua posisi. Oleh sebab itu pada modul ini hanya membahas pengelasan gas metal dengan sistem pemindahan hubung pendek. Gambar 14 memberikan ilustrasi di dalam memahami mode pemindahan hubung pendek.



Gambar 14. Mode Pemindahan Hubung Pendek

Untuk menghasilkan sambungan pipa dan flens yang baik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Berapa ketebalan plat yang akan dilas
- Gunakan diameter kawat yang sesuai dengan ketebalan plat
- Gunakan arus yang sesuai untuk ketebalan, posisi, dan diameter kawat
- Aturlah besarnya aliran gas lindung yang sesuai

- Pengelasan dilakukan dengan menjaga kestabilan posisi pengelasan dan kecepatan penggeseran.
- Sebelum dilas permukaan plat harus bersih dari minyak, oli, karat, serta bentuk kotoran yang lain serta bebas dari kelembaban yang disebabkan oleh air.

c. Rangkuman 4

- ü Prinsip pengoperasian las gas metal terletak pada pengendalian tiga hal yaitu pembakar las (gun), unit pemakanan kawat, dan sumber tenaga.
- ü Ada 3 mode pemindahan logam yang terjadi di dalam las gas metal yaitu pemindahan pancar aksial (axial spray transfer), globular, dan hubung pendek (short circuiting transfer).
- ü Pemindahan hubung pendek paling sesuai digunakan untuk pengelasan pada semua posisi.
- ü Untuk menghasilkan pengelasan sambungan pipa dan flens yang baik perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 - Berapa ketebalan plat yang akan dilas
 - Gunakan diameter kawat yang sesuai dengan ketebalan plat
 - Gunakan arus yang sesuai untuk ketebalan, posisi, dan diameter kawat
 - Aturlah besarnya aliran gas lindung yang sesuai
 - Pengelasan dilakukan dengan menjaga kestabilan posisi pengelasan dan kecepatan penggeseran.
 - Sebelum dilas permukaan plat harus bersih dari minyak, oli, karat, serta bentuk kotoran yang lain serta bebas dari kelembaban yang disebabkan oleh air.

d. Tugas 4

Bacalah dengan seksama langkah-langkah yang harus ditempuh untuk mendapatkan hasil pengelasan sambungan sudut yang baik sebelum melakukan pengelasan agar hasil yang diperoleh dapat mencapai standar yang diharapkan.

e. Test formatif 4

- 1) Ada berapa mode pemindahan logam yang terjadi di dalam las gas metal?
- 2) Mode pemindahan logam apa yang sesuai digunakan untuk semua posisi pengelasan?
- 3) Gas lindung apa yang digunakan dalam pengelasan sistem mode hubung pendek?
- 4) Berapa arus yang digunakan jika plat setebal 6,4 mm akan dilas dengan elektroda diameter 1,1 mm dan menggunakan posisi pengelasan di atas kepala?
- 5) Langkah apa yang harus ditempuh untuk menghasilkan hasil pengelasan sambungan pipa dan flens yang baik?

f. Kunci Jawaban Formatif 4

- 1) Ada 3 mode pemindahan logam di dalam las gas metal yaitu pemindahan pancar aksial (axial spray transfer), globular, dan hubung pendek (short circuiting transfer).
- 2) Mode pemindahan hubung pendek.
- 3) Gas CO₂ atau campuran 75% Argon dengan 25% CO₂.
- 4) Arus yang dipakai 10% – 15% dari arus yang tercantum di dalam tabel. Dalam tabel tercantum 210-290 A. Jadi arus yang dipakai yaitu sekitar 180 A – 250 A.

5) Langkah yang harus ditempuh untuk menghasilkan sambungan pipa dan flens yang baik yaitu:

- Berapa ketebalan plat yang akan dilas
- Gunakan diameter kawat yang sesuai dengan ketebalan plat
- Gunakan arus yang sesuai untuk ketebalan, posisi, dan diameter kawat
- Aturilah besarnya aliran gas lindung yang sesuai
- Pengelasan dilakukan dengan menjaga kestabilan posisi pengelasan dan kecepatan penggeseran.
- Sebelum dilas permukaan plat harus bersih dari minyak, oli, karat, serta bentuk kotoran yang lain serta bebas dari kelembaban yang disebabkan oleh air.

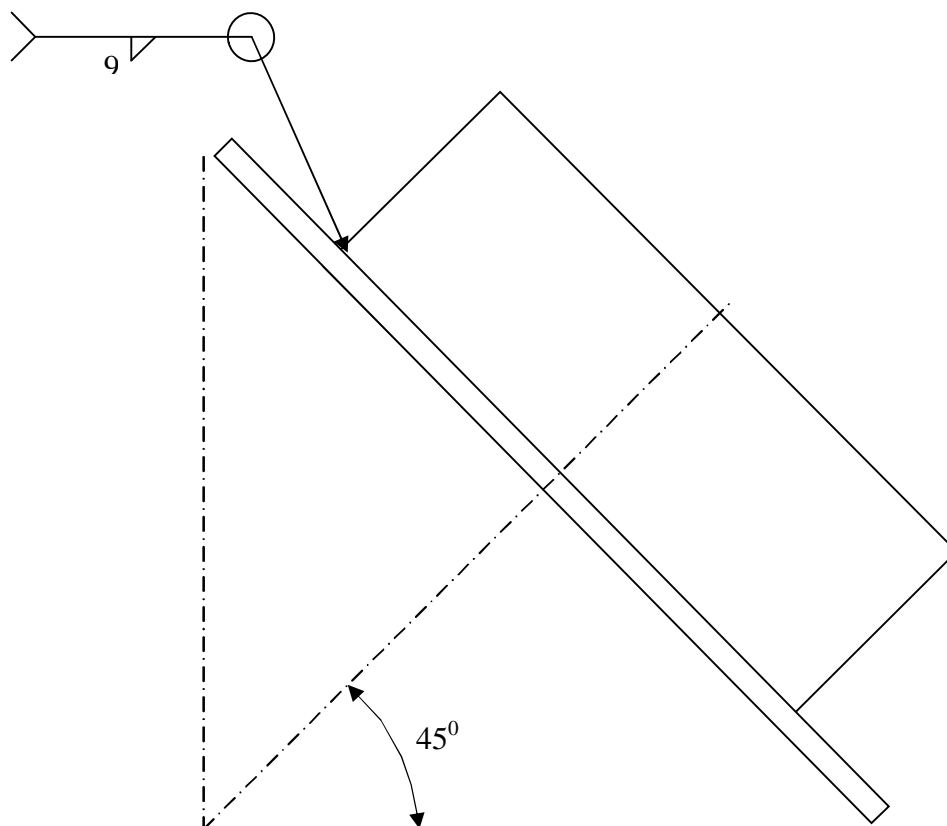
g. Lembar Kerja 1

Lembar kerja pada sambungan pipa dan flens ini terdiri dari 5 jenis pekerjaan sambungan las pipa dan flens pada 5 posisi pengelasan. Kerjakanlah mulai dari LB 01 dan seterusnya secara berurutan. Jika pada pekerjaan sebelumnya belum dapat memenuhi standar kompetensi minimal, maka peserta diklat tidak diperkenankan untuk pekerjaan pada lembar kerja selanjutnya yang menuntut kompetensi yang lebih tinggi.

SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN					
TEKNIK LAS	LAS MIG LANJUT	LB 01 2004	MEMBUAT SAMBUNGAN PIPA DAN FLENS POSISI 1F	SEM	240 MENIT
<p>TUJUAN : Peserta Diklat dapat membuat sambungan pipa dan flens posisi 1F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan las gas metal sebagai sumber panas. 2. Menggunakan baja karbon sebagai bahan dasar dan bahan tambah. 3. Pengerjaan dilakukan dengan cara dan sikap yang benar. <p>PERLENGKAPAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan las gas metal dengan elektroda type ER 70S-6, Ø 1,1 mm 2. Tang penjepit. <p>BAHAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipa ukuran diameter luar 20 cm dengan ketebalan 6,5 mm, serta tinggi 10 cm. 2. Flens ukuran diameter dalam 20,2 cm. Diameter luar 30 cm dengan ketebalan 6,5 mm <p>PETUNJUK UMUM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stel regulator gas untuk mendapatkan tekanan kerja gas sekitar 20 – 25 CFH. 2. Stel kecepatan pemakanan kawat pada 210-290 inch/menit 3. Stel arus pada 180-225 A 4. Bersihkan kotoran yang ada di permukaan plat berupa debu, kotoran, oli, maupun yang lain agar tidak berkontaminasi dengan lasan. 5. Pipa masuk kedalam diameter dalam flens dalam posisi tegak lurus sebelum dilas ikat. 6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan fillet. 7. Anda dapat berlatih mengelas pada benda latihan terlebih dahulu sebelum mengerjakan tugas ini. 8. Tanyakan kepada instruktur/ guru bila belum jelas. <p>KESELAMATAN KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pakailah perlengkapan keselamatan kerja seperti apron, sarung tangan, topeng las, dan tutup sepatu sewaktu mengelas. 2. Periksa bahwa tidak ada kebocoran gas. 3. Pakailah tang penjepit untuk memegang benda kerja. <p>LANGKAH KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan peralatan yang akan dipakai. 2. Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dengan kertas gosok kemudian cucilah dengan sabun dan air kemudian keringkan. 					

3. Ikat benda kerja sesuai dengan bentuk sambungan dan letakkan di atas meja.
4. Atur arus pengelasan pada 180-225 A.
5. Nyalakan busur dengan menekan tombol yang ada pada pembakar las (gun) dengan jarak elektroda yang keluar sampai benda kerja sekitar 4 – 7 mm
6. Lakukan las ikat pada bagian sambungan di tiga tempat pada keliling lingkaran dengan menjaga kondisi flens dan pipa saling tegak lurus.
7. Atur posisi 1F. Pada pengelasan ini welder diam, benda kerja diputar sesuai dengan kecepatan geser las.
8. Lakukan pengelasan tanpa menggunakan ayunan.
9. Pengelasan dilakukan berlapis sampai didapatkan lebar las 9 mm.
10. Membersihkan benda kerja.
11. Menandai benda kerja dengan nomor anda.
12. Menyerahkan benda kerja kepada instruktur untuk penilaian.
13. Instruktur akan memberikan penilaian apakah kompetensi mengelas anda untuk pekerjaan ini sudah memenuhi syarat, jika sudah maka kerjakan lembar kerja LB 02 sebagai kelanjutan tugas anda, jika kompetensi anda belum memenuhi syarat maka kerjakan kembali lembar kerja LB 01 ini sampai tercapai kompetensi yang diharapkan.

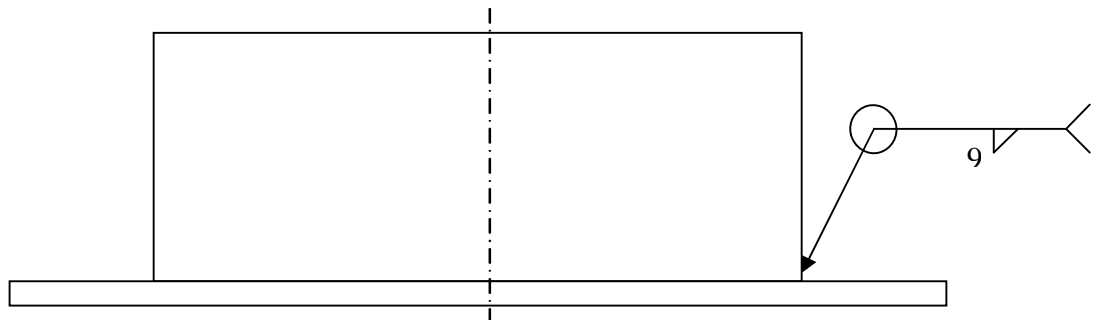
ILUSTRASI POSISI DAN PROSES Pengerjaan:



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN					
TEKNIK LAS	LAS MIG LANJUT	LB 02 2004	MEMBUAT SAMBUNGAN PIPA DAN FLENS POSISI 2F	SEM	300 MENIT
<p>TUJUAN : Peserta Diklat dapat membuat sambungan pipa dan flens posisi 2F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan las gas metal sebagai sumber panas. 2. Menggunakan baja karbon sebagai bahan dasar dan bahan tambah. 3. Pengerjaan dilakukan dengan cara dan sikap yang benar. <p>PERLENGKAPAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan las gas metal dengan elektroda type ER 70S-6, Ø 1,1 mm 2. Tang penjepit. <p>BAHAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipa ukuran diameter luar 20 cm dengan ketebalan 6,5 mm, serta tinggi 10 cm. 2. Flens ukuran diameter dalam 20,2 cm. Diameter luar 30 cm dengan ketebalan 6,5 mm <p>PETUNJUK UMUM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stel regulator gas untuk mendapatkan tekanan kerja gas sekitar 20 – 25 CFH. 2. Stel kecepatan pemakanan kawat pada 210-290 inch/menit 3. Stel arus pada 180-225 A 4. Bersihkan kotoran yang ada di permukaan plat berupa debu, kotoran, oli, maupun yang lain agar tidak berkontaminasi dengan lasan. 5. Pipa masuk kedalam diameter dalam flens dalam posisi tegak lurus sebelum dilas ikat. 6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan fillet. 7. Anda dapat berlatih mengelas pada benda latihan terlebih dahulu sebelum mengerjakan tugas ini. 8. Tanyakan kepada instruktur/ guru bila belum jelas. <p>KESELAMATAN KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pakailah perlengkapan keselamatan kerja seperti apron, sarung tangan, topeng las, dan tutup sepatu sewaktu mengelas. 2. Periksa bahwa tidak ada kebocoran gas. 3. Pakailah tang penjepit untuk memegang benda kerja. <p>LANGKAH KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan peralatan yang akan dipakai. 2. Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dengan kertas gosok kemudian cucilah dengan sabun dan air kemudian keringkan. 					

3. Ikat benda kerja sesuai dengan bentuk sambungan dan letakkan di atas meja.
4. Atur arus pengelasan pada 180-225 A.
5. Nyalakan busur dengan menekan tombol yang ada pada pembakar las (gun) dengan jarak elektroda yang keluar sampai benda kerja sekitar 4 – 7 mm
6. Lakukan las ikat pada bagian sambungan di tiga tempat pada keliling lingkaran dengan menjaga kondisi flens dan pipa saling tegak lurus.
7. Atur posisi 2F. Pada posisi ini benda kerja diam, welder bergerak mengelilingi lingkaran pipa yang dilas.
8. Lakukan pengelasan tanpa menggunakan ayunan.
9. Pengelasan dilakukan berlapis sampai didapatkan lebar las 9 mm.
10. Membersihkan benda kerja.
11. Menandai benda kerja dengan nomor anda.
12. Menyerahkan benda kerja kepada instruktur untuk penilaian. Instruktur akan memberikan penilaian apakah kompetensi mengelas anda untuk pekerjaan ini sudah memenuhi syarat, jika sudah maka kerjakan lembar kerja LB 03 sebagai kelanjutan tugas anda, jika kompetensi anda belum memenuhi syarat maka kerjakan lagi LB 02 sampai anda menguasai kompetensi yang dipersyaratkan.

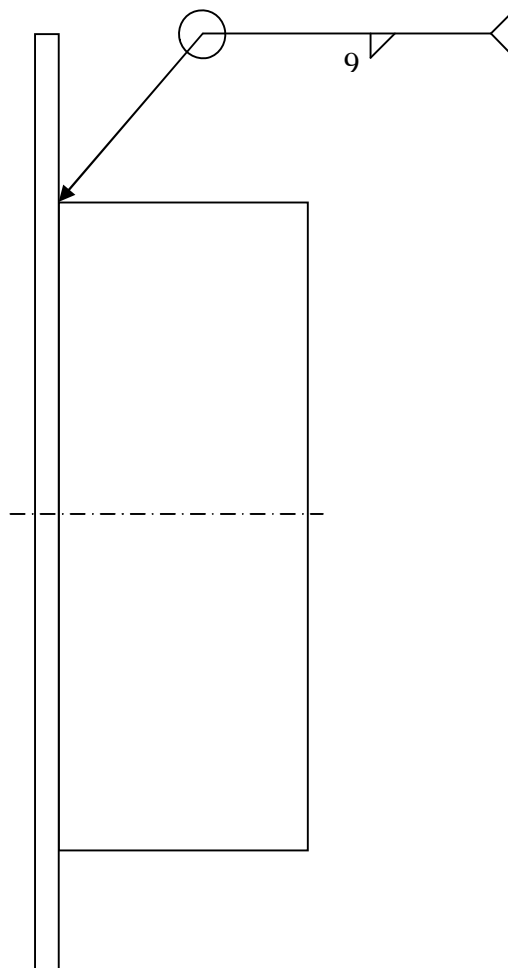
ILUSTRASI POSISI DAN PROSES Pengerjaan:



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN					
TEKNIK LAS	LAS MIG LANJUT	LB 03 2004	MEMBUAT SAMBUNGAN PIPA DAN FLENS POSISI 3F	SEM	480 MENIT
<p>TUJUAN : Peserta Diklat dapat membuat sambungan pipa dan flens posisi 3F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan las gas metal sebagai sumber panas. 2. Menggunakan baja karbon sebagai bahan dasar dan bahan tambah. 3. Pengerjaan dilakukan dengan cara dan sikap yang benar. <p>PERLENGKAPAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan las gas metal dengan elektroda type ER 70S-6, Ø 1,1 mm 2. Tang penjepit. <p>BAHAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipa ukuran diameter luar 20 cm dengan ketebalan 6,5 mm, serta tinggi 10 cm 2. Flens ukuran diameter dalam 20,2 cm. Diameter luar 30 cm dengan ketebalan 6,5 mm. <p>PETUNJUK UMUM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stel regulator gas untuk mendapatkan tekanan kerja gas sekitar 20 – 25 CFH. 2. Stel kecepatan pemakanan kawat pada 210-290 inch/menit 3. Stel arus pada 180-225 A 4. Bersihkan kotoran yang ada di permukaan plat berupa debu, kotoran, oli, maupun yang lain agar tidak berkontaminasi dengan lasan. 5. Pipa masuk kedalam diameter dalam flens dalam posisi tegak lurus sebelum dilas ikat. 6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan fillet. 7. Anda dapat berlatih mengelas pada benda latihan terlebih dahulu sebelum mengerjakan tugas ini. 8. Tanyakan kepada instruktur/ guru bila belum jelas. <p>KESELAMATAN KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pakailah perlengkapan keselamatan kerja seperti apron, sarung tangan, topeng las, dan tutup sepatu sewaktu mengelas. 2. Periksa bahwa tidak ada kebocoran gas. 3. Pakailah tang penjepit untuk memegang benda kerja. <p>LANGKAH KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan peralatan yang akan dipakai. 2. Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dengan kertas gosok kemudian cucilah dengan sabun dan air kemudian keringkan. 					

3. Ikat benda kerja sesuai dengan bentuk sambungan dan letakkan di atas meja.
4. Atur arus pengelasan pada 180-225 A.
5. Nyalakan busur dengan menekan tombol yang ada pada pembakar las (gun) dengan jarak elektroda yang keluar sampai benda kerja sekitar 4 – 7 mm
6. Lakukan las ikat pada bagian sambungan di tiga tempat pada keliling lingkaran dengan menjaga kondisi flens dan pipa saling tegak lurus.
7. Atur posisi 3F. Pada pengelasan ini welder diam, benda kerja diputar sesuai dengan kecepatan geser las.
8. Lakukan pengelasan tanpa menggunakan ayunan.
9. Pengelasan dilakukan berlapis sampai didapatkan lebar las 9 mm.
10. Membersihkan benda kerja.
11. Menandai benda kerja dengan nomor anda.
12. Menyerahkan benda kerja kepada instruktur untuk penilaian. Instruktur akan memberikan penilaian apakah kompetensi mengelas anda untuk pekerjaan ini sudah memenuhi syarat, jika sudah maka kerjakan LB 04 sebagai kelanjutan tugas anda, jika kompetensi anda belum memenuhi syarat maka kerjakan LB 03 sampai anda menguasai kompetensi yang dipersyaratkan

ILUSTRASI POSISI DAN PROSES Pengerjaan:



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN					
TEKNIK LAS	LAS MIG LANJUT	LB 04 2004	MEMBUAT SAMBUNGAN PIPA DAN FLENS POSISI 4F	SEM	480 MENIT
<p>TUJUAN : Peserta Diklat dapat membuat sambungan pipa dan flens posisi 4F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan las gas metal sebagai sumber panas. 2. Menggunakan baja karbon sebagai bahan dasar dan bahan tambah. 3. Pengerjaan dilakukan dengan cara dan sikap yang benar. <p>PERLENGKAPAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan las gas metal dengan elektroda type ER 70S-6, Ø 1,1 mm 2. Tang penjepit. <p>BAHAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipa ukuran diameter luar 20 cm dengan ketebalan 6,5 mm serta tinggi 10 cm 2. Flens ukuran diameter dalam 20,2 cm. Diameter luar 30 cm dengan ketebalan 6,5 mm <p>PETUNJUK UMUM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stel regulator gas untuk mendapatkan tekanan kerja gas sekitar 20 – 25 CFH. 2. Stel kecepatan pemakanan kawat pada 210-290 inch/menit 3. Stel arus pada 180-225 A 4. Bersihkan kotoran yang ada di permukaan plat berupa debu, kotoran, oli, maupun yang lain agar tidak berkontaminasi dengan lasan. 5. Pipa masuk kedalam diameter dalam flens dalam posisi tegak lurus sebelum dilas ikat. 6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan fillet. 7. Anda dapat berlatih mengelas pada benda latihan terlebih dahulu sebelum mengerjakan tugas ini. 8. Tanyakan kepada instruktur/ guru bila belum jelas. <p>KESELAMATAN KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pakailah perlengkapan keselamatan kerja seperti apron, sarung tangan, topeng las, dan tutup sepatu sewaktu mengelas. 2. Periksa bahwa tidak ada kebocoran gas. 3. Pakailah tang penjepit untuk memegang benda kerja. <p>LANGKAH KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan peralatan yang akan dipakai. 2. Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dengan kertas gosok kemudian cucilah dengan sabun dan air kemudian keringkan. 					

3. Ikat benda kerja sesuai dengan bentuk sambungan dan letakkan di atas meja.
4. Atur arus pengelasan pada 180-225 A.
5. Nyalakan busur dengan menekan tombol yang ada pada pembakar las (gun) dengan jarak elektroda yang keluar sampai benda kerja sekitar 4 – 7 mm
6. Lakukan las ikat pada bagian sambungan di tiga tempat pada keliling lingkaran dengan menjaga kondisi flens dan pipa saling tegak lurus.
7. Atur posisi 4F. Pada posisi ini benda kerja diam, welder bergerak mengelilingi lingkaran pipa yang dilas.
8. Lakukan pengelasan tanpa menggunakan ayunan.
9. Pengelasan dilakukan berlapis sampai didapatkan lebar las 9 mm.
10. Membersihkan benda kerja.
11. Menandai benda kerja dengan nomor anda.
12. Menyerahkan benda kerja kepada instruktur untuk penilaian.
13. Instruktur akan memberikan penilaian apakah kompetensi mengelas anda untuk pekerjaan ini sudah memenuhi syarat, jika sudah maka kerjakan lembar kerja LB 05 sebagai kelanjutan tugas anda, jika kompetensi anda belum memenuhi syarat maka kerjakan kembali lembar kerja LB 04 ini sampai tercapai kompetensi yang diharapkan.

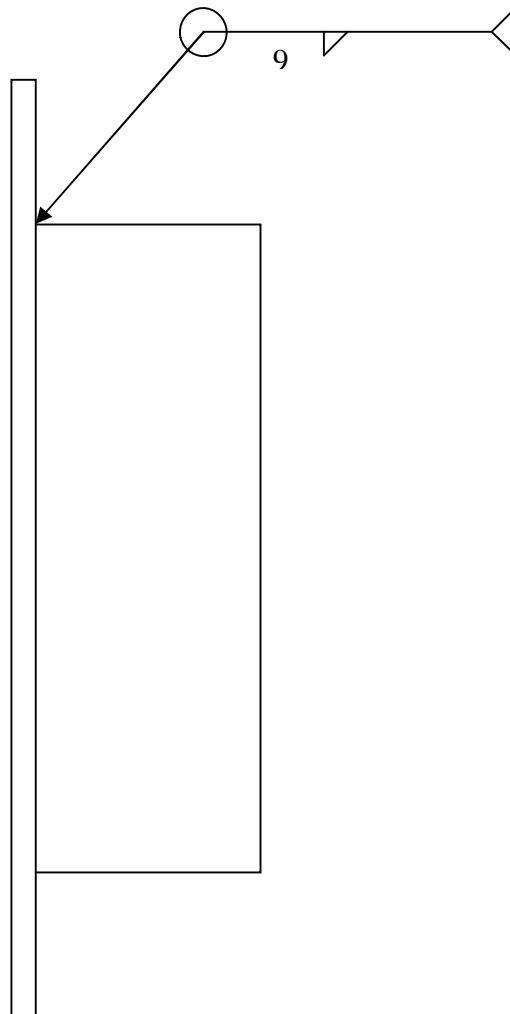
ILUSTRASI POSISI DAN PROSES Pengerjaan:



SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN					
TEKNIK LAS	LAS MIG LANJUT	LB 05 2004	MEMBUAT SAMBUNGAN PIPA DAN FLENS POSISI 5F	SEM	600 MENIT
<p>TUJUAN : Peserta Diklat dapat membuat sambungan pipa dan flens posisi 5F</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan las gas metal sebagai sumber panas. 2. Menggunakan baja karbon sebagai bahan dasar dan bahan tambah. 3. Pengerjaan dilakukan dengan cara dan sikap yang benar. <p>PERLENGKAPAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Perlengkapan las gas metal dengan elektroda type ER 70S-6, Ø 1,1 mm 2. Tang penjepit. <p>BAHAN:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pipa ukuran diameter luar 20 cm dengan ketebalan 6,5 mm serta tinggi 10 cm 2. Flens ukuran diameter dalam 20,2 cm. Diameter luar 30 cm dengan ketebalan 6,5 mm <p>PETUNJUK UMUM:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Stel regulator gas untuk mendapatkan tekanan kerja gas sekitar 20 – 25 CFH. 2. Stel kecepatan pemakanan kawat pada 210-290 inch/menit 3. Stel arus pada 180-225 A 4. Bersihkan kotoran yang ada di permukaan plat berupa debu, kotoran, oli, maupun yang lain agar tidak berkontaminasi dengan lasan. 5. Pipa masuk kedalam diameter dalam flens dalam posisi tegak lurus sebelum dilas ikat. 6. Sambungan yang digunakan adalah sambungan fillet. 7. Anda dapat berlatih mengelas pada benda latihan terlebih dahulu sebelum mengerjakan tugas ini. 8. Tanyakan kepada instruktur/ guru bila belum jelas. <p>KESELAMATAN KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pakailah perlengkapan keselamatan kerja seperti apron, sarung tangan, topeng las, dan tutup sepatu sewaktu mengelas. 2. Periksa bahwa tidak ada kebocoran gas. 3. Pakailah tang penjepit untuk memegang benda kerja. <p>LANGKAH KERJA:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menyiapkan peralatan yang akan dipakai. 2. Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dengan kertas gosok kemudian cucilah dengan sabun dan air kemudian keringkan. 					

3. Ikat benda kerja sesuai dengan bentuk sambungan dan letakkan di atas meja.
4. Atur arus pengelasan pada 180-225 A.
5. Nyalakan busur dengan menekan tombol yang ada pada pembakar las (gun) dengan jarak elektroda yang keluar sampai benda kerja sekitar 4 – 7 mm
6. Lakukan las ikat pada bagian sambungan di tiga tempat pada keliling lingkaran dengan menjaga kondisi flens dan pipa saling tegak lurus.
7. Atur posisi 5F. Pada posisi ini benda kerja diam, welder bergerak mengelilingi lingkaran pipa yang dilas.
8. Lakukan pengelasan tanpa menggunakan ayunan.
9. Pengelasan dilakukan berlapis sampai didapatkan lebar las 9 mm.
10. Membersihkan benda kerja.
11. Menandai benda kerja dengan nomor anda.
12. Menyerahkan benda kerja kepada instruktur untuk penilaian.
13. Instruktur akan memberikan penilaian apakah kompetensi mengelas anda untuk pekerjaan ini sudah memenuhi syarat, jika sudah maka kerjakan lembar kerja 2 sebagai kelanjutan tugas anda, jika kompetensi anda belum memenuhi syarat maka kerjakan kembali lembar kerja LB 05 ini sampai tercapai kompetensi yang diharapkan.

ILUSTRASI POSISI DAN PROSES Pengerjaan:



5. Kegiatan Belajar 5

Melakukan pemeriksaan hasil las dan memperbaiki kerusakannya

a. Tujuan Kegiatan Belajar 5

- 1) Peserta diklat dapat mengidentifikasi cacat las di dalam las gas metal
- 2) Peserta diklat dapat memperbaiki cacat las dengan prosedur pengerjaan yang benar

b. Uraian Materi 5

Kualitas pengelasan dapat terpengaruh jika ada hal-hal yang tersebut di bawah ini yaitu:

- 1) Penyatuan sambungan yang tidak lengkap
- 2) Penetrasi yang berlebih
- 3) Penetrasi yang kurang
- 4) Bahan dasar meleleh
- 5) Keropos permukaan
- 6) Tampilan rigi-rigi yang jelek
- 7) Jalur terlalu sempit
- 8) Penetrasi yang tidak sama
- 9) Permukaan akar yang cekung

Penyatuan sambungan yang tidak lengkap diakibatkan oleh penyetelan arus yang terlalu tinggi dan tegangan terlalu rendah, jarak pembakar las yang terlalu jauh, maupun ayunan yang terlalu cepat pada daerah bahan dasar sehingga terjadi fusi yang tidak lengkap. Cara mengatasinya adalah dengan menyetel arus dan tegangan yang sesuai untuk ketebalan benda, posisi pengelasan maupun ukuran diameter elektroda. Jika kasus yang terjadi adalah masalah pengendalian jarak

pembakar las yang terlalu jauh, maka sebaiknya pembakar didekatkan ke arah benda kerja agar pengisian bahan tambah pada daerah sambungan las jauh lebih baik. Sedangkan pada kasus cara ayunan pada daerah bahan dasar, pengelasan dilakukan lebih lama pada daerah bahan dasar sehingga fusi bahan dasar dengan bahan tambah jadi lebih baik.

Penetrasi yang berlebih diakibatkan oleh celah akar yang terlalu lebar, kecepatan penggeseran pembakar las yang rendah, arus yang terlalu tinggi, maupun jarak ujung pembakar las yang terlalu dekat. Untuk mengatasinya adalah dengan mempersempit celah akar. Periksa lagi jarak celah yang sesuai untuk ketebalan plat yang akan dilas. Pada kasus penggeseran pembakar las yang terlalu rendah, pengelasan diusahakan dalam kecepatan yang lebih tinggi dari sebelumnya dengan memperhatikan pola pengisian bahan tambah pada sambungan las. Sebab pada kecepatan yang terlalu tinggi akan terjadi masalah yang berkaitan dengan penetrasi lagi. Arus las yang terlalu tinggi dapat dikurangi lagi dengan memperhatikan ketebalan, posisi, maupun diameter elektroda las. Jarak pembakar yang terlalu sempit dapat dinaikkan agar kualitas penetrasi menjadi lebih baik.

Penetrasi yang kurang diakibatkan oleh arus yang terlalu rendah jarak pembakar las yang terlalu jauh, kecepatan penggeseran pembakar las yang terlalu tinggi, teknik pengelasan yang tidak sesuai. Untuk mengatasinya dilakukan dengan memperbesar arus las, mendekatkan jarak pemakar las, menggeser pembakar las lebih pelan, dan memperbaiki teknik pengelasan yang keliru.

Bahan dasar meleleh diakibatkan oleh arus pengelasan yang terlalu besar, penggeseran pembakar las yang terlalu rendah, jarak celah akar yang terlalu lebar, dan sisi akar yang terlalu kecil. Untuk mengatasinya dilakukan pengaturan arus las yang lebih rendah, kecepatan penggeseran

pembakar las yang lebih cepat, mempersempit jarak celah akar, dan lebih memperlebar sisi akar.

Keropos permukaan diakibatkan oleh kurangnya gas lindung selama pengelasan permukaan bahan dasar tidak bersih dan kelembaban yang terjadi pada lingkungan pengelasan. Untuk mengatasinya dilakukan penambahan aliran gas lindung dengan memperhatikan ketebalan plat maupun arus yang digunakan di dalam pengelasan, membersihkan permukaan plat yang kotor agar terbebas dari karat, minyak, oli maupun kotoran yang lain, membersihkan permukaan plat dari sumber kelembaban seperti air maupun mengganti gas lindungnya jika kekeroposan diakibatkan oleh gas lindung yang terkontaminasi dengan unsur lain.

Tampilan rigi-rigi yang jelek diakibatkan oleh arus yang terlalu tinggi, persiapan sambungan yang salah, maupun teknik pengelasan yang tidak sesuai. Untuk mengatasinya adalah dengan mengatur kembali arus pengelasan lebih rendah dengan disesuaikan dengan ketebalan plat, diameter elektroda, maupun posisi pengelasan, persiapan sambungan yang salah dapat diatasi dengan memperhatikan prosedur pengelasan yang benar yang menyangkut persiapan permukaan sambungan jarak celah akar, sisi akar maupun cara melakukan las ikat. Teknik pengelasan yang tidak sesuai dapat diatasi dengan mempelajari kembali cara mengelas las gas metal yang benar.

Jalur terlalu sempit diakibatkan oleh kecepatan penggeseran pembakar las yang terlalu cepat dan elektroda terlalu dekat dengan benda kerja. Untuk mengatasinya lakukanlah penggeseran elektroda yang seimbang dengan jalur las yang akan diisi serta usahakan elektroda tidak terlalu dekat dengan benda kerja.

Penetrasi yang tidak sama disebabkan oleh sudut pengelasan yang tidak sesuai serta teknik las yang tidak

memenuhi syarat. Untuk mengatasinya perlu dilakukan pola pengelasan yang benar dengan memperhatikan sudut pengelasan yang konsisten agar hasil penetrasi sesuai dengan yang diharapkan.

Permukaan akar yang cekung diakibatkan oleh tegangan yang terlalu tinggi, kecepatan penggeseran pembakar las yang rendah dan celah akar yang terlalu lebar. Untuk memperbaikinya perlu dilakukan pengecekan kembali tegangan, kecepatan penggeseran pembakar las serta celah akar dengan dibuat lebih kecil dari pengaturan semula.

c. Rangkuman 5

ü Ada 9 macam kemungkinan kerusakan hasil pengelasan di dalam las gas metal yang terdiri dari penyatuan sambungan yang tidak lengkap, penetrasi yang berlebih, penetrasi yang kurang, bahan dasar meleleh, keropos permukaan, tampilan rigi-rigi yang jelek, jalur terlalu sempit, penetrasi yang tidak sama, permukaan akar yang cekung.

ü Untuk membetulkan kerusakan hasil pengelasan las gas metal dibutuhkan pengaturan hal-hal sebagai berikut yaitu pengaturan arus yang sesuai, pengaturan tegangan yang sesuai, pengaturan kecepatan penggeseran pembakar las yang sesuai, pengaturan celah dan sisi akar yang sesuai serta pengaturan jarak elektroda yang sesuai

d. Tugas 5

Lakukan pengamatan terhadap hasil pengelasan pipa dan flens yang telah saudara kerjakan dan lakukanlah evaluasi hasil pengelasan apakah terdapat cacat-cacat sebagaimana yang disebutkan dalam uraian materi 5.

e. Test formatif 5

- 1) Sebutkan 9 macam kemungkinan kerusakan hasil pengelasan
- 2) Jika saudara mengelas dengan arus yang besar kemungkinan apa yang akan terjadi?
- 3) Jika saudara mengelas dengan arus yang rendah, kemungkinan apa yang akan terjadi?
- 4) Apa yang akan terjadi jika kecepatan penggeseran pembakar las lambat?
- 5) Apa yang akan terjadi jika jarak celah akar terlalu lebar?
- 6) Bagaimana cara memperbaiki cacat las dengan penetrasi kurang?

f. Kunci Jawaban Formatif 5

- 1) Sembilan macam kemungkinan cacat las yaitu :
 - Ø Penyatuan sambungan yang tidak lengkap
 - Ø Penetrasi yang berlebih
 - Ø Penetrasi yang kurang
 - Ø Bahan dasar meleleh
 - Ø Keropos permukaan
 - Ø Tampilan rigi-rigi yang jelek
 - Ø Jalur terlalu sempit
 - Ø Penetrasi yang tidak sama
 - Ø Permukaan akar yang cekung
- 2) Penyatuan sambungan tidak lengkap, penetrasi yang berlebih, bahan dasar meleleh, serta tampilan rigi-rigi yang jelek.
- 3) Penetrasi yang kurang.
- 4) Penetrasi berlebih, bahan dasar meleleh, dan permukaan akar yang cekung.
- 5) Penetrasi berlebih, bahan dasar meleleh, dan permukaan akar yang cekung.

6) Cara memperbaikinya adalah dengan mengatur arus lebih tinggi, mengatur jarak pembakar las lebih dekat, memperlambat kecepatan geser pembakar las, dan mempersempit celah akar pada pengelasan dengan ukuran yang sama. Untuk kesalahan yang sudah terjadi, cacat las yang bersangkutan harus digerinda sampai seluruh cacat tergerinda kemudian dilakukan pengelasan ulang dengan kriteria seperti yang telah disebutkan di atas.

g. Lembar kerja 2.

Lembar kerja 2 ini terdiri dari 1 pekerjaan pengelasan mild steel setebal 6 mm dengan bentuk kampuh V yang keropos karena proses pengelasan dengan las gas metal yang salah. Dengan mengacu pada lembar kerja pengelasan dan tabel pengelasan sambungan tumpul, kerjakanlah tugas perbaikan sambungan tumpul yang diberikan kepada anda dengan mengikuti prosedur perbaikan sebagai berikut:

- 1) Gerindalah permukaan yang keropos sampai seluruh permukaan keropos hilang.
- 2) Bersihkanlah seluruh kotoran baik berupa kerak, minyak, oli maupun kotoran yang lain sebelum dilakukan pengelasan.
- 3) Lakukan pengelasan dengan prosedur sebagaimana yang ada pada lembar kerja pengelasan. Jangan lupa periksa ketebalan plat yang akan dilas ulang mengingat penambahan bahan tambah akan menjadikan plat lebih tebal sehingga memerlukan penyetelan ulang yang menyangkut besarnya arus maupun diameter elektroda dan gas lindung yang digunakan. Perlu diingat karena cacat keropos diakibatkan oleh penggunaan gas lindung yang kurang dan terdapat lapisan minyak di permukaan plat serta kelembaban permukaan plat karena air, maka hal ini perlu mendapat perhatian yang serius sebelum pengelasan ulang dilakukan.

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

1. Jelaskan prinsip pengelasan dengan las gas metal.
2. Jelaskan fungsi masing-masing alat di dalam pengelasan dengan menggunakan las gas metal.
3. Jenis logam apa saja yang dapat dilas dengan las gas metal?
4. Untuk melakukan pengelasan sudut yang benar, langkah apa yang perlu ditempuh agar diperoleh hasil pengelasan yang baik?
5. bagaimana cara memperbaiki cacat las karena penetrasi yang berlebih.
6. Parameter apa saja yang perlu diperhatikan agar terhindar dari cacat las pada pengelasan dengan las gas metal?

B. KUNCI JAWABAN

1. Pengelasan dengan las gas metal adalah proses pengelasan di mana busur terjadi karena adanya kontak antara elektroda terumpan dengan benda kerja. Elektroda ini berfungsi ganda yaitu sebagai pencipta busur las dan sekaligus sebagai logam pengisi pada sambungan las. Elektroda pada las gas metal berbentuk gulungan dengan panjang bisa ratusan meter. Pada waktu pengelasan, elektroda ini digerakkan oleh motor penggerak pemakanan kawat yang dapat diatur kecepatannya. Untuk melindungi elektroda dan benda kerja yang cair selama pengelasan dari pengaruh udara luar, gas lindung digunakan di dalam pengelasan ini. Gas lindung yang biasa dipakai dalam pengelasan ini antara lain gas karbon dioksida (CO₂), argon (Ar), dan helium (He).

2. Alat alat di dalam las gas metal terdiri dari

- Ø Mesin las DC
- Ø Tabung gas lindung
- Ø Regulator gas lindung
- Ø Flowmeter untuk gas
- Ø Selang gas dan perlengkapan pengikatnya
- Ø Kabel masa
- Ø Sistem kendali
- Ø Motor penggerak pemakanan kawat
- Ø Gulungan kawat las berikut dudukannya
- Ø Pembakar las (welding torch)

Mesin las DC merupakan mesin las pembangkit arus DC yang digunakan di dalam pengelasan las gas metal. Biasanya digunakan jenis arus DCEP.

Tabung gas lindung adalah tabung tempat penyimpanan gas lindung seperti argon, helium, maupun CO₂ yang digunakan di dalam mengelas gas metal.

Regulator gas lindung adalah adalah pengatur tekanan gas yang akan digunakan di dalam pengelasan gas metal. Pada regulator ini biasanya ditunjukkan tekanan kerja dan tekanan gas di dalam tabung

Flowmeter dipakai untuk menunjukkan besarnya aliran gas lindung yang dipakai di dalam pengelasan gas metal.

Selang gas dan perlengkapannya berfungsi sebagai penghubung gas dari tabung menuju pembakar las. Sedangkan perangkat pengikat berfungsi mengikat selang dari tabung menuju sistem kendali dan dari sistem kendali menuju pembakar las.

Kabel masa bermuatan negatip berfungsi untuk penghantar arus ke benda kerja.

Sistem kendali berfungsi mengendalikan besarnya kecepatan pemakanan kawat las dan mengendalikan aliran gas lindung.

Motor penggerak pemakanan kawat berfungsi menggerakkan kawat dengan motor yang tingkat kecepatan putarannya dikendalikan oleh sistem kendali yang ada.

Gulungan kawat las beserta dudukannya berfungsi sebagai tempat kedudukan kawat dan gulungan agar mudah berputar ketika pengelasan dilakukan.

Pembakar las berfungsi untuk mengelas dengan mengatur aliran kawat gas lindung dan arus pengelasan yang sesuai.

3. Logam-logam yang dapat dilas dengan las gas metal adalah aluminium dan paduannya, magnesium paduan, tembaga dan paduannya, nikel dan paduannya, titanium dan paduannya, baja tahan karat austenit, serta baja karbon dengan kadar karbon rendah serta baja karbon paduan rendah maupun baja karbon dengan kekuatan yang lebih tinggi.
4. Untuk mengelas sambungan sudut yang benar, perlu ditempuh cara-cara sebagai berikut yaitu:
 - Berapa ketebalan plat yang akan dilas
 - Gunakan diameter kawat yang sesuai dengan ketebalan plat
 - Gunakan arus yang sesuai untuk ketebalan, posisi, dan diameter kawat
 - Aturlah besarnya aliran gas lindung yang sesuai
 - Pengelasan dilakukan dengan menjaga kestabilan posisi pengelasan dan kecepatan penggeseran.
 - Sebelum dilas permukaan plat harus bersih dari minyak, oli, karat, serta bentuk kotoran yang lain serta bebas dari kelembaban yang disebabkan oleh air.

5. Penetrasi yang lebih dapat diperbaiki dengan mengurangi celah akar yang terlalu lebar, mengurangi kecepatan geser pembakar las, mengurangi arus yang terlalu tinggi dan agak meninggikan jarak ujung elektroda yang terlalu rendah.
6. Untuk dapat terhindar dari cacat-cacat pengelasan, lakukanlah penyetelan- penyetelan yang sesuai dengan pengelasan yang bersangkutan baik mengenai arus, besarnya aliran gas, besarnya diameter elektroda, ketebalan plat yang sesuai , posisi pengelasan, penggeseran elektroda, jarak pembakar dengan benda kerja, maupun teknik-teknik pengelasan yang bersangkutan dengan sambungan las yang dibuat.

C. KRITERIA KELULUSAN

Kriteria	Skor (1 – 100)	Bobot (%)	Nilai	Keterangan
Menjelaskan gambar kerja, instruksi kerja, dan spesifikasi prosedur pengelasan		20%		Untuk dapat lulus peserta diklat harus mencapai nilai minimal 70
Menjelaskan mesin las gas metal berikut cara memasang piranti-piranti pendukungnya		10%		
Menjelaskan logam yang dapat dilas dengan las gas metal berikut dengan jenis kawat lasnya		10%		
Melakukan pengelasan sambungan tumpul berbagai macam posisi pengelasan dengan hasil sesuai standar		50%		
Melakukan pemeriksaan hasil las dan memperbaiki kerusakannya		10%		
Total nilai		100%		

Kategori kelulusan:

70 – 79 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja dengan bimbingan.

80 – 89 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

90 – 100 : Di atas kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan

BAB IV PENUTUP

Peserta diklat yang telah mencapai syarat kelulusan minimal berarti telah menguasai kompetensi lanjut las gas metal dan berhak mendapatkan sertifikat kompetensi las gas metal tingkat lanjut. Sebaliknya apabila tidak lulus, maka peserta diklat harus mengulang modul ini dan tidak diperkenankan untuk mengambil modul berikutnya.

DAFTAR PUSTAKA

Althouse, Turnquist. Bowditch, Bowditch, 1984, Modern Welding, The Goodheart-Willcox Company, Inc., Illinois

Anonim, 1988, Gas Metal Arc Welding Guide, Lincoln Electric, Ohio

Anonim, 1999, Qualification Standard for Welding and Brazing Procedures, Welders, Brazers, and Welding and Brazing Operators, ASME Boiler and Pressure Vessel Committee Subcommittee on Welding, New York

Anonim, 1992, Welding Design & Fabrication Data Sheets, Penton Publishing, Inc., Ohio

Cary, 1993, Modern Welding Technology, Prentice Hall, New Jersey