



# GURU PEMBELAJAR

## MODUL PELATIHAN GURU

Program Keahlian : Teknik Mesin  
Paket Keahlian : Teknik Pengelasan  
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)

KELOMPOK  
KOMPETENSI

# A

Profesional :

**PENGELASAN PELAT MENGGUNAKAN PROSES LAS OKSI-ASETILEN (OAW)**

Pedagogik :

**KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK & KESULITAN BELAJAR**

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN  
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

2016

Penulis:

1. Ahmad Nurdin, M.Pd., 081328390958, email: madnurdin88@gmail.com
2. Asep Hadian Sasmita, M.Pd., 08212004949, email: ah-nita@yahoo.com
3. Dr. Jamisten Situmorang, M.Pd., 08122347389, email: jsitumorang2003@yahoo.com
4. Dra. Ida Rosmawati, M.Pd., 08156030756, email: idarosmawati@yahoo.com

Penelaah:

1. Drs. H. Sabri, 08122125657, email: sabri\_zen@yahoo.co.id
2. Dra. Hj. Betty Windarsiharly, M.Ak., 0811247580, email: bettywind@yahoo.com
3. Dr. Sulipan, M.Pd., 085222339999, email: sulipan@yahoo.com
4. Dra. Kusmarini, M.Pd., 08112290061, email: k\_rien61@yahoo.com

*Copyright @ 2016*

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan  
Bidang Mesin dan Teknik Industri Bandung,  
Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersil tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program guru pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia karena Karya.

Jakarta, Februari 2016  
Direktur Jenderal  
Guru dan Tenaga Kependidikan,

**Sumarna Surapranata, Ph.D**  
NIP. 19590801 198503 2 001



## KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikasi maupun belum bersertifikasi. Untuk melaksanakan Program Guru Pembelajar bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia. Dengan melihat hasil UKG dapat diketahui secara objektif kondisi guru saat ini, dan data tersebut dapat digunakan untuk meningkatkan kompetensi guru tersebut.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama program Guru Pembelajar. Program ini disesuaikan dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasikan perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Demikian pula soal-soal Uji Kompetensi Guru (UKG) telah terbagi atas 10 kelompok kompetensi. Sehingga program Guru Pembelajar yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG diharapkan dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategis pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi di dalam modul–dirancang meliputi kompetensi pedagogik yang disatukan dengan kompetensi profesional sehingga diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diampunya. Disamping dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul program Guru Pembelajar ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Cimahi, Februari 2016  
Kepala PPPPTK BMTI,

Drs. Marthen Katte Patiung, M.M  
NIP. 19590416 198603 1 000



## DAFTAR ISI

<b>KATA SAMBUTAN</b> .....	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>vi</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi .....	2
D. Ruang Lingkup.....	2
E. Saran Cara Penggunaan Modul.....	3
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 1</b> .....	<b>4</b>
<b>KEGIATAN BELAJAR 1 : KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK</b> .....	<b>4</b>
A. Tujuan .....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	5
C. Uraian Materi.....	6
D. Aktivitas Pembelajaran .....	27
E. Latihan .....	29
F. Rangkuman .....	29
G. Umpan Baik dan Tindak Lanjut .....	30
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : KESULITAN BELAJAR</b> .....	<b>31</b>
A. Tujuan .....	32
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	32
C. Uraian Materi.....	32
1. Prinsip-prinsip Kesulitan Belajar.....	32
2. Diagnosa Kesulitan Belajar .....	36

3. Faktor-faktor Penyebab Kesulitan Belajar .....	40
4. Klasifikasi Kesulitan Belajar .....	41
5. Pembelajaran Remedial .....	45
6. Langkah-Langkah Pembelajaran Remedial .....	51
D. Aktivitas Pembelajaran .....	52
Aktivitas Pengantar .....	52
E. Latihan .....	53
F. Rangkuman .....	54
H. Umpan Baik dan Tindak Lanjut .....	55
G. Kunci Jawaban.....	56
<b>EVALUASI .....</b>	<b>57</b>
<b>KUNCI JAWABAN .....</b>	<b>61</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>62</b>
<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>65</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Kompetensi Pedagogi .....	2
---	---



## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ruang Lingkup Isi Modul .....	3
---------------------------------------	---



## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) sebagai salah satu strategi pembinaan guru dan tenaga kependidikan diharapkan dapat menjamin guru dan tenaga kependidikan mampu secara terus menerus memelihara, meningkatkan, dan mengembangkan kompetensi sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Pelaksanaan kegiatan PKB akan mengurangi kesenjangan antara kompetensi yang dimiliki guru dan tenaga kependidikan dengan tuntutan profesional yang dipersyaratkan.

Guru dan tenaga kependidikan wajib melaksanakan PKB baik secara mandiri maupun kelompok. Khusus untuk PKB dalam bentuk diklat dilakukan oleh lembaga pelatihan sesuai dengan jenis kegiatan dan kebutuhan guru. Penyelenggaraan diklat PKB dilaksanakan oleh PPPPTK dan LPPPTK KPTK atau penyedia layanan diklat lainnya. Pelaksanaan diklat tersebut memerlukan modul sebagai salah satu sumber belajar bagi peserta diklat. Modul merupakan bahan ajar yang dirancang untuk dapat dipelajari secara mandiri oleh peserta diklat berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkatan kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya.

Untuk mempersiapkan kegiatan PKB dalam bentuk diklat bagi guru-guru SMK diperlukan adanya modul yang tepat sesuai dengan tuntutan dari Permendinas No. 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru.

Modul ini disusun untuk mempermudah guru dalam mencari referensi yang tepat dalam menyikapi materi uji kompetensi guru yang di antaranya memuat kompetensi paedagogik berkaitan dengan karakteristik peserta didik dan kesulitan belajar.

## B. Tujuan

Tujuan penyusunan modul ini adalah agar setelah mengikuti seluruh kegiatan belajar peserta diklat PKB dapat menguasai karakteristik peserta didik, kesulitan belajar dan mengaplikasikan dalam pembelajaran di sekolah.

## C. Peta Kompetensi

Pada Gambar 1.1 berikut dicantumkan daftar kompetensi pedagogi sesuai dengan Permendiknas Nomor 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru yang akan ditingkatkan melalui proses belajar dengan menggunakan modul ini.



Gambar 1 Peta Kompetensi Pedagogi

## D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari modul ini berisikan kegiatan belajar untuk pengembangan kompetensi pedagogik dan pengembangan kompetensi profesional. Secara rinci ruang lingkup dari modul ini adalah sebagai berikut.

**Tabel 1 Ruang Lingkup Isi Modul**

No	Kegiatan Belajar	Uraian Materi
1	Kegiatan Belajar 1	Berisikan materi mengenai karakteristik peserta didik dilihat dari aspek fisik, moral, spiritual, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
2	Kegiatan Belajar 2	Berisikan materi tentang kesulitan belajar peserta didik

### **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

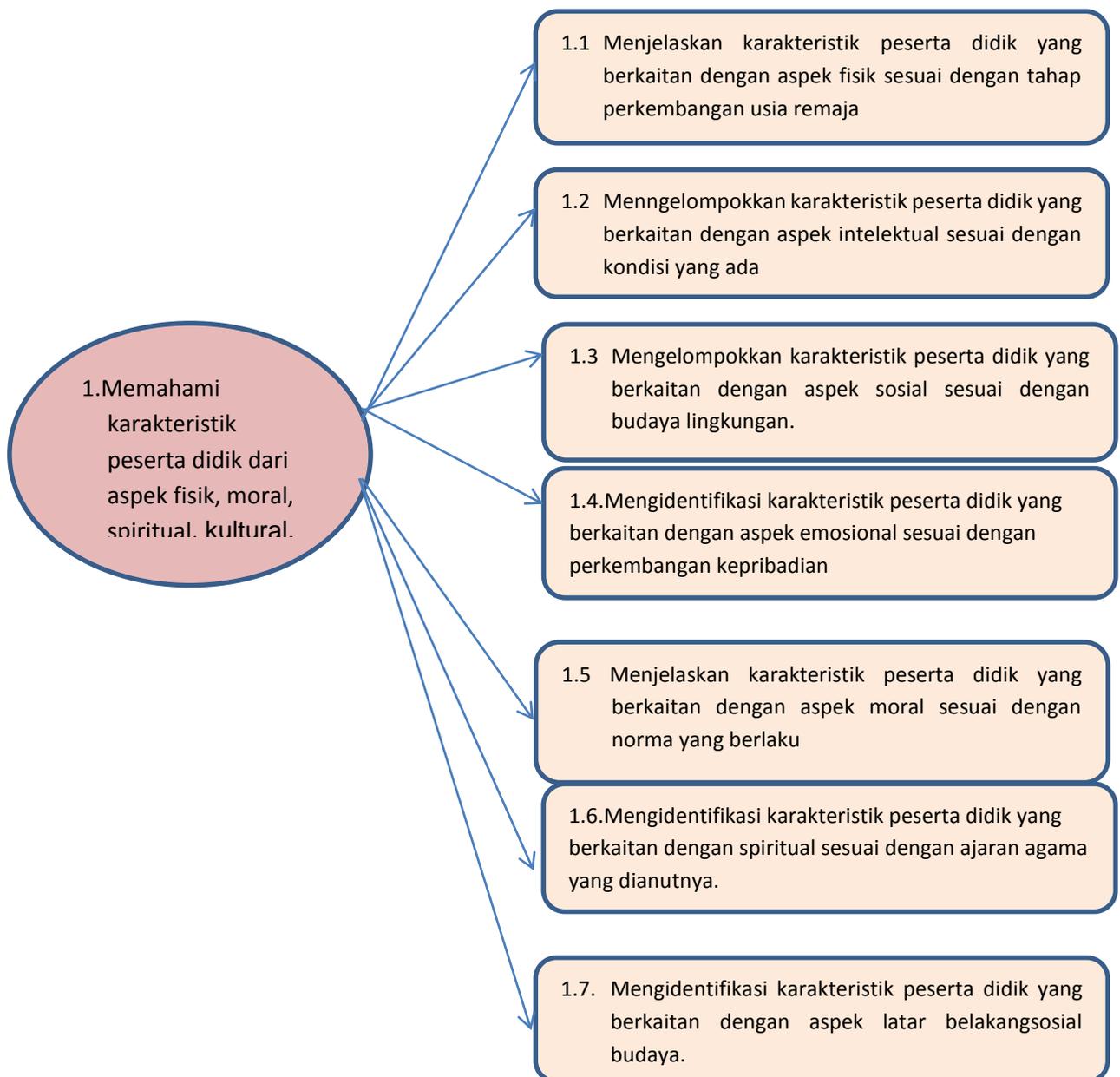
Untuk mempelajari modul ini, hal-hal yang perlu peserta diklat lakukan adalah sebagai berikut:

1. Baca dan pelajari semua materi yang disajikan dalam modul ini,
2. Kerjakan soal-soal latihan yang tersedia dan konsultasikan jawabannya pada tiap akhir bahasan,
3. Untuk mengukur tingkat penguasaan materi, kerjakan soal-soal evaluasi tiap Kegiatan Belajar dan cocokkan jawabannya dengan Kunci Jawaban yang ada,
4. Jika ada bagian yang belum dipahami, diskusikanlah dengan rekan belajar Anda. Jika masih menemui kesulitan, mintalah petunjuk instruktur/widyaiswara Anda.



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### KEGIATAN BELAJAR 1 : KARAKTERISTIK PESERTA DIDIK



## **A. Tujuan**

Tujuan dari penulisan modul ini adalah:

1. melalui membaca peserta diklat dapat menjelaskan karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik secara santun
2. melalui diskusi kelompok peserta diklat dapat mengidentifikasi Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual secara cermat.
3. melalui tanya jawab peserta diklat dapat menentukan karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek emosional dengan percaya diri.
4. melalui diskusi kelompok peserta diklat dapat mengidentifikasi karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek spiritual dengan penuh tanggung jawab.
5. melalui tanya jawab peserta diklat dapat menjelaskan karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek sosial budaya secara rinci.
6. melalui diskusi kelompok peserta didik peserta diklat dapat mengungkapkan karakteristik peserta didik untuk mengoptimalkan prestasi belajar dengan cermat.

## **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik (tinggi badan, berat badan, daya tahan tubuh dan lain-lain) dijelaskan sesuai dengan tahap perkembangan usia remaja;
2. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual (tingkat kecerdasan, daya tangkap, hasil belajar dan penguasaan pengetahuan dan lain-lain) dikelompokkan sesuai dengan budaya lingkungan.
3. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek-aspek emosi (sabar, toleran, santun dan lain-lain) diidentifikasi sesuai dengan perkembangan kepribadian/kematangan kejiwaan.
4. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek moral (etika, jujur, disiplin dan lain-lain) dijelaskan sesuai dengan norma yang berlaku.
5. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek spritual (taat, ikhlas, cinta damai dan lain-lain) dijelaskan sesuai dengan ajaran agama yang dianut.

6. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek latar belakang sosial-budaya (suku, agama dan ras) diidentifikasi persamaan dan perbedaannya

## **C. Uraian Materi**

### **1. Perkembangan Karakteristik Peserta Didik**

Peserta didik adalah individu yang sedang berkembang. Artinya, peserta didik mengalami perubahan-perubahan dalam dirinya. Perubahan tersebut ada yang diarahkan ke dalam diri sendiri, ada juga berupa penyesuaian diri terhadap lingkungan. Perkembangan peserta didik merupakan bagian dari pengkajian atau penerapan psikologi perkembangan dalam bidang pendidikan. Pada bagian ini akan diuraikan aspek-aspek perkembangan peserta didik sebagai individu yang berada pada tahap usia sekolah menengah. Peserta didik pada usia sekolah menengah, sebagai individu yang sedang tumbuh dan berkembang, memerlukan pendidikan, bimbingan dan pengarahan yang tepat untuk mencapai tingkat perkembangan yang optimal sesuai dengan bakat dan minatnya.

Karakteristik peserta didik yang dibahas pada bagian ini khusus yang berkaitan dengan aspek fisik, intelektual, sosial-emosional, moral, spritual dan latar belakang sosial budaya.

#### **a. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik**

Tugas perkembangan adalah berbagai ciri perkembangan yang diharapkan timbul dan dimiliki setiap individu pada setiap masa dalam periode perkembangannya. Tugas perkembangan difokuskan pada upaya peningkatan sikap dan perilaku peserta didik serta berusaha untuk mencapai kemampuan bersikap dan berperilaku sesuai fasenya. Peserta didik yang berada pada usia remaja, di mana ditandai dengan adanya pertumbuhan fisik hormonal yang memunculkan rasa ketertarikan pada lawan jenis.

Ada perubahan-perubahan yang bersifat universal pada masa remaja, yaitu meningkatnya emosi yang intensitasnya bergantung pada tingkat

perubahan fisik dan psikis, perubahan tubuh, perubahan minat dan peran yang diharapkan oleh kelompok sosial tertentu untuk dimainkannya yang kemudian menimbulkan masalah, berubahnya minat, perilaku, dan nilai-nilai, bersikap mendua (ambivalen) terhadap perubahan. Perubahan-perubahan tersebut akhirnya berdampak pada perkembangan fisik, kognitif, afektif, dan psikomotorik.

Pada usia remaja terjadi pertumbuhan fisik yang sangat pesat. Tidak hanya pada anggota tubuh tertentu tetapi juga proporsi tubuh yang semakin besar. Pada perkembangan seksualitas remaja ditandai dua ciri yaitu seks primer dan seks sekunder. Pada peserta didik laki-laki ditandai dengan semakin besarnya ukuran testis, pembuluh mani dan kelenjar prostat semakin besar sehingga organ seks semakin matang. Pada siswi tumbuhnya rahim, vagina, dan ovarium yang semakin matang, hormon-hormon yang diperlukan dalam proses kehamilan dan menstruasi semakin banyak. Pada peserta didik laki-laki ditandai dengan tumbuhnya kumis, bulu di sekitar kemaluan dan ketiak serta perubahan suara, semakin besarnya jakun. Pada peserta didik perempuan ditandai dengan tumbuhnya rambut pubik atau bulu di sekitar kemaluan dan ketiak, bertambah besarnya buah dada, bertambah besarnya pinggul.

Kemampuan psikomotorik berkaitan dengan keterampilan motorik yang berhubungan dengan anggota tubuh atau tindakan yang memerlukan koordinasi antara syaraf dan otak. Untuk jenjang pendidikan SMK, mata pelajaran yang banyak berhubungan dengan ranah psikomotor adalah pendidikan jasmani, olahraga dan kesehatan, seni budaya, fisika, kimia, biologi, dan keterampilan. Dengan kata lain, kegiatan belajar yang banyak berhubungan dengan ranah psikomotor adalah praktik di aula/lapangan dan praktikum di laboratorium. Dalam kegiatan-kegiatan praktik itu juga ada ranah kognitif dan afektifnya, namun hanya sedikit bila dibandingkan dengan ranah psikomotor. Perkembangan psikomotorik yang dilalui oleh peserta didik SMK memiliki kekhususan yang antara lain ditandai dengan perubahan-perubahan ukuran tubuh, ciri kelamin yang primer dan

sekunder. Perubahan-perubahan tersebut dikelompokkan dalam dua kategori besar, yaitu percepatan pertumbuhan dan proses kematangan seksual yang bersifat kualitatif dan kuantitatif.

Perubahan-perubahan fisik tersebut merupakan gejala umum dalam pertumbuhan peserta didik. Perubahan-perubahan fisik tersebut bukan hanya berhubungan dengan bertambahnya ukuran tubuh dan berubahnya proporsi tubuh, akan tetapi juga meliputi ciri-ciri yang terdapat pada kelamin primer dan sekunder. Perubahan-perubahan yang dialami peserta didik mempengaruhi perkembangan tingkah laku yang ditampakkan pada perilaku yang canggung dalam proses penyesuaian diri, isolasi diri dan pergaulan, perilaku emosional, imitasi berlebihan, dan lain-lain.

Masa remaja merupakan salah satu di antara dua masa rentangan kehidupan individu, di mana terjadi pertumbuhan fisik yang sangat pesat. Masa pertama yang terjadi pada fase pranatal dan bayi. Bagian-bagian tubuh tertentu pada tahun-tahun permulaan kehidupan secara proporsional terlalu kecil, namun pada masa remaja proporsionalnya menjadi terlalu besar, karena terlebih dahulu mengalami kematangan daripada bagian-bagian yang lain. Pada masa remaja akhir, proporsi tubuh individu mencapai proporsi tubuh orang dewasa dalam semua bagiannya. Dalam perkembangan seksualitas remaja ditandai dengan dua ciri yaitu ciri-ciri seks primer dan ciri-ciri seks sekunder.

**b. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual**

Kemampuan kognitif peserta didik terus berkembang selama masa pendidikan bahkan setelah usia sekolah pun pengembangan kognitif masih memungkinkan untuk dilanjutkan. Akan tetapi belum tentu semua perubahan kognitif mengarah pada peningkatan kemampuan intelektual. Kadang-kadang ada kemampuan kognitif yang mengalami kemerosotan seiring dengan pertambahan usia. Beberapa ahli percaya, bahwa kemunduran keterampilan kognitif terjadi juga pada masa remaja akhir. Kemunduran tersebut dapat dicegah atau ditingkatkan kembali melalui serangkaian pelatihan. Perkembangan kognitif pada usia remaja

sampai dengan masa dewasa awal, dikemukakan oleh Schaie (1997). Sebagai contoh, pada masa dewasa awal terdapat perubahan dari mencari pengetahuan menuju penerapan ilmu pengetahuan. Menerapkan pengetahuan yang sudah diketahui, khususnya dalam hal penentuan karier dan mempersiapkan diri untuk menghadapi pernikahan dan hidup berkeluarga.

Perkembangan kognitif menurut Piaget, dimana masa remaja sudah mencapai tahap operasi formal (operasi = kegiatan-kegiatan mental tentang berbagai gagasan). Berbeda dengan cara berpikir anak-anak yang tekanannya kepada kesadaran sendiri disini dan sekarang, cara berpikir remaja berkaitan dengan dunia kemungkinan. Remaja mampu menggunakan abstraksi dan mampu membedakan yang nyata dan konkrit dengan yang abstrak dan mungkin. Kemampuan untuk menguji hipotesis dan bernalar secara ilmiah. Remaja mampu memikirkan tentang masa depan dengan membuat perencanaan dan mengeksplorasi berbagai kemungkinan untuk mencapainya. Remaja sudah menyadari tentang aktivitas kognitif dan mekanisme yang membuat proses kognitif tersebut lebih efisien. Melakukan introspeksi (pengujian diri) menjadi bagian kehidupan sehari-hari. Berpikir operasi formal memungkinkan terbukanya topik-topik baru dan ekspansi berpikir.

**c. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek emosional**

Masa remaja merupakan puncak perkembangan emosionalitas, yaitu perkembangan emosi yang tinggi. Pertumbuhan fisik, terutama organ seksual mempengaruhi perkembangan emosi dan dorongan baru yang dialami sebelumnya seperti perasaan cinta. Pada usia remaja awal, perkembangan emosinya menunjukkan sifat yang sensitif dan reaktif yang sangat kuat terhadap berbagai peristiwa, emosinya bersifat negatif dan temperamental. Sedangkan remaja akhir sudah mampu mengendalikan emosinya. Mencapai kematangan emosional merupakan tugas perkembangan yang sangat sulit bagi remaja. Proses pencapaian kematangan emosi dipengaruhi oleh kondisi sosio-emosional

lingkungannya, terutama lingkungan keluarga dan kelompok teman sebaya. Pada masa ini, tingkat karakteristik emosional akan menjadi drastis tingkat kecepatannya. Gejala-gejala emosional para remaja seperti perasaan sayang, marah, takut, bangga dan rasa malu, cinta dan benci, harapan-harapan dan putus asa, perlu dicermati dan dipahami dengan baik. Pendidik perlu mengetahui setiap aspek yang berhubungan dengan perubahan pola tingkah laku dalam perkembangan remaja, serta memahami aspek atau gejala tersebut sehingga dapat melakukan komunikasi yang baik dengan remaja. Perkembangan pada masa remaja merupakan suatu titik yang mengarah pada proses dalam mencapai kedewasaan.

Perkembangan peserta didik usia remaja sebagai individu yang berada pada tahap yang tidak jelas dalam rangkaian proses perkembangan individu. Ketidakjelasan ini karena mereka berada pada periode transisi, yaitu dari periode kanak-kanak menuju periode orang dewasa. Pada masa tersebut mereka melalui masa yang disebut masa remaja atau pubertas. Umumnya remaja sudah tidak mau dikatakan sebagai anak-anak tetapi tidak mau disebut sebagai orang dewasa, mereka secara riil belum siap menyanggah predikat sebagai orang dewasa.

**d. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek moral**

Perkembangan moral remaja sesuai dengan tingkat perkembangan kognisi yang mulai mencapai tahapan berpikir operasional formal, kemampuan berpikir abstrak, memecahkan masalah-masalah yang bersifat hipotesis. Pemikiran remaja tidak lagi hanya terikat pada waktu, tempat, dan situasi, tetapi juga pada sumber moral yang menjadi dasar hidup mereka (Gunarsa,1988).

Perkembangan pemikiran moral remaja dicirikan dengan tumbuhnya kesadaran akan kewajiban mempertahankan kekuasaan dan pranata yang ada karena dianggap sebagai suatu yang bernilai, walau belum mampu mempertanggung jawabkan secara pribadi (Monks, 1988). Perkembangan

moral remaja yang demikian, menurut Kohlberg sudah mencapai tahap konvensional. Pada akhir masa remaja seseorang akan memasuki tahap perkembangan pemikiran moral yang disebut tahap pascakonvensional, di mana orisinalitas pemikiran moral remaja sudah semakin jelas. Pemikiran moral remaja berkembang sebagai pendirian pribadi yang tidak tergantung lagi pada pendapat atau pranata yang bersifat konvensional.

Melalui pengalaman atau interaksi sosial dengan orang tua, guru, teman sebaya atau orang dewasa lainnya, tingkat moralitas remaja semakin matang dibandingkan dengan pada usia anak. Mereka sudah lebih mengenal tentang nilai-nilai moral atau konsep-konsep moralitas seperti kejujuran, keadilan, kesopanan, dan kedisiplinan. Pada masa ini muncul dorongan untuk melakukan perbuatan-perbuatan yang dapat dinilai baik oleh orang lain. Remaja berperilaku bukan hanya untuk memenuhi kepuasan fisiknya, tetapi juga psikologisnya (rasa puas dengan adanya penerimaan dan penilaian positif dari orang lain tentang perbuatannya).

Keragaman tingkat moral remaja disebabkan oleh faktor penentunya yang beragam juga. Salah satu faktor penentu atau yang mempengaruhi perkembangan moral remaja itu adalah orangtua. Menurut Adam dan Gullotta (1983: 172-173) terdapat beberapa hasil penelitian yang menunjukkan bahwa orangtua mempengaruhi nilai remaja, yaitu sebagai berikut: 1) terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat moral remaja dengan tingkat moral orangtua (Haan, Langer & Kohlberg, 1976), 2) Ibu-ibu dari anak remaja yang tidak nakal mempunyai skor yang lebih tinggi dalam tahapan nalar moralnya daripada ibu-ibu yang anaknya nakal, dan remaja yang tidak nakal mempunyai skor lebih tinggi dalam kemampuan nalar moralnya daripada remaja yang nakal (Hudgins & Prentice, 1973) dan 3) terdapat dua faktor yang dapat meningkatkan perkembangan moral anak atau remaja, yaitu: a) orangtua yang mendorong anak untuk berdiskusi secara demokratik dan terbuka mengenai berbagai isu, dan orangtua yang menerapkan disiplin terhadap anak dengan teknik berpikir induktif (Parikh, 1980).

Para remaja sering bersikap kritis, menentang nilai-nilai dan dasar hidup orang tua dan orang dewasa lainnya. Akan tetapi mereka tetap menginginkan suatu sistem nilai yang akan menjadi pegangan dan petunjuk bagi perilaku mereka. Bagi anak remaja, moral merupakan suatu kebutuhan untuk menumbuhkan identitas dirinya menuju kepribadian yang matang dan menghindarkan diri dari konflik yang sering terjadi. Nilai agama juga perlu mendapat perhatian, karena agama juga mengajarkan tingkah laku yang baik dan buruk.

Apa yang terjadi didalam diri pribadi seseorang hanya dapat diketahui dengan cara mempelajari gejala dan tingkah laku seseorang tersebut atau membandingkannya dengan gejala serta tingkah laku orang lain. Tidak semua individu mencapai tingkat perkembangan moral seperti yang diharapkan. Adapun upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam mengembangkan nilai, moral, dan sikap remaja antara lain, melalui komunikasi dan menciptakan lingkungan yang serasi. Usaha pengembangan tingkah laku nilai hidup hendaknya tidak hanya mengutamakan pendekatan-pendekatan intelektual semata, tetapi juga harus mengutamakan adanya lingkungan yang kondusif di mana faktor-faktor lingkungan merupakan penjelmaan nyata dari nilai-nilai hidup tersebut.

**e. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek spritual**

Kata spiritual berasal dari bahasa Inggris yaitu 'spirituality' yang kata dasarnya 'spirit' yang berarti ruh, jiwa, semangat. Kata 'spirit' berasal dari bahasa latin 'spiritus' yang berarti luas atau dalam, keteguhan hati atau keyakinan, energy atau semangat. Kata sifat 'spiritual' berasal dari bahasa latin 'spiritualis'. Hubungan antara spiritual dan religius. Spiritualitas adalah kesadaran tentang diri dan individu, asal, tujuan, dan nasib, sedangkan religius merupakan serangkaian produk perilaku tertentu yang dihubungkan dengan kepercayaan yang dinyatakan.

Konsep kepercayaan mempunyai dua pengertian: 1. Kepercayaan, didefinisikan sebagai kultur atau budaya dan lembaga keagamaan seperti

Islam, Kristen. dsb. 2. Kepercayaan didefinisikan sebagai sesuatu yang berhubungan dengan ketuhanan, kekuatan tertinggi, yang mempunyai wewenang atau kuasa yang memberikan alasan tentang keyakinan (*believe*) dan keyakinan sepenuhnya (*action*), harapan (*hope*). Perkembangan spiritual lebih spesifik membahas tentang kebutuhan manusia terhadap agama. Perkembangan spiritual diartikan sebagai tahap dimana seseorang (peserta didik) untuk membentuk kepercayaan yang berhubungan dengan religi atau adat..

Faktor-faktor yang mempengaruhi perkembangan spiritual agama:

- 1) Pembawaan. Yaitu karakteristik dari orang itu sendiri, dasar pemikiran dari individu berdasarkan kepercayaan dan budaya yang dimilikinya.
- 2) Lingkungan keluarga. Keluarga sangat menentukan perkembangan spiritual anak karena orang tua yang berperan sebagai pendidik atau keyakinan yang mendasari anak.
- 3) Lingkungan sekolah. Pendidikan keagamaan yang diterapkan di sekolah dapat mempengaruhi perkembangan spiritual anak, karena dengan adanya pendidikan agama anak akan mulai berpikir secara logika dan menentukan apa yang baik dan tidak bagi dirinya dan kelak akan menjadi karakter anak tersebut.
- 4) Lingkungan masyarakat. Keberadaan yang ada di budaya masyarakat akan mempengaruhi perkembangan anak. Apakah perkembangannya menuju arah yang baik (positif dan yang negatif) itu semua tergantung pada bagaimana cara anak berinteraksi dengan masyarakat.

Beberapa Karakteristik tersebut antara lain:

- Kecenderungan sikap bimbang, antara keinginan menyendiri dengan keinginan bergaul, serta keinginan untuk bebas dari dominasi dengan kebutuhan bimbingan dan bantuan dari orangtua.
- Senang membandingkan kaedah-kaedah, nilai-nilai etika atau norma dengan kenyataan yang terjadi dalam kehidupan orang dewasa.
- Mulai mempertanyakan secara tidak yakin akan keberadaan dan sifat kemurahan dan keadilan Tuhan.

- Mencapai perkembangan diri sebagai remaja yang beriman dan bertaqwa kepada Tuhan Yang Maha Esa.
- Memiliki sikap dan perilaku beriman dan bertaqwa terhadap Tuhan yang Maha Esa.

**f. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek sosial-budaya**

Peserta didik kemungkinan berasal dari beragam budaya, etnis dan ras karena itu dapat terjadi proses akulturasi. Untuk menangani peserta didik yang beragam tersebut guru perlu memilih strategi pembelajaran yang sesuai dengan beragam kebutuhan peserta didik, latar belakang rasial atau etnik dan memastikan kurikulum adil dan relevan secara kultural. Guru harus peka terhadap perbedaan budaya yang dapat mempengaruhi suasana pembelajaran dikelas. Beberapa karakteristik peserta didik yang perlu diidentifikasi berkaitan dengan kelas sosial, antara lain pekerjaan, penghasilan, kekuasaan politis, dan lain-lain. Beberapa contoh efek dari perbedaan kelas sosial yaitu, pengelompokan berdasarkan kelas sosial, ini cenderung akan mempengaruhi psikis peserta didik yang kelas sosialnya rendah sehingga dapat terjadi perbedaan prestasi antara kelas sosial tinggi dengan kelas sosial rendah.

Pada masa remaja berkembang "*social cognition*", yaitu kemampuan untuk memahami orang lain. Remaja memahami orang lain sebagai individu yang unik, baik menyangkut sifat pribadi, minat, nilai-nilai, maupun perasaannya. Pada masa ini juga berkembang sikap "*conformity*", yaitu kecenderungan untuk menyerah atau mengikuti opini, pendapat, nilai, kebiasaan, kegemaran atau keinginan orang lain (teman sebaya). Apabila kelompok teman sebaya yang diikuti menampilkan sikap dan perilaku yang secara moral dan agama dapat dipertanggungjawabkan maka kemungkinan besar remaja tersebut akan menampilkan pribadinya yang baik. Sebaliknya, apabila kelompoknya itu menampilkan sikap dan perilaku yang melecehkan nilai-nilai moral maka sangat dimungkinkan remaja akan melakukan perilaku seperti kelompok tersebut. Pada usia anak remaja

terjadi perkembangan sosial yaitu kemampuan untuk memahami orang lain. Anak usia remaja memahami orang lain sebagai individu yang unik baik menyangkut sifat pribadi, minat, nilai-nilai maupun perasaannya. Pemahaman ini mendorong mereka untuk menjalin hubungan sosial yang lebih akrab dengan orang lain (terutama teman sebaya), baik melalui jalinan persahabatan maupun percintaan.

Dalam hubungan persahabatan anak usia remaja memilih teman yang memiliki kualitas psikologis yang relatif sama dengan dirinya, baik menyangkut minat (*interest*), sikap, nilai, ataupun kepribadian. Pada masa ini juga berkembang sikap *conformity* yaitu kecenderungan untuk mengikuti opini, kebiasaan, dan keinginan orang lain (teman sebaya). Perkembangan sikap ini dapat memberikan dampak positif dan negatif bagi dirinya. Anak usia remaja mencapai perkembangan sosial yang matang, dalam arti memiliki penyesuaian sosial yang tepat. Penyesuaian sosial yang tepat ini dapat diartikan sebagai kemampuan untuk mereaksi secara tepat terhadap realitas sosial, situasi, dan relasi.

Karakteristik penyesuaian anak usia remaja di lingkungan keluarga, sekolah dan masyarakat lingkungan keluarga meliputi:

- 1) menjalin hubungan yang baik dengan anggota keluarga,
- 2) menerima otoritas orang tua,
- 3) menerima tanggung jawab dan batasan-batasan keluarga dan
- 4) berusaha untuk membantu keluarga sebagai individu ataupun kelompok dalam mencapai tujuan.

Penyesuaian karakteristik di lingkungan sekolah meliputi;

- 1) berpartisipasi dalam kegiatan sekolah,
- 2) menjalin persahabatan dengan teman-teman di sekolah,
- 3) bersikap hormat terhadap guru, pemimpin sekolah, dan staf lainnya dan
- 4) membantu sekolah dalam merealisasikan tujuan-tujuannya.

Dilingkungan masyarakat; a) mengakui dan respek terhadap hak-hak orang lain, b) memelihara jalinan persahabatan dengan orang lain, c)

bersikap simpati terhadap kesejahteraan orang lain dan d) bersikap respek terhadap nilai-nilai, hukum, tradisi, dan kebijakan-kebijakan masyarakat. Bagi perkembangan anak didik keragaman budaya sangat besar pengaruhnya bagi mental dan moral mereka. Ini terbukti dengan sikap dan perilaku anak didik selalu dipengaruhi oleh budaya-budaya yang ada di lingkungan tempat tinggal mereka. Pada masa-masa perkembangan, seorang anak didik sangat mudah dipengaruhi oleh budaya-budaya yang berkembang di masyarakat, baik budaya yang membawa ke arah perilaku yang positif maupun budaya yang akan membawa ke arah perilaku yang negatif.

Melalui pengalaman atau interaksi sosial dengan orang tua, guru, teman sebaya atau orang dewasa lainnya, tingkat moralitas remaja sudah lebih matang jika dibandingkan dengan usia anak. Mereka sudah lebih mengenal tentang nilai-nilai moral atau konsep-konsep moralitas, seperti kejujuran, keadilan, kesopanan dan kedisiplinan. Menurut Adam dan Guallatta terdapat berbagai hasil penelitian yang menunjukkan bahwa orang tua mempengaruhi moral remaja, yaitu:

- 1) terdapat hubungan yang signifikan antara tingkat moral remaja dengan tingkat moral orang tua,
- 2) Ibu-ibu dari remaja yang tidak nakal mempunyai skor yang lebih tinggi dalam tahapan nalar moralnya daripada ibu-ibu yang anaknya nakal, dan remaja yang tidak nakal mempunyai skor yang lebih tinggi dalam kemampuan nalar moralnya daripada remaja yang nakal dan
- 3) Terdapat dua faktor yang dapat meningkatkan perkembangan moral anak atau remaja yaitu (a) orang tua yang mendorong anak untuk diskusi secara demokratis dan terbuka mengenai berbagai isu dan (b) orang tua yang menerapkan disiplin terhadap anak dengan teknik berpikir induktif.

## 2. Menganalisis karakteristik peserta didik untuk mengoptimalkan prestasi belajar

Beberapa hal yang perlu diperhatikan guru dalam menganalisis karakteristik peserta didik dalam rangka mengoptimalkan prestasi belajar, antara lain:

- a. Kepribadian merupakan sistem yang dinamis dari sifat-sifat, sikap dan kebiasaan yang menghasilkan tingkat konsistensi respons individu yang beragam. Sifat-sifat kepribadian mencerminkan perkembangan fisik, seksual, emosional, sosial, kognitif dan nilai-nilai. Masa remaja merupakan saat berkembangnya jati diri. Perkembangan jati diri merupakan isu sentral pada masa remaja yang memberikan dasar bagi masa dewasa. Apabila remaja gagal mengintegrasikan aspek-aspek dan pilihan atau merasa tidak mampu untuk memilih, maka dia akan mengalami kebingungan. Ada tugas-tugas perkembangan yang berasal dari kematangan kepribadian. Ini berkaitan dengan pertumbuhan sistem nilai dan aspirasi. Misalnya, anak usia sekolah dasar mulai muncul kesadaran akan perbedaan kelompok sosial dan ras, maka di usia ini ada tugas perkembangan untuk bisa menyikapi dengan tepat perbedaan tersebut. Ketika beranjak remaja muncul harapan tentang karier, sehingga muncul tugas perkembangan untuk memulai mempelajari pengetahuan dan keterampilan sebagai persiapan kerja.
- b. Peserta didik sebagai individu setelah dewasa dituntut tanggung jawab sebagai warga sipil seperti membayar pajak dan memiliki pekerjaan. Pada usia sekolah dasar, seorang guru dituntut untuk memberikan bantuan dalam upaya mencapai setiap tugas tersebut. Bantuan itu berupa: 1) Penciptaan lingkungan teman sebaya yang mengajarkan keterampilan fisik. Contohnya, senam pagi, peserta didik dibagi ke beberapa kelompok, lalu mereka senam bersama-sama. Atau mereka dapat dibuat kelompok belajar, dengan membuat sebuah prakarya, 2) Pemberian pengalaman yang nyata dalam membangun konsep. Misalnya, seorang guru dapat menceritakan dogeng yang mengandung nilai-nilai kehidupan, sehingga peserta didik dapat mengambil nilai positif yang terkandung dalam isi cerita

- tersebut. Dengan begitu memudahkan peserta didik membangun konsepnya masing-masing.
- c. Guru diharapkan dapat membantu peserta didik di usia remaja dalam menjalankan tugas perkembangannya. Usaha itu dapat berupa: 1) Pada saat membahas topik-topik yang berkaitan dengan anatomi dan fisiologi, peserta didik wanita dan pria dipisahkan. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kesalahpahaman, dan rasa penasaran yang berlebihan dari masing-masing peserta didik baik itu dari peserta didik wanita maupun pria, 2) Mengadakan kegiatan-kegiatan yang positif untuk menyalurkan hobi dan minat mereka. Pastikan kegiatan itu mempunyai tujuan dan menarik minat semua peserta didik untuk mengikutinya dan 3) Guru dapat menjadi contoh teladan yang baik peserta didik. Karena pada masa ini, peserta didik perlu model untuk dicontoh dalam perilakunya. Karena pada tugas perkembangannya, peserta didik SMP masih suka bersikap bimbang dan sering membandingkan. Ditakutkan jika seorang guru tidak dapat memberi contoh teladan yang baik, peserta didik tidak akan lagi percaya dengan nasihat yang diberikan. Mereka akan menganggap guru itu hanya omong kosong, tanpa ada bukti yang jelas.
  - d. Guru dituntut untuk memberikan pelayanan yang mampu memenuhi kebutuhannya. Yang dapat dilakukannya, antara lain: 1) Memberikan pengetahuan dan pemahaman tentang kesehatan reproduksi, bahaya penyimpangan seksual, dan penyalahgunaan narkoba, 2) Membantu peserta didik mengembangkan sikap apresiatif terhadap kondisi dirinya dan 3) Melatih peserta didik mengembangkan kemampuan bertahan dalam kondisi sulit dan penuh godaan.
  - e. Implikasi pendidikan atau bimbingan dari periode berpikir operasi formal perlu disiapkan program pendidikan atau bimbingan untuk memfasilitasi perkembangan kemampuan berpikir remaja. Upaya yang dapat dilakukan seperti: Penggunaan metode mengajar yang mendorong anak untuk aktif bertanya, mengemukakan gagasan atau mengujicobakan suatu materi. Melakukan dialog, diskusi dengan peserta didik tentang masalah-masalah sosial atau berbagai aspek kehidupan seperti agama, etika pergaulan dan

- pacaran, politik, lingkungan hidup, bahayanya minuman keras dan obat-obatan terlarang.
- f. Guru perlu memahami perkembangan peserta didik meliputi: perkembangan fisik, perkembangan sosio-emosional, dan bermuara pada perkembangan intelektual. Perkembangan fisik dan perkembangan sosial mempunyai kontribusi yang kuat terhadap perkembangan intelektual atau perkembangan mental atau perkembangan kognitif peserta didik. Pemahaman guru terhadap perkembangan peserta didik sangat diperlukan untuk merancang pembelajaran yang kondusif yang akan dilaksanakan. Rancangan pembelajaran yang kondusif akan mampu meningkatkan motivasi belajar peserta didik sehingga mampu meningkatkan proses dan hasil pembelajaran yang diinginkan.
  - g. Perkembangan fisik selama remaja dimulai dari masa pubertas. Pada masa ini terjadi perubahan fisiologis yang mengubah manusia yang belum mampu bereproduksi menjadi mampu bereproduksi. Hampir setiap organ atau sistem tubuh dipengaruhi oleh perubahan perubahan ini. Anak pubertas awal (*prepubertal*) dan remaja pubertas akhir (*postpubertal*) berbeda dalam tampakan luar karena perubahan perubahan dalam tinggi proporsi badan serta perkembangan ciri-ciri seks primer dan sekunder.
  - h. Meskipun urutan kejadian pubertas itu umumnya sama untuk tiap orang, waktu terjadinya dan kecepatan berlangsungnya kejadian itu bervariasi. Rata-rata anak perempuan memulai perubahan pubertas 1,5 hingga 2 tahun lebih cepat dari anak laki laki. Kecepatan perubahan itu juga bervariasi, ada yang perlu waktu 1,5 hingga 2 tahun untuk mencapai kematangan reproduksi, tetapi ada yang memerlukan waktu 6 tahun. Dengan adanya perbedaan perbedaan ini ada anak yang telah matang sebelum anak matang yang sama usianya mulai mengalami pubertas.

### **3. Implikasi Terhadap Penyelenggaraan Pendidikan**

Dalam penyelenggaraan pendidikan, perlu diperhatikan sarana dan prasarana yang dapat menimbulkan gangguan pada peserta didik. Misalnya: tempat duduk yang kurang nyaman, ruangan yang gelap dan terlalu sempit yang dapat

menimbulkan gangguan kesehatan. Disamping itu perlu diperhatikan waktu istirahat yang cukup. Penting menjaga supaya fisik tetap sehat adanya jam-jam olah raga bagi peserta didik di luar jam pelajaran. Misalnya: melalui kegiatan ekstra kurikuler kelompok olah raga, bela diri, dan sejenisnya.

Perkembangan emosi peserta didik sangat erat kaitannya dengan faktor-faktor: perubahan jasmani, perubahan dalam hubungannya dengan orang tua, perubahan dalam hubungannya dalam teman-teman, perubahan pandangan luar (dunia luar) dan perubahan dalam hubungannya dengan sekolah. Oleh karena itu perbedaan individual dalam perkembangan emosi sangat dimungkinkan terjadi, bahkan diramalkan pasti terjadi. Dalam rangka menghadapi luapan emosi remaja, sebaiknya ditangani dengan sikap yang tenang dan santai. Orang tua dan pendidik harus bersikap tenang, bersuasana hati baik dan penuh pengertian. Orang tua dan pendidik sedapat mungkin tidak memperlihatkan kegelisahannya maupun ikut terbawa emosinya dalam menghadapi emosi remaja. Untuk mengurangi luapan emosi peserta didik perlu dihindari larangan yang tidak terlalu penting. Mengurangi pembatasan dan tututan terhadap remaja harus disesuaikan dengan kemampuan mereka. Sebaiknya memberi tugas yang dapat diselesaikan dan jangan memberi tugas dan peraturan yang tidak mungkin dilakukan.

Usia remaja adalah usia yang sedang tumbuh dan berkembang baik secara kuantitatif maupun secara kualitatif, baik fisik maupun psikisnya. Menganggap dirinya bukan anak-anak lagi, tetapi sekelilingnya menganggap mereka belum dewasa. Dengan beberapa problem yang dialami pada masa ini, akibatnya mereka melepaskan diri dari orang tua dan mengarahkan perhatian pada lingkungan di luar keluarganya untuk bergabung dengan teman sekebudayaan, guru dan sebagainya. Lingkungan teman memegang peranan dalam kehidupan remaja. Selanjutnya sekolah sebagai lembaga pendidikan formal yang disertai tugas untuk mendidik, tidak kecil peranannya dalam rangka mengembangkan hubungan sosial peserta didik. Jika dalam hal ini guru tetap berpegang sebagai tokoh intelektual dan tokoh otoritas yang memegang kekuasaan penuh seperti ketika anak-anak belum menginjak remaja, maka sikap sosial atau hubungan sosial anak akan sulit untuk dikembangkan.

Guru harus memiliki kemampuan mendesain program, menguasai materi pelajaran, menciptakan kondisi belajar yang kondusif, terampil memanfaatkan media dan memilih sumber, memahami cara atau metode yang digunakan sesuai kebutuhan dari karakteristik peserta didik. Selain menerima karakteristik peserta didik yang sedang dalam masa remaja atau periode perkembangan yang kemungkinan beragam dari suku, agama, ras dan budaya guru harus mampu menyesuaikan pembelajaran dengan keberagaman tersebut. Guru harus mampu mengatasi atau menangani perbedaan fisik, intelektual, emosi, budaya, etnik, ras, kelas sosial peserta didik.

Hasil belajar adalah perubahan perilaku yang diperoleh melalui pengalaman belajar. Perubahan perilaku disebabkan karena mencapai penguasaan atas sejumlah bahan yang diberikan dalam proses belajar mengajar. Pencapaian tersebut didasarkan atas tujuan yang telah ditetapkan. Hasil tersebut dapat berupa perubahan dalam aspek kognitif, afektif, maupun psikomotorik (Purwanto 2009:46). Perubahan perilaku peserta didik setelah belajar merupakan hasil belajar. Setelah mengikuti proses pembelajaran peserta didik menguasai materi yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan perilaku. Perubahan perilaku berkaitan dengan pencapaian tujuan pembelajaran. Perubahan perilaku mencakup aspek kognitif, afektif, dan psikomotorik. Ketiga aspek tersebut merupakan satu kesatuan yang utuh, sehingga tidak bisa dipisahkan. Aspek pengetahuan ini mencakup perilaku mampu mengenal, mampu memahami, mampu menerapkan, mampu menganalisis atau menghubungkan, mampu mensintesis atau menggabungkan, dan mampu mengevaluasi atau menilai suatu kasus. Hasil belajar yang kedua menyangkut aspek sikap (afektif). Peserta didik yang semula selalu datang terlambat, berubah menjadi selalu datang tepat waktu. Aspek perubahan sikap ini mencakup perilaku mampu menerima, mampu menanggapi, mampu menilai, mampu mengorganisasi, dan mempunyai karakter. Hasil belajar yang ketiga berkaitan dengan aspek psikomotor yang meliputi skill (keterampilan) dan kemampuan. Perubahan perilaku aspek psikomotor meliputi imitasi (mengamati dan menirukan), manipulasi (melakukan dengan instruksi), presisi

(melakukan tanpa bantuan), artikulasi (mengkombinasikan berbagai aktivitas), naturalisasi (melakukan aktivitas yang terkait dengan keterampilan lain).

Sejumlah penelitian tentang emosi menunjukkan bahwa perkembangan emosi remaja sangat dipengaruhi oleh faktor kematangan dan faktor belajar (Hurlock, 1960:266). Kegiatan belajar turut menunjang perkembangan emosi remaja. Metode belajar yang menunjang perkembangan emosi antara lain sebagai berikut:

- Belajar dengan coba-coba
- Belajar dengan cara meniru
- Belajar dengan cara mempersamakan diri
- Belajar melalui pengondisian
- Belajar di bawah bimbingan dan pengawasan

#### **4. Hubungan Karakteristik Peserta didik dengan Proses Pembelajaran**

Karakteristik peserta didik sangat mempengaruhi keberhasilan pembelajaran. Peserta didik yang mempunyai kesiapan secara fisiologis dan psikologis akan mampu mengikuti proses pembelajaran dengan baik. Sebaliknya, yang kurang siap kemungkinan akan mengalami kesulitan. Guru dapat memanfaatkan perbedaan karakteristik peserta didik dalam mengelola kelas, terutama dalam penempatan dan pengelompokkan (Khodijah 2011:184). Melaksanakan pembelajaran yang bermutu merupakan salah satu kewajiban guru. Proses pembelajaran dapat dilakukan di dalam kelas dan di luar kelas. Umumnya, proses pembelajaran di sekolah sebagai lembaga pendidikan formal dilaksanakan di dalam kelas. Pembelajaran di kelas memerlukan kemampuan guru dalam mengelola dengan sebaik-baiknya agar tujuan yang telah ditetapkan dapat tercapai. Salah satu pengelolaan yang dapat dilakukan adalah dengan mengatur tempat duduk dan mengelompokkan peserta didik sesuai dengan karakteristik psikologisnya. Misalnya, emosi mempunyai pengaruh terhadap proses belajar seseorang. Emosi positif akan mempercepat proses belajar dan mencapai hasil belajar yang lebih baik, sebaliknya emosi negatif dapat memperlambat belajar atau bahkan menghentikannya sama sekali. Karena itu, proses pembelajaran yang berhasil haruslah dimulai dengan

menciptakan emosi positif pada diri peserta didik. Usaha menciptakan emosi positif pada diri peserta didik dapat dilakukan dengan cara antara lain dengan menciptakan lingkungan belajar yang menyenangkan.

Salah satu cara yang dapat ditempuh untuk mengatasi perbedaan karakteristik peserta didik adalah dengan menerapkan *mastery learning* (pembelajaran tuntas). *Mastery learning* memungkinkan peserta didik untuk menyelesaikan materi pembelajaran sesuai dengan kemampuan dan karakteristik masing-masing. Tidak semua peserta didik mampu menguasai materi pembelajaran dalam waktu yang sama. Perbedaan individual merupakan hal yang pasti dijumpai dalam kondisi pembelajaran di manapun. Menghadapi perbedaan individual peserta didik, guru harus bersikap bijaksana. Artinya, guru harus bersikap sesuai dengan karakteristik dan kebutuhan peserta didik dan memberikan perhatian yang cukup kepada peserta didik yang bermasalah. Guru perlu memberikan pembelajaran yang sesuai dengan perbedaan di antara para peserta didiknya. Hal yang harus dipahami oleh guru adalah tidak semua peserta didik harus memiliki penguasaan yang sama terhadap pelajaran.

Cara untuk mengeliminir perbedaan peserta didik antara lain: 1) program nutrisi dan stimulasi harus diberikan pada anak-anak yang berasal dari keluarga berpenghasilan rendah, 2) penciptaan mekanisme sosial yang mendukung, 3) pembelajaran secara kontekstual, disesuaikan dengan perbedaan masing-masing, 4) mengadakan program remediasi dua tahap dan 5) pengembangan profesionalisme guru dalam upaya meningkatkan pembelajaran yang berorientasi perbedaan. (Khodijah 2011:193)

Perbedaan karakteristik peserta didik berhubungan erat dengan proses pembelajaran yang dilaksanakan, ada beberapa cara yang dapat dilaksanakan untuk mengurai perbedaan-perbedaan tersebut, antara lain dengan memberikan program nutrisi kepada peserta didik yang berasal dari keluarga kurang mampu, menciptakan mekanisme sosial yang baik di antara para peserta didik, melaksanakan pembelajaran kontekstual, program remedial bagi yang belum tuntas, dan meningkatkan profesionalisme guru.

Sehubungan dengan emosi remaja yang cenderung banyak melamun dan sulit diterka, maka satu-satunya hal yang dapat guru lakukan adalah memperlakukan peserta didik seperti orang dewasa yang penuh dengan rasa tanggung jawab moral. Salah satu cara yang mendasar adalah dengan mendorong mereka untuk bersaing dengan diri sendiri.

Perlu disadari bahwa remaja berada dalam keadaan yang membingungkan dan sulit diterka perilakunya. Dalam banyak hal, ia bergantung pada orangtua tentang keperluan-keperluan fisik dan merasa mempunyai kewajiban kepada pengasuhan yang mereka berikan saat dia tidak mampu memelihara dirinya sendiri. Namun, ia juga merasa ingin bebas dari otorita orangtuanya agar menjadi orang dewasa yang mandiri. Hal itu memicu terjadinya konflik dengan orangtua. Apabila terjadi friksi semacam ini, para remaja mungkin merasa bersalah, yang selanjutnya dapat memperbesar jurang pemisah antara dia dan orangtuanya.

Seorang peserta didik yang merasa bingung terhadap kondisi tersebut mungkin merasa perlu menceritakan penderitaannya, termasuk rahasia-rahasia pribadinya kepada orang lain. Oleh karena itu, seorang guru pembimbing hendaknya tampil berfungsi dan bersikap seperti pendengar yang bersimpatik.

Apabila kelompok teman sebaya yang diikuti menampilkan sikap dan perilaku yang secara moral dan agama dapat dipertanggung jawabkan maka kemungkinan besar remaja tersebut akan menampilkan pribadinya yang baik. Sedangkan, apabila kelompoknya itu menampilkan dan perilaku yang melecehkan nilai-nilai moral maka sangat dimungkinkan remaja akan melakukan perilaku seperti kelompoknya tersebut.

Memiliki keterampilan intelektual dan memahami konsep-konsep yang diperlukan untuk menjadi warga negara yang baik yaitu mampu membuat pilihan secara sehat, mampu membuat keputusan secara efektif, dapat menyelesaikan konflik atau masalah lainnya, memahami konsep hukum, ekonomi, politik yang berlaku. Hakikat Tugas. (1). Mengembangkan konsep-konsep hukum, ekonomi, politik, geografi, hakekat manusia, dan lembaga-

lembaga sosial. (2). Mengembangkan kemampuan berbahasa dan kemampuan berpikir.

Memiliki sikap dan perilaku sosial yang bertanggung jawab, yaitu berpartisipasi aktif dalam kegiatan sosial di masyarakat, berpartisipasi aktif dalam kegiatan sosial di sekolah, menolong teman yang perlu bantuan, menyantuni fakir miskin, menengok teman yang sakit dan sebagainya. Hakikat Tugas. (1). Berpartisipasi sebagai orang dewasa yang bertanggung jawab sebagai masyarakat, (2). Memperhitungkan nilai-nilai sosial dalam tingkah laku dirinya. Memahami nilai-nilai dan etikahidup bermasyarakat yaitu sopan dalam bergaul, jujur dalam bertindak, dan menghargai perasaan orang lain. Hakikat Tugas. (1). Membentuk seperangkat nilai yang mungkin dapat direalisasikan. (2). Mengembangkan kesadaran untuk merealisasikan nilai-nilai. (3). Mengembangkan kesadaran akan hubungannya dengan sesama manusia dan alam. (4). Memahami gambaran hidup dan nilai-nilai secara harmonis dan selaras.

#### **5. Hubungan Karakteristik Peserta didik dengan Hasil Belajar**

Menurut Purwanto (1995:107) bahwa karakteristik yang dimiliki peserta didik baik fisiologis maupun psikologis mempengaruhi proses dan hasil belajarnya. Kondisi fisiologis peserta didik mempengaruhi hasil pembelajaran. Peserta didik yang belajar dengan kondisi fisiologis baik lebih mungkin untuk memperoleh hasil yang maksimal bila dibandingkan dengan peserta didik yang belajar dengan kondisi fisiologis tidak baik. Peserta didik yang sedang sakit tidak akan mampu mengikuti kegiatan belajar dengan baik sehingga hasil yang diperolehnya juga tidak akan maksimal. Demikian pula dengan kondisi psikologis peserta didik, tidak semua peserta didik yang mengikuti kegiatan belajar datang dengan kondisi psikologis yang sehat. Ada peserta didik yang datang ke kelas dengan penuh semangat, riang gembira, dan minat yang besar untuk belajar. Ada pula peserta didik yang datang ke kelas dengan perasaan takut, sedih, susah, malas, tidak senang, dan sebagainya. Peserta didik dengan kondisi psikologis yang tidak sehat akan sulit menerima materi pelajaran sehingga hasilnya juga kurang. Lain halnya dengan peserta didik

yang mengikuti pelajaran dengan kondisi psikologis sehat, peserta didik ini akan mengikuti proses pembelajaran dengan baik sehingga hasil yang diperolehnya juga akan lebih baik.

Perbedaan psikologis peserta didik berkorelasi positif dengan hasil belajar yang dicapai. Peserta didik yang mempunyai minat besar terhadap pelajaran, motivasi yang tinggi untuk belajar, dan kemampuan memori yang maksimal, maka hasil belajar yang dicapai juga akan maksimal (Khodijah 2011:183). Kondisi psikologis peserta didik berhubungan positif dengan hasil belajar, artinya kondisi psikologis sehat maka hasil belajar juga akan cenderung baik atau meningkat, sebaliknya kondisi psikologis tidak sehat maka hasil belajar juga akan cenderung tidak baik atau menurun. Peserta didik dengan minat besar, motivasi tinggi, dan memori maksimal akan belajar dengan sungguh-sungguh dan konsentrasi tinggi, sehingga akan memperoleh hasil pembelajaran sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan sebelumnya. Sebaliknya, peserta didik dengan minat, motivasi, dan memori rendah akan belajar dengan bermalas-malasan dan asal-asalan atau belajar sekenanya saja. Kondisi seperti ini akan mengakibatkan hasil belajarnya tidak sesuai dengan tujuan yang telah dirumuskan.

Karakteristik peserta didik mempunyai hubungan positif dengan hasil pembelajaran. Artinya, semakin baik karakteristik peserta didik maka hasil belajar akan cenderung semakin baik atau meningkat. Sebaliknya, karakteristik peserta didik yang tidak baik akan menyebabkan hasil belajar tidak baik atau menurun. Misal, perbedaan intelegensi yang merupakan modal utama dalam belajar untuk mencapai hasil yang optimal. Setiap peserta didik memiliki tingkat intelegensi yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut tampak dari proses dan hasil belajar yang dicapai. Pada proses belajar di kelas, ada peserta didik yang cepat menerima penyampaian guru dan ada yang lamban. Tinggi rendah hasil belajar tergantung pada tinggi rendah intelegensi yang dimiliki, walaupun intelegensi bukan satu-satunya faktor yang mempengaruhi hasil belajar.

Karakteristik peserta didik berbeda-beda antara satu dan lainnya, perbedaan karakteristik tersebut dapat diringkas menjadi tiga macam karakteristik, yaitu

karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan fisiologis, karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan psikologis, dan karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan lingkungan.

Proses pembelajaran dikatakan berhasil apabila mencapai hasil yang diharapkan. Proses pembelajaran meliputi kegiatan pendahuluan, kegiatan inti, dan kegiatan penutup. Pelaksanaan proses pembelajaran harus memperhatikan komponen-komponen yang ada di dalamnya, yaitu: guru, peserta didik, tujuan, materi, metode dan alat, penilaian, sistem administrasi, personal administrasi, dan lingkungan belajar.

Hasil pembelajaran merupakan perubahan perilaku peserta didik secara menyeluruh setelah mengikuti proses pembelajaran yang meliputi aspek kognitif, afektif, dan psikomotor. Perbedaan karakteristik peserta didik berhubungan erat dengan proses pembelajaran yang dilaksanakan, ada beberapa cara yang dapat dilaksanakan untuk mengurai perbedaan-perbedaan tersebut, antara lain dengan memberikan program nutrisi kepada peserta didik yang berasal dari keluarga kurang mampu, menciptakan mekanisme sosial yang baik di antara para peserta didik, melaksanakan pembelajaran kontekstual, program remedial (perbaikan) bagi yang belum tuntas, dan meningkatkan profesionalisme guru. Hal ini mempunyai hubungan positif dengan hasil pembelajaran. Artinya, semakin baik karakteristik peserta didik maka hasil belajar akan cenderung semakin baik atau meningkat. Sebaliknya, karakteristik peserta didik yang tidak baik akan menyebabkan hasil belajar tidak baik atau menurun.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

##### Aktivitas Pengantar

Pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan andragogi, lebih mengutamakan pengungkapan kembali pengalaman peserta pelatihan, menganalisis, menyimpulkan, dalam suasana diklat yang aktif, inovatif dan kreatif, menyenangkan serta bermakna.

Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam mempelajari materi pelatihan ini mencakup :

1. Aktivitas individu, meliputi :

- a. Memahami dan mencermati materi pelajaran
- b. Mengerjakan latihan tugas, menyelesaikan masalah/kasus pada setiap kegiatan belajar; menyimpulkan materi pelatihan
- c. Melakukan refleksi

2. Aktivitas kelompok, meliputi :

- a. mendiskusikan materi pelatihan
- b. bertukar pengalaman dalam melakukan pelatihan penyelesaian masalah /kasus
- c. membuat rangkuman
- d. melaksanakan refleksi

Aktivitas 1.

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apayang Anda ketahui tentang Karakter Peserta Didik
2. Bagaimana Anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan Anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-01**. Jika Andadapat menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda dapat melanjutkan pembelajaran berikutnya

Aktivitas 2

Diskusikan dengan sesama peserta diklat hal-hal berikut:

- a. Apa yang harus dilakukan guru dalam memberikan pelayanan yang dapat memenuhi kebutuhan anak didiknya.
- b. Bagaimana sebaiknya guru bertindak untuk memahami peserta didiknya.
- c. Bagaimana hubungan Karakteristik Peserta Didik dengan Proses Pembelajaran
- d. Bagaimana hubungan Karakteristik Peserta Didik dengan hasil Belajar

## E. Latihan

Setelah Anda mempelajari Uraian Materi di atas, jawablah pertanyaan berikut:

1. Jelaskan perbedaan antara Karakteristik peserta Didik berdasarkan Sosial dan Budaya Lingkungan!
2. Jelaskan prinsip-prinsip yang harus diperhatikan seorang guru dalam memahami perkembangan emosional anak remaja.!
3. Jelaskan bagaimana cara mengeliminir perbedaan peserta didik
4. Jelaskan secara singkat hubungan antara karakteristik peserta didik dengan hasil belajar

## F. Rangkuman

1. Peserta didik adalah individu yang sedang berkembang. Artinya, peserta didik mengalami perubahan-perubahan dalam dirinya. Perubahan tersebut ada yang diarahkan ke dalam diri sendiri, ada juga berupa penyesuaian diri terhadap lingkungan.
2. Tugas perkembangan difokuskan pada upaya peningkatan sikap dan perilaku peserta didik serta berusaha untuk mencapai kemampuan bersikap dan berperilaku sesuai fasenya.
3. Kemampuan psikomotorik berkaitan dengan keterampilan motorik yang berhubungan dengan anggota tubuh atau tindakan yang memerlukan koordinasi antara syaraf dan otak.
4. Perubahan-perubahan fisik dikelompokkan dalam dua kategori besar, yaitu percepatan pertumbuhan dan proses kematangan seksual yang bersifat kualitatif dan kuantitatif.
5. Kemampuan kognitif peserta didik terus berkembang selama masa pendidikan bahkan setelah usia sekolah pun pengembangan kognitif masih memungkinkan untuk dilanjutkan. Akan tetapi belum tentu semua perubahan kognitif mengarah pada peningkatan kemampuan intelektual
6. Remaja mampu menggunakan abstraksi dan mampu membedakan yang nyata dan konkrit dengan yang abstrak dan mungkin. Kemampuan untuk menguji hipotesis dan bernalar secara ilmiah.

7. Mencapai kematang emosional merupakan tugas perkembangan yang sangat sulit bagi remaja. Proses pencapaian kematangan emosi dipengaruhi kondisi sosio-emosional lingkungannya, terutama lingkungan keluarga dan kelompok teman sebaya.
8. Umumnya remaja sudah tidak mau dikatakan sebagai anak-anak tetapi tidak mau disebut sebagai orang dewasa, mereka secara riil belum siap menyandang predikat sebagai orang dewasa.
9. Pemikiran moral remaja berkembang sebagai pendirian pribadi yang tidak tergantung lagi pada pendapat atau pranata yang bersifat konvensional.
10. Keragaman tingkat moral remaja disebabkan oleh faktor penentunya yang beragam juga. Salah satu faktor penentu atau yang mempengaruhi perkembangan moral remaja itu adalah orangtua.
11. Usaha pengembangan tingkah laku nilai hidup hendaknya tidak hanya mengutamakan pendekatan-pendekatan intelektual semata, tetapi juga mengutamakan adanya lingkungan yang kondusif di mana faktor-faktor lingkungan yang merupakan penjelmaan nyata dari nilai-nilai hidup tersebut.
12. Beberapa karakteristik peserta didik yang perlu diidentifikasi berkaitan dengan kelas sosial, antara lain pekerjaan, penghasilan, kekuasaan politik, dan lain-lain. Beberapa contoh efek dari perbedaan kelas sosial yaitu, pengelompokan berdasarkan kelas sosial, ini cenderung akan mempengaruhi psikis peserta didik yang kelas sosialnya rendah.
13. Melalui pengalaman atau berinteraksi sosial dengan orang tua, guru, teman sebaya atau orang dewasa lainnya, tingkat moralitas remaja sudah lebih matang jika dibandingkan dengan usia anak

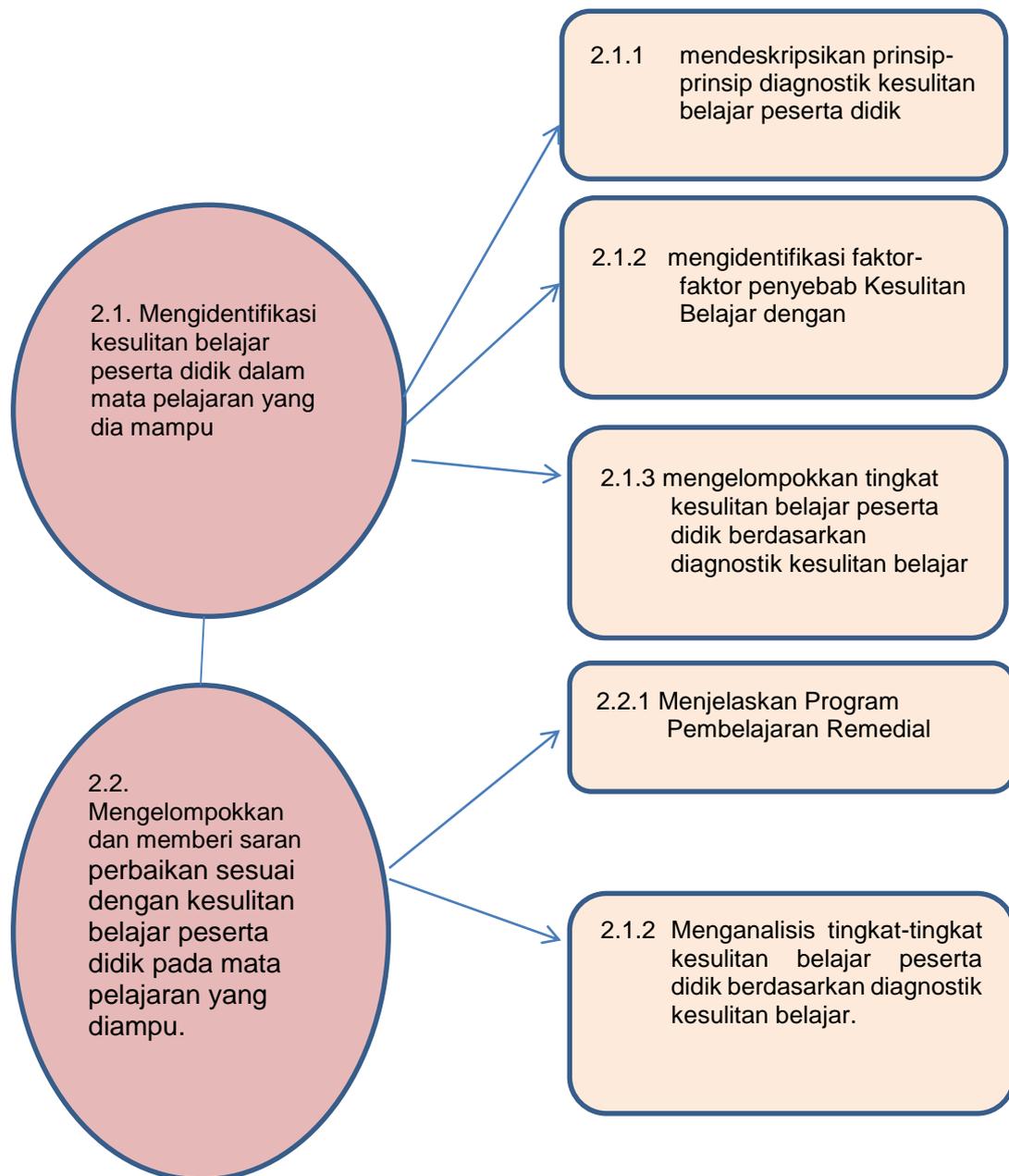
## **G. Umpan Baik dan Tindak Lanjut**

Setelah mempelajari karakteristik peserta didik sesuai dengan Uraian Materi di atas, beberapa hal yang perlu Anda lakukan:

1. Bagaimana memperlakukan peserta didik remaja pada waktu pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu?
2. Masalah apa yang berkaitan dengan karakteristik peserta didik yang menurut Anda perlu ditindaklanjuti melalui penelitian tindakan kelas?

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : KESULITAN BELAJAR

### PETA KONSEP KB 2: KESULITAN BELAJAR



## **A. Tujuan**

Melalui penggalian informasi, diskusi, dan Tanya jawab, peserta dapat/mampu:

1. mendeskripsikan prinsip-prinsip diagnostik kesulitan belajar peserta didik secara cermat;
2. mengidentifikasi faktor-faktor penyebab Kesulitan Belajar dengan bertanggung jawab.
3. mengelompokkan tingkat kesulitan belajar peserta didik berdasarkan diagnostik kesulitan belajar;
4. Menjelaskan Program Pembelajaran Remedial secara rinci.
5. Menganalisis tingkat-tingkat kesulitan belajar peserta didik berdasarkan diagnostik kesulitan belajar.

## **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Dapat mendeskripsikan prinsip-prinsip kesulitan belajar
2. Dapat mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kesulitan belajar
3. Dapat mengelompokkan tingkat kesulitan belajar peserta didik.
4. Dapat menjelaskan Program pembelajaran Remedial.
5. Dapat menganalisis tingkat kesulitan belajar peserta didik berdasarkan diagnostik kesulitan belajar.

## **C. Uraian Materi**

### **1. Prinsip-prinsip Kesulitan Belajar**

Kompetensi yang hendak dikuasai peserta didik setelah mengikuti kegiatan pembelajaran ditetapkan pada standar isi dan standar kompetensi lulusan. Standar isi (SI) memuat Kompetensi Inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) yang harus dikuasai peserta didik dalam mempelajari mata pelajaran tertentu. Standar kompetensi lulusan (SKL) berisikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik pada setiap satuan pendidikan. Dalam rangka membantu peserta didik mencapai standar isi dan standar kompetensi lulusan, pelaksanaan atau proses pembelajaran perlu diusahakan lebih interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan kesempatan yang cukup bagi prakarsa, kreativitas,

dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat, dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Untuk mencapai tujuan dan prinsip-prinsip pembelajaran tersebut tidak jarang dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan atau hambatan belajar. Untuk mengatasi kesulitan tersebut, guru dituntut terampil untuk mendiagnosa kesulitan belajar, membuat prognosis terhadap kesulitan yang dihadapi peserta didik serta memberikan pembelajaran remedial.

Sebaliknya, dalam kegiatan pembelajaran ada juga peserta didik yang lebih cepat dalam mencapai standar kompetensi, kompetensi dasar dan penguasaan materi pelajaran yang telah ditentukan. Peserta didik kelompok ini tidak mengalami kesulitan dalam memahami materi pembelajaran maupun mengerjakan tugas-tugas atau latihan dan menyelesaikan soal-soal ulangan sebagai indikator penguasaan kompetensi. Peserta didik yang telah mencapai kompetensi lebih cepat dari peserta didik lain dapat mengembangkan dan memperdalam kecakapannya secara optimal melalui pembelajaran pengayaan. Untuk keperluan pemberian pembelajaran pengayaan perlu dipilih strategi dan langkah-langkah yang tepat setelah terlebih dahulu dilakukan identifikasi terhadap potensi lebih yang dimiliki peserta didik.

Sejatinya, semua peserta didik mendapatkan perlakuan dan perhatian dengan intensitas yang sama dari sang guru, sehingga peserta didik mencapai hasil belajar yang relatif sama pada waktu yang bersamaan. Kesulitan belajar adalah suatu kondisi yang menimbulkan hambatan dalam proses belajar seseorang. Hambatan itu menyebabkan orang tersebut mengalami kegagalan atau setidaknya kurang berhasil dalam mencapai tujuan belajar. Dari pengertian kesulitan belajar di atas jelaslah bahwa salah satu hal yang bisa dijadikan kriteria untuk menentukan apakah seseorang mengalami kesulitan belajar adalah sampai sejauh mana ia terhambat dalam mencapai tujuan belajar. Sesuai dengan kurikulum yang berlaku, tujuan belajar mempunyai tingkat-tingkat tertentu yang harus dicapai dalam periode (waktu) tertentu pula. Karena itu, untuk menentukan apakah seseorang peserta didik mengalami kesulitan belajar atau tidak, diperlukan suatu tindakan khusus yang disebut diagnosis kesulitan belajar.

Diagnosis kesulitan belajar adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menentukan apakah seorang siswa mengalami kesulitan belajar atau tidak dengan cara melihat indikasi atau gejala yang tampak. Misalnya, nilai mata pelajaran di bawah sedang. Indikasi ini merupakan paling mudah dilihat dan paling umum dipakai oleh siswa, pengajar dan orang tua. Jika seorang siswa sering mendapat nilai di bawah 60 dalam skala penilaian 1 -100 atau nilai di bawah C (cukup), dapatlah dikatakan bahwa siswa tersebut kemungkinan besar mengalami kesulitan belajar. Nilai yang diperoleh siswa sering di bawah nilai rata-rata kelas. Indikasi ini dapat juga menunjukkan bahwa seorang siswa mengalami kesulitan belajar. Indikasi ini sebenarnya tidak berlaku mutlak. Di sekolah-sekolah favorit tempat berkumpul siswa-siswa pandai, mungkin saja nilai rata-rata kelas mencapai nilai 6,7. Siswa yang mendapat nilai 6,4 belum bisa dipastikan mengalami kesulitan belajar, karena walaupun berada di bawah rata-rata kelas, nilai tersebut masih berada di atas sedang (di atas nilai 6).

Prestasi yang dicapai tidak seimbang dengan tingkat intelegensi yang dimiliki. Misalnya saja peserta didik yang prestasi belajarnya sedang-sedang saja, tetapi mempunyai tingkat intelegensi di atas rata-rata. Peserta didik seperti ini dapat dikatakan mengalami kesulitan belajar. Perasaan peserta didik yang bersangkutan. Misalnya seorang peserta didik yang memang merasa mengalami kesulitan belajar, mengungkapkan kesulitan belajarnya itu kepada pengajarnya, orang tuanya, guru, konselor, psikolog dan sebagainya. Kondisi kepribadian peserta didik yang bersangkutan. Seorang peserta didik dapat dikatakan mengalami kesulitan belajar jika dalam proses belajar mengajar peserta didik tersebut menunjukkan gejala-gejala tidak tenang, tidak betah diam, tidak bisa berkonsentrasi, tidak bersemangat, apatis, dan sebagainya. Sesudah seorang peserta didik dipastikan mengalami kesulitan belajar, tindakan selanjutnya adalah melakukan usaha mengatasi kesulitan belajar. Usaha-usaha untuk mengatasi kesulitan belajar bukanlah suatu usaha yang sederhana. Keberhasilan belajar itu ditentukan oleh banyak faktor, yang berarti bahwa kesulitan belajar itu pun banyak disebabkan oleh banyak faktor pula.

Dari penjelasan diatas dapat disimpulkan bahwa kesulitan belajar merupakan suatu kondisi tertentu yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan dalam mencapai tujuan, sehingga memerlukan usaha lebih giat lagi untuk dapat diatasi. Sedangkan diagnostik adalah suatu proses untuk memecahkan masalah kesulitan belajar dengan cara mengamati kesulitan siswa sehingga bisa menemukan langkah-langkah untuk memecahkannya.

Ada beberapa pendapat mengenai pengertian kesulitan belajar. Blassic dan Jones, sebagaimana dikutip oleh Warkitri dkk. (1990 : 8.3), menyatakan bahwa kesulitan belajar adalah terdapatnya suatu jarak antara prestasi akademik yang diharapkan dengan prestasi akademik yang diperoleh. Mereka selanjutnya menyatakan bahwa individu yang mengalami kesulitan belajar adalah individu yang normal inteligensinya, tetapi menunjukkan satu atau beberapa kekurangan penting dalam proses belajar, baik persepsi, ingatan, perhatian, ataupun fungsi motoriknya. Sementara itu Siti Mardiyanti dkk. (1994 : 4 – 5) menganggap kesulitan belajar sebagai suatu kondisi dalam proses belajar yang ditandai oleh adanya hambatan tertentu untuk mencapai hasil belajar. Hambatan tersebut mungkin disadari atau tidak disadari oleh yang bersangkutan, mungkin bersifat psikologis, sosiologis, ataupun fisiologis dalam proses belajarnya.

Kesulitan atau masalah belajar dapat dikenal berdasarkan gejala yang dimanifestasikan dalam berbagai bentuk perilaku, baik secara kognitif, afektif, maupun psikomotorik. Menurut Warkitri dkk. (1990 : 8.5 – 8.6), individu yang mengalami kesulitan belajar menunjukkan gejala sebagai berikut.

- a. Hasil belajar yang dicapai rendah di bawah rata-rata kelompoknya.
- b. Hasil belajar yang dicapai sekarang lebih rendah disbanding sebelumnya.
- c. Hasil belajar yang dicapai tidak seimbang dengan usaha yang telah dilakukan.
- d. Lambat dalam melakukan tugas-tugas belajar.
- e. Menunjukkan sikap yang kurang wajar, misalnya masa bodoh dengan proses belajar dan pembelajaran, mendapat nilai kurang tidak menyesal, dst.

- f. Menunjukkan perilaku yang menyimpang dari norma, misalnya membolos, pulang sebelum waktunya, dst.
- g. Menunjukkan gejala emosional yang kurang wajar, misalnya mudah tersinggung, suka menyendiri, bertindak agresif, dst.

## **2. Diagnosa Kesulitan Belajar**

Pada akhir kegiatan pembelajaran guru biasanya melakukan penilaian berupa ulangan harian. Ulangan harian dimaksudkan untuk menentukan tingkat pencapaian tujuan pembelajaran. Apakah peserta didik telah berhasil mencapai tingkat penguasaan kompetensi tertentu sesuai dengan ketuntasan belajar yang ditetapkan. Penilaian yang dilakukan guru pada akhir kegiatan pembelajaran tersebut dimaksudkan untuk menjawab pertanyaan apakah peserta didik telah mencapai kompetensi (tingkat penguasaan) minimal atau ketuntasan belajar seperti yang telah dirumuskan pada saat pembelajaran direncanakan.

Jika ada peserta didik yang lebih mudah dan cepat mencapai penguasaan kompetensi minimal yang ditetapkan, maka guru perlu memberikan perlakuan khusus, seperti program pembelajaran pengayaan. Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik yang memiliki keunggulan untuk mengoptimalkan perkembangan minat, bakat, dan kecakapannya. Pembelajaran pengayaan berupaya mengembangkan keterampilan berpikir, kreativitas, keterampilan memecahkan masalah, eksperimentasi, inovasi, penemuan, keterampilan seni, keterampilan gerak, dsb. Pembelajaran pengayaan memberikan pelayanan kepada peserta didik yang memiliki kecerdasan lebih dengan tantangan belajar yang lebih tinggi untuk membantu mereka mencapai kapasitas optimal dalam belajarnya.

Sama seperti dokter, sebelum pengobatan, dilakukan diagnosa. Diagnosa pada prinsipnya adalah pengumpulan data berkaitan dengan pasien. Setelah mendapatkan data yang diperlukan, dokter menyimpulkan apa yang menjadi penyebab penyakit atau gangguan yang dialami pasien dan setelah itu melakukan tindakan pengobatan. Untuk mempercepat kesembuhan,

kemungkinan ada beberapa tindakan yang dilakukan dokter. Misalnya selain memberikan obat anti biotik diberikan juga vitamin dan penurun panas misalnya. Untuk mengatasi kesulitan belajar, guru harus mengenali peserta didik yang mengalami kesulitan belajar dan memahami faktor-faktor yang mempengaruhi proses pembelajaran serta hasil belajar.

Diagnostik kesulitan belajar pada dasarnya adalah tindakan guru untuk mengetahui hambatan atau kesulitan belajar yang dihadapi oleh peserta didik. Diagnostik kesulitan belajar adalah proses menemukan masalah atau kendala peserta didik dalam pembelajaran dengan cara meneliti penyebab dan gejala-gejala kesulitan belajar yang nampak. Diagnostik dilakukan dengan cara melihat, memeriksa gejala-gejala yang mengindikasikan kesulitan. Indikator kesulitan belajar, antara lain terlihat dari rendahnya pencapaian hasil belajar dibandingkan dengan standar yang seharusnya dicapai pada pembelajaran tertentu. Gejala kesulitan belajar yang mudah terlihat antara lain adalah rendahnya hasil belajar yang kemungkinan besar disebabkan kemampuan akademik yang rendah. Sedangkan gejala lain yang mudah tampak adalah kemampuan berkomunikasi. Kemampuan komunikasi verbal maupun non verbal yang menyebabkan peserta didik tidak dapat menjawab pertanyaan guru dengan baik atau tidak dapat berbicara dengan baik.

Misalnya, mengidentifikasi siapa peserta didik yang tidak mencapai batas nilai ketuntasan belajar atau peserta didik yang nilai hasil belajarnya di bawah rata-rata kelas. Kesulitan belajar dapat berpengaruh terhadap berbagai aspek kehidupan peserta didik, baik di sekolah, keluarga, maupun di masyarakat kelak.

Kesulitan belajar dapat disebabkan faktor internal dan eksternal. Faktor internal, seperti kondisi psikis dan fisik peserta didik. Kondisi psikis misalnya adanya kesulitan penyesuaian diri. Sedangkan faktor eksternal, meliputi lingkungan, cara guru mengajar yang tidak cocok, situasi dalam keluarga atau kondisi lingkungan atau masyarakat sekitar tempat tinggal. Sebelum mengetahui secara pasti apa yang menjadi penyebab kesulitan belajar guru

membuat prognosis atau perkiraan tentang factor-faktor penyebab kesulitan belajar. Berdasarkan prognosis tersebut guru melakukan semacam terapi, misalnya dengan pembelajaran remedial, penugasan atau pekerjaan rumah sesuai dengan kesulitan yang dihadapi peserta didik.

Diagnostik kesulitan belajar merupakan salah satu fungsi evaluasi yang dilakukan dengan prosedur dan hasilnya akurat menggambarkan kesulitan yang dialami oleh peserta didik. Sebagai evaluasi, diagnostik kesulitan belajar difokuskan untuk mengidentifikasi siapa peserta didik yang mengalami kesulitan dan di bidang mana atau materi yang mana yang menjadi kesulitan tersebut. Diagnostik kesulitan belajar pada umumnya dilakukan pada awal tahun ajaran. Tujuan diagnostik kesulitan belajar dilakukan diawal adalah untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal peserta diddik seperti fungsi pre tes.

Diagnostik kesulitan belajar adalah proses untuk memahami jenis dan karakteristik serta latar belakang kesulitan-kesulitan belajar dengan cara menghimpun dan mempergunakan berbagai data/informasi untuk menyimpulkan, memutuskan dan mencari alternatif pemecahannya. Thorndike dan Hagen (Abin, 2003:307), menyimpulkan diagnostik sebagai 1) upaya atau proses menemukan kelemahan atau penyakit (*weakness, disease*) apa yang dialami seseorang dengan melalui pengujian dan studi yang saksama mengenai gejala-gejalanya (*symptoms*), 2) studi yang seksama terhadap fakta tentang suatu hal untuk menemukan karakteristik atau kesalahan-kesalahan yang esensial, 3) keputusan yang dibuat setelah studi yang seksama terhadap gejala-gejala atau fakta tentang suatu hal.

Berdasarkan pengertian di atas dapat disimpulkan diagnostik kesulitan belajar merupakan suatu prosedur dalam memecahkan masalah kesulitan belajar dengan mengidentifikasi jenis dan karakteristiknya, serta latar belakang dari suatu kelemahan tertentu, sehingga dapat mengambil kesimpulan dan keputusan untuk pemecahan masalahnya. Diganosis kesulitan belajar merupakan suatu prosedur dalam memecahkan kesulitan belajar. Sebagai prosedur maka diagnosis kesulitan belajar terdiri dari langkah-langkah yang tersusun secara sistematis. Tahapan-tahapan diagnosis kesulitan belajar adalah jawaban terhadap pertanyaan-pertanyaan berikut.

- a. Siapa peserta didik yang mengalami hambatan atau kesulitan belajar ?
- b. Di mana atau dalam hal apa kesulitan tersebut?
- c. Mengapa kesulitan atau hambatan belajar tersebut terjadi?
- d. Apa yang disarankan untuk mengatasi kesulitan tersebut?
- e. Bagaimana kesulitan atau kendala tersebut dapat dicegah?

Kesulitan belajar yang dialami siswa dapat dilihat dari adanya kegagalan siswa dalam mengikuti proses belajar, dalam mencapai hasil belajar itu sendiri.

Menurut Burton dalam Abin (2003), kegagalan didefinisikan sebagai:

- a. Siswa dikatakan gagal apabila dalam batas waktu tertentu yang bersangkutan tidak mencapai ukuran tingkat keberhasilan atau tingkat penguasaan (*level of mastery*) minimal dalam pelajaran tertentu, seperti yang telah ditetapkan oleh orang dewasa atau guru (*criterion referenced*).
- b. Siswa dikatakan gagal apabila yang bersangkutan tidak dapat mengerjakan atau mencapai prestasi yang semestinya (berdasarkan ukuran tingkat kemampuannya: inteligensi, bakat).
- c. Siswa dikatakan gagal apabila yang bersangkutan tidak dapat mewujudkan tugas-tugas perkembangan, termasuk penyesuaian sosial sesuai dengan pola organismiknya (*his organismic pattern*) pada fase perkembangan tertentu, seperti yang berlaku bagi kelompok sosial dan usia yang bersangkutan (*norm-referenced*).
- d. Siswa dikatakan gagal apabila yang bersangkutan tidak berhasil mencapai tingkat penguasaan (*level of mastery*) yang diperlukan sebagai prasyarat (*prerequisite*) bagi kelanjutan (*continuity*) pada tingkat pengajaran berikutnya.

Proses memahami ciri-ciri kesulitan belajar atau disebut juga diagnostik kesulitan belajar. Merupakan pekerjaan yang semestinya dilakukan oleh pengajar supaya memahami dan mengetahui sudah pada tingkatan mana siswanya dapat mengikuti proses pembelajaran yang telah dilaksanakan. Apakah ada kesulitan yang dialami siswa namun tidak pernah diutarakan oleh siswa. Proses yang perlu diperhatikan dalam melakukan diagnostik kesulitan belajar yaitu dengan mencari dan memperoleh informasi secara benar, akurat, lengkap dan objektif. Hal ini sangat penting untuk dilakukan karena bagaimana

bisa memperoleh keputusan yang tepat apabila informasi yang diperoleh kurang mendukung. Maka informasi yang dibutuhkan harus sangat relevan dan mendukung.

Hasil akhir dari diagnostik kesulitan belajar adalah pengambilan kesimpulan dan keputusan bagaimana cara mengatasi permasalahan tersebut. Keputusan tersebut dapat diimplementasikan dalam sebuah program atau dalam pengarahan siswa harus melakukan apa ataupun dapat mengambil alternatif yang sesuai dengan masalah yang ada. Alternatif tersebut berupa cara dan metode pengganti dari program-program namun sesuai. Kurang ketercapiannya tujuan pembelajaran yang dialami siswa merupakan bentuk kesulitan belajar. Suatu kependidikan yang terpadu telah menentukan taraf kualifikasi yang telah dibuat sebelumnya. Dari hal ini dapat dilihat apakah siswa telah mencapai taraf kualifikasi atau belum. Apabila belum berarti ada yang salah, mungkin bisa dari kurikulum yang kurang tepat atau masalah yang datang dari siswa sendiri yaitu kesulitan belajar.

### **3. Faktor-faktor Penyebab Kesulitan Belajar**

Menurut Burton, sebagaimana dikutip oleh Abin S.M. (2002 : 325-326), faktor-faktor yang menyebabkan kesulitan belajar individu dapat berupa faktor internal, yaitu yang berasal dari dalam diri yang bersangkutan, dan faktor eksternal, adalah faktor yang berasal dari luar diri yang bersangkutan.

#### **a. Faktor Internal**

Yang dimaksud dengan faktor internal adalah faktor yang berasal dari dalam diri mahasiswa. Faktor ini dapat dibedakan menjadi dua, yaitu faktor kejiwaan dan faktor kejasmanian.

- Faktor kejiwaan, antara lain, 1) minat terhadap mata kuliah kurang; 2) motif belajar rendah; 3) rasa percaya diri kurang; 4) disiplin pribadi rendah; 5) sering meremehkan persoalan; 6) sering mengalami konflik psikis; 7) integritas kepribadian lemah.
- Faktor kejasmanian, antara lain : 1) keadaan fisik lemah (mudah terserang penyakit); 2) adanya penyakit yang sulit atau tidak dapat

disembuhkan; 3) adanya gangguan pada fungsi indera; 4) kelelahan secara fisik.

b. Faktor Eksternal

Yang dimaksud dengan faktor eksternal adalah faktor yang berada atau berasal dari luar mahasiswa. Faktor ini dapat dibedakan menjadi dua : faktor instrumental dan faktor lingkungan.

- Faktor instrumental

Faktor-faktor instrumental yang dapat menyebabkan kesulitan belajar peserta didik antara lain : a) Kemampuan profesional dan kepribadian pengajar yang tidak memadai; b) Kurikulum yang terlalu berat bagi peserta didik; c) Program belajar dan pembelajaran yang tidak tersusun dengan baik; d) Fasilitas belajar dan pembelajaran yang tidak sesuai dengan kebutuhan.

- Faktor lingkungan

Faktor lingkungan meliputi lingkungan sosial dan lingkungan fisik. Penyebab kesulitan belajar yang berupa faktor lingkungan antara lain : a) Disintegrasi atau disharmonisasi keluarga; b) Lingkungan sosial kampus yang tidak kondusif; c) Teman-teman bergaul yang tidak baik; d) Lokasi kampus yang tidak atau kurang cocok untuk pendidikan.

#### 4. Klasifikasi Kesulitan Belajar

Kesulitan belajar yang berhubungan dengan perkembangan (*developmental learning disabilities*) mencakup gangguan motorik dan persepsi, kesulitan belajar bahasa dan komunikasi, dan kesulitan belajar dalam penyesuaian perilaku sosial. Kesulitan belajar yang berhubungan dengan perkembangan umumnya sukar diketahui, baik oleh orang tua maupun guru karena tidak ada pengukuran-pengukuran yang sistematis seperti halnya dalam bidang akademik. Kesulitan belajar kelompok ini sering tampak sebagai kesulitan belajar yang disebabkan oleh tidak dikuasainya keterampilan prasyarat, yaitu keterampilan yang harus dikuasai lebih dahulu agar dapat menguasai bentuk keterampilan berikutnya.

Meskipun beberapa kesulitan belajar yang berhubungan dengan perkembangan sering berkaitan dengan kegagalan dalam pencapaian prestasi akademik, hubungan antara keduanya tidak selalu jelas. Ada anak yang gagal dalam membaca yang menunjukkan ketidakmampuan dalam fungsi-fungsi perseptual motorik, tetapi ada pula yang dapat belajar membaca meskipun memiliki ketidakmampuan dalam fungsi-fungsi perseptual motorik.

Kesulitan belajar akademik (*academic learning disabilities*) menunjuk pada adanya kegagalan-kegagalan pencapaian prestasi akademik yang sesuai dengan kapasitas yang diharapkan. Kegagalan tersebut meliputi keterampilan dalam membaca (*dyslexia*), keterampilan dalam menulis (*dysgraphia*), dan keterampilan dalam mata pelajaran matematika / berhitung (*dyscalculia*). Kesulitan belajar akademik dapat diketahui oleh guru atau orang tua ketika anak gagal menampilkan salah satu atau beberapa kemampuan akademik.

Kesulitan yang berhubungan dengan perkembangan sering tampak sebagai kesulitan belajar yang disebabkan oleh tidak dikuasainya keterampilan prasyarat (*prerequisite skills*), yaitu keterampilan yang harus dikuasai lebih dahulu agar dapat menguasai bentuk keterampilan berikutnya. Sedangkan untuk mencapai prestasi akademik yang memuaskan, seorang anak memerlukan keterampilan prasyarat. Anak yang memperoleh prestasi belajar yang rendah karena kurang menguasai keterampilan prasyarat, umumnya dapat mencapai prestasi tersebut.

Menurut Kirk & Gallagher (1986) kesulitan belajar dapat dikelompokkan menjadi dua kelompok besar yaitu:

a. *Developmental Learning Disabilities*

Perhatian (*attention disorder*). Anak dengan *attention disorder* akan berdampak pada berbagai stimulus yang banyak. Anak ini selalu bergerak, sering teralih perhatiannya, tidak dapat mempertahankan perhatian yang cukup lama untuk belajar dan tidak dapat mengarahkan perhatian secara utuh pada sesuatu hal.

b. *Memory Disorder*

*Memory disorder* adalah ketidakmampuan untuk mengingat apa yang telah dilihat atau didengar ataupun dialami. Anak dengan masalah memori visual

dapat memiliki kesulitan dalam mengingat kata-kata yang ditampilkan secara visual. Hal serupa juga dialami oleh anak dengan masalah pada ingatan auditorinya yang mempengaruhi perkembangan bahasa lisannya.

c. Gangguan persepsi visual dan motorik

Anak-anak dengan gangguan persepsi visual tidak dapat memahami rambu-rambu lalu lintas, tanda panah, kata-kata yang tertulis, dan symbol visual yang lain. Mereka tidak dapat menangkap arti dari sebuah gambar atau angka atau memiliki pemahaman akan dirinya.

d. *Thinking Disorder*

*Thinking disorder* adalah kesulitan dalam operasi kognitif pada pemecahan masalah pembentukan konsep dan asosiasi. *Thinking disorder* berhubungan dengan gangguan dalam berbahasa verbal.

e. *Language Disorder*

Merupakan kesulitan belajar yang paling umum dialami pada anak pra-sekolah. Biasanya anak-anak ini tidak berbicara atau berespon dengan benar terhadap instruksi atau pernyataan verbal.

f. *Academic Learning Disabilities*

Adalah kondisi yang menghambat proses belajar yaitu dalam membaca, mengeja, menulis, atau menghitung. Ketidakmampuan ini muncul pada saat anak menampilkan kinerja di bawah potensi akademik mereka.

### **Klasifikasi Gangguan Belajar Berdasarkan Penyebab**

Ketidakmampuan belajar dapat dikategorikan baik oleh jenis pengolahan informasi yang dipengaruhi atau oleh kesulitan tertentu yang disebabkan oleh defisit pengolahan.

Gangguan berdasarkan tahap pengolahan informasi. Ketidakmampuan belajar termasuk dalam kategori berdasarkan pada empat tahap pengolahan informasi yang digunakan dalam pembelajaran: Input, integrasi, penyimpanan, dan output

Input: adalah informasi yang dirasakan melalui indera, seperti penglihatan dan pendengaran persepsi. Kesulitan dengan persepsi visual dapat menyebabkan masalah dengan mengenali bentuk, posisi dan ukuran barang-barang yang terlihat. Ada juga masalah dengan *sequencing*, yang dapat berhubungan

dengan defisit dengan interval waktu pemrosesan atau persepsi temporal. Kesulitan dengan persepsi pendengaran dapat membuat sulit untuk menyaring suara bersaing dalam rangka untuk fokus pada salah satu dari mereka, seperti suara guru. Beberapa anak tampaknya tidak dapat memproses masukan taktil. Misalnya, mereka mungkin tampak tidak sensitif terhadap rasa sakit atau tidak suka disentuh.

Integrasi: adalah tahapan di mana masukan dirasakan, ditafsirkan, dikategorikan, ditempatkan secara berurutan, atau terkait dengan pembelajaran sebelumnya. Siswa dengan masalah di daerah-daerah mungkin tidak dapat menceritakan sebuah cerita dalam urutan yang benar, tidak dapat mengingat urutan informasi seperti hari-hari dalam seminggu, mampu memahami sebuah konsep baru, tetapi tidak dapat menggeneralisasikannya ke area lain dari pembelajaran, atau dapat mempelajari fakta-fakta, tetapi tidak dapat menempatkan fakta bersama untuk melihat “gambaran besar.” Sebuah kosa kata miskin dapat menyebabkan masalah dengan pemahaman.

Penyimpanan: Masalah dengan memori dapat terjadi dengan memori jangka pendek atau bekerja, atau dengan memori jangka panjang. Kesulitan memori paling banyak terjadi di wilayah memori jangka pendek, yang dapat membuat sulit untuk mempelajari materi baru tanpa banyak pengulangan yang lebih daripada biasanya. Kesulitan dengan memori visual dapat menghambat belajar mengeja.

Output: Informasi keluar dari otak baik melalui kata-kata, yaitu, bahasa output, atau melalui aktivitas otot, seperti menunjuk, menulis atau menggambar. Kesulitan dengan output bahasa dapat membuat masalah dengan bahasa lisan, misalnya, menjawab pertanyaan pada permintaan, di mana seseorang harus mengambil informasi dari penyimpanan, mengatur pikiran kita, dan menaruh pikiran ke dalam kata-kata sebelum kita berbicara. Hal ini juga dapat menyebabkan masalah dengan bahasa yang ditulis untuk alasan yang sama. Kesulitan dengan kemampuan motorik dapat menyebabkan masalah dengan keterampilan motorik kasar dan halus. Orang dengan kesulitan motorik kasar mungkin canggung, yaitu, mereka mungkin rentan terhadap tersandung, jatuh, atau menabrak sesuatu. Mereka juga mungkin mengalami kesulitan berjalan,

memanjat, atau belajar naik sepeda. Orang dengan kesulitan motorik halus mungkin mengalami kesulitan mengancingkan kemeja, mengikat tali sepatu, atau dengan tulisan tangan.

## 5. Pembelajaran Remedial

Sebelum memberikan pembelajaran remedial, guru terlebih dahulu membuat rekomendasi mengenai berapa siswa yang perlu dan membutuhkan pembelajaran remedial. Hal ini bisa dilakukan dengan mengelompokkan nilai siswa yang kurang dan tidak baik, sehingga diperoleh jumlah siswa yang perlu diberikan remedi. Sekolah mengetahui berapa jumlah siswa yang perlu ikut remidi, guru bisa menentukan bagaimana remedi bisa diberikan dengan tepat sasaran, dalam membuat rekomendasi untuk pembelajaran remedial.

Kemampuan guru dalam memilih materi remidi tidak hanya pada kesesuaian materi dengan kebutuhan siswa tetapi juga pada ketepatan waktu guru dalam menyelesaikan materi remidi yang diberikan.

Pada Penelitian yang dilakukan terhadap guru mata pelajaran Akuntansi di sebuah SMK menunjukkan metode yang digunakan oleh guru dalam memberikan pembelajaran remedial paling banyak menggunakan metode penugasan yaitu dengan memberikan latihan soal pada siswa yaitu sebesar 50% atau separo dari jumlah responden. Sebesar 33,3% yang menggunakan metode tanya jawab dan 16,7% yang menggunakan 2 metode dalam memberikan pembelajaran remedial yaitu metode tanya jawab dan metode penugasan. Mengenai ketepatan guru dalam memilih metode yang digunakan dalam pembelajaran remedial pada mata pelajaran Akuntansi, dapat dilihat dari respon siswa selama pembelajaran remedial berlangsung.

Selain memilih metode yang tepat, guru juga perlu memikirkan media yang sesuai untuk digunakan dalam pembelajaran remedial mata pelajaran tertentu. 66,7% dari responden hanya menggunakan LKS dalam pembelajaran remedial dan 33% dari responden yang menggunakan LKS dan OHP sebagai media dalam pembelajaran remedial pada mata pelajaran akuntansi. Adapun respon siswa mengenai media yang digunakan oleh guru, menunjukkan bahwa sebagian besar (58,3%) guru kurang dalam menggunakan media karena

sebagian besar guru hanya menggunakan LKS dalam pembelajaran remedial, dan 41,7% guru berada pada kategori cukup baik dalam menggunakan media dalam pembelajaran remedial, terlihat dengan 58,3% - 68% dari siswa lebih memusatkan perhatiannya pada pelajaran.

Data tentang frekuensi (berapa kali) guru memberikan *Remedial Teaching* pada siswa dalam satu semester seperti terlihat bahwa dari 12 responden terdapat 7 responden atau 58,3% yang memberikan pembelajaran remedial sebanyak 3 kali dalam satu semester, ini termasuk dalam kategori cukup baik, responden yang memberikan pembelajaran remedial sebanyak 4 kali dalam satu semester hanya 1 (satu) responden atau 8,3%, dan 4 responden memberikan remidi hanya 2 kali dan termasuk kategori kurang baik, karena guru minimal memberikan remidi sebanyak 2 kali dalam satu semester. Mengenai penentuan waktu diberikannya *Remedial Teaching* menunjukkan bahwa semua responden memberikan Remedial Teaching, pada jam di luar jam pelajaran biasa, remidi dilaksanakan setelah jam pelajaran reguler selesai atau setelah pulang sekolah agar tidak mengganggu atau mengurangi jadwal jam pelajaran rutin.

Dalam memberikan rekomendasi untuk pembelajaran remedial berada dalam kategori cukup baik, meskipun sebagian masih kurang optimal, hal ini disebabkan ada sebagian guru yang merasa enggan untuk membagi nilai siswa ke dalam kategori baik, kurang baik maupun tidak baik. Bahkan ada guru yang tidak pernah menyusun rekomendasi pemberian bantuan remedial diberikan, karena mengklasifikasikan nilai-nilai siswa akan memakan banyak waktu. Dari klasifikasi nilai siswa ini akan diperoleh jumlah siswa yang perlu ikut remidi.

Kualitas pelaksanaan pemberian bantuan remedial secara keseluruhan dalam kategori cukup baik yang berarti masih ada yang kurang optimal dalam pemberian bantuan remedial. Salah satu penyebabnya adalah kekurangan kemampuan guru dalam merumuskan tujuan pembelajaran remedial yang sesuai dengan kebutuhan siswa, guru kurang memahami dimana letak-letak kesulitan siswa sehingga tujuan yang dirumuskan kurang sesuai dengan yang dibutuhkan siswa.

Dalam merumuskan tujuan pembelajaran remedial harus sesuai dengan kebutuhan siswa, dimana siswa memang belum mencapai tujuan pembelajaran tersebut. Penentuan tujuan pembelajaran remedial yang tepat akan membantu guru dalam memilih materi untuk pembelajaran remedial yang tepat pula.

Kemampuan guru Akuntansi di SMA tersebut dalam memilih materi pembelajaran remedial secara keseluruhan dalam kategori baik, dan dalam hal ketepatan waktu menyelesaikan materi remidi hanya mencapai 63,3% dari materi remidi yang seharusnya diberikan, hal ini disebabkan guru kurang mampu mengolah dan mengatur waktu yang tersedia untuk pembelajaran remedial, sehingga ada sebagian materi remidi yang belum tuntas diberikan pada siswa.

Kemampuan guru dalam memilih metode yang digunakan untuk pembelajaran remedial dalam kategori baik, walaupun ada guru yang kurang mampu memilih metode yang cocok atau sesuai untuk diberikan dalam pembelajaran remedial mata pelajaran Akuntansi.

Sebagian guru hanya menggunakan 1(satu) metode dalam pembelajaran remedial sehingga kegiatan pembelajaran kurang bervariasi. Sebagian besar guru menggunakan metode penugasan untuk pembelajaran remedial, sebagian menggunakan metode tanya jawab, ada juga yang menggabungkan kedua metode tersebut.

Media yang digunakan dalam pembelajaran remedial mata pelajaran dalam kategori kurang. Hal ini disebabkan karena media yang digunakan sangat terbatas, rata-rata guru hanya menggunakan LKS sebagai media atau sumber belajar dalam mata pelajaran Akuntansi. Keterbatasan media yang digunakan ini disebabkan kurangnya dana untuk pengadaan media yang cukup dan relevan untuk mata pelajaran tersebut, karena untuk memperoleh media yang cukup diperlukan biaya yang besar.

Frekuensi guru dalam memberikan pembelajaran remedial pada siswa, rata-rata sebanyak 3 kali. Selebihnya memberikan remidi pada siswa hanya 2 kali dalam satu semester. Dari hasil wawancara, pelaksanaan *Remedial Teaching* dilakukan setelah pulang sekolah.

Proses pembelajaran merupakan suatu aktifitas yang tidak hanya sekedar penyampaian informasi dari guru kepada siswa tetapi ada interaksi antara guru dengan siswa. Menurut Gagne, pembelajaran adalah usaha guru yang bertujuan untuk menolong siswa belajar, di mana pembelajaran merupakan aktivitas yang mempengaruhi terjadinya proses belajar peserta didik. Pembelajaran remedial memegang peranan penting, khususnya dalam rangka pencapaian hasil belajar yang optimal. Pembelajaran remedial merupakan suatu proses yang dilakukan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Tujuan pembelajaran remedial membantu peserta didik mencapai standar kompetensi sesuai dengan ketuntasan belajar yang ditetapkan.

Pembelajaran remedial disesuaikan dengan jenis dan sifat kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembelajaran remedial merupakan rangkaian kegiatan lanjutan dari diagnosis kesulitan belajar. Bantuan yang diberikan guru pada pembelajaran remedial ditekankan pada upaya perbaikan hasil belajar dengan cara belajar yang lebih efektif dan disesuaikan dengan materi di mana peserta didik tersebut mengalami kesulitan serta bersifat penyelesaian masalah. Pembelajaran remedial adalah suatu bentuk pembelajaran yang merupakan bantuan atau perbaikan seperti cara, media, metode pembelajaran bagi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar.

*Remedial Teaching* merupakan salah satu metode pembelajaran dalam upaya meningkatkan hasil belajar siswa terutama bagi siswa yang belum berhasil dalam hal pencapaian kompetensi (Depdiknas, 2003:6). Siswa yang tergolong lambat menguasai suatu standar kompetensi pada pembelajaran biasa yang diikuti dalam kelas reguler kurang signifikan terhadap upaya membangun pengetahuan didalam dirinya, sehingga memerlukan pembelajaran remedial. Pembelajaran remedial fokus terhadap topik tertentu (sesuai dengan kebutuhannya), tergantung pada usia siswa, kesulitan yang dialaminya dalam memahami suatu topik. Bagi siswa yang sudah baik hasil belajarnya, cukup diberi pengayaan dengan tugas rumah.

Agar pembelajaran remedial dapat mencapai hasil yang diharapkan, maka pelaksanaannya perlu dilakukan melalui prosedur atau langkah-langkah yang

memadai serta menggunakan metode yang tepat. Dalam usaha memberikan bantuan pembelajaran remedial kepada anak yang menghadapi kesulitan belajar, dapat ditempuh langkah-langkah yaitu manandai atau mengenali murid yang mengalami kesulitan belajar, mengetahui sifat dan jenis kesulitan belajar, mengetahui latar belakang kesulitan belajar, menetapkan kemungkinan-kemungkinan usaha bantuan serta evaluasi dan tindak lanjut (Depdikbud, 2002:16)

Remedial berarti menyembuhkan atau membetulkan, atau membuat menjadi baik. Dengan demikian pembelajaran remedial adalah suatu bentuk pembelajaran yang bersifat menyembuhkan atau membetulkan, atau pembelajaran yang membuat menjadi baik (Depdikbud, 1984:5). Sedangkan Arifin (1995:224), menyebutkan bahwa *Remedial Teaching* (pembelajaran remedial) adalah pembelajaran yang bentuknya khusus, bertujuan untuk memenuhi fungsi utama dari diagnosis belajar yaitu untuk mengatasi persoalan siswa yang mengalami kesulitan belajar. Proses pembelajaran ini sifatnya lebih khusus karena disesuaikan dengan jenis dan sifat kesulitan belajar yang dihadapi murid. Proses bantuan lebih ditekankan pada usaha perbaikan cara-cara belajar, cara mengajar, menyesuaikan materi pelajaran, serta penyembuhan hambatan-hambatan yang dihadapi.

Secara umum tujuan *Remedial Teaching* hampir sama dengan pembelajaran biasa yaitu agar siswa dapat mencapai tujuan pembelajaran semaksimal mungkin (Arifin, 1995:8). Sedangkan secara khusus *Remedial Teaching* bertujuan agar murid-murid yang mengalami kesulitan belajar dapat mencapai hasil belajar yang diharapkan melalui penyembuhan, atau perbaikan dalam proses belajarnya (Depdikbud, 1984:8)

Dengan *Remedial Teaching*, peserta didik yang mengalami kesulitan belajar dapat membetulkan atau disembuhkan atau diperbaiki, sehingga dapat mencapai hasil yang diharapkan sesuai dengan kemampuannya. Kesulitan belajar yang dihadapi mungkin menyangkut semua bidang studi, mungkin beberapa bidang studi, atau satu bidang studi, atau satu kompetensi dasar dari satu bidang studi tertentu. Pembetulan atau penyembuhan bisa mencakup sebagian besar aspek tingkah laku, atau sebagian kecil atau beberapa aspek

tingkah laku atau segi tertentu saja. Demikian pula proses penyembuhan bisa dalam jangka waktu lama atau dalam waktu yang sebentar. Hal tersebut tergantung pada jenis, sifat, dan latar belakang kesulitan belajar yang dihadapi. Pembelajaran remedial berhubungan dengan perbaikan, pembelajaran ulang bagi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar atau peserta didik yang hasil belajarnya belum mencapai batas standar ketuntasan belajar. Pembelajaran remedial dimaksudkan untuk “menyembuhkan” atau mengatasi hambatan/kesulitan belajar. Jadi, pembelajaran remedial bersifat mengobati, menyembuhkan atau membetulkan pembelajaran dalam rangka mencapai tujuan pembelajaran sesuai standar ketuntasan belajar.

Tujuan pembelajaran remedial adalah agar peserta didik memahami dirinya, khususnya hasil atau prestasi belajarnya, mengetahui kelemahan, kendala dan kesulitan yang dihadapinya dalam mempelajari suatu substansi atau bidang studi. Dengan mengetahui kekurangannya, peserta didik diharapkan dapat memperbaiki atau mengubah cara belajarnya ke arah yang lebih baik, memilih materi dan fasilitas belajar secara tepat, mengembangkan sifat dan kebiasaan yang dapat mendorong tercapainya hasil belajar yang lebih baik dan melaksanakan tugas-tugas belajar serta mampu mengatasi hambatan atau kesulitan belajar dengan mengembangkan sikap serta kebiasaan yang tepat (baru) dalam mempelajari bidang studi atau materi tersebut.

Fungsi pembelajaran remedial meliputi

- 1) Fungsi korektif, yaitu perbaikan terhadap hal-hal yang dipandang belum memenuhi apa yang diharapkan dalam keseluruhan proses pembelajaran, antara lain mencakup perumusan tujuan, penggunaan metode, cara-cara belajar, materi dan alat pelajaran, evaluasi dan lain-lain,
- 2) Fungsi Pemahaman, yaitu memungkinkan guru, siswa atau pihak-pihak lainnya akan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik dan komprehensif mengenai pribadi siswa,
- 3) Fungsi Penyesuaian, yaitu dapat membentuk siswa untuk dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan dan proses belajarnya,
- 4) Fungsi Pengayaan, yaitu siswa akan dapat memperkaya proses pembelajaran,

- 5) Fungsi Akselerasi, yaitu diperoleh hasil belajar yang lebih baik dengan menggunakan waktu yang efektif dan efisien dan
- 6) Fungsi *Terapeutik* yaitu dapat membantu menyembuhkan atau memperbaiki kondisi kepribadian siswa yang diperkirakan menunjukkan adanya penyimpangan.

## 6. Langkah-Langkah Pembelajaran Remedial

Beberapa hal yang harus dilakukan sebelum melakukan pembelajaran remedial antara lain:

- a. Meneliti peserta didik yang mengalami permasalahan belajar sebagai dasar kegiatan pembelajaran remedial.
- b. Menentukan tindakan yang hendak dilakukan berdasarkan tingkat kesulitan, pada aspek atau materi apa yang menjadi kesulitan yang dihadapi peserta didik tersebut. Ada kemungkinan, peserta didik yang mengalami masalah psikologis yang menjadi penyebab dari kesulitan belajar diberikan atau direkomendasikan untuk mendapatkan layanan khusus, misalnya layanan bimbingan konseling yang tersedia di sekolah, yang tentu saja harus disesuaikan dengan kebutuhan peserta didik tersebut.
- c. Pembelajaran remedial dilakukan setelah diketahui adanya kesulitan belajar, kemudian diberikan pelayanan khusus. Metode yang digunakan dalam pembelajaran remedial disesuaikan dengan sifat, jenis, dan latar belakang kesulitan yang dihadapi peserta didik. Pembelajaran remedial lebih diferensial dengan pendekatan individual. Evaluasi hasil belajar pada pembelajaran remedial disesuaikan dengan kesulitan belajar yang dialami oleh peserta didik.
- d. Pada akhir pembelajaran remedial dilakukan evaluasi. Tujuan evaluasi adalah untuk mengetahui tingkat penguasaan atau pencapaian ketuntasan belajar, misalnya ketuntasan belajar adalah 75% (*level of mastery*). Bila ternyata batas ketuntasan belajar belum tercapai maka dilakukan diagnostik ulang untuk dasar pembelajaran remedial berikutnya. Evaluasi

perlu dilakukan secara berkelanjutan untuk menentukan pembelajaran remedial berikutnya.

## **D. Aktivitas Pembelajaran**

### **Aktivitas Pengantar**

Materi pelatihan ini dirancang untuk dipelajari guru-guru. Selain disajikan prinsip-prinsip dan hakekat Kesulitan Belajar, dilakukan diskusi kelompok, latihan-latihan, dalam pendalaman materi yang mendorong kreativitas untuk berinovasi. Pelaksanaan pembelajaran menggunakan pendekatan andragogi, yaitu lebih mengutamakan pengungkapan kembali pengalaman peserta pelatihan, menganalisis, menyimpulkan, dan menggeneralisasi dalam suasana diklat yang aktif, inovatif, kreatif, efektif, menyenangkan, dan bermakna. Langkah-langkah yang perlu dilakukan dalam mempelajari materi pelatihan ini mencakup aktivitas individual dan kelompok.

1. Aktivitas individual meliputi:
  - a. memahami dan mencermati materi pelatihan;
  - b. mengerjakan latihan/tugas, menyelesaikan masalah/kasus pada setiap kegiatan belajar;
  - c. menyimpulkan materi Kesulitan Belajar;
  - d. melakukan refleksi.
2. Aktivitas kelompok meliputi:
  - a. mendiskusikan materi pelatihan;
  - b. bertukar pengalaman (sharing) dalam melakukan latihan menyelesaikan masalah/kasus;
  - c. membuat rangkuman;
  - d. refleksi.

### **Aktivitas 1**

Diskusikan soal-soal berikut ini secara berkelompok.

1. Lakukan diagnosis kesulitan belajar untuk menentukan apakah seseorang peserta didik mengalami kesulitan belajar atau tidak. Untuk dapat menentukannya gunakan indikasi-indikasi sebagaimana yang telah diuraikan.

2. Pahami kembali faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhi keberhasilan belajar. Selanjutnya lakukan analisis terhadap peserta didik tersebut untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang kiranya menjadi sumber kesulitan belajarnya. Mungkin kesulitan itu bersumber kepada faktor internal, atau mungkin faktor eksternal. Kesulitan belajar yang bersumber pada faktor internal, terutama pada faktor psikologis, biasanya memerlukan suatu penanganan khusus yang mungkin saja memerlukan bantuan orang lain yang ahli dalam bidangnya.
3. Setelah sumber latar belakang dan penyebab kesulitan belajar peserta didik tersebut dapat diketahui dengan tepat, selanjutnya tentukan pula jenis bimbingan atau bantuan yang perlu diberikan kepadanya.
4. Sesuai dengan jenis kesulitan belajar yang dialami peserta didik dan jenis bimbingan yang perlu diberikan kepadanya, tentukan pula kepada siapa kiranya ia perlu berkonsultasi. Mungkin ia perlu berkonsultasi dengan guru atau dosen bidang studi tertentu, konselor, psikologi, atau psikiater.

### **Aktivitas 2.**

1. Setelah semua langkah untuk mengatasi kesulitan belajar dilaksanakan dengan baik, lakukan evaluasi untuk mengetahui sejauh mana kesulitan belajar peserta didik tersebut telah dapat diatasi. Evaluasi tersebut hendaknya dilakukan secara kontinue sampai kesulitan belajar peserta didik tersebut telah benar-benar dapat diatasi dengan tuntas, dan telah menunjukkan kesembuhan yang permanen.
2. Apabila evaluasi yang dilakukan menunjukkan bahwa kesulitan belajar telah dapat diatasi, tindakan selanjutnya adalah melakukan perbaikan untuk meningkatkan prestasi belajarnya, sesuai dengan potensi yang ada pada dirinya.

### **E. Latihan**

Setelah Anda mempelajari Uraian Materi di atas, buat rangkuman berkaitan dengan kesulitan belajar:

1. Penyebab timbulnya kesulitan belajar peserta didik
2. Prinsip-prinsip pembelajaran remedial!

3. Cara mengeliminir kesulitan belajar peserta didik

## F. Rangkuman

1. Kesulitan belajar adalah suatu kondisi yang menimbulkan hambatan dalam proses belajar seseorang. Hambatan itu menyebabkan orang tersebut mengalami kegagalan atau setidaknya-tidaknya kurang berhasil dalam mencapai tujuan belajar.
2. Untuk menentukan apakah seorang peserta didik mengalami kesulitan belajar atau tidak, diperlukan suatu tindakan khusus yang disebut diagnosis kesulitan belajar.
3. Diagnosis kesulitan belajar adalah suatu usaha yang dilakukan untuk menentukan apakah seorang siswa mengalami kesulitan belajar atau tidak dengan cara melihat indikasi atau gejala yang tampak.
4. Bahwa kesulitan belajar merupakan suatu kondisi tertentu yang ditandai dengan adanya hambatan-hambatan dalam mencapai tujuan, sehingga memerlukan usaha lebih giat lagi untuk dapat diatasi
5. Gejala kesulitan belajar yang mudah terlihat antara lain adalah rendahnya hasil belajar yang kemungkinan besar disebabkan kemampuan akademik yang rendah. Sedangkan gejala lain yang mudah tampak adalah kemampuan berkomunikasi. Kemampuan komunikasi verbal maupun non verbal yang menyebabkan peserta didik tidak dapat menjawab pertanyaan guru dengan baik atau tidak dapat berbicara dengan baik.
6. Faktor-faktor penyebab Kesulitan belajar antara lain faktor yang berasal dari dalam diri yang bersangkutan (faktor internal) dan faktor yang berasal dari luar diri yang bersangkutan (faktor eksternal)
7. Kesulitan belajar yang berhubungan dengan perkembangan (*developmental learning disabilities*) mencakup gangguan motorik dan persepsi, kesulitan belajar bahasa dan komunikasi, dan kesulitan belajar dalam penyesuaian perilaku sosial.
8. Kesulitan belajar akademik (*academic learning disabilities*) menunjuk pada adanya kegagalan-kegagalan pencapaian prestasi akademik yang sesuai dengan kapasitas yang diharapkan.

9. *Academic Learning Disabilities* Adalah kondisi yang menghambat proses belajar yaitu dalam membaca, mengeja, menulis, atau menghitung.
10. Pembelajaran remedial merupakan suatu proses yang dilakukan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar. Tujuan pembelajaran remedial membantu peserta didik mencapai standar kompetensi sesuai dengan ketuntasan belajar yang ditetapkan.
11. Pembelajaran remedial disesuaikan dengan jenis dan sifat kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pembelajaran remedial merupakan rangkaian kegiatan lanjutan dari diagnosis kesulitan belajar.
12. Pembelajaran remedial adalah suatu bentuk pembelajaran yang merupakan bantuan atau perbaikan seperti cara, media, metode pembelajaran bagi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar.
13. Agar pembelajaran remedial dapat mencapai hasil yang diharapkan, maka pelaksanaannya perlu melalui prosedur atau langkah-langkah yang memadai serta menggunakan metode yang tepat.
14. Secara Umum tujuan Remedial Teaching hampir sama dengan pembelajaran biasa yaitu agar siswa dapat mencapai tujuan pembelajaran semaksimal mungkin ( Arifin, 1995:8). Sedangkan secara Khusus *Remedial Teaching* bertujuan agar murid-murid yang mengalami kesulitan belajar dapat mencapai hasil belajar yang diharapkan melalui penyembuhan, atau perbaikan dalam proses belajarnya (Depdikbud, 1984:8)

## H. Umpan Baik dan Tindak Lanjut

Setelah mempelajari kesulitan belajar sesuai dengan Uraian Materi di atas, beberapa hal yang perlu Anda lakukan:

3. Bagaimana memperlakukan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar pada mata pelajaran yang diampu?
4. Masalah apa yang berkaitan dengan kesulitan belajar peserta didik yang menurut Anda perlu ditindaklanjuti melalui penelitian tindakan kelas?

## G. Kunci Jawaban

2. Perbedaan karakteristik peserta didik berdasarkan lingkungan sosial dan budaya yang diikuti di rumah dan lingkungan sekitar. Peserta didik yang tinggal di lingkungan sosial ekonomi yang tinggi dan latar belakang pendidikan orang tua yang tinggi berbeda dengan peserta didik yang tinggal di lingkungan kumuh dan latar belakang pendidikan orangtua yang rendah. Peserta didik yang berasal dari etnis Batak berbeda karakter dengan peserta didik dari yang berbudaya Jawa.
2. Peserta didik yang berada pada masa remaja, perkembangan emosinya yang belum mapan atau stabil perlu diberikan perhatian dan latihan untuk mengelola emosi dengan jalan memberi contoh tindakan yang tegas dan bertanggung jawab. Peserta didik diberi kebebasan untuk menentukan sendiri pilihan sesuai dengan keinginan masing-masing.
3. Upaya guru untuk mengeliminir perbedaan peserta didik adalah dengan membuat aturan atau tata tertib yang berlaku untuk semua. Misalnya, tidak ada diskriminasi terhadap peserta didik yang melanggar aturan. Tidak ada anak atau peserta didik yang menjadi anak kesayangan guru atau diberi perhatian khusus yang melebihi peserta didik lainnya.
4. Hasil belajar dipengaruhi gaya belajar. Gaya belajar itu sendiri diperoleh berdasarkan pengalaman, lingkungan dan keluarga. Peserta didik dari keluarga terpelajar kemungkinan memiliki kebiasaan belajar di rumah. Sementara peserta didik dari keluarga kurang terpelajar tidak memiliki kebiasaan tersebut. Tugas guru adalah menyesuaikan pembelajaran dengan gaya belajar yang dimiliki peserta didik.



## EVALUASI

Kerjakan soal-soal di bawah ini:

1. Ditinjau dari segi pendidikan khususnya dalam segi pembelajaran, yang penting adalah bahwa potensi setiap peserta didik (termasuk kemampuan intelektualnya) harus dipupuk dan dikembangkan. Untuk itu sangat diperlukan kondisi-kondisi lingkungan yang memungkinkan berkembangnya kemampuan intelektual tersebut. Peserta didik akan merasa aman secara psikologis apabila...
  - a. Guru menerima peserta didik sebagaimana adanya tanpa syarat dengan segala kekuatan dan kelemahannya serta memberi kepercayaan padanya bahwa ia baik dan mampu.
  - b. Guru mengusahakan suasana dimana peserta didik tidak merasa dinilai oleh orang lain.
  - c. Guru memberi pengertian dalam arti dapat memahami pemikiran, perasaan dan perilaku peserta didik, dapat menempatkan diri dalam situasi anak, dan melihat dari sudut pandang anak.
  - d. Semua (a, b, dan c) benar
2. Teori Piaget mengenai perkembangan kognitif, sangat erat dan penting hubungannya dengan umur serta perkembangan moral. Konsep tersebut menunjukkan bahwa aktivitas adalah sebagai unsur pokok dalam perkembangan kognitif. Pengalaman belajar yang aktif cenderung untuk memajukan perkembangan kognitif, sedangkan pengalaman belajar yang pasif dan hanya menikmati pengalaman orang lain saja akan mempunyai konsekuensi yang minimal terhadap perkembangan kognitif termasuk didalamnya perkembangan intelektual. Untuk itu guru dapat melakukan...
  - a. Menciptakan interaksi atau hubungan yang akrab dengan peserta didik,
  - b. Memberi kesempatan kepada para peserta didik untuk berdialog dengan ahli dan berpengalaman dalam berbagai bidang ilmu pengetahuan akan sangat menunjang perkembangan intelektual anak

- c. Meningkatkan kemampuan berbahasa peserta didik, baik melalui mediacetak maupun menyediakan situasi yang memungkinkan peserta didik berpendapat atau mengemukakan ide-idenya,
  - d. Semua (a,b, dan c) benar
3. Sebagai individu yang sedang tumbuh dan berkembang, maka proses pertumbuhan dan perkembangan peserta didik tersebut sangat dipengaruhi oleh adanya interaksi antara dua faktor yang sama-sama penting kedudukannya yaitu faktor hereditas dan faktor lingkungan. Keberadaan dua faktor tersebut tidak bisa dipisahkan satu sama lainnya karena kenyataannya kedua faktor tersebut tidak bekerja sendiri-sendiri dalam operasionalnya. Implikasi pertumbuhan dan perkembangan peserta didik dalam pembelajaran...
- a. umumnya anak masa sekolah dan masa remaja mengalami pertumbuhan jasmani yang semakin kuat dan sehat. Sedangkan dalam segi rohani ia mengalami perkembangan pengetahuan dan kemampuan berpikir yang pesat pula karena ditunjang oleh hasrat belajar yang sehat serta ingatan yang kuat.
  - b. pendidik yang berkecimpung dalam pengasuhan anak dalam perkembangan di masa kanak-kanak hendaklah memperhatikan keterkaitan antara berbagai segi kematangan jasmani dan rohani anak dalam menciptakan lingkungan belajar yang efektif.
  - c. kematangan sosial merupakan landasan bagi kematangan intelektual, karena perkembangan kecerdasan berlangsung dalam lingkungan sosial tersebut
  - d. iklim emosional yang menjiwai keluarga itu meliputi: hubungan emosional antara keluarga, kadar kebebasan menyatakan diri dan tanggung jawab dalam pengambilan keputusan.
4. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek fisik pada remaja yang dominan, kecuali....
- a. tinggi badan,
  - b. berat badan,
  - c. daya tahan tubuh

- d. pubertas
- 5. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek intelektual, kecuali...
  - a. tingkat kematangan
  - b. daya tangkap
  - c. hasil belajar
  - d. penguasaan pengetahuan
- 6. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek social, kecuali...
  - a. kerjasama
  - b. tanggung jawab
  - c. stabilitas
  - d. kepedulian
- 7. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek emosi,kecuali...
  - a. Sabar
  - b. toleran,
  - c. responsif
  - d. santun
- 8. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek moral, kecuali...
  - a. Etika
  - b. Jujur
  - c. disiplin
  - d. norma yang berlaku
- 9. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek spiritual, kecuali...
  - a. taat
  - b. ikhlas
  - c. cinta damai
  - d. ajaran agama yang dianut
- 10. Karakteristik peserta didik yang berkaitan dengan aspek Latar belakang sosial-budaya, kecuali...
  - a. suku
  - b. silsilah
  - c. agama
  - d. ras

11. Mana yang bukan termasuk kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik dalam mata pelajaran yang diampu...
  - a. Malas belajar
  - b. Rangking di bawah rata-rata kelas
  - c. Nilai ulangan rendah
  - d. Tidak dapat mengikuti pelajaran berikutnya
12. Langkah pertama yang dilakukan guru sebelum pelaksanaan pembelajaran remedial
  - a. Mengidentifikasi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar
  - b. Menetapkan jadwal pelaksanaan
  - c. Mencermati nilai ulangan yang rendah
  - d. Membuat Rencana Pembelajaran Remedial
13. Langkah pertama yang dilakukan guru untuk mendeteksi kesulitan belajar:
  - a. Mengidentifikasi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar
  - b. Melakukan tes diagnostic kesulitan belajar
  - c. Mencermati nilai ulangan yang rendah
  - d. Membuat Rencana Pembelajaran Remedial
14. Langkah pertama yang dilakukan guru mengidentifikasi perbedaan karakteristik peserta didik
  - a. Mengidentifikasi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar
  - b. Menetapkan perbedaan fisik
  - c. Mencermati latar belakang social budaya orang tua peserta didik
  - d. Mencermati Bio data peserta didik
15. Langkah pertama yang dilakukan guru memperlakukan peserta didik yang berbeda kemampuan intelektual
  - a. Mengidentifikasi peserta didik yang mengalami kesulitan belajar
  - b. Memberikan tindakan yang sama untuk semua peserta didik
  - c. Mencermati nilai ulangan yang rendah
  - d. Membuat Rencana Pembelajaran Remedial



## KUNCI JAWABAN

Kunci Jawaban untuk Test Formatif

1. a
2. a
3. b
4. d
5. d
6. c
7. c
8. d
9. d
10. b
11. a
12. a
13. a
14. d
15. a



## DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2009. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Ahmadi, Abu dan Munawar Sholeh. *Psikologi Perkembangan*. Edisi revisi, Cetakan II. Jakarta, 2005.
- Ali, Mohammad dan Mohammad asroro.2004. *PSIKOLOGI REMAJA Perkembangan Peserta didik*. Jakarta: PT Bumi Aksara
- Abin, S.M. (2002) *Psikologi Pendidikan : Perangkat Sistem Pengajaran Modul*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Abdurrahman, Mulyono. 1999. *Pendidikan Bagi Anak Berkesulitan Belajar*. Jakarta : Rineka Cipta
- Aqib, Zainal. 2002. *Profesionalisme Guru Dalam Pembelajaran*, Jakarta : Insan Cendekia.
- Desmita. *Psikologi Perkembangan*. Cetakan pertama. Bandung: PT Remaja Rosdakarya, 2005.
- Ihsan, Fuad. 1996. *Dasar-Dasar Kependidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Khodijah, Nyayu. 2011. *Psikologi Pendidikan*. Palembang: Grafika Telindo Press.
- Muslich, Masnur. 2009. *Pembelajaran Berbasis Kompetensi dan Kontekstual*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Purwanto, Ngalm. 1995. *Psikologi Pendidikan*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Purwanto. 2009. *Evaluasi Hasil Belajar*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Sardiman AM. 2001. *Interaksi & Motivasi Belajar Mengajar*. Jakarta: PT. RajaGrafindo Persada.
- Sudijono, Anas. 2008. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT. RajaGradindo Persada.
- Sudjana, Nana. 2008. *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Bandung: Sinar Baru Algensindo.
- Tirtarahardja, Umar, S. L. La Sulo. 2005. *Pengantar Pendidikan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Prayitno, elida. *Psikologi perkembangan*. Jakarta: Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi. 1991.
- Yusuf LN, H. Syamsu. *Psikologi Perkembangan Anak dan Remaja*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2008.
- Depdikbud. 1984. *Pengajaran Remedial*. Jakarta : Percetakan Negara RI
- Depdiknas. 2003. *Pembelajaran Remedial*. Jakarta : Direktorat Tenaga Kependidikan
- Depdiknas. 2004. *Suplemen Bahan Sosialisasi Kurikulum SMK Edisi 2004*. Jakarta
- Djamarah, SB dan Aswan Z. 2002. *Strategi Belajar dan Mengajar*. Jakarta : Rineka Cipta
- Sudjana, Nana. 2001. *Penilaian Hasil Belajar Mengajar*. Bandung :Remaja Rosdakarya
- Syaodih, N dan R Ibrahim. 1996. *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta :Rineka Cipta
- Koestoer Partowisastro dan A. Hadisuparto. (1998) *Diagnosis dan Pemecahan Kesulitan Belajar : Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- Siti Mardiyati et al. (1994) *Layanan Bimbingan Belajar*. Surakarta : Penerbit UNS.

Warkitri, H. et al. (1990) *Penilaian Pencapaian Hasil Belajar*. Jakarta : Karunika.

Wijaya, cece (2007) Pendidikan Remedial. Bandung: PT Remaja Rosdakarya



## GLOSARIUM

ISTILAH	KETERANGAN
<i>Karakteristik</i>	
Faktor internal	faktor yang berasal dari dalam diri peserta didik.
<i>Faktor eksternal</i>	faktor yang berada atau berasal dari luar peserta didik
<i>Faktor Instrumental</i>	Faktor yang dapat menyebabkan kesulitan belajar peserta didik
Diagnostik	
<i>Remedial Teaching</i>	aktifitas yang tidak hanya sekedar penyampaian informasi dari guru kepada siswa tetapi ada interaksi antara guru dengan siswa



## DAFTAR ISI

<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>I</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>III</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>VI</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Tujuan .....	2
C. Peta Kompetensi.....	3
D. Ruang Lingkup.....	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	5
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 1</b> .....	<b>7</b>
<b>Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Las OAW</b> .....	<b>7</b>
A. Tujuan .....	7
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	7
C. Uraian Materi .....	7
D. Aktivitas Pembelajaran .....	14
E. Rangkuman.....	17
F. Tes Formatif.....	18
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 2</b> .....	<b>29</b>
<b>Peralatan Pengelasan dan pemotongan pada Proses Las OAW</b> .....	<b>29</b>
A. Tujuan .....	29
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	29
C. Uraian Materi .....	29
D. Aktivitas Pembelajaran .....	56
E. Rangkuman.....	59
F. Tes Formatif.....	59
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 3</b> .....	<b>70</b>
<b>Pemotongan Panas</b> .....	<b>70</b>
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 4</b> .....	<b>92</b>
<b>Praktek Pemotongan Bahan Menggunakan Proses Oksi-Asetilin</b> .....	<b>92</b>
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 5</b> .....	<b>113</b>
<b>Bentuk Sambungan, Posisi Pengelasan Dan Simbol Las</b> .....	<b>113</b>
A. Tujuan .....	113
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	113
C. Uraian Materi .....	113

D. Aktivitas Pembelajaran .....	136
E. Rangkuman.....	139
F. Tes Formatif.....	140
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 6.....</b>	<b>146</b>
<b>Praktek Pengelasan rigi las dan Sambungan tumpul .....</b>	<b>146</b>
A. Tujuan .....	146
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	146
C. Uraian Materi .....	146
D. Aktivitas Pembelajaran .....	148
E. Rangkuman.....	170
F. Tes Formatif.....	170
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 7.....</b>	<b>171</b>
<b>Praktek Pengelasan Sambungan Sudut (Fillet Joint) 1F dan 2F OAW pada Pelat Baja Lunak .....</b>	<b>171</b>
A. Tujuan .....	171
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	171
C. Uraian Materi .....	171
D. Aktivitas Pembelajaran .....	173
E. Rangkuman.....	174
F. Tes Formatif.....	174
<b>KEGIATAN BELAJAR 8 .....</b>	<b>184</b>
<b>Barzing dan Braze welding .....</b>	<b>184</b>
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 9.....</b>	<b>234</b>
<b>Pemeriksaan Hasil Las OAW .....</b>	<b>234</b>
A. Tujuan .....	234
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	234
C. Uraian Materi .....	234
D. Aktivitas Pembelajaran .....	239
E. Rangkuman.....	241
F. Tes Formatif.....	241
<b>PENUTUP .....</b>	<b>248</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>249</b>
<b>KUNCI JAWABAN TEST FORMATIF .....</b>	<b>251</b>
<b>GLOSARIUM .....</b>	<b>266</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Peta Kompetensi .....	3
Gambar 2. 1 Contoh APD .....	11
Gambar 3. 1 Silinder Oksigen .....	30
Gambar 3. 2 Silinder Asetilen .....	31
Gambar 3. 3 Silinder LPG .....	31
Gambar 3. 4 Regulator Oksigen dan Asetilin .....	37
Gambar 3. 5 Regulator LPG .....	37
Gambar 3. 6 Slang Gas .....	38
Gambar 3. 7 Pembakar Las .....	39
Gambar 3. 8 Tip Las .....	40
Gambar 3. 9 Pakaian Pelindung .....	41
Gambar 3. 10 Alat Pengisap .....	42
Gambar 3. 11 Peralatan Las Oksi Asetilin .....	42
Gambar 3. 12 Oxyacetylene attachments chart .....	44
Gambar 3. 13 Welding blowpipe handle dan mixer .....	45
Gambar 3. 14 Cutting blowpipe (pipa hembus pemotong) .....	46
Gambar 3. 15 Mixer .....	46
Gambar 3. 16 tip for welding .....	47
Gambar 3. 17 Cutting Nozel .....	49
Gambar 3. 18 Heating Tip .....	50
Gambar 3. 19 Silinder Key .....	50
Gambar 4. 1 Proses Pemotongan .....	70
Gambar 4. 2 Pembakar Potong (Blowpipe) .....	71
Gambar 4. 3 Mulut Potong (Cutting Nozzle) .....	72
Gambar 4. 4 Alat Bantu Pemotongan .....	73
Gambar 4. 5 Straight Line Tractor .....	74
Gambar 4. 6 Mesin Potong Gas Radial .....	75
Gambar 4. 7 Mesin Potong Gas Koordinat .....	76
Gambar 4. 8 Macam-macam Mesin Potong Pipa .....	78
Gambar 4. 9 Teknik Memotong pada Bagian tengah Pelat .....	80
Gambar 4. 10 Meja Penyangga .....	83
Gambar 4. 11 Contoh Pemotongan Seimbang .....	83
Gambar 4. 12 Contoh Pemotongan Terputus-putus .....	84
Gambar 4. 13 Contoh Pemotongan Berangkai .....	84
Gambar 4. 14 Pemotongan dengan Cara Dltumpuk .....	86
Gambar 4. 15 Pemotongan dengan Cara "Nesting" .....	86

Gambar 4. 16 Alat Jiplak pada Mesin Potong Gas .....	87
Gambar 4. 17 Teknik Jiplak dengan "Photo-Electric".....	89
Gambar 6. 1 Posisi Pengelasan pada <i>Fillet Joint Welds</i> .....	114
Gambar 6. 2 Posisi Pengelasan pada <i>Fillet Joint Welds</i> .....	114
Gambar 6. 3 Parameter sambungan.....	115
Gambar 6. 4 Simbol Pengelasan .....	122
Gambar 6. 5 Simbol Las <i>Butt Joint</i> .....	122
Gambar 6. 6 Simbol Las <i>Fillet Joint</i> .....	123
Gambar 6. 7 Simbol Las <i>T Joint</i> .....	123
Gambar 6. 8 Simbol <i>Field Weld</i> .....	123
Gambar 6. 9 Simbol Las Kontur .....	124
Gambar 6. 10 Simbol <i>Finishing</i> Las .....	124
Gambar 6. 11 Distorsi Memanjang .....	131
Gambar 6. 12 Distorsi Melintang.....	131
Gambar 6. 13 Distorsi Menyudut .....	132
Gambar 6. 14 Las Catat.....	132
Gambar 6. 15 Alat Bantu Las.....	133
Gambar 6. 16 Pengaturan Letak Bahan .....	134
Gambar 6. 17 Pengaturan Jalur Las .....	135
Gambar 6. 18 Penggunaan Logam Pendingin.....	135
Gambar 6. 19 Perbaikan Distorsi dengan Pemanasan.....	136
Gambar 7. 1 Sambungan Tumpul 1G dan 2G	146
Gambar 7. 2 Persiapan permukaan logam pada pengelasan tumpul posisi datar.	147
Gambar 7. 3 Persiapan awal pengelasan tumpul .....	147
Gambar 7. 4 Pemberian las ikat.....	148
Gambar 8. 1 Sambungan sudut 1F dan 2F.....	171
Gambar 8. 2 Pemberian las ikat.....	172
Gambar 9. 1 Jenis Logam dan Kegunaanya.....	184
Gambar 9. 2 Bahan solder terisap rongga (celah sambungan) karena adanya daya kapiler.....	187
Gambar 9. 3 3 baut solder .....	191
Gambar 9. 4 Macam bentuk kepala Baut-solder tangan.....	192
Gambar 9. 5 Baut-solder-tetap.....	192
Gambar 9. 6 Baut solder pistol.....	193
Gambar 9. 7 Baut-solder mini .....	193
Gambar 9. 8 Baut-Solder Pena.....	193
Gambar 9. 9 <i>Baut-solder listrik untuk pekerjaan biasa</i> .....	194
Gambar 9. 10 <i>Baut-solder listrik untuk pekerjaan berat</i> .....	194

Gambar 9. 11 <i>Baut-solder untuk pekerjaan industri</i> .....	195
Gambar 9. 12 <i>Dapur terbuka dengan bahan bakar arang kayu/arang batu</i> .....	195
Gambar 9. 13 <i>Dapur terbuka dengan bahan gas</i> .....	196
Gambar 9. 14 <i>Penimahan kepala baut-solder</i> .....	197
Gambar 9. 15 <i>Tempat air</i> .....	198
Gambar 9. 16 <i>Pipa saluran(Ducting)</i> .....	199
Gambar 9. 17 <i>Prinsip sambungan patri</i> .....	201
Gambar 9. 18 <i>Macam-macam bentuk timah solder</i> .....	202
Gambar 9. 19 <i>Macam-macam bahan tambah dan kemasannya</i> .....	204
Gambar 9. 20 <i>Macam macam sambungan pateri</i> .....	206
Gambar 9. 21 <i>macam-macam penguatan sambungan solder</i> .....	207
Gambar 9. 22 <i>Gaya kapiler</i> .....	207
Gambar 9. 23 <i>Butir Bahan LCS</i> .....	212
Gambar 9. 24 <i>Penetrasi butir kecil secara intergranular</i> .....	212
Gambar 9. 25 <i>Mengelas dengan kuningan/bronze pada besi cor</i> .....	215
Gambar 10. 1 <i>Cacat Overlap</i> .....	237
Gambar 10. 2 <i>Cacat Excessive</i> .....	238
Gambar 10. 3 <i>Cacat Underfill</i> .....	238
Gambar 10. 4 <i>Cacat Undercut</i> .....	238
Gambar 10. 5 <i>Cacat Porosity</i> .....	239
Gambar 10. 6 <i>Cacat Incomplete Fusion</i> .....	239
Gambar 10. 7 <i>Cacat Cracking</i> .....	239



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Contoh Rambu-Rambu Keselamatan Kerja .....	12
Tabel 4. 1 Data Pengoperasian dan Pemakaian Oksi Asetilen .....	81
Tabel 4. 2 Data Pengoperasian dan Pemakaian Oksi-LPG .....	82
Tabel 4. 3 Bentuk-bentuk Hasil Pemotongan dengan Gas .....	91
Tabel 6. 1 Macam-macam Sambungan Las .....	115
Tabel 6. 2 Simbol Las Kampuh .....	121
Tabel 6. 3 Simbol Las Tambahan .....	121
Tabel 6. 4 Penerapan Simbol Las .....	124
Tabel 9. 1 Bahan dan Filler .....	211
Tabel 9. 2 Keuntungan dan Kerugian .....	211
Tabel 9. 3 Bahan Pengelasan .....	217



## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pengembangan keprofesian berkelanjutan (PKB) merupakan pengembangan kompetensi guru dan tenaga kependidikan yang dilaksanakan sesuai dengan kebutuhan, bertahap, dan berkelanjutan untuk meningkatkan profesionalitasnya. Dengan demikian pengembangan keprofesian berkelanjutan adalah suatu kegiatan bagi guru dan tenaga kependidikan untuk memelihara dan meningkatkan kompetensi guru dan tenaga kependidikan secara keseluruhan, berurutan dan terencana, mencakup bidang-bidang yang berkaitan dengan profesinya didasarkan pada kebutuhan individu guru dan tenaga kependidikan (Pedoman penyusunan modul diklat PKB, 2015, hlm. 10). Salah satu bentuk kegiatan yang dapat dilakukan dalam PKB ini adalah kegiatan pengembangan diri dalam bentuk diklat dan kegiatan kolektif guru (Peraturan Menteri Negara dan Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 16 Tahun 2009 tentang Jabatan Fungsional Gurudan Angka Kreditnya).

Kegiatan diklat dalam PKB dibagi dalam 4 (empat) jenjang diklat yaitu: (1) Diklat jenjang dasar yang terdiri atas 5 jenjang diklat (grade), yaitu jenjang 1-5; (2) diklat jenjang lanjut yang terdiri atas 2 jenjang diklat, yaitu jenjang 6 dan 7; (3) diklat jenjang menengah yang terdiri atas 2 jenjang diklat, yaitu jenjang 8 dan 9; dan (4) diklat jenjang tinggi hanya terdiri atas 1 jenjang diklat, yaitu jenjang 10. Untuk menunjang kelancaran pelaksanaan diklat tersebut, ketersediaan sumber belajar yang berupa modul-modul diklat menjadi suatu faktor penting. Modul diklat merupakan substansi materi diklat yang dikemas dalam suatu unit program pembelajaran yang terencana guna membantu pencapaian peningkatan kompetensi dan didisain dalam bentuk bahan cetak. Modul ini merupakan panduan bagi peserta diklat (guru dan tenaga kependidikan) dalam meningkatkan kompetensinya, khususnya kompetensi profesional.

Modul yang disusun ini disiapkan untuk membantu guru dan tenaga kependidikan paket keahlian Teknik Pengelasan dalam menguasai kompetensi profesional dalam mengelas dengan menggunakan las Oksi asetilin. Oleh karena itu, modul

ini berisi paparan tentang proses pengelasan dengan menggunakan Proses Las *Oxy Acetylene Welding (OAW)*, yaitu proses las asetilin untuk menggabungkan dua buah pelat melalui proses pemanasan dan pencairan benda kerja. Dalam modul ini dipaparkan materi yang diarahkan pada upaya untuk memfasilitasi guru dan tenaga kependidikan dalam menguasai kompetensi mengelas pelat sambungan tumpul dan sambungan sudut dengan proses las OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar.

## **B. Tujuan**

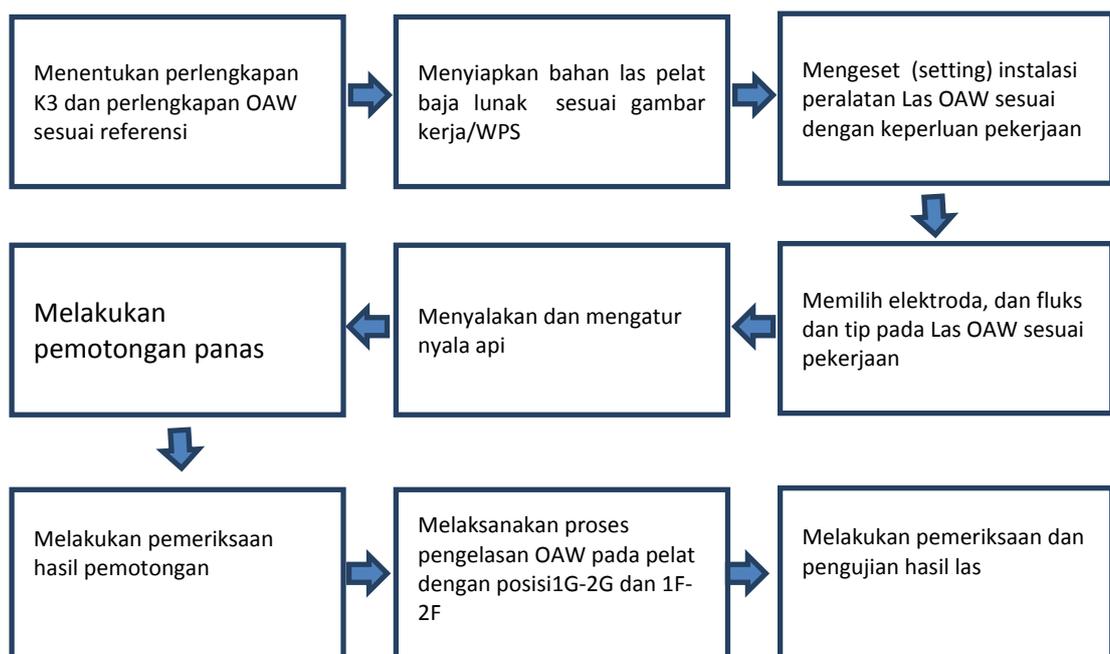
Secara umum, tujuan dari penulisan modul ini adalah untuk memfasilitasi peserta diklat dalam meningkatkan dan mengembangkan keprofesionalannya dalam bidang pengelasan dengan menggunakan proses OAW. Oleh karena itu, setelah mempelajari seluruh isi modul ini peserta diklat diharapkan mampu melakukan proses pengelasan pelat sambungan tumpul dan sambungan sudut dengan proses las OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar.

Untuk mendukung pencapaian tujuan tersebut, maka setelah menyelesaikan kegiatan pembelajaran modul ini, peserta diklat dituntut untuk memiliki kemampuan dalam hal:

1. Mengidentifikasi dan Menerapkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) bidang Pengelasan di Tempat Kerja.
2. Mengidentifikasi Peralatan Pengelasan pada Proses Las OAW
3. Mengidentifikasi, material las dan Bahan Tambah (*Filler Rod*) pada Proses Las OAW
4. Menentukan Persiapan Pengelasan OAW
5. Melaksanakan Proses Praktek Pengelasan Rigi-Rigi Las OAW
6. Melaksanakan Proses Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt Joint*) 1G dan 2G OAW pada Pelat Baja Lunak I
7. Melaksanakan Proses Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2F OAW pada Pelat Baja Lunak
8. Memeriksa dan menguji hasil las

### C. Peta Kompetensi

Melalui materi pembelajaran ini, anda akan melakukan tahapan kegiatan pembelajaran kompetensi pedagogi dan profesional pada grade 1 (satu) secara *one shoot training* dengan moda langsung (tatap muka). Gambar 1.1 memperlihatkan Diagram Alur Pencapaian Kompetensi Grade 1. Pada pembelajaran kompetensi profesional pedagogi, anda akan mempelajari proses memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan potensi yang dimilikinya melalui beberapa aktivitas belajar antara lain mempelajari bahan bacaan, diskusi, studi kasus, mengerjakan tugas dan menyelesaikan test formatif. Alokasi waktu yang disediakan untuk menyelesaikan materi pembelajaran ini adalah 45 JP. Pada pembelajaran kompetensi profesional, anda akan mempelajari prosedur pengelasan pelat dengan menggunakan proses las OAW melalui beberapa kegiatan antara lain diskusi, menyelesaikan Lembar Kerja (Uji Pemahaman materi), dan melakukan Tugas Praktik. Alokasi waktu yang disediakan untuk menyelesaikan materi pembelajaran ini adalah 105 JP.



Gambar 1 Peta Kompetensi

## D. Ruang Lingkup

Modul ini disiapkan untuk 8 (delapan) kegiatan belajar yang terdiri atas 1 (satu) kegiatan belajar untuk bidang pedagogik, dan 7 (tujuh) disiapkan untuk kegiatan belajar bidang professional. Uraian materi bidang pedagogik mencakup uraian tentang memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimilikinya. Adapun uraian materi bidang professional mencakup uraian tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) dalam bidang pengelasan OAW; peralatan las OAW; bahan tambah dan bahan fluks pelindung, ; persiapan pengelasan; proses pengelasan rigi-rigi tanpa dan dengan bahan tambah; pengelasan sambungan tumpul pelat pada posisi 1G dan 2G; pengelasan sambungan sudut pelat pada posisi 1F dan 2F; pemeriksaan dan pengujian hasil las.

Kedelapan kegiatan belajar tersebut diorganisasikan sebagai berikut:

1. Kegiatan Belajar 1 (satu) memuat sajian materi pedagogik dengan bahan kajiannya tentang implementasi memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan potensi yang dimilikinya.
2. Kegiatan Belajar 2 (dua) memuat sajian materi tentang Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Bidang Las OAW. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar 2 ini, dibagi menjadi 3 (tiga) bahan bacaan, yaitu: (1)K3 di tempat kerja, (2) bahaya-bahaya dalam pengelasan dan pencegahannya, dan (3) alat pelindung diri pada proses pengelasan OAW.
3. Kegiatan Belajar 3 (tiga) memuat sajian materi tentang peralatan utama, peralatan bantu, dan nyala api sesuai prosedur operasi standa
4. Kegiatan Belajar 4 (empat) memuat sajian materi tentang Melakukan pemotongan panas menggunakan perangkat las Oksi asetilin
5. Kegiatan Belajar 5 (lima) memuat sajian materi tentang latihan Praktek pemotongan panas menggunakan perangkat oksi-asetilin
6. Kegiatan Belajar 6 (enam) memuat sajian materi tentang Persiapan Pengelasan OAW. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar 6 ini, dibagi menjadi 2 (dua) bahan bacaan, yaitu: (1) posisi pengelasan, sambungan dan simbol las, (2) tindakan pencegahan dan perbaikan distorsi

7. Kegiatan Belajar 7 (tujuh) memuat sajian materi tentang Proses Praktek Pengelasan Rigi-Rigi Las OAW. Materi pokok dalam kegiatan ini dibagi menjadi 4 (empat) latihan praktik, yaitu: (1) Pengelasan rigi-rigi las tanpa bahan tambah, (2) Pengelasan rigi-rigi las dengan bahan tambah, (3) proses pengelasan sambungan tumpul (*butt joint*) 1G pada pelat baja lunak, (4) proses pengelasan sambungan tumpul (*butt joint*) 2G pada pelat baja lunak.
8. Kegiatan Belajar 8 (delapan) memuat sajian materi tentang Proses Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2F pada Pelat Baja Lunak. Materi pokok dalam kegiatan ini dibagi menjadi 2 (dua) latihan praktik, yaitu: (1) proses pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F pada pelat baja lunak, (2) proses pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 2F OAW pada pelat baja lunak.
9. Kegiatan Belajar 9 (sembilan) memuat sajian materi tentang Proses Pengelasan Brazing dan Braze welding pada pelat dan pipa.
10. Kegiatan Belajar 10 (sepuluh) memuat sajian materi tentang Pemeriksaan Hasil pemotongan dengan OAW. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar ini, dibagi menjadi 3 (tiga) bahan bacaan, yaitu: (1) pemeriksaan hasil pemotongan (2) Inspeksi pengelasan, (3) pengujian hasil pengelasan

## **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

1. Materi pembelajaran utama pengelasan dengan menggunakan proses las OAW ini berada pada tingkatan *grade1* (satu), terdiri dari materi pedagogi dan materi profesional. Materi pedagogi berisi bahan pembelajaran tentang uraian tentang memfasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai potensi yang dimilikinya dan materi professional berisi bahan pembelajaran tentang prinsip dan prosedur pengelasan OAW. Materi pembelajaran dalam setiap Kegiatan Belajar, terbagi atas 3 (tiga) bagian, yaitu: Pengantar aktivitas pembelajaran, Uraian materi yang terbagi dalam beberapa Bahan Bacaan, Rincian aktivitas pembelajaran, Lembar Kerja/TugasPraktek, Rangkuman dan TesFormatif.

2. Waktu yang digunakan untuk mempelajari materi pembelajaran ini diperkirakan 150JP,dengan rincian untuk materi pedagogi 45 JP dan untuk materi profesional105 JP, melalui diklat PKB moda tatap muka.
3. Untuk memulai kegiatan pembelajaran,Anda harus mulaid engan membaca Pengantar Aktivitas Belajar, menyiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan/ diminta, mengikuti tahap demitahap kegiatan pembelajaran secara sistematis dan mengerjakan perintah-perintah kegiatan pembelajaran pada Lembar Kerja (LK) baik pada ranah pengetahuan dan keterampilan.Untuk melengkapi pengetahuan,anda dapat membaca bahan bacaan yang telah disediakan dan sumber- sumber lain yang relevan. Pada akhir kegiatan anda akan dinilai oleh pengampu dengan menggunakan forma tpenilaianyangsudah dipersiapkan.



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

### Kesehatan dan Keselamatan Kerja pada Proses Las OAW

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan memperhatikan bahaya yang dapat ditimbulkan peserta diklat dapat menentukan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja pada pengelasan las oksidasi asetilin (OAW) dengan tepat.

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- 20.16.1. Menganalisis peralatan keselamatan dan kesehatan kerja pada pengelasan oksidasi asetilin
- 20.16.2 Menentukan prosedur penggunaan peralatan K3L pada proses Las Oksidasi asetilin

#### C. Uraian Materi

##### Bahan Bacaan 1: Gangguan Kesehatan dan Penyebab Kecelakaan Kerja

Pekerjaan pemotongan dengan panas cukup beragam, antara lain pemotongan dengan gas oksidasi-asetilin atau LPG, pemotongan dengan busur plasma (*plasma cutting*), dan pemotongan/ pengaluran dengan busur-udara (*air arc gouging*). Jenis pekerjaan ini merupakan salah satu jenis pekerjaan yang cukup berpotensi menyebabkan gangguan terhadap kesehatan dan dapat menyebabkan kecelakaan kerja.

Gangguan kesehatan dan kecelakaan secara umum dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yakni operator atau teknisi pemotongan itu sendiri, mesin dan alat-alat pemotongan, serta lingkungan kerja. Adapun secara rinci gangguan kesehatan atau kecelakaan tersebut dapat disebabkan oleh hal-hal berikut: (1) kelalaian operator/ teknisi, (2) alat-alat/ mesin yang tidak dilengkapi oleh pengaman atau tidak layak pakai, (3) sinar pemotongan, (4) debu dan asap, (5)

panas/ api, (6) kejatuhan benda, serta (7) bising/ suara di atas standar pendengaran.

### **1. Kelalaian**

Kelalaian dalam bekerja adalah penyebab kecelakaan kerja yang sering terjadi pada kerja pemotongan. Bentuk kelalaian tersebut diantaranya: tidak mengikuti instruksi dan prosedur kerja (SOP) yang ditentukan, tidak menggunakan alat keselamatan dan kesehatan kerja yang dianjurkan, melakukan tindakan “bodoh” (bermain-main sambil bekerja atau tidak serius), dan tidak peduli dengan daya tahan tubuh dalam bekerja sehingga terjadi kelelahan kerja.

### **2. Kondisi alat/ mesin**

Kondisi alat-alat atau mesin-mesin yang tidak dilengkapi pengaman atau kondisi tidak aman, akan sangat memungkinkan terjadinya kecelakaan, terutama jika pada kondisi tersebut tidak adanya rambu-rambu peringatan serta kurangnya kepedulian terhadap ancaman bahaya kecelakaan. Misalnya, slang gas yang sudah tidak layak pakai (retak), sehingga akan dapat bocor dan akan menimbulkan bahaya kebakaran atau ledakan kapan saja tanpa ada peringatan. Demikian juga alat-alat dan mesin yang tidak layak pakai atau kurang perawatan akan menyebabkan tidak berfungsi sebagaimana mestinya.

### **3. Sinar pemotongan**

Dalam proses pemotongan dengan panas akan menimbulkan sinar/ cahaya yang dapat membahayakan operator atau orang-orang yang berada di sekitar tempat kerja. Kuatnya sinar/ cahaya yang ditimbulkan oleh proses pemotongan sangat tergantung pada jenis proses pemotongan yang digunakan. Jenis cahaya yang ditimbulkan juga beragam, yakni cahaya tampak, ultra violet, infra merah.

Pada pemotongan dengan gas (oksi-asetilin atau LPG), cahaya yang dominan hanyalah cahaya tampak. Walaupun cahaya ini tidak begitu kuat atau tidak sekuat cahaya pada pekerjaan las, namun akan berdampak pada kelelahan mata jika tidak menggunakan kaca penyaring yang sesuai. Cahaya tampak yang terang dan menyilaukan yang masuk ke mata akan diteruskan oleh lensa dan kornea mata ke retina mata. Bila cahaya ini terus menerus masuk ke mata, maka mata akan segera menjadi lelah dan sakit. Rasa lelah dan sakit pada mata sifatnya hanya sementara, namun kalau terjadi berulang-ulang dan dalam waktu yang lama,

maka akan berpengaruh pada saraf-saraf disekitar mata, sehingga akan dapat menimbulkan rasa sakit pada mata dan pusing/ sakit kepala.

Adapun pada pemotongan dengan busur plasma, juga akan menimbulkan cahaya infra merah dan ultra violet (di samping cahaya tampak). Cahaya ini lebih berbahaya dari cahaya tampak, karena akan berdampak terhadap kesehatan yang lebih berat. Sinar infra merah berasal dari busur plasma tidak diketahui dan tidak terlihat tetapi akibatnya sama dengan pengaruh panas api secara langsung. Dampak yang paling cepat dan langsung terasa adalah pada mata, yaitu akan terjadi pembengkakan pada kelopak mata, terjadinya penyakit kornea dan kebutaan.

Sinar ultra violet sebenarnya adalah cahaya yang mudah terserap, tetapi cahaya ini mempunyai pengaruh yang besar terhadap reaksi kimia yang terjadi di dalam tubuh. Bila sinar ultra violet yang terserap oleh lensa melebihi jumlah tertentu, maka pada mata terasa seakan-akan ada benda asing di dalamnya dalam waktu antara 6 sampai 12 jam, kemudian mata akan menjadi sakit selama 6 sampai 24 jam.

#### **4. Debu dan Asap**

Debu pada proses pemotongan ditimbulkan dari kotoran yang menempel pada permukaan bahan atau karat dan terak-terak halus yang dihasilkan oleh proses pemotongan. Sedangkan asap ditimbulkan oleh proses penyalaan api pemotongan, misalnya saat “nyala *preheating*” pada proses pemotongan dengan gas oksasi-asetilin atau dengan LPG. Asap yang lebih berbahaya dapat ditimbulkan oleh pemotongan dengan busur plasma dan busur-udara (*air arc gouging*), dimana dari prosesnya dapat menghasilkan asap/ gas beracun, seperti nitrogen dioksida, terutama pemotongan bahan aluminium dan baja tahan karat.

Debu dan asap yang ditimbulkan oleh proses pemotongan dengan panas, terutama pemotongan dengan busur plasma dapat terhisap dan akan masuk ke rongga paru-paru, sehingga akan menimbulkan penyakit, seperti batuk dan sesak napas dan lain sebagainya.

#### **5. Panas**

Panas yang ditimbulkan oleh proses pemotongan dengan panas berasal dari api potong atau busur listrik, panas bahan yang dipotong, maupun dari loncatan api

pemotongan. Sebagaimana umumnya benda panas, maka panas yang terjadi akibat pemotongan perlu diperhatikan dengan baik, karena resiko kecelakaan akibat panas benda kerja cukup sering terjadi apabila tidak mengikuti prosedur kerja dan tidak mengindahkan penggunaan alat-alat keselamatan dan kesehatan kerja. Adapun kemungkinan kecelakaan yang terjadi antara lain adalah luka bakar pada tangan saat memegang bahan pemotongan tanpa menggunakan tang panas/ sarung tangan atau oleh loncatan api pemotongan/ cairan pemotongan yang mengenai bagian tubuh yang terbuka (misalnya kepala) atau kaki.

Luka bakar yang diakibatkan oleh logam panas dan busur pemotongan adalah karena adanya pencairan benda kerja antara 1200–1500 °C dan sinar infra merah, hal ini dapat mengakibatkan luka bakar pada kulit, sehingga dapat menyebabkan kulit melepuh/ terkelupas. Luka bakar yang diakibatkan oleh loncatan bunga api adalah loncatan butiran logam cair yang ditimbulkan oleh cairan logam. Walaupun bunga api itu kecil, tapi dapat melubangi kulit melalui pakaian kerja, lobang kancing yang lepas atau pakaian kerja yang longgar.

#### **6. Kejatuhan benda**

Resiko kejatuhan benda saat kerja pemotongan dapat saja terjadi, terutama ketika persiapan pemotongan (*setting*) dan melakukan perbaikan atau membersihkan hasil pemotongan. Untuk itu, kehati-hatian dalam bekerja sangat dituntut dalam hal ini, karena kejatuhan benda kerja dapat mengakibatkan cedera ringan sampai berat, misalnya patah atau luka memar.

#### **7. Bising/ suara di atas standar pendengaran**

Standar kemampuan pendengaran manusia adalah sekitar 90 desibel (dB) dan akan mengganggu (merasa sakit) pendengaran bila suara yang ditimbulkan tersebut (tingkat kebisingannya) di atas 120 dB.

Pada proses pemotongan dengan gas oksidasi-asetilin/ LPG, relatif tidak bising, namun pada proses pemotongan dengan busur plasma akan menimbulkan tingkat kebisingan yang cukup tinggi, yakni dapat mencapai antara 95 dan 130 dB. Oleh sebab itu, jika kita berada atau melakukan pekerjaan pemotongan dengan busur plasma, maka dianjurkan untuk menggunakan alat pelindung telinga (*ear plug*).

## Bahan Bacaan. 2: Pencegahan Kecelakaan pada Pekerjaan Pengelasan dengan proses OAW

Hal yang paling mendasar yang perlu diperhatikan dalam pekerjaan yang mengandung resiko kecelakaan adalah melakukan pekerjaan sesuai standar operasional prosedur (SOP) yang telah ditentukan dan bekerja secara serius, serta hati-hati di setiap langkah pekerjaan. Namun demikian, ada kelengkapan kerja yang perlu disiapkan dan hal-hal yang perlu diperhatikan agar terhindar dari kecelakaan kerja, yakni sebagai berikut:

1. Menggunakan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja berupa alat pelindung diri (APD) atau *personal protective equipment (PPE)* yang dipersyaratkan, antara lain: pakaian kerja, apron/ jaket, sarung tangan, kaca mata potong, sepatu *safety*, dan *ear plug*, dll.
2. Menggunakan pembatas atau pelindung daerah kerja agar orang lain tidak terganggu, atau bekerja di tempat yang terpisah dari pekerjaan lain. Hal tersebut diperlukan karena dalam proses pemotongan kadangkala perlu penanganan material dengan menggunakan alat berat, misal forklif untuk mengangkat atau memindahkan benda kerja.



Gambar 2. 1 Contoh APD

3. Melengkapi daerah kerja (bengkel) dengan rambu-rambu keselamatan kerja. Pada bengkel-bengkel kerja pemotongan, terutama pada industri yang mempekerjakan banyak orang, maka rambu-rambu penggunaan peralatan keselamatan dan kesehatan kerja serta tanda-tanda peringatan amatlah

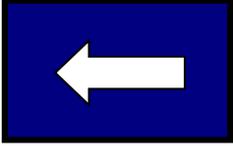
penting. Hal ini adalah demi terhindarnya seluruh orang (pekerja dan non pekerja) dari resiko kecelakaan.

Untuk itu, pada tempat-tempat atau daerah kerja yang memerlukan penggunaan alat-alat keselamatan kerja harus diberi tanda peringatan/ rambu-rambu yang mengharuskan seseorang yang bekerja atau berada ditempat tersebut untuk menggunakan APD yang ditentukan untuk bekerja/ berada daerah tersebut.

Berikut ini adalah contoh-contoh rambu-rambu keselamatan kerja yang banyak digunakan pada bengkel secara umum:

**Tabel 2. 1 Contoh Rambu-Rambu Keselamatan Kerja**

No.	RAMBU-RAMBU	ARTI RAMBU-RAMBU
1.		<p><b>Helm pengaman harus dipakai !</b></p>
2.		<p><b>Sepatu kerja/ pengaman harus dipakai !</b></p>
3.		<p><b>Sarung tangan harus dipakai !</b></p>
4.		<p><b>Kaca mata pengaman harus dipakai !</b></p>

5.		<b>Pengaman telinga harus dipakai !</b>
6.		<b>Saringan pernafasan harus dipakai !</b>
7.		<b>Hati-hati !</b>
8.		<b>Penunjuk arah</b>

**Catatan :**

***Penempatan rambu-rambu disesuaikan dengan kondisi dan tuntutan pekerjaan.***

- Menyediakan obat-obatan untuk pertolongan pertama pada kecelakaan (PPPK).

Resiko kecelakaan yang banyak terjadi pada kerja pemotongan dengan panas adalah jenis luka bakar dan goresan ringan sampai sedang. Luka bakar dapat terjadi pada seluruh anggota tubuh, terutama pada tangan dan kaki, baik diakibatkan oleh panas langsung, benda kerja yang panas ataupun oleh sinar pemotongan, serta oleh percikan api pemotongan. Adapun luka tergores atau terpotong dapat disebabkan oleh sisi-sisi tajam benda kerja ataupun oleh alat-alat bantu pemotongan.

Secara umum obat-obatan yang perlu disediakan pada bengkel pemotongan adalah obat-obatan yang umum dipakai pada bengkel-bengkel kerja pada

umumnya. Untuk obat-obatan mata, diperlukan obat tetes khusus untuk mata disamping obat pembersih mata yang dipakai sebelum obat tetes (*boor water*).

Berikut ini adalah macam-macam obat-obatan/ peralatan PPPK yang disarankan untuk disediakan pada bengkel pemotongan dengan gas:

1. Obat luka bakar (misalnya *Livertran* atau sejenisnya)
2. Obat luka (misalnya *Betadine* atau obat merah, untuk luka tergores/ terpotong ringan sampai dengan sedang )
3. Pembersih mata (misalnya *boor water*, untuk pembersih mata sebelum diberi obat tetes mata).
4. Obat tetes mata (sesuai anjuran dokter atau yang umum tersedia dipasaran)
5. Verban, kapas, *band aid* (spt. Tensoplast, Handyplast, dll).

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

##### **Aktivitas Pengantar : Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, ½ JP)**

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Las OAW** ini? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam Materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

### **Aktivitas Pembelajaran 1. Mengamati Lingkungan Kerja dan Alat Keselamatan Kerja (1 JP)**

Anda diminta melakukan pengamatan di bengkel las tempat akan dilaksanakan praktikum pengelasan OAW mengenai lingkungan kerja dan alat keselamatan kerja misalkan Alat Pemadam Api Ringan (APAR), *exhaust fan* dan lain-lain Hasil pengamatan dideskripsikan dan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) disertai denah sederhana bengkel las lengkap posisi alat keselamatan kerja yang ada di bengkel las OAW. Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Alat keselamatan kerja apa saja yang tersedia di bengkel las anda?
2. Sebutkan spesifikasi masing-masing alat keselamatan kerja tersebut!
3. Berapa jumlah masing-masing alat keselamatan kerja tersebut?
4. Bagaimana kondisi masing-masing alat keselamatan kerja tersebut, apakah masih berfungsi dengan baik atau keadaannya sudah rusak?

Setelah LK-01 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 2** tentang Bahaya-bahaya dalam pengelasan dan pencegahannya.

### **Aktivitas Pembelajaran 2. Mengamati Potensi Bahaya Proses Pengelasan OAW (1 JP)**

Anda diminta melakukan pengamatan mengenai potensi bahaya yang dapat timbul dari proses pengelasan OAW di bengkel las OAW terutama bahaya kebakaran, bahaya gas, bahaya sinar las dan bahaya asap las. Hasil pengamatan di diskusikan dengan sesama peserta diklat untuk kemudian diambil kesimpulan bersama mengenai potensi bahaya yang ditimbulkan

proses pengelasan las OAW dan dituangkan dalam **LK-02**. Untuk membantu anda mengisi LK-02, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Tentukan jenis-jenis potensi bahaya yang ada di bengkel las?
2. Bagaimana cara penanganan masing-masing potensi bahaya tersebut!

Setelah LK-02 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 3** tentang Alat Pelindung Diri.

### **Aktivitas Pembelajaran 3. Mengidentifikasi Alat Pelindung Diri (1 JP)**

Anda diminta mengidentifikasi Alat Pelindung Diri (APD) yang diperlukan pada proses pengelasan OAW dari sumber-sumber teori yang ada. Hasil identifikasi kemudian dituangkan dalam daftar tertulis (**LK-03**).Kemudian didiskusikan dengan teman satu kelompok mengenai fungsi penggunaannya. Untuk membantu anda mengisi LK-03, dapat dipandu pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan alat-alat pelindung diri yang diperlukan pada proses pengelasan OAW!
2. Jelaskan fungsi penggunaan dari alat-alat pelindung diri yang diperlukan pada proses pengelasan OAW!

Setelah LK-03 terisi, anda dapat melanjutkan ke **Aktivitas Pembelajaran 4**.

### **Aktivitas Pembelajaran 4. Menganalisis Ketersediaan dan Kondisi Alat Pelindung Diri (1 JP)**

Anda diminta melakukan pengamatan di bengkel las OAW mengenai ketersediaan dan kondisi APD yang ada. Hasil pengamatan dibandingkan dengan (LK-03). Kemudian didiskusikan beserta peserta diklat yang lain mengenai keamanan proses pengelasan berdasarkan hasil pengamatan APD

yang ada. Hasil analisis kemudian dituangkan dalam daftar tertulis **LK-04**. Untuk mengisi LK-04 anda akan dipandu dengan beberapa pertanyaan berikut:

1. Sebutkan alat pelindung diri yang harus ada di bengkel las OAW!
2. Sebutkan alat pelindung diri di bengkel las tempat anda praktikum!
3. Sebutkan berapa jumlah alat pelindung diri yang tersedia!
4. Bagaimana kondisi masing-masing alat pelindung diri tersebut, apakah masih baik atau sudah rusak?

Setelah LK-04 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda dapat membaca **Kegiatan Pembelajaran KP-3** tentang Peralatan Pengelasan pada Proses Las OAW

## E. Rangkuman

Setiap pekerjaan akan ada risikonya baik kecil ataupun besar. Seorang teknisi atau operator pemotongan harus memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja karena dapat mengganggu kesehatan dan berbagai resiko kecelakaan, yang disebabkan oleh: operator atau teknisi itu sendiri, mesin dan alat-alat pemotongan, serta lingkungan kerja.

Kecelakaan kerja tidak dapat diprediksi kapan akan terjadi, namun dapat diminimalisir serta dicegah sebelum kecelakaan itu datang dengan melakukan pekerjaan menurut SOP dan teknik yang benar serta harus memperhatikan kondisi kesehatan sebelum melakukan pekerjaan. Disamping itu, kita juga harus peduli terhadap rambu-rambu keselamatan dan memperhatikan penggunaan APD untuk melindungi diri dari resiko mengganggu kesehatan dan kecelakaan yang diakibatkan oleh: kelalaian, alat-alat/ mesin yang tidak dilengkapi oleh pengaman atau tidak layak pakai, sengatan listrik (*electric shock*), sinar pemotongan, debu dan asap, panas/ api, kejatuhan benda, serta bising/ suara di atas standar pendengaran.

P3K perlu dilakukan dan merupakan tindakan pertama jika terjadi suatu kecelakaan. Untuk itu, seorang operator pemotongan sedikitnya perlu mengetahui langkah-langkah dalam penanganan kecelakaan dan penggunaan obat-obat yang diperlukan untuk tindakan tersebut, antara lain: obat luka bakar, obat luka, pembersih dan obat tetes mata, serta verban/ *band aid*, dsb.

## **F. Tes Formatif**

1. Jelaskan pentingnya pemahaman keselamatan dan kesehatan kerja di bidang pengelasan!
2. Jelaskan kondisi-kondisi tidak aman di tempat kerja!
3. Jelaskan bahaya apa saja yang diakibatkan sinar las!
4. Jelaskan bagaimana saja cara mengatasi bahaya asap dan gas las!
5. Jelaskan Alat Pelindung Diri (APD) untuk seorang *welder*!

## Lembar Kerja KP-2

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Las OAW**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

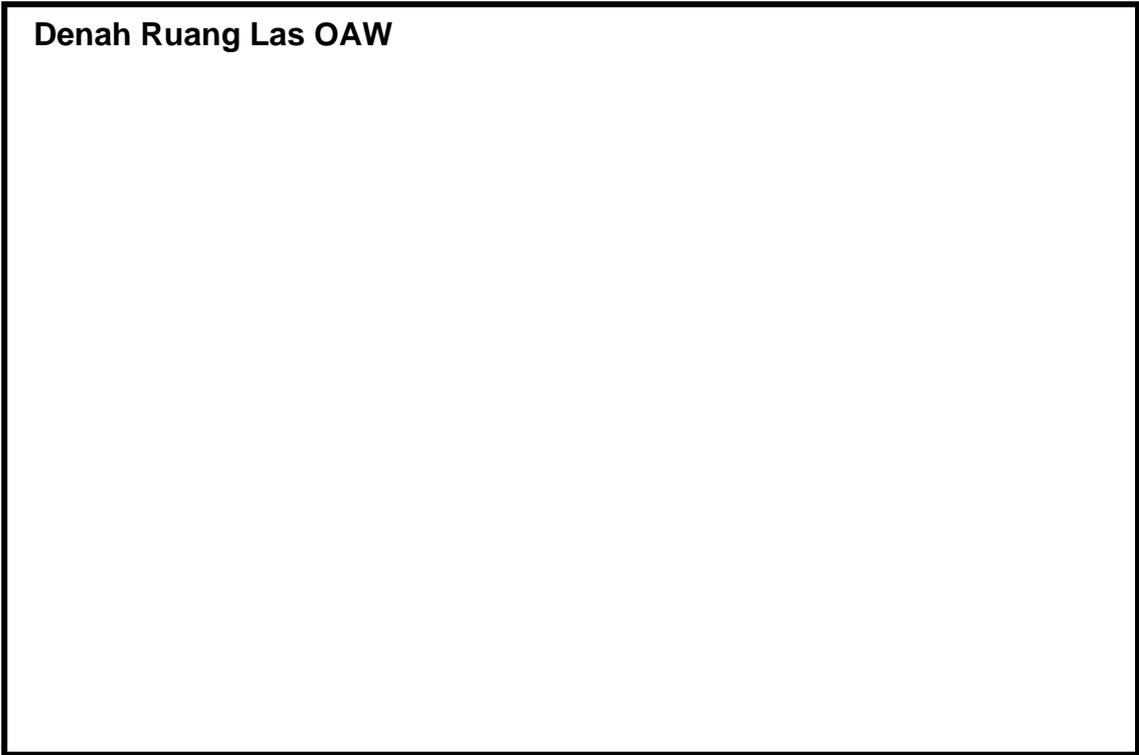
6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

**Form LK-01 Lembar Pengamatan Lingkungan Kerja dan Alat Keselamatan Kerja Proses Las OAW**

No.	Alat Keselamatan Kerja	Spesifikasi	Jml	Kondisi	
				Baik	Rusak

## Denah Ruang Las OAW



**Form LK-02 Lembar Pengamatan Potensi Bahaya pada Proses Pengelasan OAW**

No	Jenis Bahaya	Rincian Potensi Bahaya
1.	Kebakaran/ Ledakan	
2.	Gas pelindung	
3.	Sinar las	
4.	Asap las	
5.	.....	



**Form LK-04 Lembar Pengamatan Ketersediaan dan Kondisi Alat Pelindung Diri pada Proses Pengelasan OAW**

No.	APD yang harus ada	APD yang tersedia	Jml	Kondisi	
				Baik	Rusak

## EVALUASI

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi pokok “Keselamatan dan Kesehatan Kerja Pemotongan”, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

### A. PILIHAN GANDA

***Beri tanda silang pada alternatif jawaban yang paling benar dari pertanyaan-pertanyaan berikut (a, b, c, atau d)***

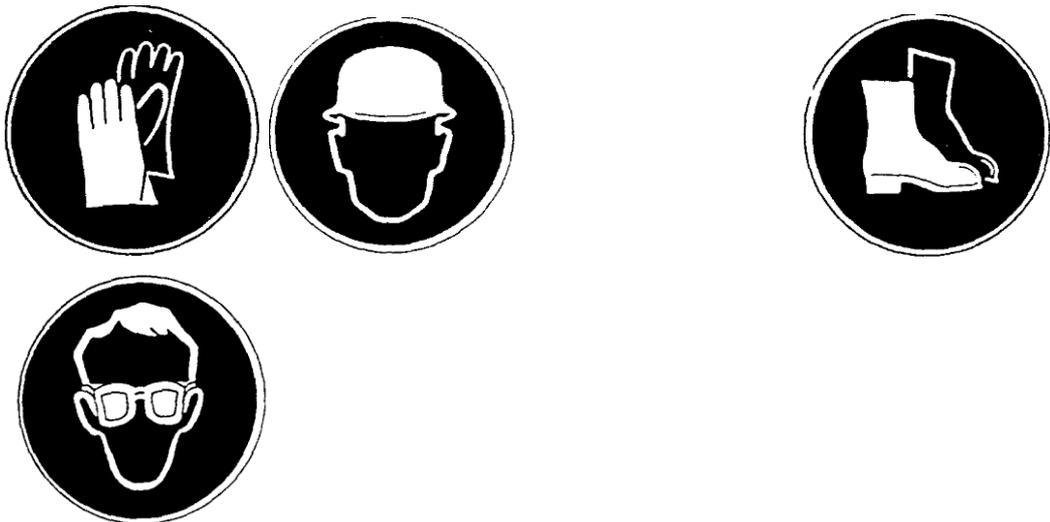
---

#### **PERTANYAAN :**

1. Pada pekerjaan pemotongan dengan panas dapat menimbulkan gangguan kesehatan atau kecelakaan. Faktor-faktor yang menjadi penyebab adalah:
  - a. alat-alat/ mesin yang tidak dilengkapi oleh pengaman atau tidak layak pakai
  - b. debu dan asap
  - c. panas/ api
  - d. a, b, c benar
2. Pada proses pemotongan timbul cahaya yang membahayakan operator pemotongan dan pekerja lain di daerah pemotongan. Sinar yang tidak terjadi dalam proses pemotongan adalah:
  - a. Cahaya tampak
  - b. Infra merah
  - c. Ultra merah
  - d. Ultra violet
4. Pada proses pemotongan dengan busur plasma akan menimbulkan tingkat kebisingan yang cukup tinggi, yakni dapat mencapai antara 95 dan 130 dB. Adapun batas kemampuan pendengaran manusia secara umum adalah:
  - a. 90 dB
  - b. 120dB
  - c. 75 dB
  - d. 130 dB

5. Alat pelindung diri yang selalu harus dipakai untuk mencegah timbulnya bahaya-bahaya yang dapat mengganggu keselamatan dan kesehatan kerja pada pekerjaan pemotongan adalah ....
- sarung tangan, sepatu kerja, kedok/ helm
  - apron/ jaket, penutup hidung, kaca mata
  - sepatu keselamatan (*safety shoes*), sarung tangan, kaca mata potong
  - exhaust fan, sarung tangan, kaca mata, kedok/helm

6. Perhatikan simbol keselamatan kerja berikut !



A

B

C

D

Gambar yang bukan merupakan rambu-rambu atau simbol utama pada bengkel kerja pemotongan adalah ....

- A. b. B. c. C. d. A dan D
7. Berikut ini yang bukan termasuk usaha pencegahan luka bakar akibat panas langsung dan sinar pemotongan adalah memakai ....
- topi/ helm
  - sepatu kerja
  - baju kerja/ jaket
  - sarung tangan
8. Berikut ini yang bukan merupakan usaha pencegahan kecelakaan kerja pemotongan dengan panas adalah:

- a. menggunakan APD yang sesuai
- b. pemotongan dilakukan pada ruang terbuka
- c. melengkapi daerah kerja (bengkel) dengan rambu-rambu keselamatan kerja
- d. menyediakan obat-obatan untuk PPPK

## B. URAIAN SINGKAT

***Jawablah pertanyaan berikut secara singkat, jepemotongan dan benar !***

---

### **PERTANYAAN :**

1. Pekerjaan pemotongan dengan gas adalah salah satu jenis pekerjaan yang cukup berpotensi menyebabkan gangguan terhadap kesehatan atau malah dapat menyebabkan kecelakaan kerja. Jelaskan secara singkat gangguan dan jenis kecelakaan yang dapat ditimbulkan dari kerja pemotongan tersebut!
2. Sebutkan macam-macam cahaya api pemotongan yang ditimbulkan oleh proses pemotongan dan jelaskan akibat yang dapat ditimbulkan terhadap keselamatan dan kesehatan kerja.
3. Jelaskan nama dan penggunaan macam-macam APD berikut secara singkat!



4. Apa fungsi rambu-rambu keselamatan pada suatu bengkel? Jelaskan beserta contoh kasusnya!

Berikan contoh tindakan PPPK dalam kerja pemotongan; jika memerlukan obat-obatan, coba Anda rekomendasikan penggunaannya.



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

### Peralatan Pengelasan dan pemotongan pada Proses Las OAW

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan memperhatikan macam-macam peralatan las peserta diklat menentukan dan memasang peralatan las OAW dengan benar.

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Menentukan peralatan utama, peralatan bantu, dan nyala api sesuai prosedur operasi standar

1. Peralatan pengelasan OAW dapat ditentukan dengan benar.
2. Peralatan pengelasan OAW dapat dipasang dengan benar.

#### C. Uraian Materi

##### PERLENGKAPAN PENGELASAN OAW

##### Bahan Bacaan 1: Gas untuk pemotongan dan pengelasan

##### 1. Gas Oksigen dan Asetilin/ LPG

Gas oksigen, asetilin dan LPG (*Liquified Petroleum Gas*) disimpan dalam silinder dalam berbagai ukuran dengan standar pengamanan tertentu. Ukuran-ukuran silinder oksigen dan asetilin bermacam-macam, tergantung kebutuhan pekerjaan, namun yang umum dipakai adalah mulai dari 3500 liter, 5000 liter, 6000 liter dan 7000 liter, sedangkan untuk silinder LPG untuk keperluan industri secara umum tersedia dalam ukuran 12 Kg dan 50 Kg.

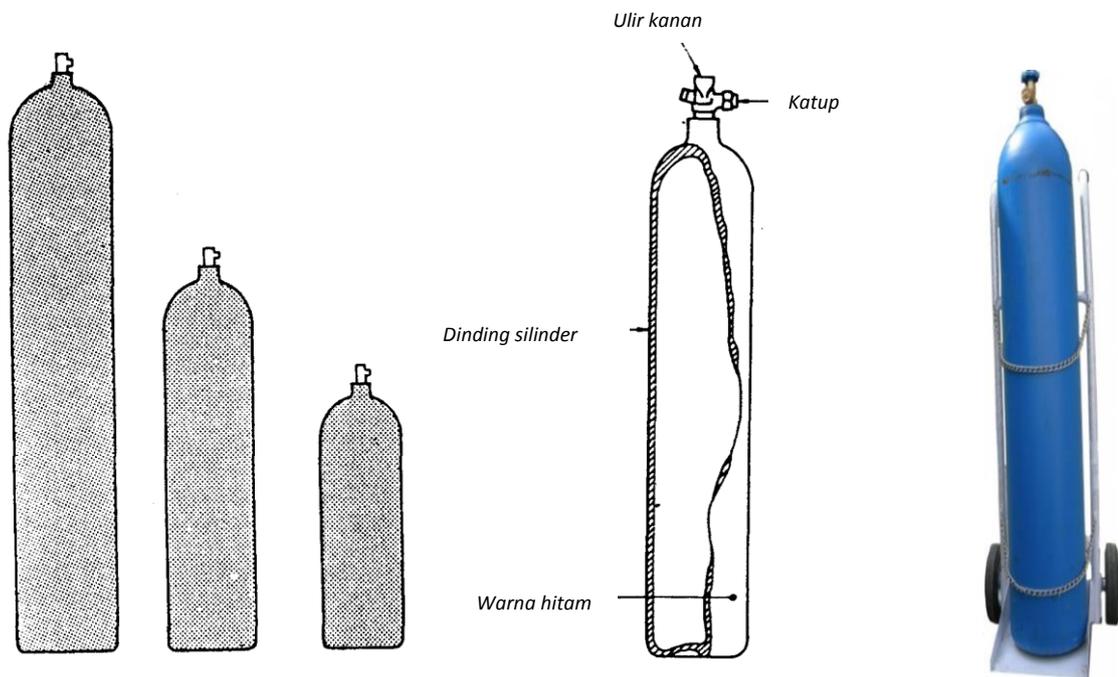
Adapun standar warna silinder asetilin adalah merah, silinder oksigen biasanya adalah biru atau hitam, namun ada juga pabrik tertentu membuat standar warna tersendiri. Sedangkan untuk silinder LPG pada umumnya bewarna biru.

Dalam pemakaiannya, LPG dibedakan antara penggunaan untuk keperluan rumah tangga dan LPG untuk di industri. Untuk penggunaan di rumah tangga biasanya digunakan LPG Mix, yaitu campuran propane dan butana dengan

komposisi antara 70- 80% dan 20-30% dan diberi odorant (*mercaptant*). Sedangkan untuk pemamaan di industri (untuk pemotongan) digunakan LPG dengan kandungan utama propane 95 % atau butana 97,5 %, dan diberi odorant (*mercaptant*).

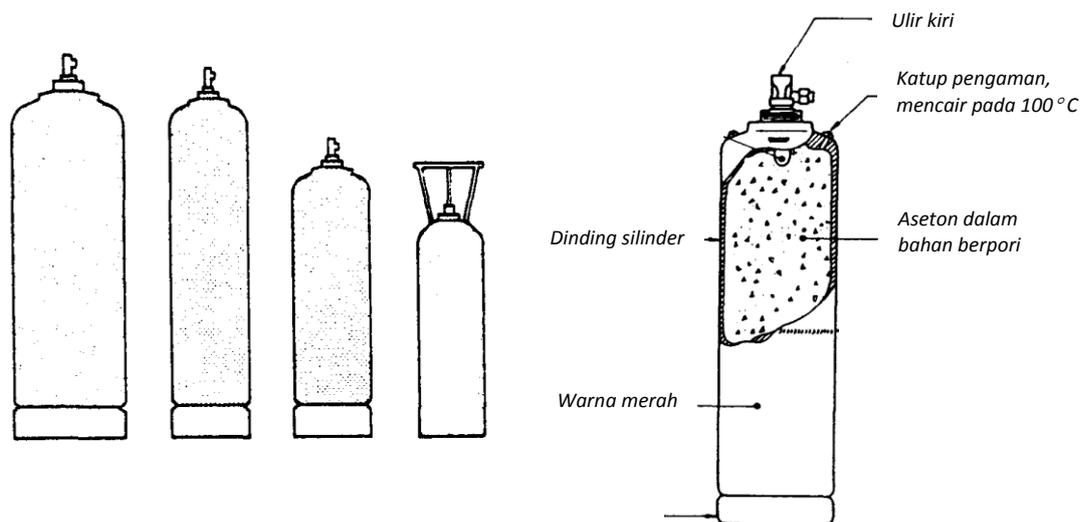
Secara umum sifat LPG adalah sebagai berikut:

- Cairan dan gasnya sangat mudah terbakar
- Gas tidak beracun, tidak berwarna dan biasanya berbau menyengat
- Gas dikirimkan sebagai cairan yang bertekanan di dalam tangki atau silinder.
- Cairan dapat menguap jika dilepas dan menyebar dengan cepat.
- Gas ini lebih berat dibanding udara sehingga akan banyak menempati daerah yang rendah



Gambar 3. 1 Silinder Oksigen

]



Gambar 3. 2 Silinder Asetilen



Gambar 3. 3 Silinder LPG

**Keselamatan Kerja untuk Silinder Oksigen:**

Oksigen itu sendiri tidak dapat menyala dan meledak. Walaupun demikian oksigen akan menyebabkan bahan terbakar dengan tidak terkehendaki. Silinder oksigen pada dasarnya adalah untuk menyimpan gas oksigen dengan tekanan maximum 150 kg/cm<sup>2</sup> (2200 psi). Silinder ini dilengkapi dengan alat pengaman

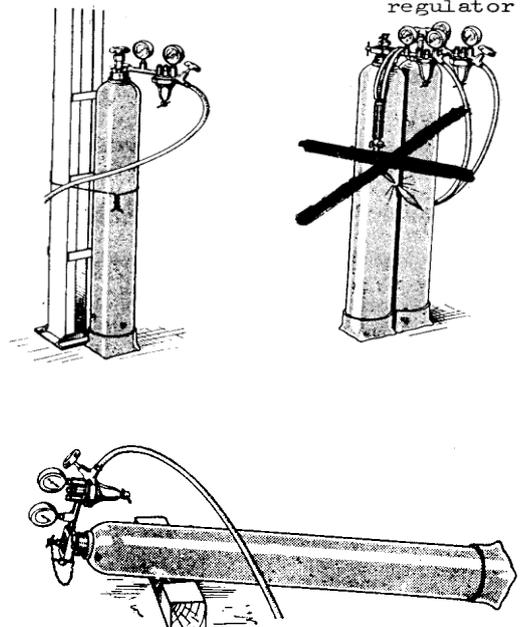
berupa “katup” pada silinder. Isi silinder oksigen dapat dihitung dengan mengalikan volume silinder dengan tekanan di dalamnya. Misalnya volume silinder 40 liter dan tekanan isi silinder 150 kg/cm<sup>2</sup> , maka isi oksigen adalah : 40 x 150 = 6000 liter.

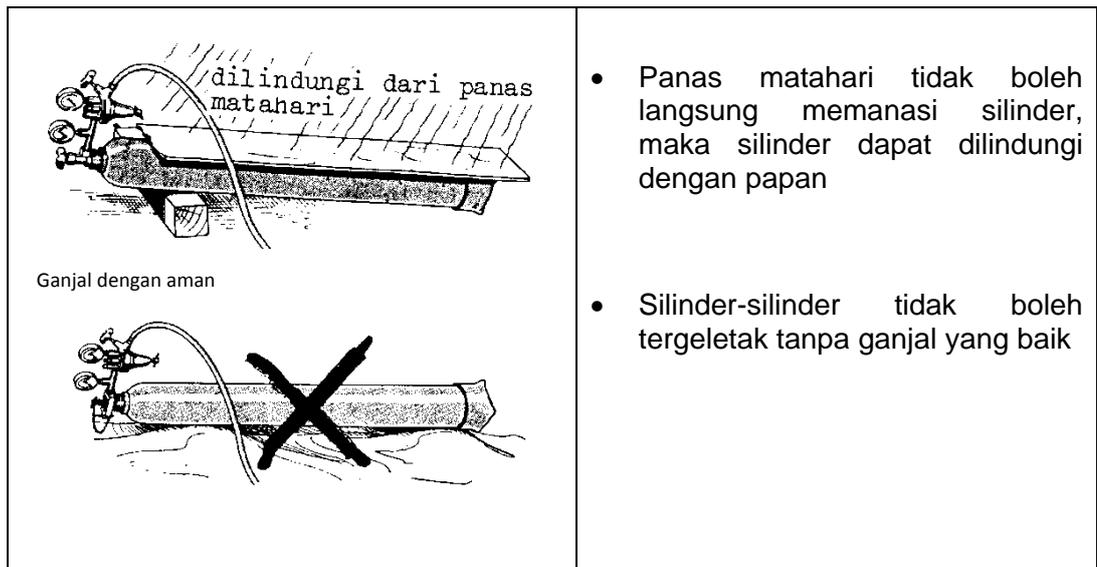
Secara umum hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menangani silinder oksigen adalah:

- Jangan mengoperasikan alat pneumatik dengan oksigen.
- Jangan menggunakan oksigen untuk pengecatan dengan spray.
- Jangan menggunakan oksigen sebagai pengganti udara yang dimanfaatkan.
- Jangan menghembus pipa, bejana atau tangki dengan oksigen
- Jangan menggunakan oksigen untuk penyegaran udara, membersihkan asap dalam ruang tertentu atau mendinginkan diri Anda pada cuaca yang panas

Untuk hal tersebut, maka silinder oksigen harus ditangani secara baik, agar tidak menimbulkan bahaya-bahaya yang tidak diinginkan.

Adapun teknik-teknik penanganan silinder oksigen adalah sebagai berikut :

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tangani silinder-silinder dengan hati-hati, tidak boleh terbentur, kena nyala api maupun benda panas.</li><li>• Silinder-silinder harus selalu dalam keadaan tegak dan terikat dengan baik agar tidak jatuh.</li><li>• Apabila silinder tidak memungkinkan berdiri tegak dapat juga direbahkan, tetapi manometer harus disebelah atas</li></ul>
---	---



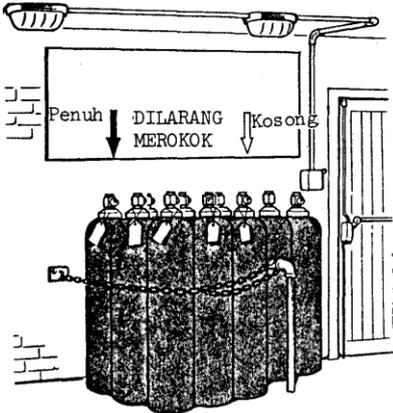
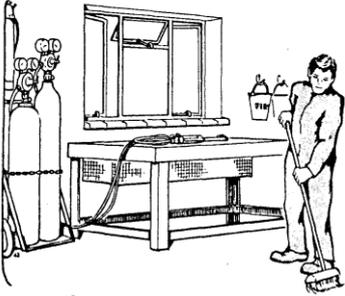
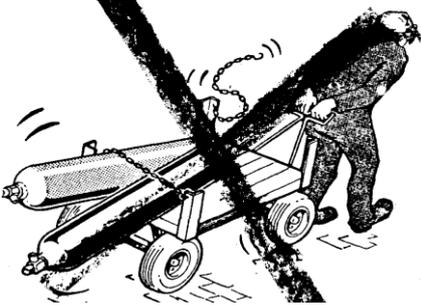
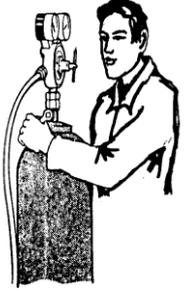
#### **Keselamatan Kerja untuk Silinder Asetilin:**

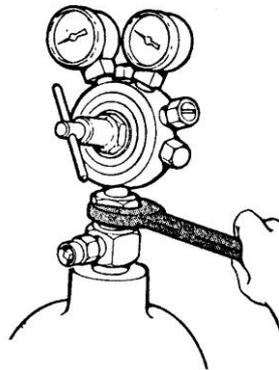
Secara umum hal-hal yang perlu diperhatikan dalam menangani silinder asetilin adalah:

- Jangan mencoba memindahkan gas asetilin dari satu silinder ke silinder yang lain.
- Asetilin dilarutkan dalam cairan aseton di dalam silinder, sehingga dalam penanganan harus selalu diupayakan dalam keadaan tegak.
- Selalu tinggalkan kunci silinder pada silinder apabila sedang digunakan
- Sumbat pengaman silinder mencair pada 100° C, simpan silinder pada tempat dingin, ventilasi yang baik dan tempat yang terlindung

Pemotongan oksi asetilin adalah cukup aman bila Anda menggunakan peralatan yang wajar dan bekerja sesuai dengan prosedur.

Adapun teknik-teknik penanganan silinder asetilin adalah sebagai berikut:

 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Simpan silinder-silinder asetilin ditempat yang dingin, jauh dari panas maupun terik matahari</li> <li>• Jangan dicampurkan dengan silinder-silinder oksigen</li> <li>• Nyala lampu gudang penyimpanan harus redup</li> <li>• Dilarang merokok / menyalakan api didekat silinder-silinder asetilin</li> <li>• Pisahkan silinder-silinder yang kosong dan yang penuh</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bersihkan tempat kerja dari segala kotoran, bebas dari bahan yang mudah terbakar, dan tidak licin</li> </ul>
 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dalam memindahkan silinder-silinder memerlukan penanganan yang teliti.</li> <li>• Hindari silinder-silinder dari terjatuh maupun terbentur secara keras.</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jangan berdiri di depan manometer ketika membuka katup silinder</li> <li>• Hindarkan pemakaian regulator yang rusak.</li> </ul>



- Tutup katup silinder bila tidak dipergunakan. Jika terjadi gas bocor ketika katup ditutup :
  1. Pindahkan silinder ketempat yang jauh dari motor listrik atau sumber panas terbuka.
  2. Jangan merokok dan hindari dari percikan api
  3. Jika terjadi kebocoran disekeliling spindle, kencangkan baut mur hingga tidak terjadi kebocoran
  4. Laporkan kepada penjual jika silinder tetap bocor.

**PERHATIAN :**

***Gas asetilin dan bahan gas lainnya sangat mudah terbakar bila bercampur dengan oksigen atau udara. Kebocoran berarti mengandung bahaya kebakaran.***

### **Keselamatan Kerja untuk Silinder LPG**

Salah satu risiko penggunaan LPG adalah terjadinya kebocoran pada tabung atau instalasi gas sehingga bila terkena api dapat menyebabkan kebakaran. Pada awalnya, gas LPG tidak berbau, tapi bila demikian akan sulit dideteksi apabila terjadi kebocoran pada tabung gas. Menyadari itu Pertamina menambahkan gas mercaptan, yang baunya khas dan menusuk hidung. Langkah itu sangat berguna untuk mendeteksi bila terjadi kebocoran tabung gas. Tekanan LPG cukup besar (tekanan uap sekitar 120 Psi), sehingga kebocoran LPG akan membentuk gas secara cepat dan mengubah volumenya menjadi lebih besar.

Pada semua silinder LPG dipasang alat-alat pengaman, yaitu *bursting discs* atau *fusible plugs*. Alat-alat pengaman ini didisain agar isi silinder bisa keluar bila terjadi keadaan tidak aman yang disebabkan oleh beberapa keadaan misalnya *overheating* (terlalu panas) atau penguraian LPG yang disebabkan teknik pengoperasian yang tidak benar.

## Bahan Bacaan 2 : Regulator

Regulator atau alat pengatur tekanan yang berfungsi untuk:

- mengetahui tekanan isi silinder,
- mengatur tekanan isi menjadi tekanan kerja,
- mengetahui tekanan kerja,
- menjaga tekanan kerja agar tetap (konstan) meskipun tekanan isi berubah-ubah,
- mengamankan silinder, apabila terjadi nyala balik.

Pada regulator terdapat dua buah alat penunjuk tekanan atau biasa disebut manometer, yaitu manometer tekanan isi silinder dan manometer tekanan kerja. Manometer tekanan isi mempunyai skala lebih besar bila dibandingkan dengan manometer tekanan kerja.

Perbedaan antara regulator asetilin/ LPG dan regulator oksigen yang paling utama adalah

a. Regulator asetilin/ LPG berulir kiri

Pada waktu mengikat , putaran ulirnya ke arah kiri atau berlawanan dengan arah jarum jam, sedangkan untuk membuka diputar ke arah kanan atau searah dengan jarum jam.

b. Regulator oksigen berulir kanan

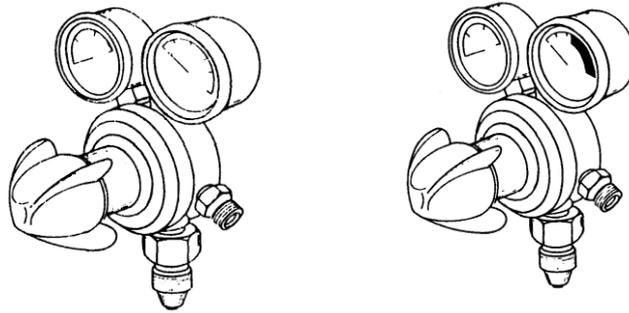
Pada waktu mengikat putaran ulirnya ke arah kanan atau searah dengan jarum jam, sedangkan untuk membuka diputar ke arah kiri atau berlawanan dengan arah jarum jam.

c. Warna bak manometer

Regulator oksigen : terdapat tulisan oksigen, warna bak biru / hitam /abu-abu.

Regulator asetilin : terdapat tulisan asetilin, warna bak merah.

Regulator LPG : terdapat tulisan LPG, warna bak merah / putih



Gambar 3. 4 Regulator Oksigen dan Asetilin



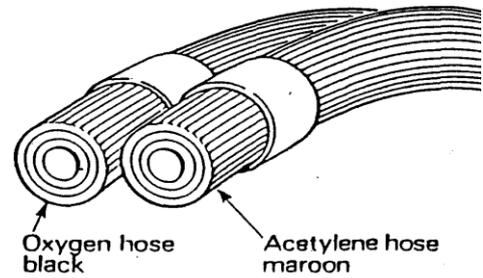
Gambar 3. 5 Regulator LPG

#### Keselamatan Kerja untuk Regulator:

- Jangan sekali-kali mencoba memperbaiki regulator jika tidak pernah dilatih untuk itu, *karena pengerjaan yang tidak benardapat menyebabkan resiko yang tidak diinginkan*
- Jangan mengoleskan oli atau *grease* pada regulator
- Jangan menangani regulator dengan menggunakan sarung tangan, kain atau tangan yang beroli.
- Jika pada manometer, tiba-tiba tekanannya naik saat katup pada pembakar (*blowpipe*) tertutup, maka segera tutuplah katup tabung dan segera perbaiki regulatornya. Walaupun tidak begitu berbahaya, tetapi dapat menyebabkan hasil pemotongan yang kurang baik.
- Sebelum membuka katup silinder kendorkan selalu tombol penyetel regulator sampai putaran penuh. Kenaikan tekanan secara mendadak di dalam regulator yang tombol penyetelnya diputar ke dalam akan menimbulkan tegangan pada mekanisme alat dan menyebabkan kerusakan.

### Bahan Bacaan 3 : Slang Gas

Fungsi slang gas adalah untuk mengalirkan gas dari silinder ke pembakar; terbuat dari karet yang berlapis-lapis dan diperkuat oleh serat-serat bahan tahan panas.



*Slang oksigen  
(warna hitam)*

*Slang asetilin  
(warna merah maroon)*

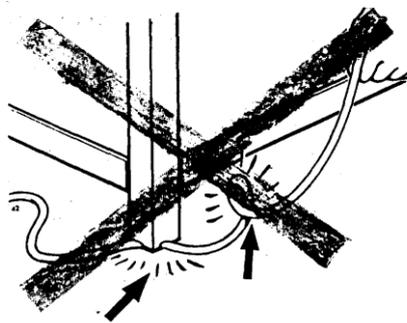
**Gambar 3. 6 Slang Gas**

Slang gas harus mempunyai sifat :

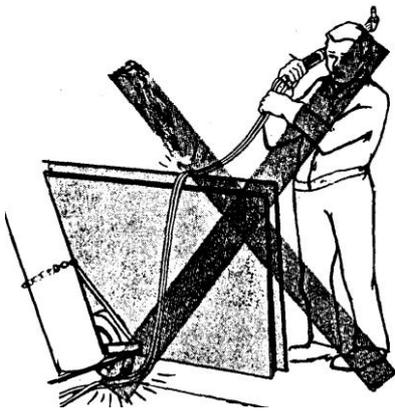
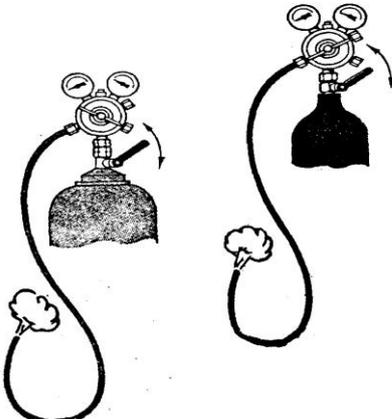
- Kuat: Slang asetilin harus tahan tekanan 10 Kg / cm<sup>2</sup>, slang oksigen harus tahan terhadap tekanan 20 Kg / cm<sup>2</sup>
- Tahan api / panas
- Lemas/ tidak kaku/ fleksibel

Slang oksigen berwarna hitam/biru/hijau, sedang slang asetilin berwarna merah (*maroon*).

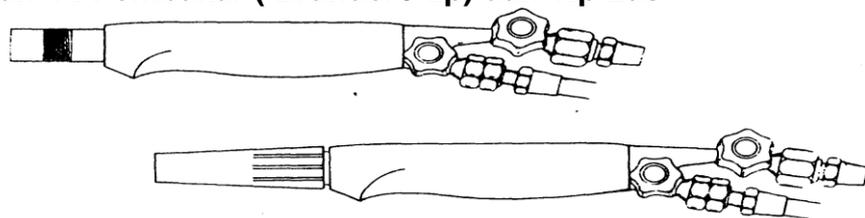
Adapun teknik-teknik penanganan slang gas adalah sebagai berikut :



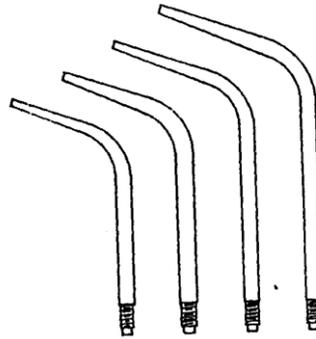
- Hindarkan pemakaian slang yang panjang (disarankan panjang slang yang dipakai antara 4 sampai 6 meter). Slang panjang cenderung tertekuk atau terpilin.
- Jika harus menggunakan slang panjang, Pastikan bahwa semua sambungan kencang, dan pastikan bahwa slang terhindar dari kemungkinan terinjak, tertabrak, tertekuk atau terpilin.
- Hindarkan slang agar tidak terjepit/ tergencyet benda keras atau tajam, terpilin atau tertekuk.

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jaga slang dari permukaan kasar, tepi-tepi tajam ataupun logam panas.</li> <li>• Hindarkan slang melintang di jalan dan gipemotongan gerobak.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pada pemasangan slang baru, tiuplah slang sebentar dengan menggunakan gas dari silinder, maksudnya agar saluran slang betul-betul bersih</li> <li>• Jangan lupa sewaktu memasang slang, pastikan bahwa slang tidak diletakan pada tempat yang mungkin terinjak atau tertabrak/tergipemotongan oleh roda silinder.</li> </ul>

#### Bahan Bacaan 4 : Pembakar ( Brander / tip) dan Tip Las



Gambar 3. 7 Pembakar Las



**Gambar 3. 8 Tip Las**

Fungsi Pembakar dan tip las :

- Mencampur gas oksigen dan gas asetilin
- Mengatur pengeluaran gas
- Mengadakan nyala api

#### **Keselamatan Kerja untuk Pembakar dan Tip Las**

- Mulut pembakar dibuat dari tembaga, oleh karena itu lunak sehingga harus dilakukan dengan hati-hati sewaktu membersihkannya.
- Gunakan jarum pembersih (tip cleaner) dengan ukuran yang tepat untuk menghindari terjadinya kerusakan pada lubang mulut pembakar.
- Jangan melepaskan atau memasang mulut pembakar dalam keadaan panas.
- Jangan menggunakan tang untuk memasang mulut pembakar.

#### **Bahan Bacaan 5 : Pakaian Pelindung**

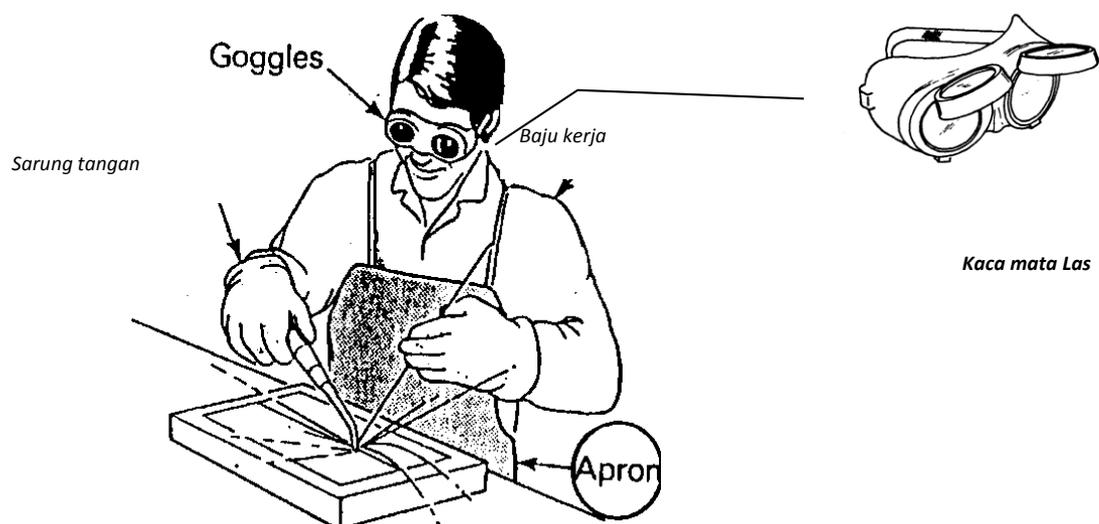
Anda harus melindungi diri Anda sendiri dari cahaya dan panas radiasi bila mengelas dengan oksidasi asetilin.

Tindakan terbaik adalah bila Anda memakai baju dari bahan yang tidak mudah terbakar, celana yang kuat dan sepatu *boot* atau sepatu yang sesuai.

Pakaian tersebut sebaiknya dilindungi oleh sarung tangan yang panjang, penutup sepatu, apron yang menutup seluruh badan yang semuanya dibuat dari kulit.

Sebaiknya Anda tidak memakai pakaian dari nilon atau kain yang sejenis atau kaos kaki dari plastik. Pakaian yang dibuat dari bahan tersebut adalah berbahaya bila hal itu berhubungan/bersentuhan dengan panas atau api.

Rambut Anda harus ditutup dengan topi yang nyaman, Anda juga disarankan memakai kaca mata yang dibuat dari plastik ringan. Ukuran kaca penyangkai sebaiknya sesuai dengan yang dianjurkan yaitu 4 sampai 6 untuk pengelasan secara umum. Kacamata melindungi Anda dari cahaya pembakaran, menyilaukan mata dan panas dari partikel yang mengaburkan selama Anda mengelas.



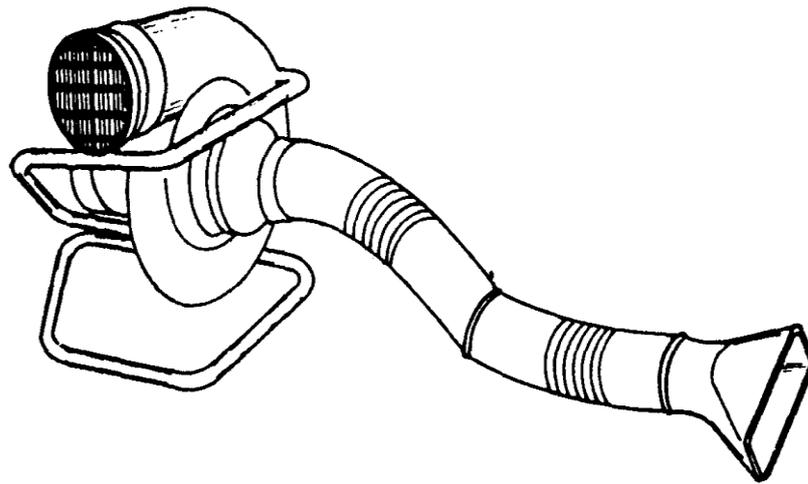
Gambar 3. 9 Pakaian Pelindung

### Bahan Bacaan 6 : Ventilasi

Tempat bekerja sebaiknya luas dan terbuka, sehingga asap pengelasan dapat terbuang/terhembus dengan cepat.

Beberapa asap dari pengelasan logam dapat membahayakan. Oleh karena itu perlu memperoleh perhatian yang wajar agar dapat menghilangkan asap dari daerah pernafasan.

Jika sirkulasi udara kurang memadai, maka dapat digunakan alat pengisap. Alat ini dapat berupa sistem pengisap yang tetap atau alat pengisap yang dapat dipindah-pindah.



Gambar 3. 10 Alat Pengisap

**Bahan Bacaan 7 : Peralatan dan Prosedur Pemasangan Intalasi Las Oksi Asetilin**

**1. Peralatan Las Oksi Asetilin**



Gambar 3. 11 Peralatan Las Oksi Asetilin

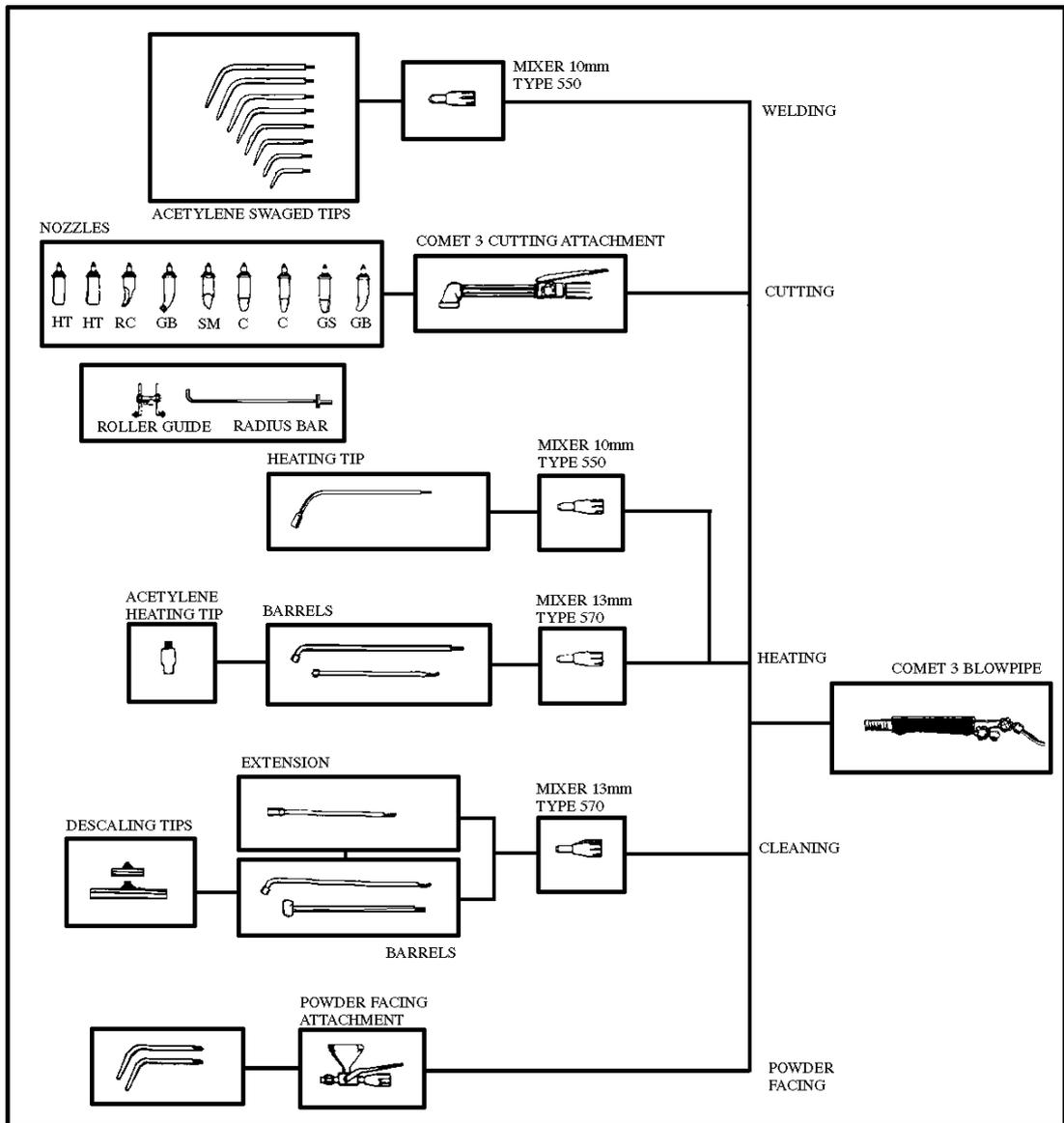
Keterangan Gambar :

- 1.Oxyacetylene Silinder
- 2.Regulator
- 3.Flashback Arrestor
- 4.Hose/Selang
- 5.Blow pipe
- 6.Mixer
- 7.Cutting attachment/Brander / tip Blender
- 8.Welding Tip
- 9.Cutting Nozzle
- 10.Heating Tip/Pemanas
- 11.Silinder Key/Kunci silinder
- 12.Flint Lighter/Pematik
- 13.Goggle/Kacamata Las
- 14.Roller Guide/Pemandu
- 15.Tip Cleaner

**Oxyacetylene Attachments (sambungan-sambungan oxyacetylene)**

Ada sejumlah sambungan untuk pengelasan dan pemotongan yang cukup dikenal, disamping itu sambungan-sambungan juga tersedia untuk pemanasan, pembersihan dan pelapisan serbuk (powder facing).

Chart di bawah ini memperlihatkan sejumlah sambungan yang tersedia.



Gambar 3. 12 Oxyacetylene attachments chart

### **Blowpipe (pipa hembus)**

**Berfungsi sebagai kontrol keluarnya gas.**

Dimana kedua buah valve oxyacetylene dapat kita atur/stel berapa besar presser/tekanan yang diperlukan untuk suatu pekerjaan (pemotongan,welding,dsb). Blowpipe juga memungkinkan operator untuk mengontrol ukuran dan jenis nyala api yang dihasilkan.

**Valve Oksigen berwarna biru**

**Valve Asitilin berwarna merah**



**Gambar 3. 13 Welding blowpipe handle dan mixer**

Blowpipe pemotong tersedia sebagai sambungan atau unit terpisah seperti pada gambar di bawah. Katup ketiga atau tuas memungkinkan terjadinya pancaran tambahan oksigen yang merupakan aliran oksigen pemotong.



**Gambar 3. 14 Cutting blowpipe (pipa hembus pemotong)**

### **Mixer**

Mixer adalah tempat dimana oxyacetylene bercampur secara homogen. Mixer digunakan apabila kita akan mengelas menggunakan oxyacetylene. Didalam mixer terdapat O ring yang berfungsi untuk mencegah kebocoran. Plate berbentuk pancing berfungsi sebagai gantungan dan sekaligus sebagai lock untuk mencegah bagian bawah mixer lepas/berputar.



**Gambar 3. 15 Mixer**

### **Welding Tips**

Welding Tip merupakan tempat dimana gas oxyacetylene yang bercampur didalam mixer kemudian dirubah menjadi nyala api pengelasan.

Masing-masing blowpipe memiliki sejumlah welding tips untuk berbagai keperluan. Tip-tip ini memiliki sejumlah gas orifices (lubang) sehingga tersedia sejumlah ukuran nyala api.

Tipe dan ukuran tip bermacam – macam seperti pada gambar.

**Terdapat 2 jenis Tip :**

1. Tip type injector/tekanan rendah
2. Tip type mixer/tekanan rata

Untuk memilih ukuran Tip yang perlu dipertimbangkan adalah sbb:

- Tebal bahan yang akan dilas
- Jenis bahan yang akan dilas
- Proses pengelasan.



**Gambar 3. 16 tip for welding**

**Type welding Tip**

**Tip mixer.**

Tekanan oxy-acetylene sama yaitu antara 0.5s/d 0.7kg/cm<sup>2</sup> atau 50-70kpa

- Digunakan untuk gas acetylene silinder
- Hanya tertera nomor mulut

### Tip injector

Oxygen lebih besar daripada acetylene

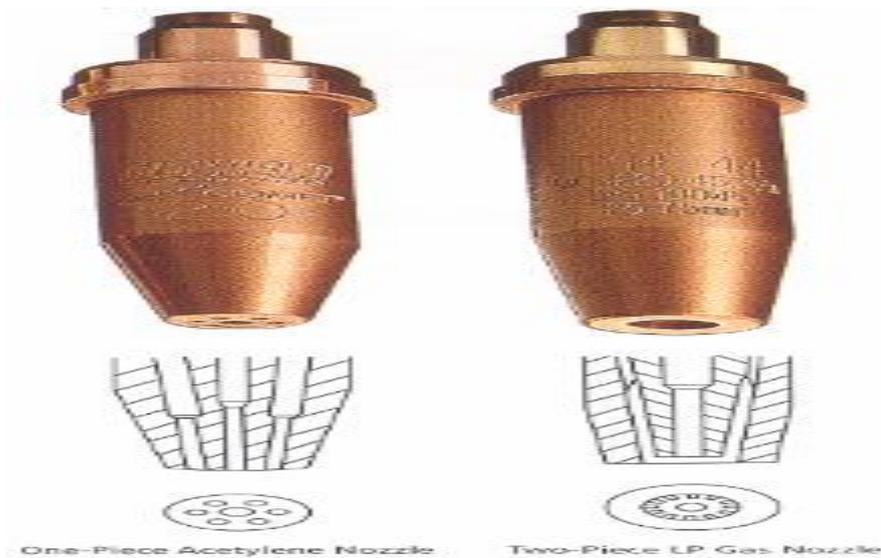
- Tekanan kerja oxygen 1.5 kg/cm<sup>2</sup> s.d 2.5 kg/cm<sup>2</sup>
- Tekanan kerja acetylene 0.8 kg/cm<sup>2</sup> s.d 1.5 kg/cm<sup>2</sup>
- Digunakan untuk gas acetylene dari generator/karbit
- Tertera nomor mulut, kapasitas dan tekanan kerja oxygen

Type Injector/Tekanan rendah		Type Mixer/Tekanan rata	
Ukuran tip	Thickhness(mm)	Ukuran tip	Thickhness(mm)
1	0.5-1	8	0.5-20
2	1-2	10	2-4
3	2-4	12	4-6
4	4-6	15	6-9
5	6-9	20	9-15
6	14-20		
7	20-30		

### Cutting Nozzle

Ada dua jenis Nozzle cutting yang lazim digunakan yaitu :

- 1.LPG Nozzle dengan No : 44
- 2.Oxyacetylene Nozzle dengan No : 40



Gambar 3. 17 Cutting Nozel

Memilih dan menentukan Nozzle , pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Tebal Bahan dan Ukuran Cutting Tip

Plate Thickness (mm)	Cutting tipe (Size)	Cleaning drill size	Regulator Presser	
			Oxy	Acetylene
6	8	8	180	100
12	12	12	200	100
20	12	12	235	100
25	15	15	280	100
40	15	15	300	100
50	20	20	300	100

#### Heating Tip

Heating Tip berfungsi untuk melakukan Preheat (pemanasan awal) dan Post heat (pemanasan setelah pengelasan)

Panas yang diberikan harus sesuai dengan temperatur yang diijinkan kepada metal yang dipreheat.

Alat untuk mengukur panas yang diberikan kepada metal telah sesuai atau belum adalah thermo gun dan temple stick.



Gambar 3. 18 Heating Tip

Silinder key berfungsi untuk membuka dan menutup silinder asetilin.

Safety :

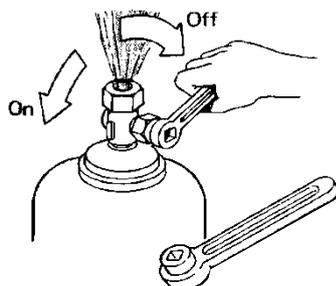
Letakkan silinder key selalu didekat silinder ini bertujuan apabila terjadi emergency maka silinder dapat segera ditutup.



Gambar 3. 19 Silinder Key

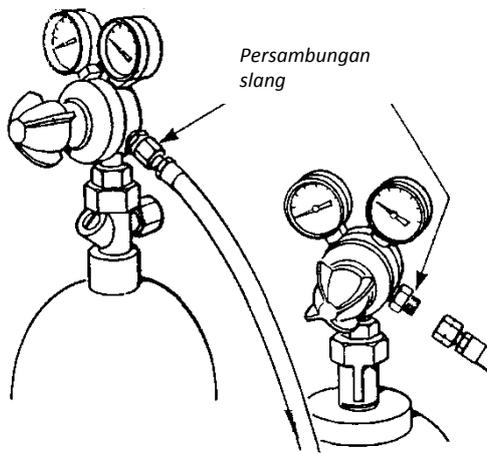
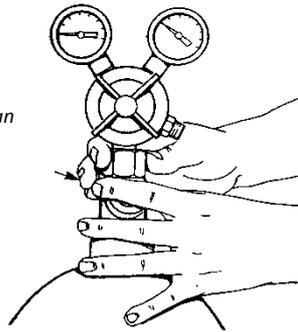
## 2. Prosedur Pemasangan Instalasi Las Oksi Asetilin

Agar peralatan las dipasang secara benar dan sesuai dengan standar operasional, maka perlu diikuti langkah-langkah sebagai berikut :

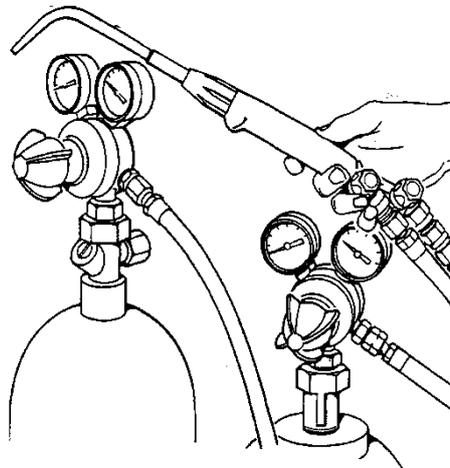
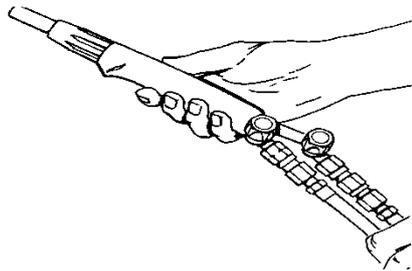


1. Letakkan silinder oksigen dan asetilin pada troli dalam keadaan berdiri tegak dan ikat dengan rantai pengaman .Buka segelnya pada masing-masing silinder.
2. Buka katup silinder oksigen dan asetilin.

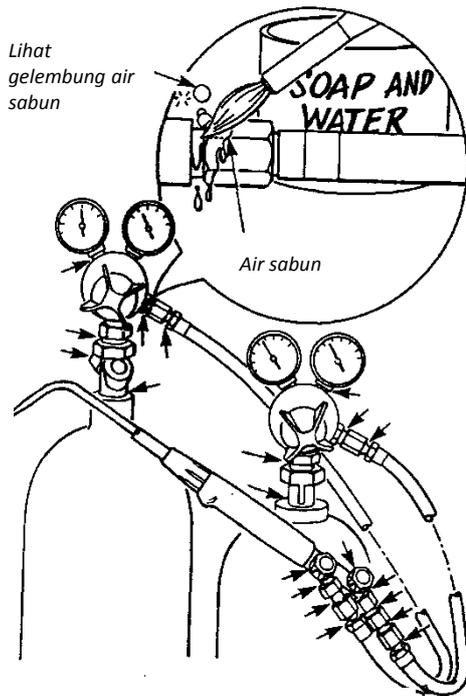
Kencangkan  
dengan  
tangan



- Buka katup silinder oksigen dan segera tutup kembali, hal ini dilakukan dengan cepat (kira-kira dalam waktu  $\frac{1}{2}$  detik), dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran pada dudukan regulator (*katup socket*).
  - Lakukan hal yang sama untuk silinder asetilin.
3. Pasanglah regulator oksigen dan asetilin secara bergantian pada masing-masing silinder.
- Silinder oksigen mempunyai ulir kanan.
  - Silinder asetilin mempunyai ulir kiri.
  - Kencangkan dengan jari tangan untuk memastikan bahwa regulator sudah terpasang pada ulir dengan benar.
  - Kencangkan dengan menggunakan kunci pas (*spanner*) yang benar.
  - Periksa kran penyetel tekanan (*pressure adjusting screw*) pada kedua regulator, kran ini harus dalam keadaan kendur.
  - Buka katup silinder, gunakan kunci silinder yang benar dan perlahan-lahan putar kira-kira satu setengah putaran.



4. Pasanglah masing-masing slang las ke regulator.
  - Gunakan kunci silinder (*cylinder key*) serba guna untuk mengencangkan sambungan tersebut hingga kencang.
5. Pasanglah slang pada pembakar
6. Pasanglah tip las pada pembakar
  - Pilih tip las yang sesuai dengan pekerjaan dan kencangkan dengan tangan.
  - Untuk mengencangkan tip las hanya diperkenankan dengan kekuatan tangan, tidak boleh menggunakan alat yang lain.
  - Periksa dan kencangkan kembali semua sambungan yang sudah selesai dipasang, dan periksa semua sambungan dari kebocoran
7. Pemeriksaan semua sambungan.
  - Buka silinder oksigen katup kira-kira 1 sd 1,5 putaran hingga jarum manometer tekanan menunjuk angka tertentu, sesuai dengan tekanan isi silinder.
  - Putar kran pengatur tekanan regulator oksigen sehingga menunjukkan tekanan 50 kPa



atau yang setara., demikian juga untuk regulator asetilin.

- Oleskan air sabun **pada setiap sambungan** dengan menggunakan kuas. Kebocoran gas dapat diketahui dengan adanya gelembung-gelembung air sabun pada sambungan, bahkan kalau ada kebocoran yang cukup besar akan ada bunyi berdesis.
- Apabila terjadi kebocoran hendaknya mur penghubung atau klem slang dikencangkan lagi dengan menggunakan alat yang sesuai.

**Catatan :**

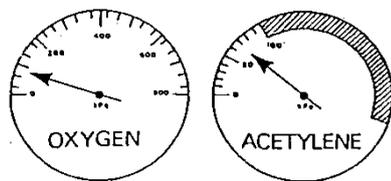
**Sambungan-sambungan yang diperiksa adalah :**

- Silinder dengan regulator.
- Regulator dengan slang las.
- Slang las dengan pembakar.
- Pembakar dengan tip/mulut pembakar.

## Bahan Bacaan 8 : Prosedur Penyalaan dan Pengaturan Nyala Api Las

- Nyala api netral (*Neutral flame*)
- Nyala api karburasi (*Carburising flame*)
- Nyala api oksidasi (*Oxidising flame*)

### 1. Nyala Api Netral (*Neutral Flame*)



Nyala inti

Yang dimaksud dengan nyala netral ialah perbandingan campuran asetilin dengan oksigen seimbang.

Pada nyala netral terdapat dua bagian yaitu nyala inti dan nyala luar.

*Tanda-tandanya :*

- Bentuk kerucut nyala inti tumpul dan berwarna biru agak keputih-putihan.
- Disekitar kerucut nyala tidak ada kelebihan asetilin.

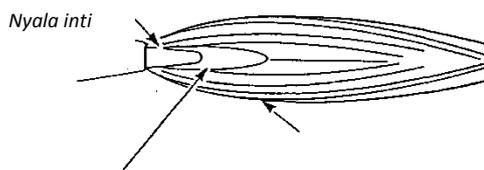
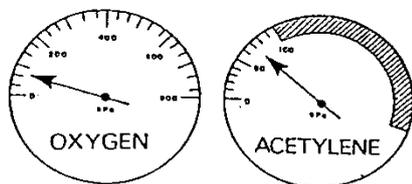
Pemakaiannya digunakan untuk las cair hampir semua jenis logam, kecuali tembaga dan paduannya.

*Prosedur Menyalakan Nyala Netral :*

- Stel tekanan pada regulator oksigen dan regulator asetilin pada tekanan kerja 70 kPa
- Buka katup asetilin (*acetylene valve*) pada hand piece perlahan-lahan kira-kira seperempat putaran dan nyalakan dengan korek api las.
- Terus buka katup asetilin sampai tidak berasap, tetapi tidak berbunyi /berdesis (berasap berarti kekurangan asetilin berbunyi/berdesis berarti kelebihan asetilin).
- Buka katup oksigen (*oxygen valve*) perlahan-lahan sehingga nyala berubah warnanya dari kuning menjadi biru.

- Teruskan membuka katup oksigen hingga bentuk kerucut berubah menjadi terang.

## 2. Nyala Api Karburasi (*Carburising Flame*)



Nyala ekor

Nyala luar

Yang dimaksud dengan nyala karburasi adalah nyala kelebihan asetilin. Kalau diperhatikan ada tiga bagian didalam nyala tersebut, yaitu : nyala inti (*inner cone*), nyala ekor (*acetylene feather*), dan nyala luar (*outer cone*).

Tanda-tandanya :

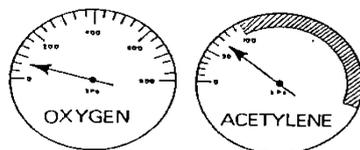
- Bentuk kerucut nyala inti tumpul dan berwarna biru.
- Disekitar kerucut nyala terlihat kabut putih.

Pemakaiannya untuk mengeraskan permukaan dan dapat juga digunakan untuk mematri keras.

*Prosedur Menyalakan Nyala Karburasi*

- Setel nyala netral.
- Buka katup asetilin sehingga terjadi *nyala inti, nyala ekor, dan nyala luar*

## 3. Nyala Api Oksidasi (*Oxidising flame*)



Nyala inti

Yang dimaksud dengan nyala oksidasi ialah nyala kelebihan oksigen. Nyala ini terdiri dari dua bagian yaitu : nyala inti dan nyala luar.

Tanda-tandanya :

- Kerucut nyala inti meruncing dan pendek.
- Warna kerucut nyala biru terang.

Pemakaiannya digunakan untuk mengelas tembaga dan paduannya.

*Prosedur Menyalakan Nyala Oksidasi :*

- Setel nyala netral
- Kurangi asetilin sehingga terjadi nyala inti pendek dan meruncing.

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar : Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, ½JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Peralatan Pengelasan pada Proses Las OAW** ini? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

### **Aktivitas Pembelajaran 1 : Menganalisis Peralatan dan perlengkapan Las OAW (2JP)**

Anda diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel las OAW mengenai peralatan dan perlengkapan Las OAW. Bagian peralatan rangkaian yang diamati diantaranya Gas, slang, regulator, Brander / tip, Tip, dan pemasangan. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) berupa bagian-bagian peralatan dan perlengkapan, spesifikasi bagian-bagian, kondisi yang ada dan gambar sederhana Instalasi las OAW yang ada. Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan nama-nama bagian Instalasi las OAW yang ada di bengkel las!
2. Jelaskan fungsi masing-masing bagian tersebut!
3. Jelaskan pula kondisinya!

Setelah LK-01 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan.

Kemudian berdasarkan (**LK-01.P**) dan gambar Instalasi las OAW anda melakukan latihan melepas dan merakit ulang satu unit instalasi Las OAW. Anda diminta melaporkan secara rinci kegiatan melepas dan memasang ulang Instalasi las OAW. Setelah LK-01.P selesai, Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 2** tentang Brander / tip.

### **Aktivitas Pembelajaran 2 : Pemasangan/ Install Peralatan Las OAW (2 JP)**

Anda diminta untuk melakukan pemasangan/ install peralatan Las OAW. Prosedur pemasangan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-02**) dan didiskusikan beserta peserta diklat lainnya bagaimana cara menginstall

peralatan, pengecekan kebocoran gas, menyalakan nyala api benar. Untuk membantu anda mengisi LK-02, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Tentukan prosedur install peralatan OAW!
2. Bagaimana prosedur menyalakan nyala api!

Setelah LK-02 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda diminta melakukan pemasangan macam-macam ukuran elektroda tungsten dengan benar berdasarkan **LK-02.P**. Setelah LK-02.P selesai,

### **Aktivitas Pembelajaran 3 : Penyalaan dan Mengatur nyala Api (1 JP)**

Anda diminta untuk melakukan penyalaan dan pengaturan nyala api peralatan Las OAW. Prosedur penyalaan dan pengaturan nyala api dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-03**) dan didiskusikan beserta peserta diklat lainnya bagaimana cara menginstall peralatan, pengecekan kebocoran gas, menyalakan nyala api benar. Untuk membantu anda mengisi LK-03, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Tentukan prosedur penyalaan!
2. Bagaimana prosedur pengaturan nyala api!

Setelah LK-03 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Anda diminta melakukan pemasangan macam-macam ukuran elektroda tungsten dengan benar berdasarkan **LK-03.P**. Setelah LK-03.P selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-4** tentang Pemotongan Panas menggunakan perangkat las OAW

## E. Rangkuman

Proses las oksasi-asetilin menggunakan panas dari nyala api gas untuk memadukan atau menempelkan bagian-bagian yang akan disambung menjadi satu. Pembakaran campuran oksigen dan asetilin menghasilkan nyala api gas atau disebut juga nyala api las. Las oksasi asetilin adalah suatu keterampilan manual yang diperlukan untuk praktik. las ini dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah/pengisi dan dapat digunakan untuk bahan mulai dari yang tipis sampai dengan ketebalan yang sedang. Peralatan las oksasi asetilin pada umumnya murah dan dapat dipindahkan dengan mudah di tempat pengelasan, brazing dan pemanasan yang diperlukan, akan tetapi proses ini lama/lambat dan kadang-kadang dapat menyebabkan distorsi yang lebih besar dalam bahan yang di las sebab memerlukan pemanasan lebih lama.

Dengan las oksasi asetilin tidak dapat mengelas bahan yang lebih tebal secara ekonomis.

Las oksasi asetilin banyak digunakan pada pekerjaan keteknikan dan fabrikasi ringan serta industri kendaraan.

## F. Tes Formatif

1. Sebutkan bagian utama perlengkapan las OAW!
2. Jelaskan fungsi utama pembakar /*brander* / *tip*!
3. Jelaskan bagaimana cara memerikasa kebocaran gas .
4. Jelaskan fungsi regulator gas!
5. Sebutkan dua macam regulator gas OAW!

## Lembar Kerja KP-03

### LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Peralatan Pengelasan pada Proses Las OAW**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....



**Form LK-02**

**Lembar Pengamatan Peralatan dan perlengkapan Las OAW**

No	Nama Bagian	Fungsi
<b>Catatan hasil diskusi</b>		

## Form LK-01.P Memasang / Instalasi Las OAW

### A. Persiapan Alat dan Bahan

1. Oxyacetylene Silinder
2. Regulator
3. Flashback Arrestor
4. Hose/Selang
5. Blow pipe
6. Mixer
7. Cutting attachment/Brander / tip Blender
8. Welding Tip
9. Cutting Nozzle
10. Heating Tip/Pemanas
11. Silinder Key/Kunci silinder
12. Flint Lighter/Pematik
13. Goggle/Kacamata Las
14. Roller Guide/Pemandu
15. Tip Cleaner

### B. Sikap dan Keselamatan Kerja

1. SOP menggunakan perkakas tangan dilaksanakan
2. Alat pelindung diri dipakai
3. Bekerja dengan bersih dan rapi
4. Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik

### C. Proses Kerja / Instalasi peralatan

1. Perhatikan gambar kerja, amati rangkaian instalasi las OAW
2. Pasang regulator pada tabung gas Oksigen dan asetilin
3. Pasang flasback arestor pada regulator
4. Hubungkan slang pada regulator oksigen
5. Hubungkan slang pada regulator asetilin
6. Pasang torc/ pembakar pada slang.

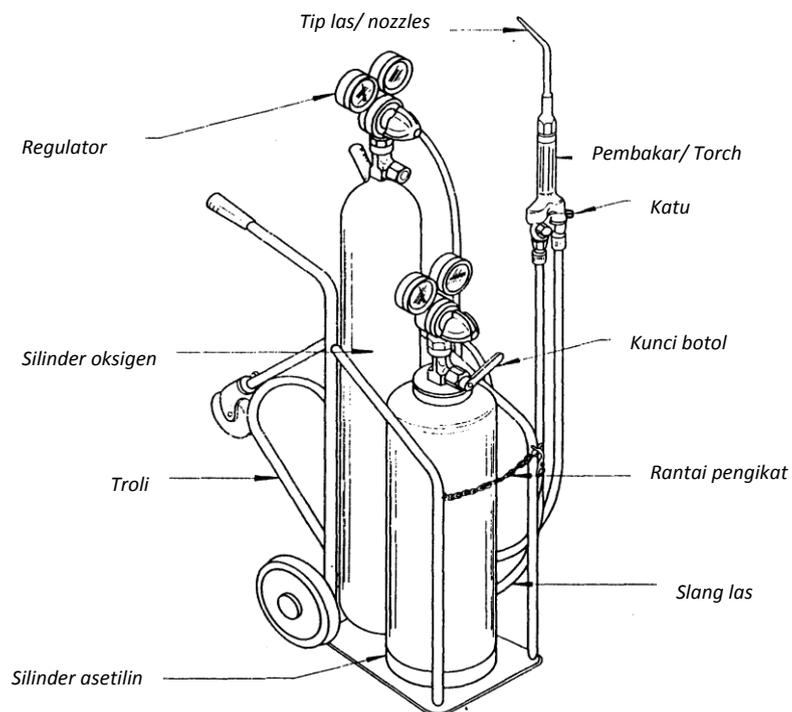
7. Pasang Tip pada torc/ pembakar
8. Pemeriksaan kembali kesesuaian pemasangan
9. Pemeriksaa kebocoran gas, dengan air sabun

#### D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan gambar kerja rangkaian instalasi las OAW

#### E. Gambar Kerja

##### Rangkaian Instalasi Las OAW



## F. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : \_\_\_\_\_  
Nama Peserta : \_\_\_\_\_  
Kelas : \_\_\_\_\_  
Waktu Praktikum : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama bahan pengisi dan fluks )
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>	

## Form LK-02.P Menyalakan dan mengatur nyala api

### A. Persiapan Alat dan Bahan

1. Perangkat peralatan Las OAW telah di Install
2. Pemantik api

### B. Sikap dan Keselamatan Kerja

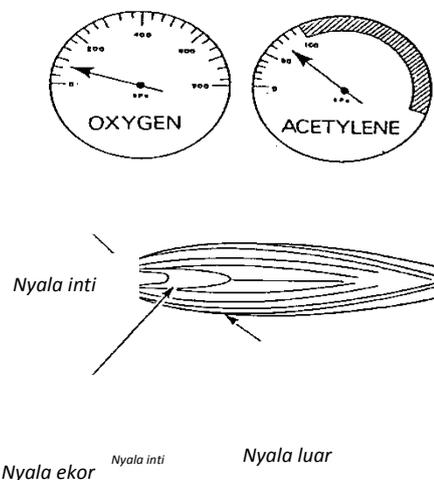
1. SOP Prosedur menyalakan dan menagtur nayala api
2. Alat pelindung diri dipakai
3. Bekerja dengan bersih dan rapi
4. Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik

### C. Proses Kerja

#### Prosedur Menyalakan Nyala Netral :

- Stel tekanan pada regulator oksigen dan regulator asetilin pada tekanan kerja 70 kPa
- Buka katup asetilin (*acetylene valve*) pada hand piece perlahan-lahan kira-kira seperempat putaran dan nyalakan dengan korek api las.
- Terus buka katup asetilin sampai tidak berasap, tetapi tidak berbunyi /berdesis (berasap berarti kekurangan asetilin berbunyi/berdesis berarti kelebihan asetilin).
- Buka katup oksigen (*oxygen valve*) perlahan-lahan sehingga nyala berubah warnanya dari kuning menjadi biru.
- Teruskan membuka katup oksigen hingga bentuk kerucut berubah menjadi terang.
- 

#### 2. Nyala Api Karburasi (*Carburising Flame*)



Yang dimaksud dengan nyala karburasi adalah nyala kelebihan asetilin. Kalau diperhatikan ada tiga bagian didalam nyala tersebut, yaitu : nyala inti (*inner cone*), nyala ekor (*acetylene feather*), dan nyala luar (*outer cone*).

Tanda-tandanya :

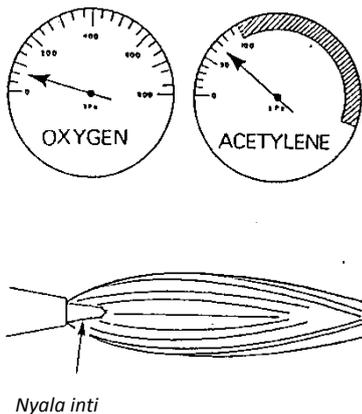
- Bentuk kerucut nyala inti tumpul dan berwarna biru.
- Disekitar kerucut nyala terlihat kabut putih.

Pemakaiannya untuk mengeraskan permukaan dan dapat juga digunakan untuk mematri keras.

#### Prosedur Menyalakan Nyala Karburasi

- Setel nyala netral.
- Buka katup asetilin sehingga terjadi nyala inti, nyala ekor, dan nyala luar

### 3. Nyala Api Oksidasi (*Oxidising flame*)



Yang dimaksud dengan nyala oksidasi ialah nyala kelebihan oksigen. Nyala ini terdiri dari dua bagian yaitu : nyala inti dan nyala luar.

Tanda-tandanya :

- Kerucut nyala inti meruncing dan pendek.
- Warna kerucut nyala biru terang.

Pemakaiannya digunakan untuk mengelas tembaga dan paduannya.

Prosedur Menyalakan Nyala Oksidasi :

- Setel nyala netral
- Kurangi asetilin sehingga terjadi nyala inti pendek dan meruncing.

### D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan SOP Las OAW

### E. Form Laporan Praktikum

Judul : \_\_\_\_\_  
Praktikum \_\_\_\_\_  
Nama : \_\_\_\_\_  
Peserta \_\_\_\_\_  
Kelas : \_\_\_\_\_  
Waktu : \_\_\_\_\_

## Praktikum

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1	(Sebutkan Prosedur penyalaan dan pengaturan nyala api)
	.	
	2	.....
	.	.....
	3	Dst.
	.	
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	.	
	2	.....
	.	.....
	3	Dst.
	.	
<b>II</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
<b>I</b>		
	1	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	.	
	2	.....
	.	.....
	3	Dst.
	.	
<b>I</b>	<b>Proses Kerja</b>	
<b>V</b>		

	1	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	.	
	2	.....
	.	.....
	3	Dst.
	.	
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	.	
	2	.....
	.	.....
	3	Dst.
	.	
<b>V</b> <b>I</b>	<b>Gambar Kerja</b>	



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

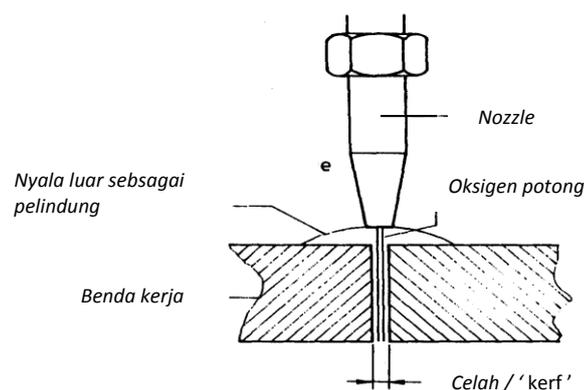
### PEMOTONGAN PANAS

#### Bahan Bacaan. 1. Proses Pemotongan dengan Panas

Pada dasarnya proses pemotongan dengan gas adalah pemotongan yang panasnya berasal dari percampuran oksigen dan bahan bakar gas yang bereaksi secara kimiawi. Reaksi ini terjadi ketika bahan (baja) yang dipanaskan kemudian berhubungan dengan oksigen murni. Apabila baja dipanaskan sampai 815°C akan berubah warna menjadi merah terang dan kemudian, oksigen disemburkan dengan tekanan tinggi pada logam dan terjadilah pemotongan akibat oksidasi.

Aliran dan tekanan oksigen dan terbakarnya logam oleh bahan bahan bakar gas (antara lain asetilin atau LPG) membuat terjadinya pemotongan. Adapun proses pemotongan dapat terjadi sangat tergantung pada:

- Pemanasan baja sampai temperatur pembakaran
- Oksidasi baja dalam bagian semburan oksigen
- Pembuangan terak oleh tekanan dari aliran oksigen
- Kontinuitas gerakan pembakar



Gambar 4. 1 Proses Pemotongan

#### 1. Fungsi Nyala Potong Gas :

Nyala potong/ pemanasan awal hanya memanaskan permukaan logam dengan kedalaman beberapa mili meter.

Tujuan dari nyala pemanasan awal adalah untuk menjaga permukaan logam pada temperatur yang dibutuhkan (815°C). Sisa tebal bahan yang lain dipanaskan oleh pembakaran logam dan oksigen.

Tidak cukup panas untuk terjadinya reaksi tanpa nyala pemanasan awal, sebab disekitar logam dan oksigen potong terdapat pengaruh pendinginan.

#### **Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas pemotongan :**

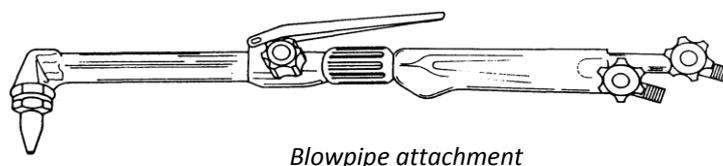
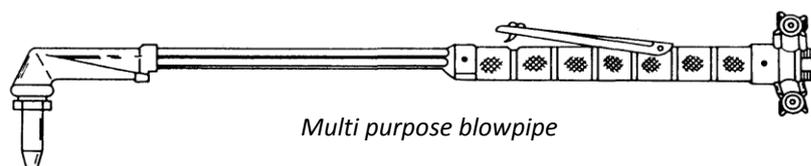
Kualitas hasil pemotongan dengan gas sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor berikut:

- Kebersihan permukaan pelat
- Ukuran mata potong (*nozzle*) yang digunakan
- Kebersihan nosel yang digunakan
- Tekanan oksigen
- Jumlah pemanasan awal

### **2. Jenis Pembakar Potong**

Ada dua jenis pembakar potong yang biasa dipergunakan pada proses pemotongan :

- 1) Pembakar potong serbaguna ( *multi-purpose blowpipe* ), yaitu jenis pembakar yang dapat dipergunakan untuk keperluan memotong dan mengalur.
- 2) Pembakar potong yang menggunakan pembakar biasa , yaitu pembakar yang digunakan untuk pemotongan.



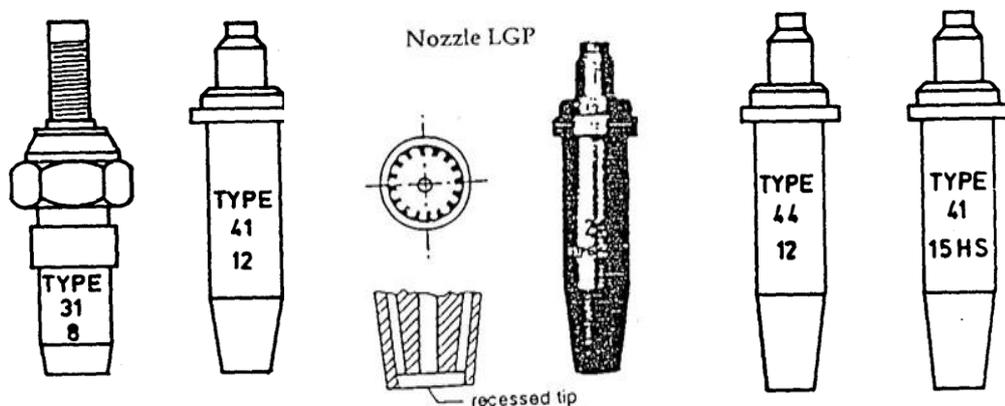
**Gambar 4. 2 Pembakar Potong (Blowpipe)**

### 3. Nozzle Potong

Mulut potong (*nozzle*) dirancang dengan berbagai ukuran untuk bermacam-macam ketebalan bahan dan penggunaan; serta masing-masingnya ditandai dengan ukuran.

Mulut potong yang biasa (standar) digunakan, yaitu *nozzle* asetilin (type 41) dan *nozzle* LPG (type 44). Kebanyakan *nozzle* asetilin mempunyai lima atau enam lubang untuk pemanasan awal dan satu lubang ditengah untuk saluran oksigen potong.

Nozzle potong LPG bentuknya relatif sama, tapi pada ujung mulut *nozzle* ada **ceruk** untuk mengarahkan nyala pemanasan awal.

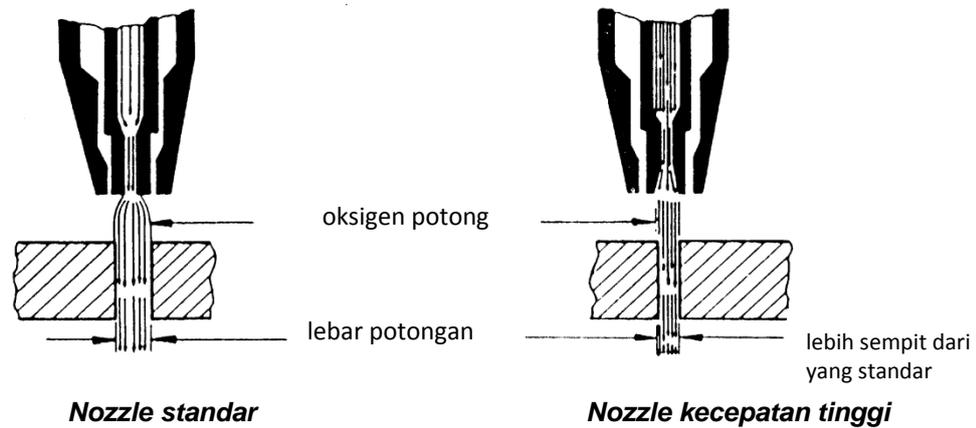


Gambar 4. 3 Mulut Potong (Cutting Nozzle)

Untuk pemotongan pelat atau profil secara cepat, digunakan jenis nozzle “kecepatan tinggi”, yang berbeda dengan tipe standar dan bekerja pada kecepatan potong yang tinggi. Nozzle ini meruncing ke ujung, yakni didisain untuk menghasilkan potongan yang kecil, sedikit logam yang terbuang dan sedikit oksigen yang dibutuhkan, serta hasil potongan yang kecil (sempit).

Penggunaan nozzle kecepatan tinggi :

- Membelah pelat
- Memotong profil pelat baja secara cepat
- Digunakan pada kebanyakan mesin potong gas

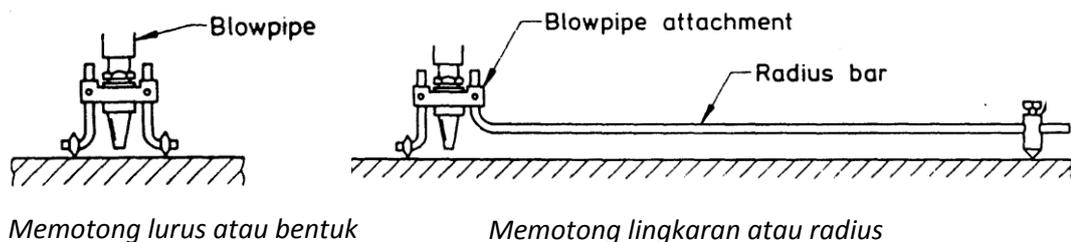


#### 4. Alat Bantu untuk Pemotongan secara Manual (Freehand Cutting)

Pemotongan secara manual (dengan tangan) meliputi semua pemotongan manual, dimana tidak menggunakan alat bantu pemotongan.

Pemotongan secara manual terutama kalau memotong bentuk yang tidak beraturan, atau gerakan pemotong yang tidak teratur, sehingga selama proses pemotongan tidak menggunakan alat bantu.

Sedangkan alat bantu yang sering digunakan pada pemotongan dengan tangan adalah berupa alat bantu yang dipasang pada *nozzle*. Alat bantu potong yang digunakan pada proses pemotongan dengan tangan adalah untuk memotong lurus dan lingkaran.



**Gambar 4. 4 Alat Bantu Pemotongan**

## 5. Mesin-mesin Potong Gas

### a. *Straight Line Tractor*

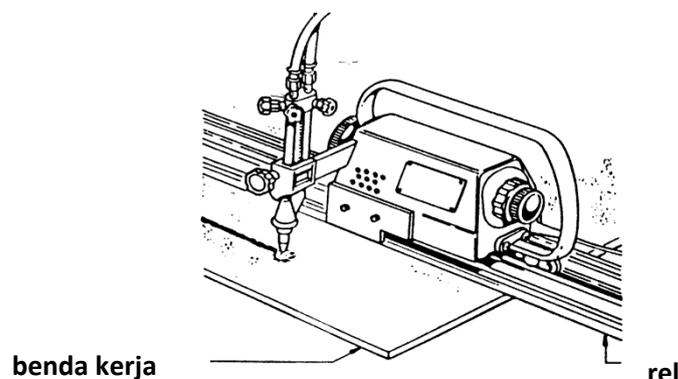
Mesin potong lurus (*straight line tractor/ cutting machine*) adalah untuk memotong lurus peralatan. Mesin ini sangat diperlukan pada bengkel-bengkel fabrikasi untuk mengerjakan komponen dan pekerjaan konstruksi baja secara lebih cepat dan kualitas yang lebih baik dari pemotongan secara manual.

Mesin potong ini mempunyai kelebihan dari pada pemotongan manual, terutama bila pekerjaan yang tebal dan berkali-kali, dimana mata potongnya (*nozzle*) dipasang secara kokoh/ kuat pada jarak yang tetap dan dapat menghasilkan kecepatan yang teratur dan tetap, yaitu dengan menggunakan motor penggerak.

Mesin potong lurus digerakkan oleh motor listrik yang menempel pada sistem dan dapat diatur kecepatan tersebut untuk tiap pengoperasian, ia akan tetap pada kecepatan tersebut untuk tiap pengoperasian. Pengaturan yang sesuai akan menghasilkan pemotongan yang berkualitas lebih baik dibandingkan dengan pemotongan secara manual ( tangan ).

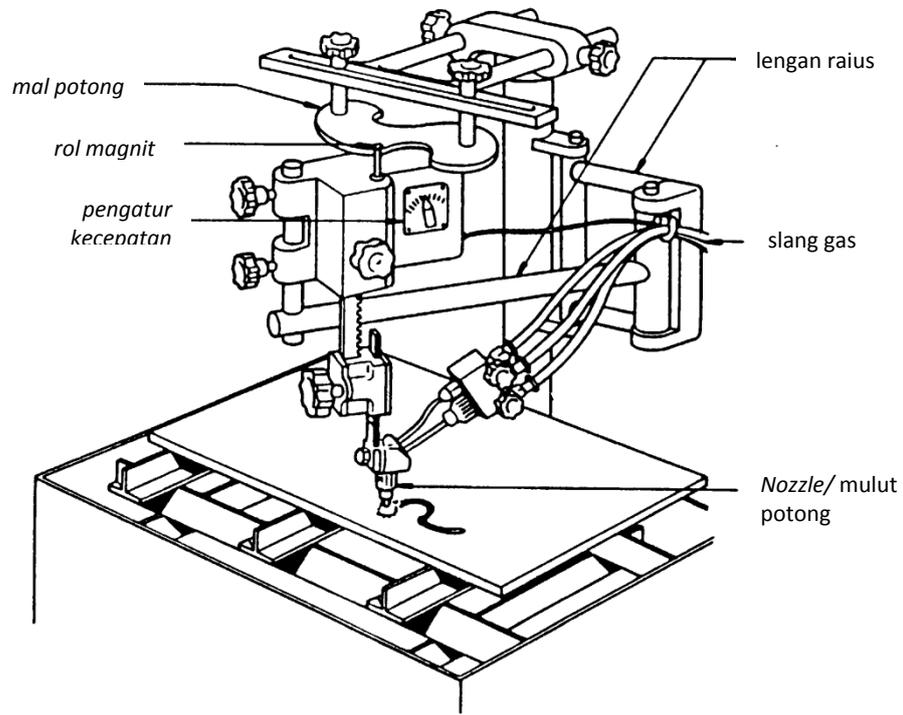
Penggunaan mesin potong gas lurus antara lain adalah :

- Memotong lurus, seperti : membuat pelat strip.
- Persiapan sambungan pemotongan, seperti kampuh V untuk sambungan tumpul.



Gambar 4. 5 Straight Line Tractor

## b. Mesin Potong Gas Radial (Radial Cutting Machine)



Gambar 4. 6 Mesin Potong Gas Radial

Kebanyakan mesin potong gas radial terpasang pada lantai bengkel. Mesin ini mempunyai lengan radial yang tergantung pada batang vertikal dan digerakkan oleh motor listrik yang dapat diatur kecepatannya. Umumnya, sebuah rol magnit digunakan untuk penuntun (*guide*) pada saat pengoperasian mesin mengelilingi mal (pola) yang dipasang. Rol terpasang dibagian atas (ujung kepala pemotongan (*cutting head*)) dan segaris lurus dengan mulut (*nozzle*) potong. Lengan radial direncanakan untuk mampu bergerak secara universal sepanjang lengannya.

Penggunaan mesin potong gas radial antara lain adalah:

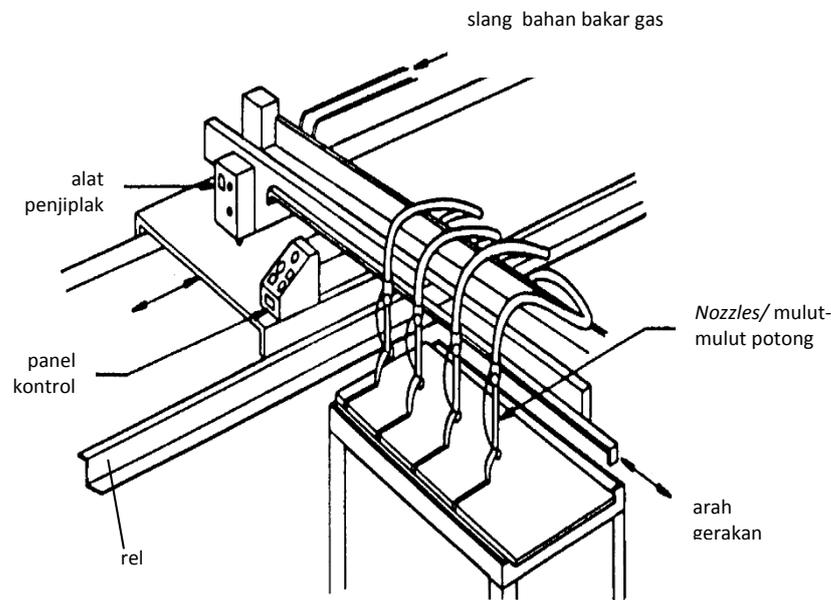
- Untuk pekerjaan yang berukuran ( skala ) kecil
- Dapat memotong bentuk tidak tentu dan material yang tebal.

Keterbatasan ( kelemahan ) mesin potong jenis ini adalah :

- Ukuran profil terbatas sepanjang lengan mesin

- Hanya dapat memotong permukaan rata (flat), tidak dapat memotong miring (*bevel*) atau pipa
- Terbatas bentuk/ disain pola, tidak dapat memotong sudut tajam
- Sulit dipindah-pindah.

### c. Mesin Potong Gas Koordinat (Cross Carriage)



**Gambar 4. 7 Mesin Potong Gas Koordinat**

Mesin potong gas koordinat dipakai secara luas, karena mesin ini ideal untuk produksi menengah dan partai besar serta untuk pengerjaan profil yang sulit (kompleks). Secara teknik mesin ini lebih maju (canggih) serta sangat akurat dalam bekerja.

Mesin potong gas koordinat mempunyai batang pembawa yang dipasang secara kuat/ kokoh dan bergerak sepanjang sel mesin. Kepala pemotong/ *nozzle* (*cutting head*) dipasang pada batang pembawa. Apapun bentuk yang diberikan akan dapat dijiplak/ ditiru dan dipotong dengan pergerakan dari batang pembawa.

Penggunaan mesin potong gas koordinat adalah :

- Produk menengah dan besar dan dapat dipasang untuk pemotong ganda ( multi )

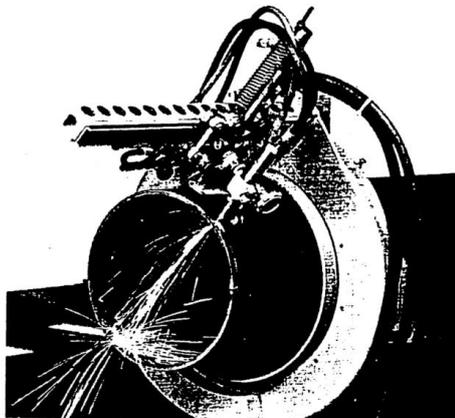
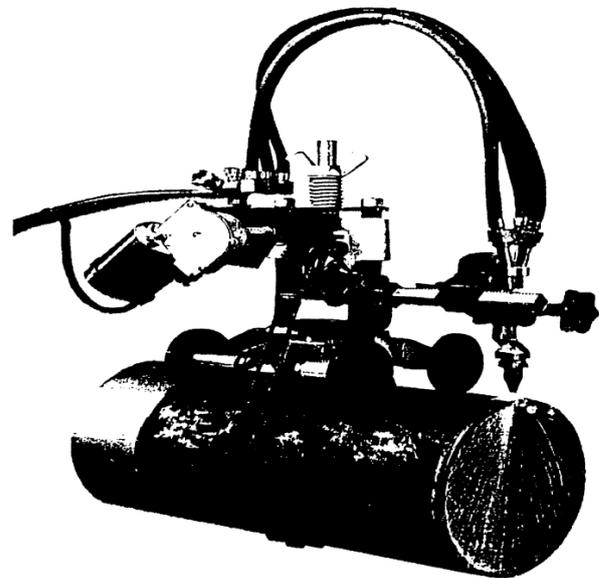
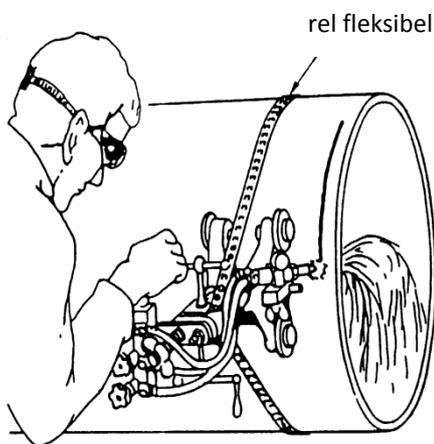
- Untuk memotong bentuk yang kompleks (sulit) secara akurat.
- Untuk memotong “multi-profil” dan bentuk yang sama.

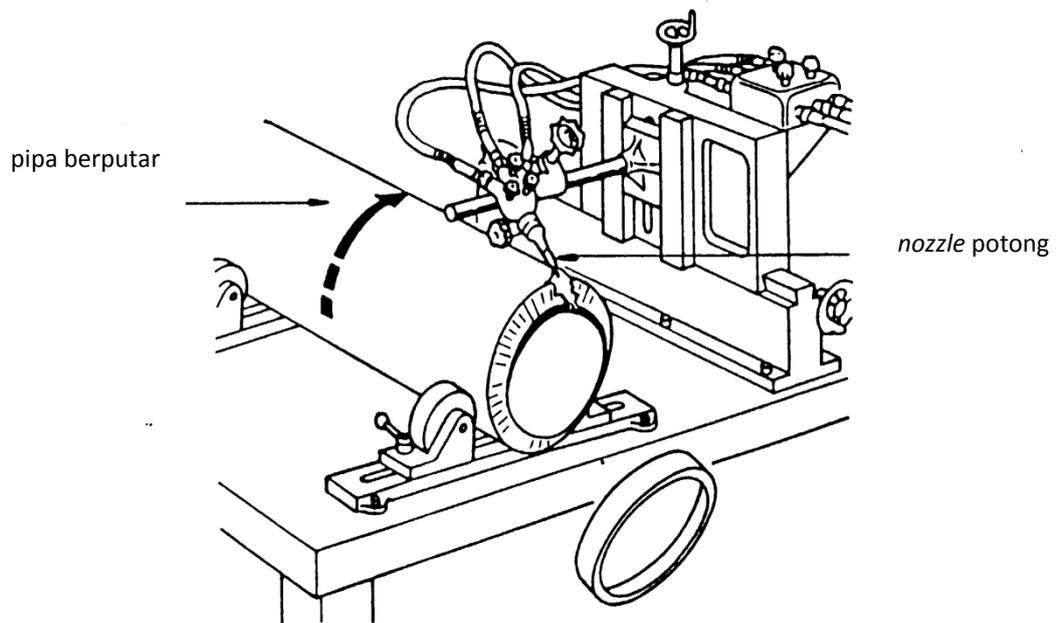
Keterbatasan (kelemahan) mesin potong gas koordinat adalah :

- Harga mesin mahal
- Hanya dapat memotong permukaan rata (*flat*)
- Tidak dapat memotong pipa
- Sulit dipindahkan-pindah

#### d. Mesin Potong Pipa ( Pipe Cutting )

Ada dua tipe mesin pemotong pipa, ada yang mudah dipindah/ dibawa (*portable*) untuk memotong pipa yang tetap (diam) atau mesin yang tetap, di mana biasanya mesin potong pipa *portable* digerakkan secara manual.





Gambar 4. 8 Macam-macam Mesin Potong Pipa

Secara umum penggunaan jenis-jenis mesin potong gas untuk pipa antara lain:

- Membentuk kampuh V untuk persiapan pengelasan
- Membuat celah pada pipa
- Beberapa mesin dapat memotong untuk lubang cabang pipa

Keterbatasannya (kelemahan) mesin-mesin potong pipa adalah:

- Hanya dapat digunakan untuk bentuk lingkaran/ pipa
- Kebanyakan mesin tidak dapat memotong bentuk yang rumit
- Kebanyakan mesin terbatas untuk ukuran pipa tertentu

## 6. Teknik-teknik Pemotongan dengan Gas

Penerapan teknik-teknik pemotongan dengan gas sangat tergantung pada jenis, bentuk, dan tebal bahan yang akan dipotong. Namun secara umum, pemotongan dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

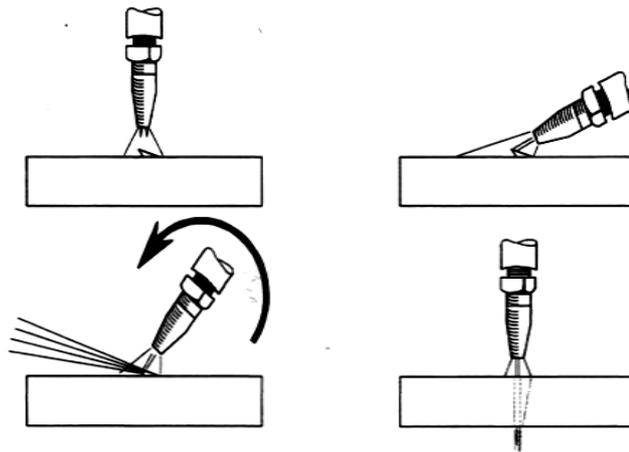
1. Pemotongan secara manual sedapatnya dimulai pada tepi pelat, karena pada pemotongan dengan gas diperlukan sisi pelat yang terbuka atau panas (pencairan) yang cukup untuk memulai suatu pemotongan.
2. Bila pemotongan dilakukan jauh dari tepi atau ditengah pelat, maka pemanasan akan menjadi lama dan jika daerah pemotongan terlalu panas maka akan mempengaruhi kualitas akhir dari potongan. Untuk keadaan ini ada dua cara yang dapat dilakukan :
  - Memakai pahat untuk membuat torehan atau cekungan pada permukaan, sehingga tepi bekas pahatan yang akan memanaskan dan terbakar dengan lebih cepat daripada hanya mencoba memanaskan permukaan yang rata, sehingga dengan demikian dapat dilakukan pemotongan.
  - Membuat lubang (bor) kecil sebagai permulaan pada pelat atau bagian dimana pemotongan akan dimulai.

Adapun hal-hal yang perlu diperhatikan agar diperoleh kualitas hasil pemotongan yang baik adalah sebagai berikut:

1. Pastikan ukuran *nozzle* yang tepat untuk ketebalan bahan yang akan dipotong.
2. Atur tekanan gas yang diperlukan ( sesuai dengan tabel / tipe pemotong)
3. Pastikan bahwa *nozzle* dalam keadaan bersih dan kondisi baik.
4. Bentuk nyala api harus sesuai ketentuan, dimana saat nyala api (tanpa ada tekanan oksigen) seharusnya panjang nyala kira-kira 30 mm dan nyala untuk pemanasan awal adalah nyala netral.
5. Ujung dari api pemanasan awal kira-kira 2 mm dari permukaan pelat yang dipotong. Bila memotong lurus, pastikan *nozzle* tegak lurus terhadap permukaan pelat pada semua arah. Saat memotong miring pastikan pancaran pemotongan pada sudut yang tepat.
6. Kecepatan pemotongan yang dibutuhkan (dalam potongan lurus) bisa diukur dengan memperhatikan suara dari pancaran dan tampilan dari aliran terak. Pancaran seharusnya membuat suara desiran yang stabil dan aliran terak yang berkepanjangan.

7. Jika akan menembus lubang (dengan torehan pahat) untuk memulai pemotongan pada permukaan (pada bidang pelat), maka prosedur berikut dapat dilakukan :

- Panaskan bekas pahatan secara tegak lurus sampai temperatur kira-kira 400<sup>o</sup> (warna merah) kemudian miringkan kearah garis potong.
- Tekan oksigen potong sehingga terak potong terbang dan tidak memantul kearah *nozzle*.
- Pada saat pemotongan dimulai, pemotong digerakkan perlahan sampai *nozzle* berdiri tegak untuk dapat menembus lubang seluruhnya.



**Gambar 4. 9 Teknik Memotong pada Bagian tengah Pelat**

Berikut ini ketentuan-ketentuan umum dalam melakukan pemotongan dengan gas, yakni berupa data penggunaan gas dan nozzle dan spesifikasi pengoperasian untuk pemotongan dengan oksidasi asetilen dan oksidasi-LPG.

Tabel 4. 1 Data Pengoperasian dan Pemakaian Oksi Asetilen

Operating data									
Plate thickness mm	Nozzle size	Cleaning drill size		Pressure kPa		Cutting speed mm/min	Consumption		
		Cutting	Preheat	Oxygen	Acetylene		Acetylene 1/min	Oxygen 1/min	
6	8	8	5 x 6	200	100	450	3.5	17.5	
12	12	12	6 x 7	200	100	380	4	38	
20	12	12	6 x 7	250	100	340	4.5	42	
25	15	15	6 x 8	220	100	320	6	56	
40	15	15	6 x 8	350	100	270	7	75	
50	15	15	6 x 8	400	100	240	7.5	85	
75	15	15	6 x 8	450	100	180	8	95	
100	20	20	6 x 10	400	100	150	9	134	
125	20	20	6 x 10	450	100	150	10	155	
150	20	24	6 x 11	450	100	130	11	211	

**Tabel 4. 2 Data Pengoperasian dan Pemakaian Oksi-LPG**

Data Pengoperasian				Pemakaian		
Tebal bahan mm (in.)	Ukuran Nozzle	Tekanan kPa (psi)		Kecepatan Potong: mm/sec (in/min)	LPG liter/min	Jumlah oxygen liter/min
		Oxygen	LPG		(ft <sup>3</sup> /h)	(ft <sup>3</sup> /h)
6 (1/4)	8	180 (15)	100 (15)	6 (15)	3 (6.0)	16 (32)
12 (1/2)	12	200 (30)	100 (15)	5 (13)	4 (8.0)	34 (67)
20 (3/4)	12	235 (35)	100 (15)	5 (12)	4 (8.0)	39 (78)
25 (1)	15	200 (15)	100 (15)	5 (10)	4 (8.5)	57 (113.5)
40 (1 1/2)	15	300 (40)	100 (15)	4 (9)	5 (10.5)	75 (150.5)
50 (2)	15	350 (50)	100 (15)	3 (7)	6 (13.0)	92 (183)
75 (3)	15	400 (60)	100 (15)	2 (6)	8 (15.5)	106 (210.5)
100 (4)	20	350 (50)	100 (15)	2 (5)	9 (18.0)	149 (298)
125 (5)	20	385 (55)	100 (15)	2 (5.2)	10 (20)	165 (330)
150 (6)	24	400 (60)	100 (15)	2 (4.8)	11 (22)	251 (502)

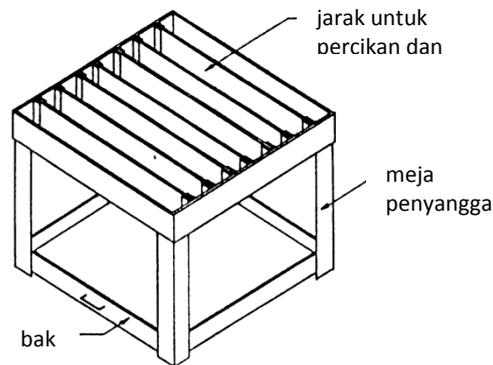
## 7. Penanganan Distorsi pada Pemotongan dengan Gas

Salah satu kendala dalam pemotongan dengan panas adalah terjadinya perubahan bentuk benda kerja atau distorsi. Distorsi dapat terjadi karena tidak seimbangnya rambatan dan penyusutan yang terjadi selama pemanasan dalam proses pemotongan.

Sangat tidak mungkin untuk terhindar dari masalah ini secara bersamaan, tapi ada beberapa teknik penanganan untuk mengontrol distorsi.

### 1. Menggunakan Meja Penyangga

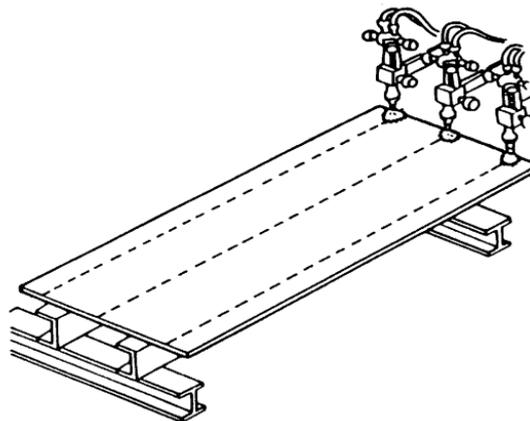
Penggunaan meja penyangga dalam mengontrol distorsi selama pemotongan adalah untuk menyangga keseluruhan benda kerja dengan meja yang dirancang khusus sehingga ada celah untuk percikan api dan terek.



**Gambar 4. 10 Meja Penyangga**

### 2. Pemotongan Seimbang

Teknik ini adalah untuk mengontrol distorsi yang tepat digunakan bila memotong benda kerja yang panjang dan kecil. Misalnya bila memotong plat strip dalam waktu yang bersamaan dengan menggunakan tiga pembakar potong yang dioperasikan secara otomatis.

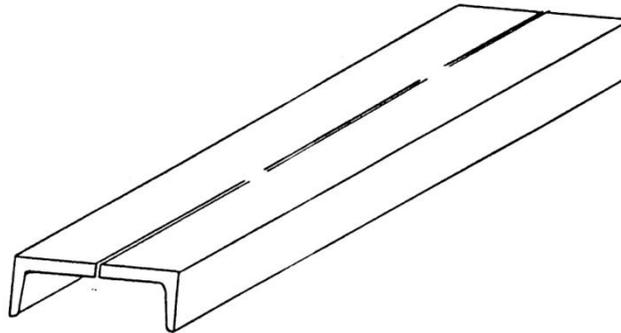


**Gambar 4. 11 Contoh Pemotongan Seimbang**

### 3. Pemotongan Terputus-putus

Bila memotong pelat yang kecil atau membelah baja profil, distorsi dapat dikontrol dengan memotong terputus garis potongnya dan meninggalkan bagian yang tidak terpotong antara 2 - 25 mm sebelum menyelesaikan pemotongan secara keseluruhan. Jadi bagian yang tidak

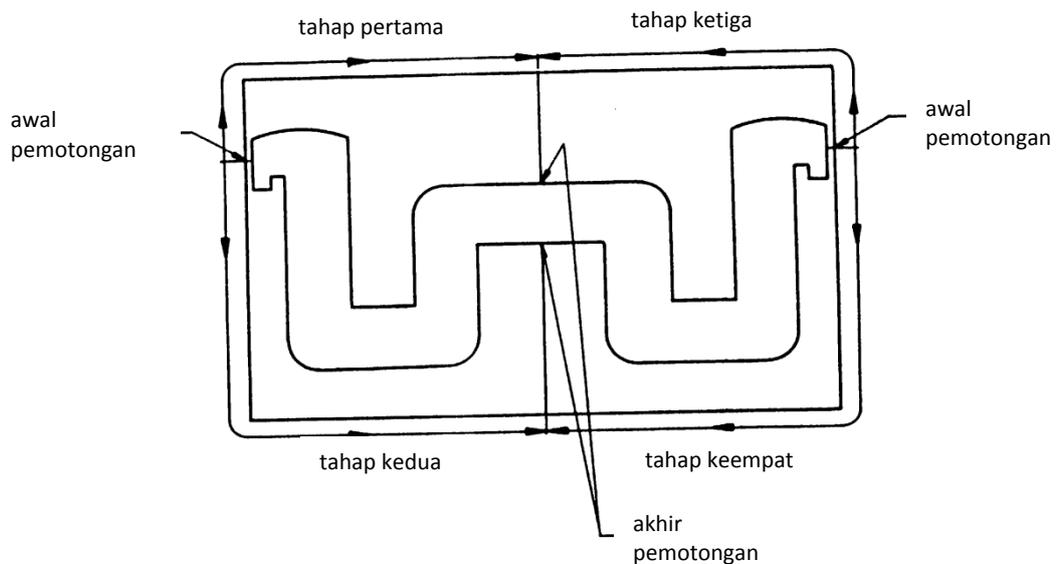
terpotong akan mengikat selama proses pendinginan. Setelah keseluruhan panjang benda kerja terpotong, maka bagian yang tidak terpotong dipotong secara terpisah.



**Gambar 4. 12 Contoh Pemotongan Terputus-putus**

#### 4. Pemotongan Berangkai/ Bertahap

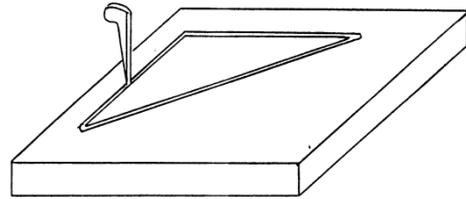
Pemotongan berangkai dibagi atas beberapa tahap pemotongan. Pada contoh diperlihatkan ada empat pemotongan terpisah. Suatu pemotongan kurang baik pada pemotongan tidak lurus adalah bila dilakukan secara kontinyu tanpa merencanakan langkah pemotongannya.



**Gambar 4. 13 Contoh Pemotongan Berangkai**

## 5. Penggunaan Baji / Pasak

Penggunaan baji sering digunakan untuk menahan pergerakan bagian yang dipotong.



## E. Teknik-teknik Pemotongan Mass Product

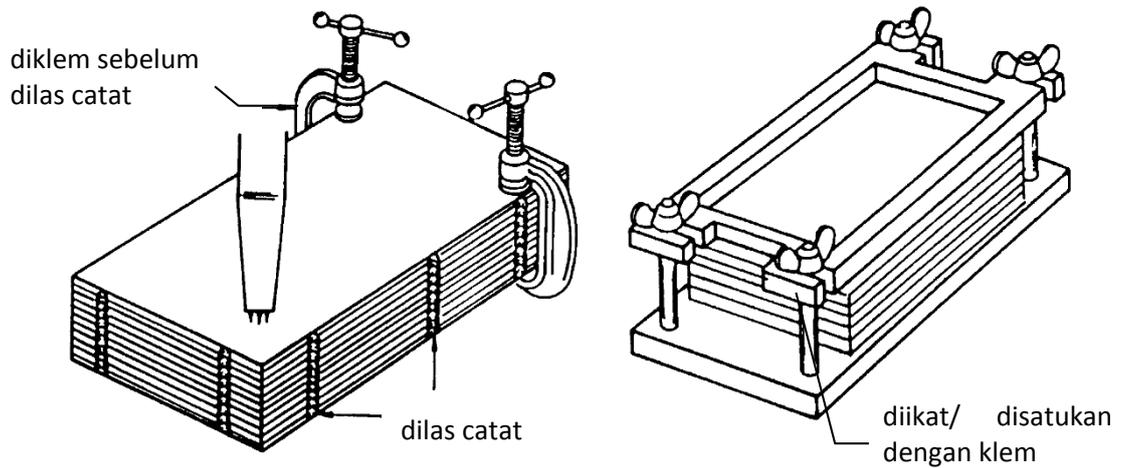
Pada pengerjaan produksi dalam jumlah besar (*mass product*) dan seragam dapat dilakukan dengan teknik-teknik ditumpuk (*stack cutting*), nesting dan teknik “jiplak” atau tiru, yaitu dalam rangka menghemat biaya produksi, terutama bahan dan gas, serta untuk efisiensi waktu

### 1. Pemotongan dengan Cara Ditumpuk (*Stack Cutting*)

Beberapa lembar pelat tipis (biasanya 1 – 1,5 mm) ditumpuk satu sama lain. Tumpukan tersebut diikat kuat dengan klem dan di las catat pada sisi pelat untuk menjaganya selama pemotongan. Pemotongan dengan cara ditumpuk dapat mengurangi distorsi dan juga biaya produksi.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan pemotongan adalah:

- Setiap permukaan harus bersih, rata dan rapat satu sama lain.
- Jarak (gap) tiap lembar tidak lebih dari 0,1 mm
- Pelat paling atas bisa terbuang (tidak terpakai), karena awal pemotongan merusak permukaan pelat.
- Semua lembaran pelat harus terklem dengan kuat dan dilas satu sama lain.
- Kecepatan potong sedikit lebih lambat dibanding yang biasanya.



Gambar 4. 14 Pemotongan dengan Cara Ditumpuk

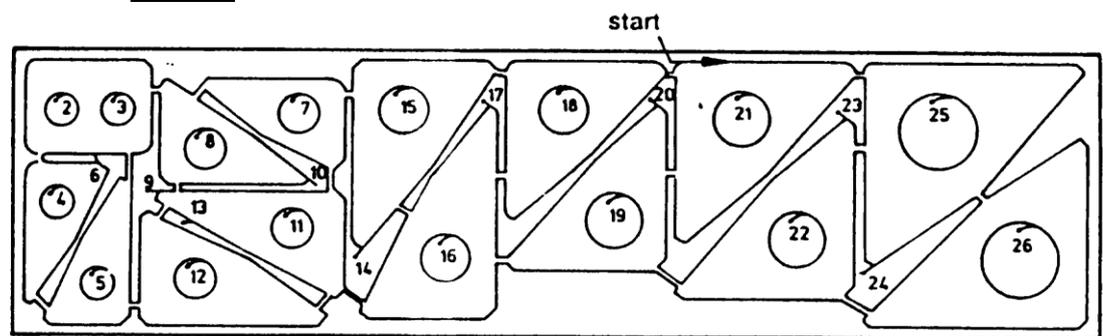
## 2. Nesting

Nesting adalah suatu teknik di mana beberapa profil kecil menyatu dan dipotong dari pelat yang sama. Urutan pemotongan harus didisain agar pelat tetap serata mungkin.

### Catatan :

Pemotongan pertama dibuat pada bagian dalam sisi pelat dan bagian yang tidak dipotong mengikat dan menjembatani bagian lain. Teknik ini ideal untuk mesin potong koordinat, *photo elektrik* atau sistem komputer.

### Contoh :



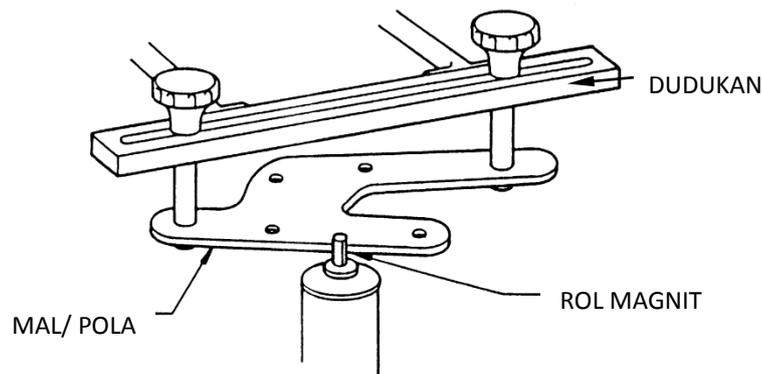
Gambar 4. 15 Pemotongan dengan Cara "Nesting"

### 3. Penggunaan Teknik Jiplak

Ada tiga teknik jiplak (tiru) yang digunakan pada pemotongan dengan gas adalah :

- Menggunakan magnet
- “*photo-electric*”/ optik
- Komputer

#### a. Jiplak dengan Magnet



Gambar 4. 16 Alat Jiplak pada Mesin Potong Gas

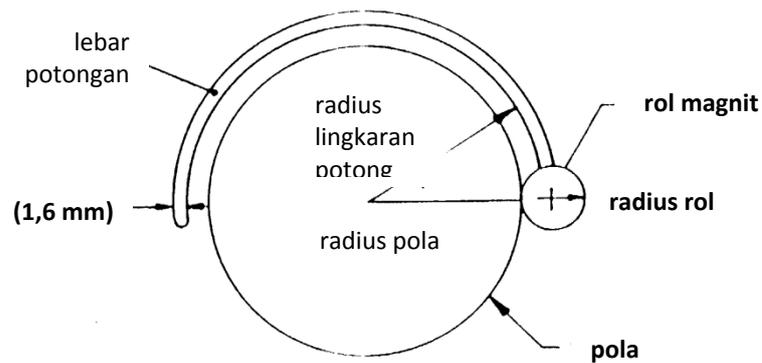
Proses ini dimulai dengan membuat pola (mal) sesuai bentuk yang akan dipotong; dipasangkan pada suatu alat pengikat pada mesin.

Kemudian rol “*elektro-magnet*” akan kontak dengan pola tersebut dan mengikuti bentuk pola, baik bagian dalam maupun luar.

Pola dapat dibuat dengan cara-cara berikut :

- Buat pola dari pelat baja karena bersifat magnetik
- Buat dari bahan pelat dengan ketebalan 3-6 mm; jangan terlalu tipis karena akan mudah bengkok atau rusak.
- Bila membuat suatu pola luar (eksternal), maka ukurannya diperkecil setengah dari diameter rol dan ditambah dengan setengah lebar potong.

Contoh cara menghitung pola luar / eksternal:

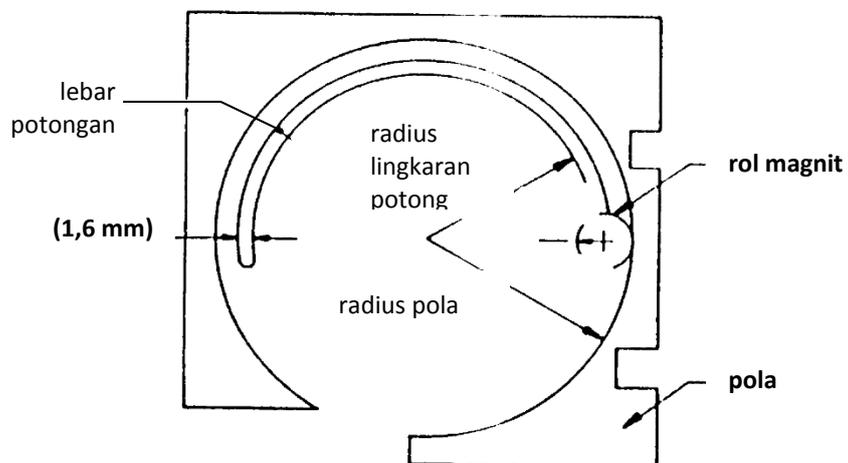


**Perhitungan :**

Radius lingkaran luar	= 100 mm
$\frac{1}{2}$ diameter rol	= 6,5 mm
$\frac{1}{2}$ lebar potongan	= 0,8 mm
Radius pola	= 100 – 6,5 mm ( $\frac{1}{2}$ dia.rol)
	= 93,5 mm
	= 93,5 + 0,8 ( $\frac{1}{2}$ lebar potongan)
<b>Pola eksternal</b>	= <b><u>94,3 mm</u></b>

Bila membuat suatu pola bagian dalam (internal), maka ukurannya diperbesar setengah diameter rol dan dikurangi setengah lebar potongan.

**Contoh.**



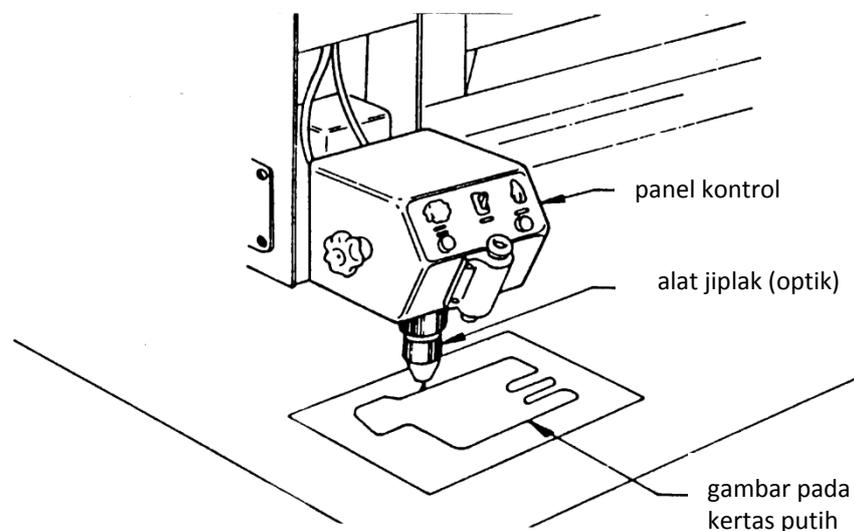
**Perhitungan :**

Radius lingkaran dalam	= 100 mm
------------------------	----------

½ diameter rol	= 6,5 mm
½ lebar potongan	= 0,8 mm
Radius pola	= 100 – 6,5 mm
	= 106,5 mm
	= 106,5 – 0,8mm
<b>Pola internal</b>	= <b><u>105,7 mm</u></b>

b. Jiplak dengan *photo-electric*

Pola “photo-electric”/ optik sangat sesuai untuk memotong bahan dalam jumlah besar (sangat banyak), karena beberapa kepala pemotong (*cutting head*) dapat dipasang pada koordinatnya (*cross carriage*).



Gambar 4. 17 Teknik Jiplak dengan "Photo-Electric"

**3. Pola dengan Sistem Komputer atau “computer guided”**

Peralatan yang terbaru (*up to date*) sering menggunakan sistem komputer. Sudah barang tentu ini lebih akurat, untuk itu perlu pelatihan khusus dan pengetahuan untuk memprogramkan mesin untuk membuat garis potong. Seperti pada “*photo-electric*”, maka sistem komputer juga cocok untuk

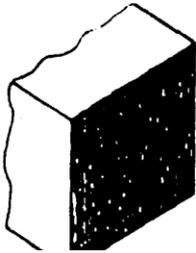
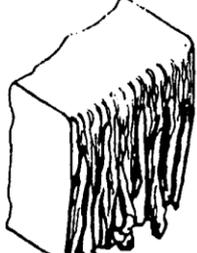
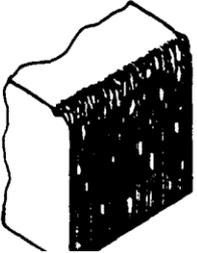
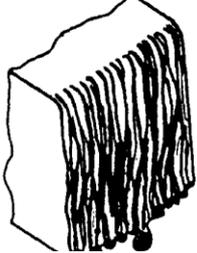
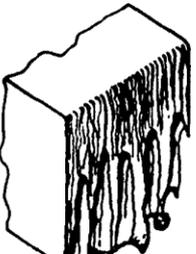
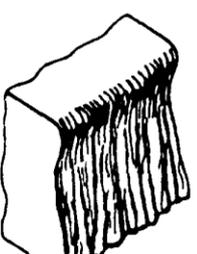
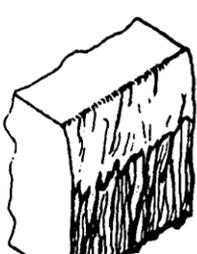
produksi dalam jumlah banyak (*mass product*) dan bentuk profil yang sulit/khusus.

### **8. Kualitas Hasil Pemotongan**

Kualitas hasil pemotongan merupakan hal terpenting dalam proses pemotongan dengan gas. Adapun faktor-faktor penting yang perlu diperhatikan dalam pemotongan antara lain adalah pengaturan nyala api potong, kecepatan potong, jarak dan kondisi *nozzle*, dan pemanasan awal.

Berikut ini beberapa bentuk hasil pemotongan yang dapat dijadikan acuan dasar dalam melakukan pemotongan secara manual maupun dengan mesin potong gas.

Tabel 4. 3 Bentuk-bentuk Hasil Pemotongan dengan Gas

 <p><i>Hasil yang baik</i></p>	 <p><i>Pemotongan terlalu cepat</i></p>	 <p><i>Pemotongan terlalu lambat</i></p>
 <p><i>Nozzle terlalu jauh</i></p>	 <p><i>Nozzle terlalu dekat</i></p>	 <p><i>Pemanasan awal berlebihan</i></p>
 <p><i>Pemanasan awal kurang</i></p>	 <p><i>Oksigen potong terlalu tinggi</i></p>	 <p><i>Nozzle kotor</i></p>



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 4

### PRAKTEK PEMOTONGAN BAHAN MENGGUNAKAN PROSES OKSI-ASETILIN

#### *Latihan 1*

#### PEMOTONGAN LURUS SECARA MANUAL

##### TUJUAN

Setelah mempelajari dan berlatih memotong lurus dengan alat potong gas/nyala api, peserta diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja untuk pemotongan
- Memasang pembakar potong
- Mengatur nyala api potong
- Memotong lurus tanpa menggunakan alat bantu potong
- Memeriksa hasil pemotongan

##### ALAT DAN BAHAN

###### 1. Alat :

- Seperangkat alat potong oksidasi asetilin.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

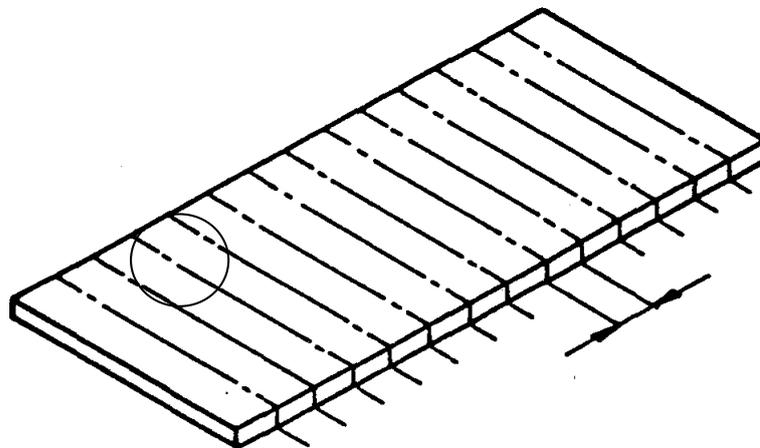
###### 2. Bahan :

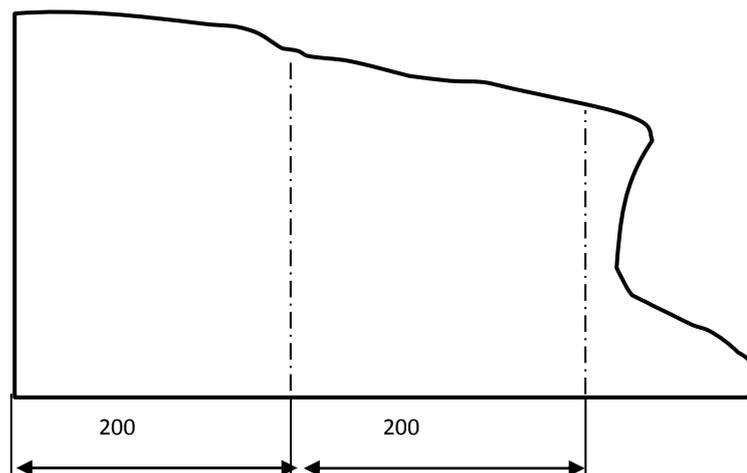
- Pelat baja lunak ukuran tebal 8-12 mm

## KESELAMATAN KERJA

- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Gunakan ukuran nozzle sesuai tebal bahan ( lihat tabel )
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (cutting brander / tip) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya.
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

## LEMBARAN KERJA





### LANGKAH KERJA

- a. Siapkan peralatan potong dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang pemotongan dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- b. Tempatkan bahan diatas dudukan yang memungkinkan cairan pemotongan dapat bebas terbuang ke bawah.
- c. Buat garis potong dengan jarak 200 mm sepanjang bahan yang akan dipotong.
- d. Nyalakan pembakar pemotongan dan atur nyala netral kemudian arahkan api pada sisi bahan yang akan dipotong ( pada garis potong ) untuk melakukan pemanasan awal.
- e. Buka katup oksigen potong ketika bahan mulai mencair.
- f. Gerakkan pembakar potong sepanjang garis potong serta jaga kecepatan potong tetap stabil.
- g. Periksa hasil pemotongan dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- h. Lakukan pemotong ulang sesuai petunjuk Instruktur/ pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- i. Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/ pembimbing.

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	L / LT	Rekomendasi
Ukuran	Penyimpangan $\pm 2\text{mm}$		
Kelurusan pemotongan	Penyimpangan maks. 20%.		
Hasil potongan	Minimum 50% x panjang pemotongan halus dan tajam		
Cacat pemotongan	Tidak ada bagian yang tak putus		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

*Penilai,*

\_\_\_\_\_

## **Latihan 2**

### **PEMOTONGAN MIRING (BEVEL) MENGGUNAKAN ALAT BANTU**

#### **TUJUAN**

Setelah mempelajari dan berlatih memotong miring dengan alat potong gas/nyala api, peserta diharapkan akan mampu :

- Menyiapkan dan menggunakan peralatan potong gas secara benar dan sesuai dengan SOP.
- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Memotong miring ( membuat bevel ) menggunakan alat bantu potong
- Memeriksa hasil pemotongan

#### **ALAT DAN BAHAN**

##### **1. Alat :**

- Seperangkat alat potong oksi asetilin.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

##### **2. Bahan :**

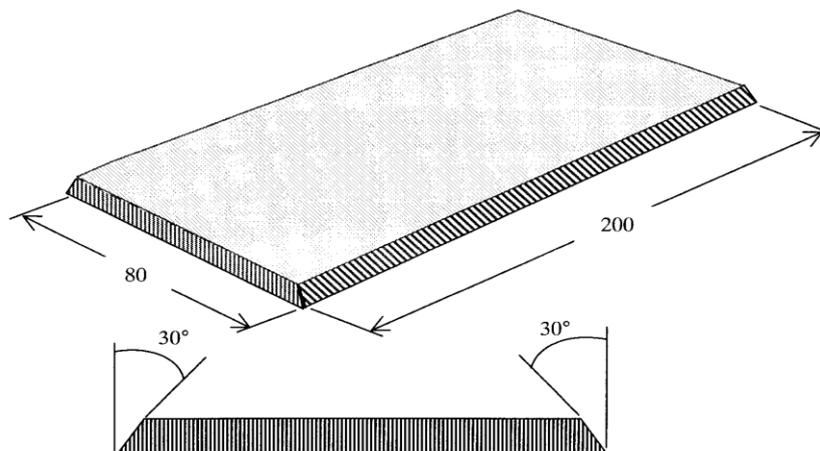
- Pelat baja lunak ukuran tebal 10 – 12 mm (dari hasil pemotongan Latihan-1)

#### **KESELAMATAN KERJA**

- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.

- Gunakan ukuran nozzle sesuai tebal bahan ( lihat tabel )
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (cutting brander / tip) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya.
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

## LEMBARAN KERJA



## LANGKAH KERJA

- a. Siapkan peralatan potong yang dilengkapi dengan alat bantu ( attachment ) dan atur sudut  $60^\circ$  terhadap permukaan benda kerja, yaitu untuk membentuk sudut bevel  $30^\circ$ .

- b. Tempatkan bahan diatas dudukan yang memungkinkan cairan pemotongan dapat bebas terbuang ke bawah.
- c. Buat garis potong dengan jarak 80 mm pada bahan yang akan dipotong
- d. Gerakkan pembakar potong sepanjang garis potong serta jaga kecepatan potong dan sudut potong tetap stabil.
- e. Periksa hasil pemotongan dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- f. Lakukan pemotong ulang sesuai petunjuk Instruktur/ pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- g. Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/ pembimbing.

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	L / LT	Rekomendasi
Ukuran benda kerja	Penyimpangan $\pm 2\text{mm}$		
Sudut bevel	Penyimpangan $+ 5^\circ, - 0^\circ$		
Kelurusan pemotongan	Penyimpangan maks. 20%.		
Hasil potongan	Minimum 50% x panjang pemotongan halus dan tajam		
Cacat pemotongan	Tidak ada bagian yang tak putus		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

**Penilai**

### Latihan 3

## Disain Pola untuk Pemotongan Jiplak Magnet-1

### A. Tujuan Instruksional

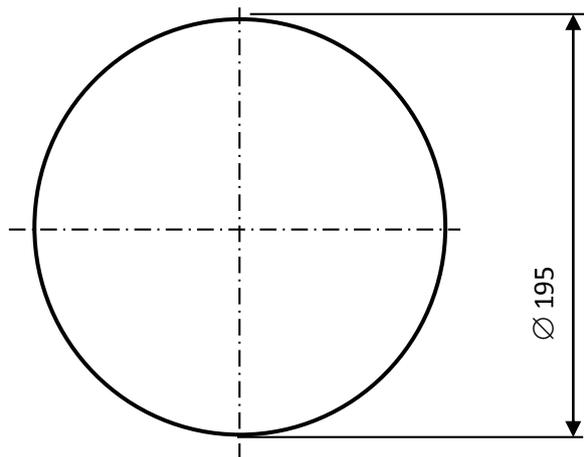
Setelah mempelajari dan berlatih tugas ini, peserta diharapkan mampu menghitung dan mendisain gambar pola/ mal eksternal untuk pemotongan menggunakan mesin potong gas radial / jiplak ( rol ) magnet dengan kriteria :

- sesuai gambar kerja
- penyimpangan gambar maksimum 1mm

### B. Alat dan Bahan

- Kertas gambar ukuran A4
- Alat lukis/ gambar

### C. Gambar Kerja



### D. Tugas

- Hitunglah ukuran (diameter) pola untuk pemotongan eksternal pelat  $\varnothing$  195 mm (sesuai gambar), jika :
  - diameter rol = 13 mm
  - lebar potongan ( *kerf* ) = 1,2 mm

- Buatlah ( lukislah ) gambar mal/ pola pada kertas A4.

#### **Latihan 4**

### **Membuat Pola untuk Pemotongan Jiplak Magnit-2**

#### **A. Tujuan Instruksional**

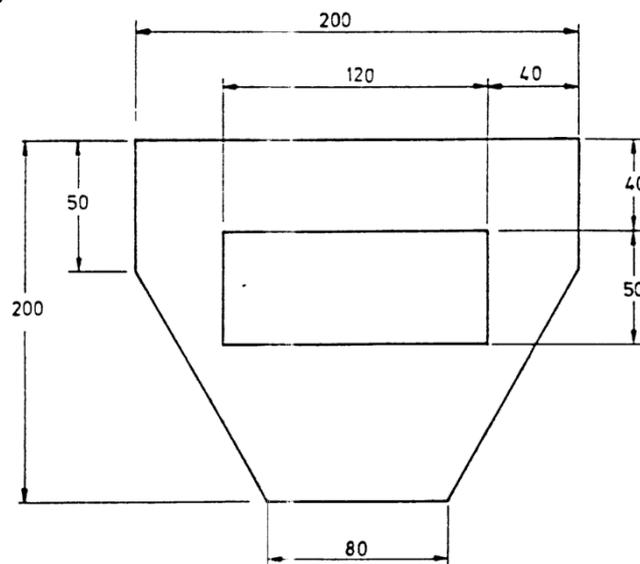
Setelah mempelajari dan berlatih tugas ini, peserta diharapkan mampu menghitung dan mendisain gambar pola/ mal internal dan eksternal untuk pemotongan menggunakan mesin potong gas radial / jiplak ( rol ) magnit dengan kriteria :

- sesuai gambar kerja
- penyimpangan gambar maksimum 1mm

#### **B. Alat dan Bahan**

- Kertas gambar ukuran A4
- Alat lukis/ gambar

#### **C. Gambar Kerja**



#### **D. Tugas**

- Buatlah gambar mal/ pola untuk pemotongan pelat sesuai dengan gambar di atas pada kertas A4, jika :

- diameter rol = 10 mm
- lebar potongan ( *kerf* ) = 1,2 mm

## Latihan 5

### Membuat Pola untuk Pemotongan dengan “Photo-Electric”

#### A. Tujuan Instruksional

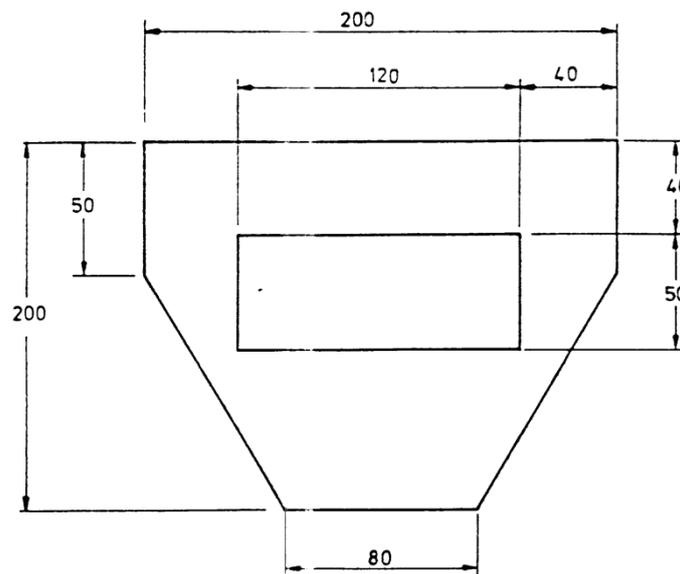
Setelah mempelajari dan berlatih tugas ini, peserta diharapkan mampu mendisain gambar pola untuk pemotongan menggunakan mesin potong *photo electric*/ optik dengan kriteria :

- sesuai gambar kerja
- penyimpangan gambar maksimum 1mm

#### B. Alat dan Bahan

- Kertas gambar ukuran A4
- Alat lukis/ gambar

#### C. Gambar Kerja



#### D. Tugas

- Buatlah (disainlah) gambar pola untuk pemotongan pelat sesuai dengan gambar di atas pada kertas A4.

## **Latihan 6**

### **Pemotongan dengan Mesin Potong Gas Lurus**

#### **A. Tujuan Instruksional**

Setelah mempelajari dan berlatih tugas ini, peserta diharapkan mampu memotong bahan dengan menggunakan mesin potong gas lurus ( *straight line cutting tractor* ) dengan kriteria :

- penyimpangan ukuran maks. 2mm
- hasil potongan halus, rata dan tajam
- bebas terak dan percikan terak

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat :**

- Seperangkat mesin potong gas lurus ( oksasi-asetilin )
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

##### **2. Bahan :**

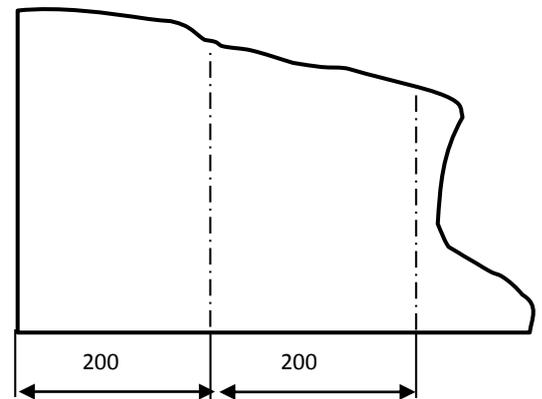
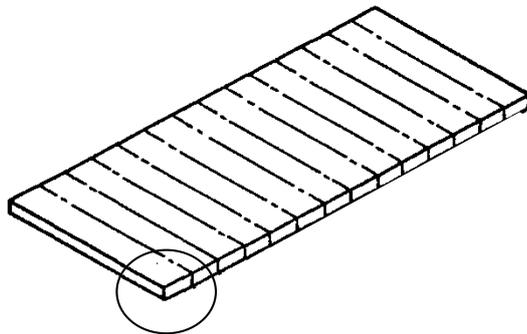
- Pelat baja lunak ukuran tebal 10 – 15 mm

#### **C. Keselamatan Kerja**

- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Gunakan ukuran *nozzle* sesuai tebal bahan ( lihat tabel )
- Perhatikan peletakan dan posisi mesin potong terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya.
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.

- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

#### D. Gambar Kerja



#### C. Langkah Kerja

- Siapkan mesin potong dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang las dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Tempatkan bahan diatas dudukan yang memungkinkan cairan pemotongan dapat bebas terbuang ke bawah.
- Buat garis potong dengan jarak 200 mm sepanjang bahan yang akan dipotong atau beri tanda kedua ujung pelat.
- Tempatkan rel mesin di atas meja/ pelat yang dipotong dan atur posisi pembakar tegak lurus pada garis potong.
- Stel kecepatan potong mesin dengan berpatokan pada tabel kecepatan potong.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral kemudian lakukan pemanasan awal.
- Buka katup oksigen potong ketika bahan mulai mencair bersamaan dengan hidupnya motor penggerak mesin potong.
- Periksa hasil pemotongan dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- Lakukan pemotong ulang sesuai petunjuk Instruktur/ pembimbing, jika belum mencapai kriteria.
- Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/ pembimbing.

<b>LEMBAR PENILAIAN</b>			
<b>Aspek yang Diukur</b>	<b>Kriteria Penilaian</b>	<b>L / LT</b>	<b>Rekomendasi</b>
Ukuran	Penyimpangan $\pm 2\text{mm}$		
Hasil potongan	Pemotongan halus , rata dan tajam		
Cacat pemotongan	Tidak ada bagian yang tak putus		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

**Penilai,**

\_\_\_\_\_

## **Latihan 7**

### **Pemotongan dengan Mesin Potong Gas Radial**

#### **A. Tujuan Instruksional**

Setelah mempelajari dan berlatih tugas ini, peserta diharapkan mampu mendisain pola dan mengoperasikan serta memotong bahan menggunakan mesin potong gas radial (*radial cutting*) dengan kriteria :

- penyimpangan ukuran maks. 1mm
- hasil potongan halus, rata dan tajam
- bebas terak dan percikan terak

#### **B. Alat dan Bahan**

##### **1. Alat :**

- Seperangkat mesin potong gas radial ( oksi-asetilin )
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

##### **2. Bahan :**

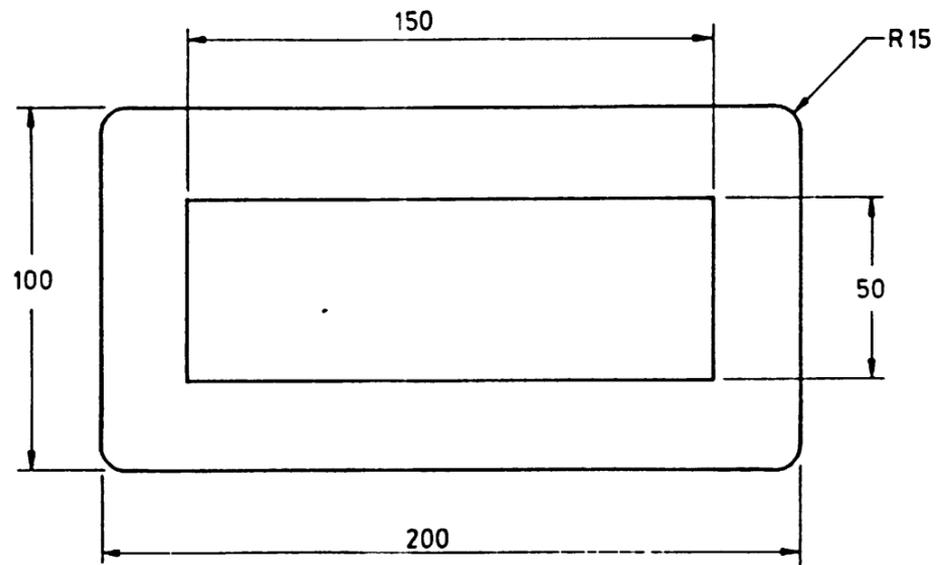
- Pelat baja lunak ukuran tebal 10 – 15 mm

#### **C. Keselamatan Kerja**

- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Gunakan ukuran *nozzle* sesuai tebal bahan ( lihat tabel )
- Perhatikan peletakan dan posisi mesin potong terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya.
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.

- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

#### D. Gambar Kerja



#### E. Langkah Kerja

- Buat pola eksternal dan internal dengan menggunakan pelat baja tebal  $\pm 5$ mm berdasarkan gambar kerja.
- Siapkan mesin potong dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang las dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Pasang pola untuk pemotongan internal padaudukan pola pada mesin potong gas radial dan yakinkan bahwa pola terpasang secara benar dan cukup kuat.
- Siapkan bahan yang akan dipotong dengan membuat lubang ( dibor ) sebagai awal pemotongan internal.
- Tempatkan bahan diatas dudukan mesin potong radial dan perhatikan peletakan bahan sehingga memungkinkan cairan pemotongan dapat bebas terbuang ke bawah.
- Atur posisi awal pemotongan dan arahkan *nozzle* pada titik tersebut.

- g. Stel kecepatan potong mesin dengan berpatokan pada tabel kecepatan potong.
- h. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral kemudian lakukan pemanasan awal.
- i. Buka katup oksigen potong ketika bahan mulai mencair bersamaan dengan hidupnya motor (rol magnet) penggerak mesin potong.
- j. Periksa hasil pemotongan dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- k. Setelah pemotongan internal dilakukan, maka gantilah pola untuk pemotongan eksternal.
- l. Lakukan pemotongan eksternal dengan langkah kerja yang sama dengan pemotongan internal.
- m. Jika hasil pemotongan belum mencapai kriteria yang ditetapkan, lakukan pemotong ulang sesuai petunjuk Instruktur/ pembimbing.
- n. Dinginkan dan bersihkan bahan sebelum diserahkan pada Instruktur/ pembimbing.

<b>LEMBAR PENILAIAN</b>			
<b>Aspek yang Diukur</b>	<b>Kriteria Penilaian</b>	<b>L / LT</b>	<b>Rekomendasi</b>
Ukuran	Penyimpangan $\pm 1$ mm		
Hasil potongan	Pemotongan halus, rata dan tajam		
Cacat pemotongan	Tidak ada bagian yang tak putus		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

*Penilai,*

\_\_\_\_\_

## EVALUASI

Untuk mengukur hasil belajar Anda tentang materi pokok “Pemotongan dengan Gas”, maka kerjakanlah soal-soal berikut ini secara seksama.

### A. Pilihan Ganda :

**Lingkari jawaban yang paling tepat dari pertanyaan-pertanyaan berikut :**

1. Pola (mal) untuk mangnit pada mesin potong gas biasanya terbuat dari :
  - a. Baja tahan karat (stainless stell)
  - b. Baja
  - c. Aluminium
  - d. Besi tuang
2. Yang tidak termasuk penggunaan mesin pemotong lurus adalah :
  - a. Membuat kampuh V
  - b. Memotong lurus
  - c. Membuat pelat strip
  - d. Lingkarang dengan radius besar
3. Mana dari mesin-mesin berikut yang cocok untuk produksi jumlah banyak (*mass product*) dalam berbagai bentuk pada pelat rata :
  - a. Mesin potong radial
  - b. Mesin potong pipa
  - c. Mesin potong koordinat
  - d. Mesin potong lurus
4. Perhitungan untuk membuat pola eksternal pada jiplak megnit adalah :
  - a. Mengecilkan  $1/2$  dari diameter rol magnit ditambah  $1/2$  lembar potongan
  - b. Memperbesar diameter rol magnit
  - c. Memperkecil diameter rol magnit
  - d. Memperbesar setengah dari diameter rol magnit dan celah pemotongan.
5. Bila membuat pola jiplak untuk “ *photo-electric*”, maka harus digambar dengan :
  - a. Pena *flourescent*
  - b. Krayon
  - c. Pena tinta hitam
  - d. Pensil hitam
6. Yang tidak termasuk kelebihan *nozzle* potong kecepatan tinggi adalah :
  - a. Lebar potongan kecil (sempit)
  - b. Dapat memotong miring dan bentuk

- c. Desainnya khusus
- d. Sedikit logam yang terbuang

7. Bila pemotongan bertumpuk, maka harus diperhatikan :
- a. Permukaan rata dan bersih
  - b. Digunakan nozzle kecepatan tinggi
  - c. Harus ada jarak pada tiap lembar pelat
  - d. Kecepatan potong ditambah.

**B. Jawaban Singkat :**

1. Tuliskan fungsi dan penggunaan masing-masing mesin potong berikut :

a. Pemotong lurus :

.....  
 .....  
 .....

b. Pemotong pipa :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

c. Pemotong radial :

.....  
 .....  
 .....  
 .....

2. Jelaskan apa artinya “nesting” :

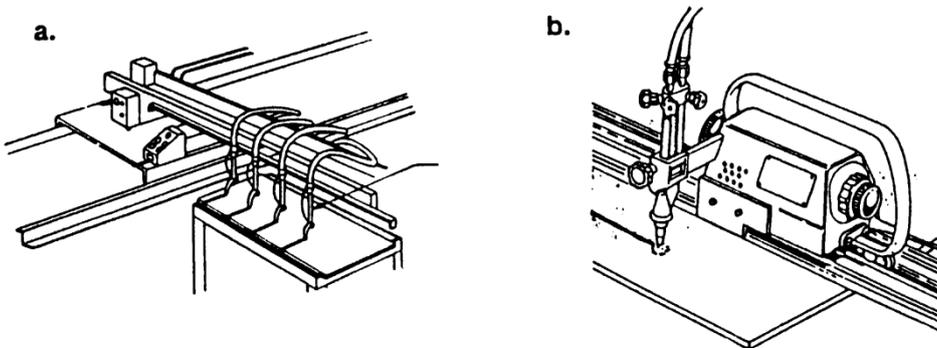
.....  
 .....

3. Mana dari 2 gambar dibawah yang termasuk *nozzle* potong kecepatan tinggi, beri alasan :



.....  
 .....  
 .....

4. Nama dari 2 mesin potong dibawah ini adalah :



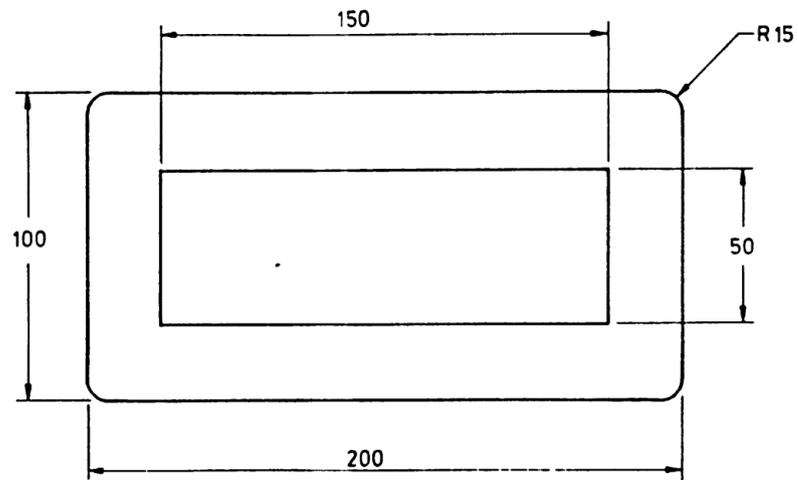
a. ....  
 b. ....

**C. Essay :**

**Kerjakan soal-soal berikut ini :**

1. Hitunglah ukuran ( diameter ) pola eksternal, menggunakan jiplak magnet untuk pemotongan pelat  $\varnothing$  217 mm, jika diketahui :
    - diameter rol = 13 mm
    - lebar potongan ( *kerf* ) = 1,2 mm
- Buatlah ( lukislah ) gambar mal/ pola pada kertas A4.

2. Hitung dan buatlah gambar pola untuk pemotongan menggunakan jiplak magnet sesuai dengan gambar berikut !





## KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

### BENTUK SAMBUNGAN, POSISI PENGELASAN DAN SIMBOL LAS

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat WPS peserta diklat dapat menentukan posisi dan sambungan las, memahami simbol las, memahami tindakan pencegahan dan perbaikan distorsi.

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Menentukan posisi pengelasan pada sambungan pelat dan pipa sesuai dengan prosedur operasi Standar

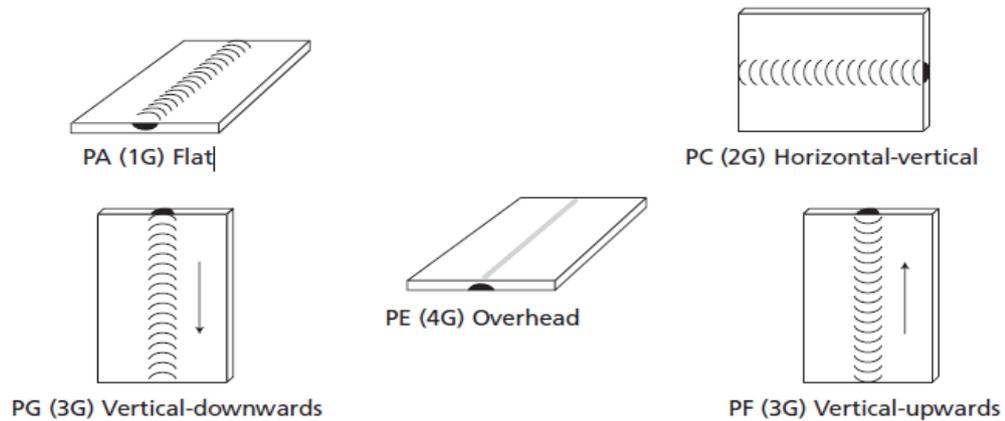
1. Posisi pengelasan dapat ditentukan dengan benar
2. Macam Sambungan las dapat ditentukan dengan benar
3. Simbol las dapat dipahami dengan benar
4. Persiapan las untuk mengurangi distorsi dipahami dengan benar
5. Tindakan perbaikan distorsi dipahami dengan benar

#### C. Uraian Materi

##### Bahan Bacaan 1: Posisi Pengelasan, Sambungan dan Simbol Las

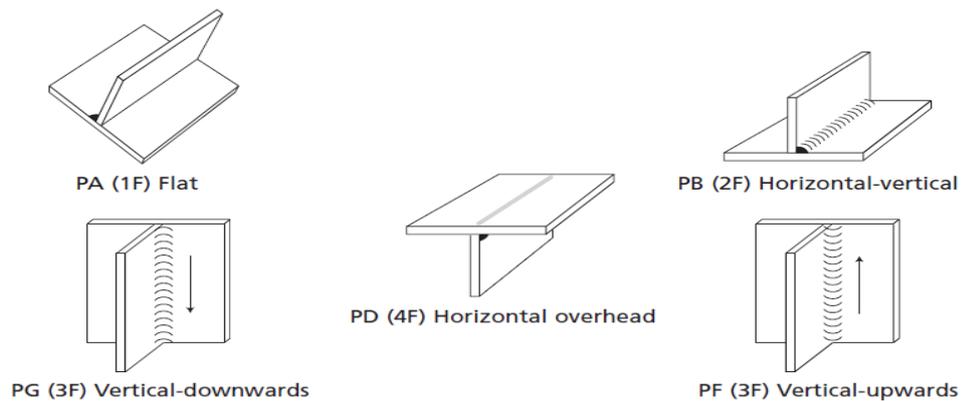
##### 1. Posisi Pengelasan

Pada prinsipnya posisi pengelasan terbagi atas empat posisi, yaitu di bawah tangan (*flat*), di depan dada mendatar (*horizontal-vertical*), di depan dada vertikal (*vertical downwards – vertical upwards*) dan di atas kepala (*overhead*). Gambar 5.1 memperlihatkan posisi pengelasan tersebut untuk las tumpul (*butt welding*) kode yang di dalam tanda ( ) merupakan koding dari AWS sedangkan yang di luar ( ) merupakan koding dari EN 287-1. Sedangkan pada gambar 5.2 menunjukkan macam-macam posisi pengelasan untuk las sudut (*fillet joint welds*).



**Gambar 6. 1 Posisi Pengelasan pada *Fillet Joint Welds***

(Sumber: Laren, 2004:23)

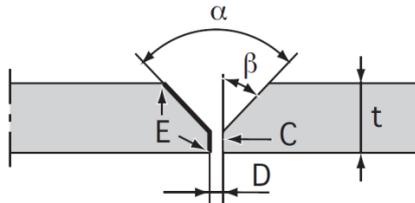


**Gambar 6. 2 Posisi Pengelasan pada *Fillet Joint Welds***

(Sumber: Laren, 2004:23)

## 2. Macam-macam Sambungan Las

Proses pengelasan, posisi pengelasan dan ketebalan logam induk harus diperhitungkan ketika kita memutuskan tipe sambungan yang akan kita buat. Sebuah sambungan memiliki parameter sudut ( $\alpha$ ), sudut ( $\beta$ ), *root face* (C), *root gap* (D), *joint surface* (E), radius (R) hanya untuk sambungan U dan *plate thickness* (t). (gambar5.3)



**Gambar 6. 3 Parameter sambungan**

(Sumber: Laren, 2004:83)

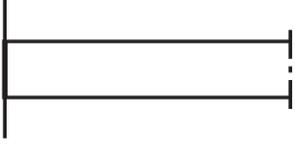
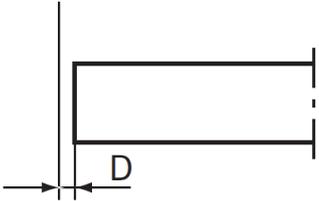
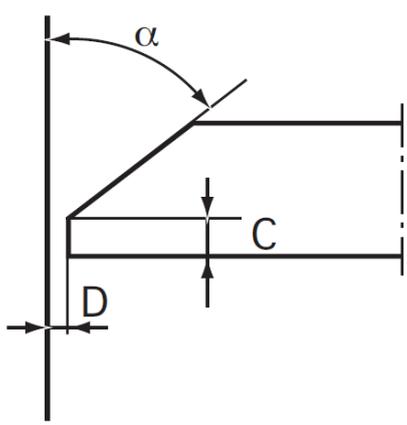
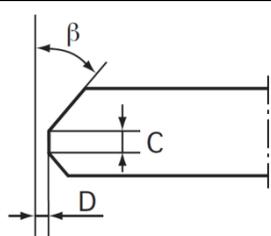
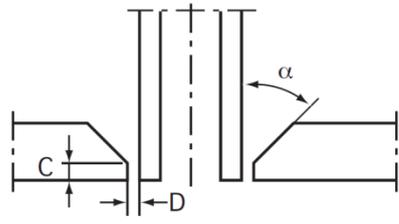
**Tabel 6. 1 Macam-macam Sambungan Las**

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
1.	<b>Sambungan I</b> Tanpa root gap <sup>1)</sup> Satu sisi		TIG	$t < 2,5 \text{ mm}$
2.	<b>Sambungan I</b> Tanpa root gap <sup>2)</sup> Dua sisi		SAW	$t = 6 - 9 \text{ mm}$
3.	<b>Sambungan I</b> Satu sisi		PAW	$t = 1 - 8 \text{ mm}$
4.	<b>Sambungan I</b> $D = 2 - 2.5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t < 4 \text{ mm}$
5.	<b>Sambungan I</b> $D = 1 - 2 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG	$t < 2,5 \text{ mm}$
6.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 60^{\circ 3)}$ $C = 0,5 - 1,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
7.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 60^{\circ 3)}$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,5 - 3,5 \text{ mm}$		MMA, MIG, TIG, FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
	Dua sisi			
8.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 60^{\circ 3)}$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 4,0 - 6,0 \text{ mm}$ Satu sisi dengan backing		FCW	$t = 4 - 20 \text{ mm}$
9.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 80 - 90^{\circ}$ $C = 1,5 \text{ mm}$ Tanpa root gap <sup>1)</sup> Dua sisi		TIG+, SAW	$t = 3 - 16 \text{ mm}$
10.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 80 - 90^{\circ}$ $C = 3,0 - 6,0 \text{ mm}^4)$ Tanpa root gap Dua sisi		SAW	$t = 8 - 16 \text{ mm}$
11.	<b>Sambungan V</b> $\alpha = 80 - 90^{\circ}$ $C = 3,0 - 4,0 \text{ mm}$ Tanpa root gap Dua sisi		PAW+, SAW	$t = 6 - 16 \text{ mm}$
12.	<b>Sambungan V</b> $\beta_1 = 45^{\circ}$ $\beta_2 = 15^{\circ}$ $C = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
13.	<b>Sambungan V</b> $\beta_1 = 45^{\circ}$ $\beta_2 = 15^{\circ}$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
14.	<b>Sambungan V</b> $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 4,0 - 6,0 \text{ mm}$ Satu sisi dengan backing		FCW	$t = 4 - 20 \text{ mm}$
15.	<b>Sambungan X</b> $\alpha = 60^{\circ 3)}$ $C = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 14 - 30 \text{ mm}^8)$
16.	<b>Sambungan X</b> $\alpha = 80^\circ$ $C = 3,0 - 8,0 \text{ mm}^4)$ Tanpa root gap Dua sisi		SAW	$t = 14 - 30 \text{ mm}$
17.	<b>Sambungan X</b> $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,5 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 14 - 30 \text{ mm}^8)$
18.	<b>Sambungan X</b> $\beta_1 = 45^\circ$ $\beta_2 = 15^\circ$ $C = 3,0 - 8,0 \text{ mm}^4)$ Dua sisi		SAW <sup>9)</sup>	$t = 14 - 30 \text{ mm}$
19.	<b>Sambungan U</b> $\beta = 10^\circ$ $R = 8,0 \text{ mm}$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW, SAW <sup>10)</sup>	$t < 50 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
20.	<b>Sambungan Ganda U</b> $\beta = 15^\circ$ $R = 8,0 \text{ mm}$ $C = 4,0 - 8,0 \text{ mm}^{4)}$ Dua sisi		SAW <sup>9)</sup>	$t > 20 \text{ mm}$
21.	<b>Sambungan Fillet</b> Tanpa root gap $A = 0,7 \times t$ Satu atau dua sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t > 2 \text{ mm}$
22.	<b>Sambungan setengah V</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
23.	<b>Sambungan setengah V</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
24.	<b>Sambungan setengah X</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 1,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW <sup>5)</sup>	$t = 4 - 30 \text{ mm}$
25.	<b>Sambungan setengah X</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 30 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
26.	<b>Sambungan Fillet</b> Tanpa root gap Dua sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t < 2 \text{ mm}$
27.	<b>Sambungan Fillet</b> $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t = 2 - 4 \text{ mm}$
28.	<b>Sambungan setengah V</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW <sup>5)</sup>	$t = 4 - 12 \text{ mm}$
29.	<b>Sambungan setengah V</b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
30.	<b>Sambungan K</b> $\beta = 50^\circ$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 30 \text{ mm}^8)$
31.	<b>Sambungan setengah V<sup>7)</sup></b> $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG <sup>6)</sup> , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
32.	<b>Setengah Pipa</b> $\alpha = 45^\circ$ $C = 1,5 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t = 4 - 16$ mm

(sumber: Laren, 2004: 83)

- 1) harus memakai root gap ketika mengelas tingkatan khusus
- 2) alur dasar, 1 – 2 mm dalam dan lebar
- 3) sudut sambungan untuk tingkatan khusus adalah 60 - 70°
- 4) root land di atas 5 mm harus mencondongkan brander / tip ke arah depan pengelasan
- 5) pengelasan menggunakan ceramic backing
- 6) normalnya hanya pada 1 – 3 langkah, mengikuti MIG, FCW, MMA atau SAW
- 7) untuk manways, viewports dan nozzles
- 8) ketebalan di atas 20 mm dapat dibuat sambungan X tidak simetris
- 9) TIG atau MMA dapat digunakan pada root runs. Gerinda dari balik.  $C = 30 \text{ mm}$
- 10) SAW dapat digunakan untuk jalur pengisian dan capping

### 3. Simbol Las

Tanda gambar atau simbol pada pengelasan mutlak harus dipahami oleh semua orang yang terlibat dalam pengelasan, baik itu *Welding Engineer*, *Welder* maupun *Welding Inspector*. Simbol las mengacu kepada standar AWS A2.4 spesifikasi “*Symbols of welding, brazing, and nondestructive examination*”. Simbol dasar las biasanya terdiri atas simbol las kampuh dan simbol las tambahan. Simbol las kampuh terdiri dari *square*, *scarf*, *V*, *bevel*, *U*, *J*, *flare-V*, *flare-bevel*. Simbol las kampuh bisa dilihat pada tabel 5.2 di bawah ini.

**Tabel 6. 2 Simbol Las Kampuh**

GROOVE WELDS							
Square	Scarf*	V	Bevel	U	J	Flare-V	Flare-Bevel

(CWB, 2006:87)

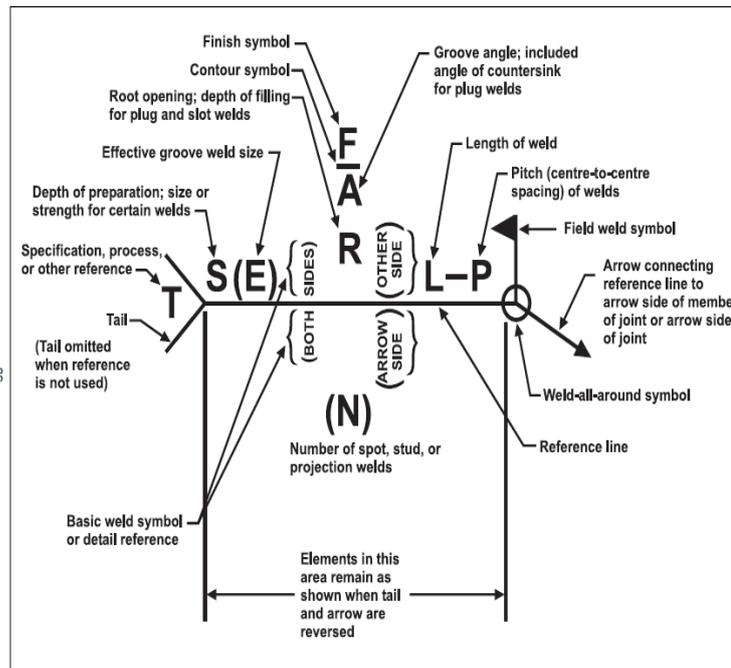
Selain dari simbol las kampuh, ada juga simbol tambahan seperti *weld all around*, *field weld*, *melt through*, *consumable insert (square)*, *backing or spacer (rectangle)*, *contour flat*, *convex*, dan *concave*.

**Tabel 6. 3 Simbol Las Tambahan**

Weld all around	Field Weld	Melt Through	Consumable Insert (Square)	Backing or Spacer (Rectangle)	Contour		
					Flush or Flat	Convex	Concave

(CWB, 2006:90)

Selain simbol las kampuh dan tambahan, ada simbol pengelasan yang menunjukkan perintah las secara utuh.

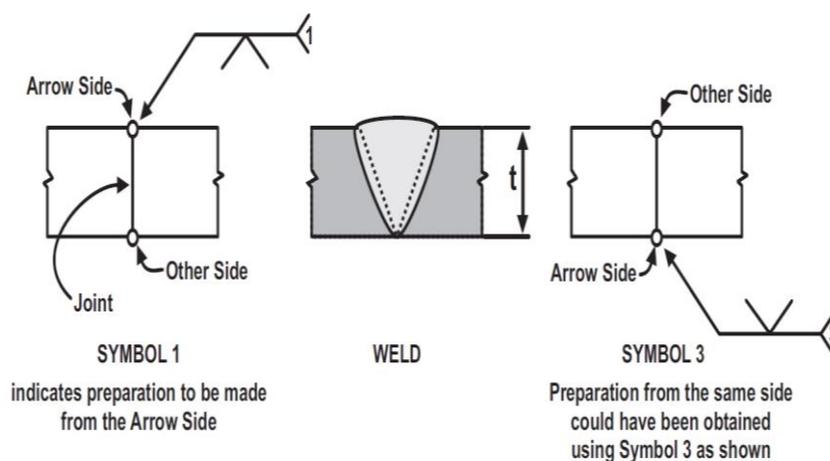


**Gambar 6. 4 Simbol Pengelasan**

(Sumber: CWB, 2006:89)

Berikut adalah beberapa contoh penempatan simbol las

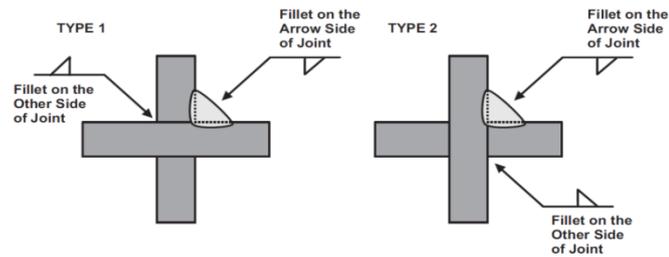
**a. Las butt joint**



**Gambar 6. 5 Simbol Las Butt Joint**

(Sumber: CWB, 2006:90)

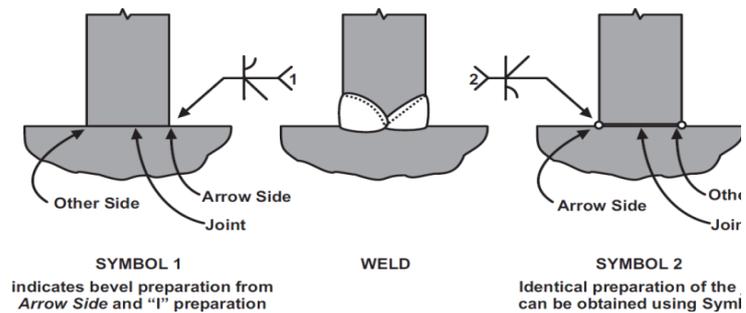
**b. Las fillet joint**



**Gambar 6. 6 Simbol Las Fillet Joint**

(Sumber: CWB, 2006:91)

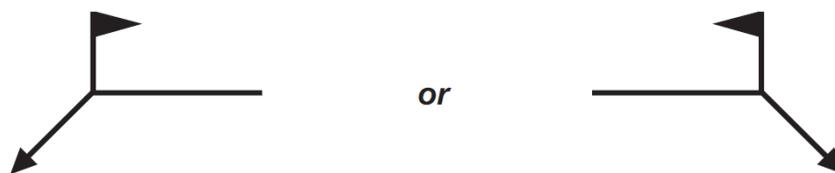
**c. Las T-Joint**



**Gambar 6. 7 Simbol Las T Joint**

(CWB, 2006:94)

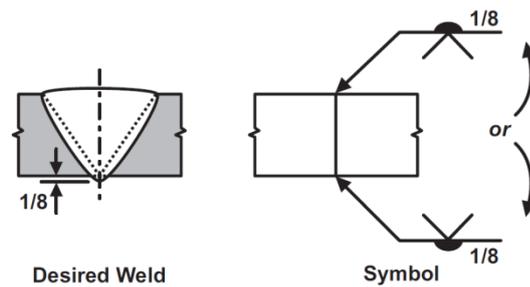
**d. Las di lapangan (field weld)**



**Gambar 6. 8 Simbol Field Weld**

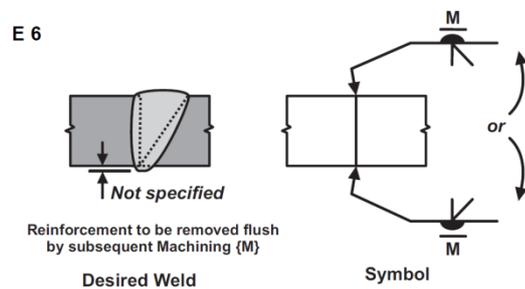
(Sumber: CWB, 2006:95)

e. Las kontur



**Gambar 6. 9 Simbol Las Kontur**  
(Sumber: CWB, 2006:96)

f. *Finishing* las

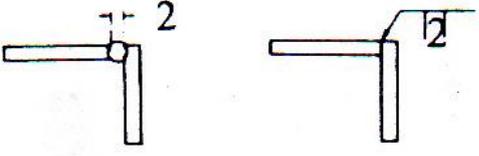
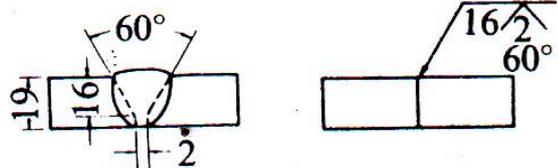
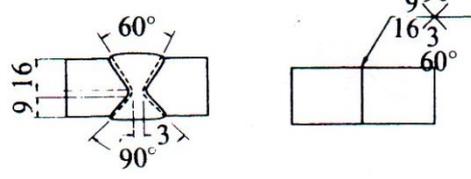
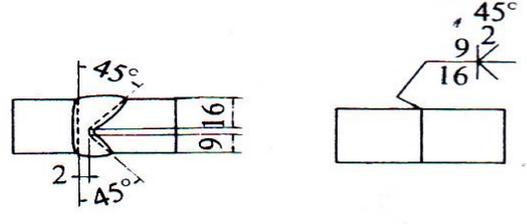


**Gambar 6. 10 Simbol *Finishing* Las**  
(Sumber: CWB, 2006:96)

Berikut ini adalah tabel contoh-contoh penerapan simbol las secara lengkap.

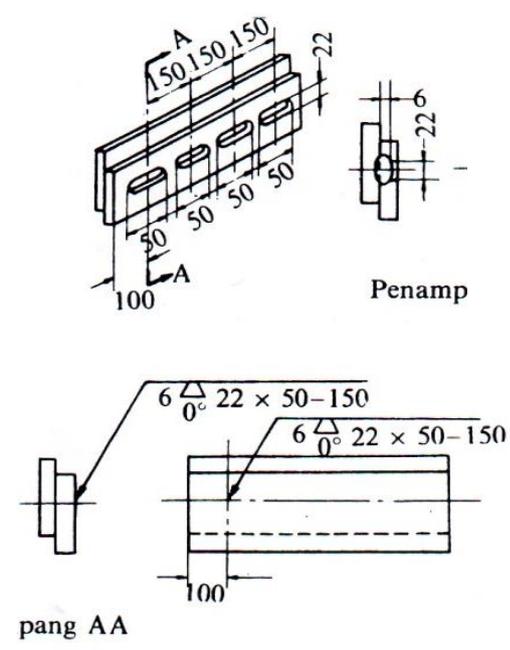
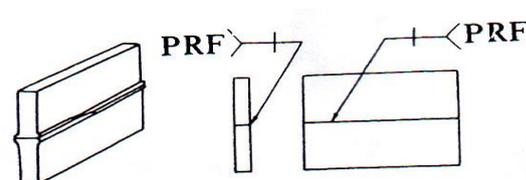
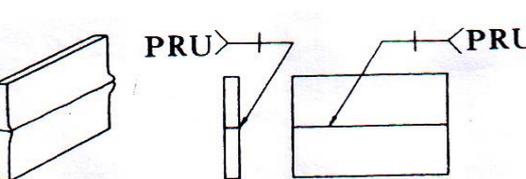
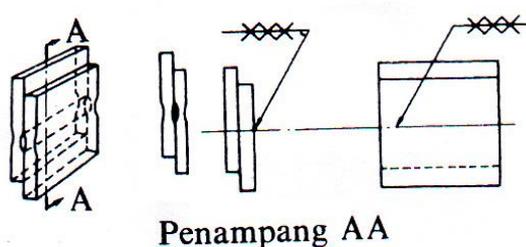
**Tabel 6. 4 Penerapan Simbol Las**

No	Jenis Las	Simbol Las
1	<b>Las tumpul flens tunggal</b> , simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Penempatan simbol dapat diberikan pada sisi panah dan di balik panah	

No	Jenis Las	Simbol Las
2	<b>Las tumpul alur tunggal</b> , simbolnya dua garis tegak. Misalkan celah akar 2 mm	
3	<b>Las tumpul alur persegi</b> , simbolnya berupa dua garis tegak. Misalkan celah akar 2 mm	
4	<b>Las tumpul alur V</b> , simbolnya berupa tanda gambar bersudut 90°. Misalkan untuk las tumpul alur V dengan tebal 19 mm, dalam alur 16 mm, sudut alur 60°, dan celah akar 2 mm	
5	<b>Las tumpul alur V ganda</b> , simbolnya berupa tanda gambar bersudut 90°. Misalkan untuk las tumpul alur V ganda dengan dalamnya alur sisi panah 16 mm, di balik panah 9 mm, sudut alur sisi panah 60°, di balik panah 90° dan celah akar 3 mm	
6	<b>Las tumpul alur tirus tunggal</b> , simbolnya berupa tanda gambar bersudut 45°. Misalkan untuk las tumpul alur tirus tunggal dengan sisi panah dalam alur 16 mm, sudut alur 45°, dibalik panah dalam alur 16 mm, sudut alur 45° dengan celah akar 2 mm,	

No	Jenis Las	Simbol Las
7	<p><b>Las tumpul alur J tunggal</b>, simbolnya berupa garis tegak dan <math>\frac{1}{4}</math> lingkaran. Misalkan las tumpul alur J tunggal dengan dalam alur 28 mm, sudut alur <math>35^\circ</math>, jari-jari akar 13 mm, celah akar 2 mm</p>	
8	<p><b>Las tumpul alur J ganda</b>, simbolnya berupa garis tegak dan <math>\frac{1}{4}</math> lingkaran pada dua sisi. Misalkan las tumpul alur J ganda dengan dalam alur 24 mm, sudut alur <math>35^\circ</math>, jari-jari akar 13 mm, celah akar 3 mm</p>	
9	<p><b>Las tumpul alur U tunggal</b>, simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Misalkan las tumpul alur U tunggal dengan sudut alur <math>25^\circ</math>, jari-jari akar 6 mm, dengan celah akar 0 mm</p>	
10	<p><b>Las tumpul alur U ganda</b>, simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Misalkan las tumpul alur U tunggal dengan dalam alur 25 mm, sudut alur <math>25^\circ</math>, jari-jari akar 6 mm, dengan celah akar 0 mm</p>	
11	<p><b>Las tumpul terbuka V</b>, simbolnya berupa dua <math>\frac{1}{4}</math> lingkaran untuk V tunggal dan dua <math>\frac{1}{2}</math> lingkaran untuk V ganda.</p>	

No	Jenis Las	Simbol Las
12	<p><b>Las tumpul tertutup V</b>, simbolnya berupa garis tegak dan <math>\frac{1}{4}</math> lingkaran untuk V tunggal, garis tegak dan <math>\frac{1}{2}</math> lingkaran untuk V ganda</p>	
13	<p><b>Las sudut berlanjut</b>, simbolnya berupa segitiga siku-siku. Misalkan untuk panjang kaki 6 mm dan untuk panjang las 500 mm</p>	
14	<p><b>Las sudut terputus</b>, simbolnya berupa segitiga siku-siku dengan ditambahkan harga panjang lasan (L) dan harga jarak lasan (P). Misalkan las sudut dua sisi dengan panjang lasan 50 mm dan jarak lasan 150 mm</p>	
15	<p><b>Manik</b>, simbolnya berupa tinggi lengkungan sama dengan <math>\frac{1}{2}</math> jari-jari. Misalkan las manik dengan tebal lapisan 6 mm, lebar 50 mm dan panjang 100 mm</p>	
16	<p><b>Las Isi</b>, simbolnya berupa garis miring yang</p>	

No	Jenis Las	Simbol Las
	<p>membuat sudut <math>60^\circ</math> terhadap garis datar. Misalkan untuk las isi memanjang dengan lebar 22 mm, panjang 50 mm, jarak 150 mm, sudut alur <math>0^\circ</math> dan dalam lasan 6 mm</p>	
17	<p><b>Las pijar</b>, simbolnya berupa pembubuhan tulisan PRF pada ujung akhir garis tanda.</p>	
18	<p><b>Las lantak</b>, simbolnya berupa pembubuhan tulisan PRU pada ujung akhir garis tanda.</p>	
19	<p><b>Las tumpang</b>, simbolnya berupa huruf XXX</p>	

No	Jenis Las	Simbol Las
20	<b>Las sudut kontur</b> , simbolnya berupa penambahan garis pada tanda pengelasan. Garis lurus untuk kontur datar, garis cekung untuk kontur cekung	
21	<b>Penyelesaian akhir hasil las</b> , simbolnya berupa pembubuhan huruf C untuk Chisel (pahat) huruf G untuk gerinda (Grinding) dan M untuk mesin (machining)	<p style="text-align: center;">Dipahat</p>
22	<b>Pengelasan di lapangan</b> , simbolnya ditunjukkan dengan penambahan simbol "dot" pada sudut tanda las	

(Sumber Sunaryo, 2009:58)

## Bahan bacaan 2: Tindakan Pencegahan dan Perbaikan Distorsi

Distorsi adalah perubahan bentuk yang diakibatkan oleh panas, dalam hal ini adalah panas pengelasan. Pemuaihan dan penyusutan benda kerja akan mengakibatkan logam induk melengkung (terdistorsi). Namun demikian distorsi adalah sifat alami logam dimana akan memuai jika dipanaskan dan menyusut jika didinginkan. Yang harus welder lakukan adalah mengendalikan distorsi agar sambungan las yang diinginkan sesuai dengan WPS. Pertambahan panjang logam berbeda-beda tergantung dari koefisien muai panjang masing-masing logam walaupun dipanaskan pada suhu yang sama. Koefisien muai panjang /°C besi 0,000012; aluminium 0,000026; Baja 0,000011; kuningan 0,000018; tembaga 0,000017; dan seng 0,000029.

Dengan adanya nilai koefisien muai panjang maka kita akan dapat memprediksi panjang akhir logam setelah pemuaihan dengan rumus

$$L_t = L_o(1 + \alpha \times \Delta t)$$

Dimana:

$L_t$  = Panjang akhir (mm)

$L_o$  = Panjang awal (mm)

$\alpha$  = koefisien muai panjang ( $^{\circ}\text{C}$ )

$\Delta t$  = perbedaan suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )

Contoh misalkan sebuah besi dengan panjang 200 dipanaskan sampai suhu  $1000^{\circ}\text{C}$ , ditanyakan berapa panjang akhirnya:

$$L_t = L_o(1 + \alpha \times \Delta t)$$

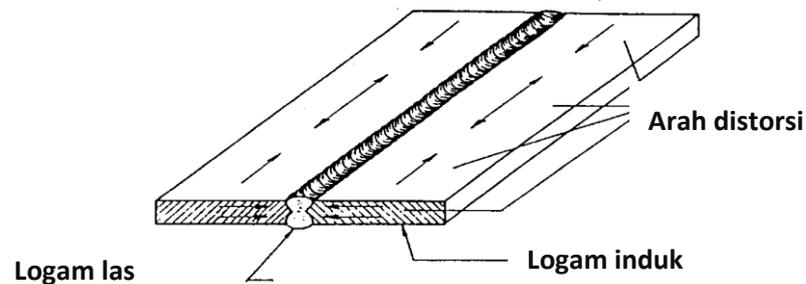
$$L_t = 200(1 + 0,000012 \times 1000) = 202,4\text{mm}$$

Penyebab distorsi dalam dunia industri pengelasan utamanya disebabkan oleh tegangan sisa, pengelasan dan pemotongan dengan api. Tegangan sisa ditinggalkan dari proses-proses pembuatan logam induk. Tegangan sisa yang ada dalam bahan logam induk akan menjadi masalah apabila menerima panas dari pengelasan atau pemotongan api. Tegangan sisa akan hilang secara tidak merata dan menimbulkan distorsi.

Distorsi pengelasan biasanya dapat digolongkan menjadi tiga bentuk distorsi diantaranya distorsi memanjang, melintang dan menyudut.

a. Distorsi memanjang (gambar 5.11)

Distorsi memanjang terjadi dikarenakan apabila hasil pengelasan berkontraksi dan memendek pada sepanjang garis pengelasan setelah dingin.

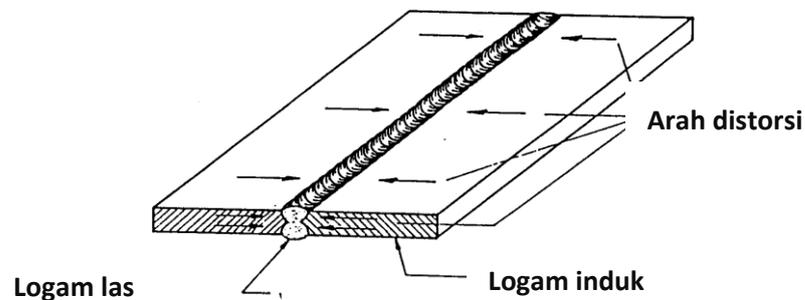


**Gambar 6. 11 Distorsi Memanjang**

(Sumber: Sukaini, 2013:171)

b. Distorsi melintang (gambar 5.12)

Distorsi melintang terjadi dikarenakan ketika mulai pengelasan pada salah satu ujung, maka sisi ujung lainnya akan mulai memanjang karena pemuaian. Untuk selanjutnya sisi-sisi logam akan saling menarik satu sama lain dan mengakibatkan distorsi

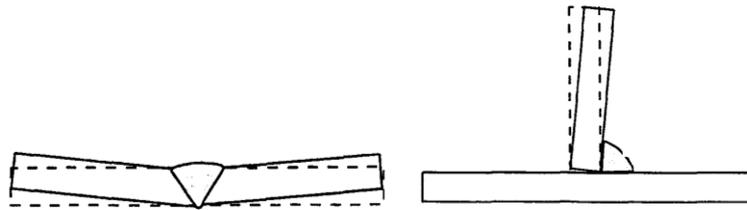


**Gambar 6. 12 Distorsi Melintang**

(Sumber: Sukaini, 2013:170)

c. Distorsi menyudut (gambar 5.13)

Distorsi menyudut terjadi karena sudut yang dilas terjadi kontraksi. Akan lebih menyimpang apabila panas yang diberikan berlebihan. Distorsi ini bisa terjadi pada sambungan *fillet* dan *butt joint*



**Gambar 6. 13 Distorsi Menyudut**  
(Sumber: Sukaini, 2013:171)

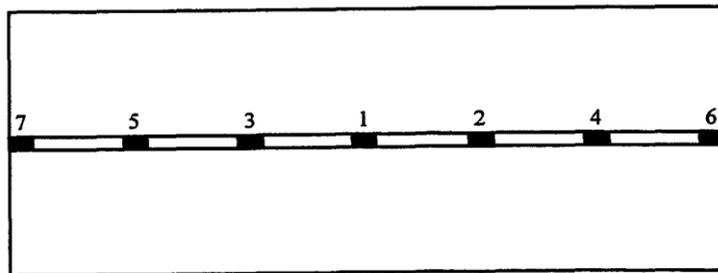
Pencegahan distorsi dapat dilakukan sebelum pengelasan dimulai diantaranya melalui beberapa teknik di bawah ini:

a. Perencanaan yang baik

Melalui perencanaan yang baik dapat meminimalisir panas yang akan diterima logam induk. Yaitu dengan membuat efisien jalur las dan layer las, yang dapat dicapai dengan perencanaan kampuh yang tepat.

b. Melakukan las catat (*Tack weld*)

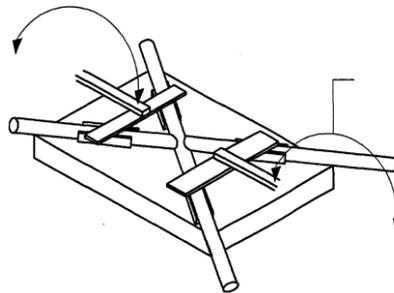
Las catat atau tack weld adalah pengelasan yang ditujukan untuk mengklem dua logam yang akan dilas agar tidak terjadi distorsi. Biasanya las catat berupa las titik yang menyatukan kedua buah logam tersebut. Jenis logam mempengaruhi besar dan jumlah las catat. Jika las catat dilakukan dengan benar maka distorsi dapat dihindarkan gambar 5.14 menunjukkan cara memberikan las catat dengan melakukan selang-seling las catat.



**Gambar 6. 14 Las Catat**  
(Sumber: Sukaini, 2013:175)

c. Menggunakan alat bantu (*jig and fixture*)

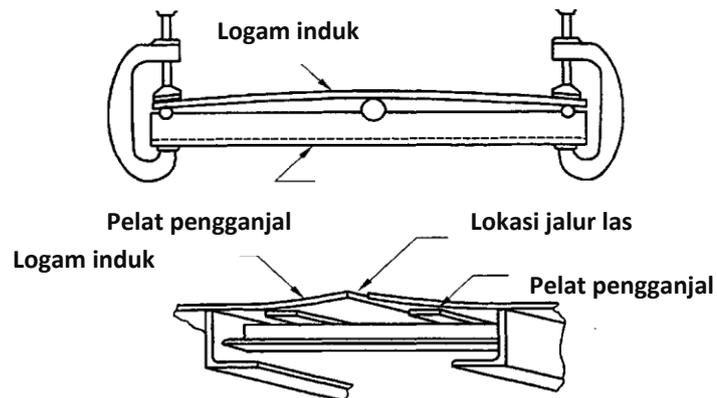
Alat bantu ini digunakan agar logam yang akan dilas tidak terdistorsi atau membuat posisi logam yang akan dilas memudahkan buat welder. Bentuk alat bantu tergantung dari bahan logam induk, jenis sambungan dan bentuk bahan yang akan dilas. Gambar di bawah ini adalah contoh penggunaan alat bantu las.



**Gambar 6. 15 Alat Bantu Las**  
(Sumber: Sukaini, 2013:175)

d. Pengaturan letak bahan (*pre setting*)

Pengaturan letak bahan (gambar 5.16) dapat dilakukan dengan cara memberikan pelat pengganjal pada logam yang akan di las, sehingga membentuk sudut berlawanan besarnya dengan distorsi yang akan terjadi. Dengan kata lain teknik ini mengatasi sudut distorsi dengan memberikan sudut negative. Sehingga begitu terjadi distorsi yang tidak bisa dihindarkan maka logam akan dalam keadaan rata.

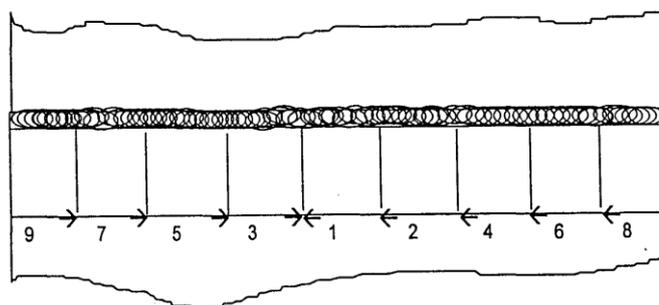


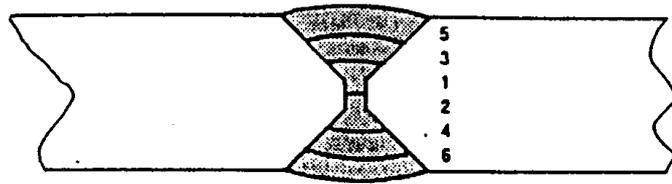
**Gambar 6. 16 Pengaturan Letak Bahan**  
(Sumber: Sukaini, 2013:176)

Distorsi juga dapat diatasi sewaktu proses pengelasan berlangsung, yaitu dengan melakukan beberapa cara berikut ini:

a. Pengaturan titik las (keseimbangan jalur las)

Pengelasan terus menerus khususnya pada pengelasan pelat dari satu ujung ke ujung lainnya akan menyebabkan distorsi pada arah memanjang kedua ujungnya. Untuk mengatasi ini biasanya dilakukan pengelasan selang seling dengan arah pengelasan yang berlawanan. Sementara itu pada pengelasan kampuh v ganda juga dilakukan dengan sisi atau permukaan yang berlawanan, sehingga walaupun terjadi kontraksi maka akan terjadi secara seimbang pada kedua sisi.

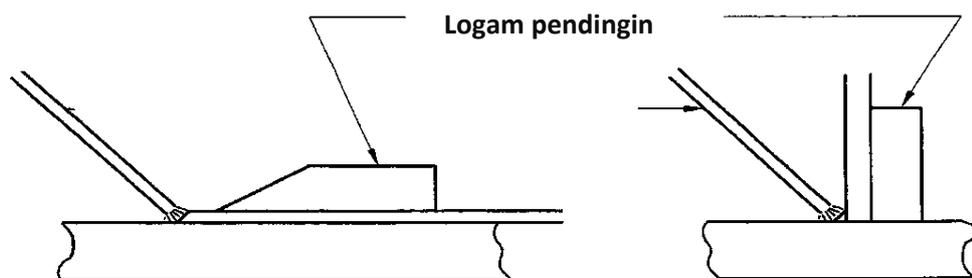




**Gambar 6. 17 Pengaturan Jalur Las**  
(Sumber: Sukaini, 2013:177)

b. Pendingin buatan

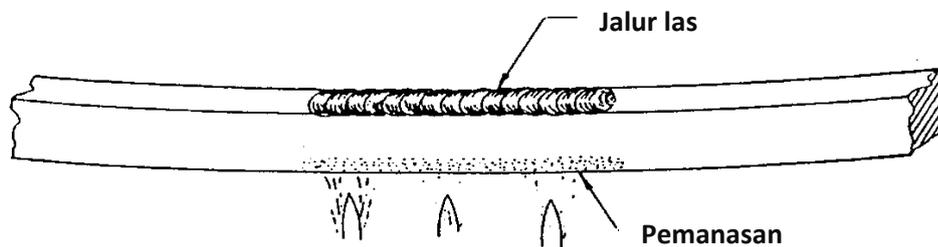
Teknik mengurangi distorsi ini ialah dengan memindahkan panas pengelasan pada logam pendingin yang biasanya terbuat dari tembaga atau perunggu, selama pengelasan logam pendingin akan menyerap panas dari benda kerja. Metode ini cocok untuk pengelasan logam tipis yang lebih cepat panas dan kemungkinan distorsi yang besar sehingga membutuhkan bantuan logam pendingin. Gambar 6.18 menunjukkan penggunaan logam pendingin untuk mengurangi panas pengelasan.



**Gambar 6. 18 Penggunaan Logam Pendingin**  
(Sumber: Sukaini, 2013:178)

Distorsi setelah pengelasan berlangsung haruslah dihindari, tindakan pencegahan sebelum pengelasan dan teknik pengelasan sangat dianjurkan disbanding tindakan perbaikan. Karena tindakan perbaikan tidak akan semaksimal tindakan pencegahan dalam memperbaiki distorsi. Jika distorsi sudah terjadi maka terpaksa dilakukan tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan yang sering dilakukan ialah dengan menggunakan api dan penempatan logam sewaktu panas. Gambar 5.19 menunjukkan

bagaimana sebuah logam yang mengalami distorsi dipanaskan pada sisi berlawanan. Setelah dipanaskan maka logam didinginkan sehingga akan terjadi penyusutan, penyusutan ini akan membuat logam yang terdistorsi kembali lurus.



**Gambar 6. 19 Perbaikan Distorsi dengan Pemanasan**  
(Sumber: Sukaini, 2013:179)

Teknik yang kedua adalah dengan penempaan logam las setelah dipanaskan. Metode ini digunakan untuk menarik dan menegangkan hasil lasan dan bagian logam yang berdekatan dengan jalur las. Walaupun jalur lasan akan sedikit mengkerut namun dapat menghilangkan distorsi. Namun perlu diingat apabila benda yang dipanaskan dan kemudian dipukul berlebihan maka mengakibatkan retak dan patah.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

##### **Aktivitas Pengantar : Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, ½JP)**

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Persiapan Pengelasan** ini? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

### **Aktivitas Pembelajaran 1 : Menganalisis Posisi Pengelasan (1 JP)**

Anda diminta untuk mengamati gambar posisi-posisi pengelasan. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan posisi-posisi pengelasan dan kodenya berdasarkan AWS!
2. Gambarkan ilustrasi posisi-posisi tersebut!
3. Jelaskan pula posisi badan dan gerakan tangan welder!

Setelah LK-01 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Setelah selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Aktivitas Pembelajaran 2**.

### **Aktivitas Pembelajaran 2 : Menganalisis Sambungan dan Simbol Las (1 JP)**

Anda diminta untuk mengamati macam-macam sambungan dan simbol las. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-02**) Untuk membantu anda mengisi LK-02, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan macam-macam sambungan las yang anda ketahui!

2. Gambarkan macam-macam sambungan tersebut lengkap dengan simbol lasnya!

Setelah LK-02 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Setelah selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Aktivitas Pembelajaran 3.**

### **Aktivitas Pembelajaran 3 : Mengidentifikasi macam-macam Distorsi dan Penyebabnya (1JP)**

Anda diminta untuk mengidentifikasi macam-macam bentuk distorsi yang sering ditemui di lapangan. Kemudian menganalisis penyebab terjadinya distorsi. Hasil analisis dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-03**) Untuk membantu anda mengisi LK-03, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan macam-macam distorsi pada pengelasan yang anda ketahui!
2. Jelaskan penyebab terjadinya distorsi tersebut!

Setelah LK-03 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Setelah selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Aktivitas Pembelajaran 4.**

### **Aktivitas Pembelajaran 4 : Mengidentifikasi Tindakan Pencegahan dan Perbaikan Distorsi (1JP)**

Anda diminta untuk mengidentifikasi macam-macam bentuk distorsi yang sering ditemui di lapangan. Kemudian menganalisis penyebab terjadinya distorsi. Hasil analisis dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-04**) Untuk membantu anda mengisi LK-04, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Jelaskan tindakan pencegahan distorsi sebelum pengelasan!
2. Jelaskan tindakan pencegahan distorsi selama pengelasan!
3. Jelaskan tindakan perbaikan distorsi setelah pengelasan!

Setelah LK-04 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Setelah selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-6** mengenai Praktek Pengelasan Rigi-rigi Las OAW.

## E. Rangkuman

Pada prinsipnya posisi pengelasan terbagi atas empat posisi, yaitu di bawah tangan (*flat*), di depan dada mendatar (*horizontal-vertical*), di depan dada vertikal (*vertical downwards – vertical upwards*) dan di atas kepala (*overhead*). Pemberian kode pengelasan berbeda antara standar Amerika dan Eropa, misalnya untuk sambungan pelat di bawah tangan untuk AWS diberi kode (1G) sedangkan untuk EN diberi kode (PA)

Proses pengelasan, posisi pengelasan dan ketebalan logam induk harus diperhitungkan ketika kita memutuskan tipe sambungan yang akan kita buat. Sebuah sambungan memiliki parameter sudut ( $\alpha$ ), sudut ( $\beta$ ), *root face* (C), *root gap* (D), *joint surface* (E), radius (R) hanya untuk sambungan U dan *plate thickness* (t).

Tanda gambar atau simbol pada pengelasan mutlak harus dipahami oleh semua orang yang terlibat dalam pengelasan, baik itu *Welding Engineer*, *Welder* maupun *Welding Inspector*. Simbol las mengacu kepada standar AWS A2.4 spesifikasi "*Symbols of welding, brazing, and nondestructive examination*". Simbol dasar las biasanya terdiri atas simbol las kampuh dan simbol las tambahan.

Distorsi adalah perubahan bentuk yang diakibatkan oleh panas, dalam hal ini adalah panas pengelasan. Pemuaian dan penyusutan benda kerja akan

mengakibatkan logam induk melengkung (terdistorsi). Distorsi-distorsi las digolongkan dalam distorsi memanjang, melintang dan menyudut. Distorsi las dapat dihindari dengan proses persiapan las yang baik, teknik pengelasan yang merata dan perbaikan yang tepat setelah pengelasan.

## **F. Tes Formatif**

1. Jelaskan macam-macam posisi pengelasan untuk pengelasan butt joint dan fillet pada pelat.
2. Analisis dan gambar simbol las untuk:
  - a. Las tumpul alur V dengan tebal 20 mm, dalam alur 16 mm, sudut alur  $60^\circ$ , dan celah akar 2 mm
  - b. Las sudut terputus, las sudut dua sisi dengan panjang lasan 40 mm dan jarak lasan 120 mm
  - c. Penyelesaian akhir hasil las, dengan gerinda (Grinding)
  - d. Pengelasan di lapangan
3. Jelaskan bagaimana teknik pencegahan sebelum pengelasan!
4. Analisis jika sebuah besi dengan panjang 300 dipanaskan sampai suhu  $1000^\circ\text{C}$ , ditanyakan berapa panjang akhirnya?
5. Jelaskan teknik pencegahan distorsi pada saat pengelasan.
6. Jelaskan dan beri contoh tindakan perbaikan logam las yang terdistorsi!

## Lembar Kerja KP-05

### LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **posisi pengelasan, sambungan las, simbol las, tindakan pencegahan dan perbaikan distorsi**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....

.....  
.....

**Form LK-01 Lembar Pengamatan Posisi Pengelasan**

<b>No</b>	<b>Kode Posisi Pengelasan</b>	<b>Ilustrasi gambar</b>	<b>Posisi badan dan gerakan tangan welder</b>

**Form LK-02 Lembar Pengamatan Sambungan dan Simbol Las**

No	Sambungan Las	Simbol Las

**Form LK-03 Lembar Identifikasi Bentuk Distorsi Logam Las**

No	Bentuk Distorsi	Penyebab Distorsi

**Form LK-04 Lembar Identifikasi Tindakan Pencegahan dan Perbaikan Distorsi**

No	Kelompok Tindakan Pencegahan dan Perbaikan	Rincian Tindakan
1.	Pencegahan sebelum pengelasan	
2.	Pencegahan selama pengelasan	
3.	Perbaikan setelah pengelasan	



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

### Praktek Pengelasan rigi las dan Sambungan tumpul

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat WPS dan lembar kerja peserta diklat dapat melakukan pengelasan rigi-rigi las OAW pada pelat baja lunak ..

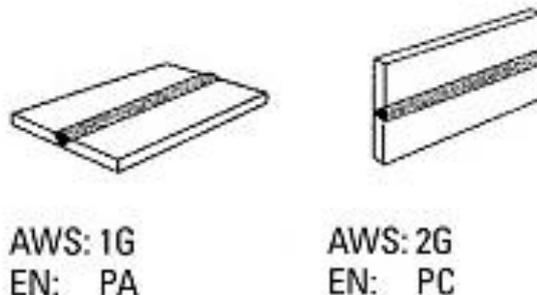
#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mengelas sambungan tumpul (butt) 1G dan 2G pada pelat baja lunak ..

1. Rigi-rigi las pengelasan OAW tanpa bahan pengisi pada pelat baja lunak dibuat dengan benar.
2. Rigi-rigi las pengelasan OAW dengan bahan pengisi pada pelat baja lunak dibuat dengan benar.

#### C. Uraian Materi

Di bawah ini adalah gambar sambungan tumpul (Butt Joint) 1G dan 2G

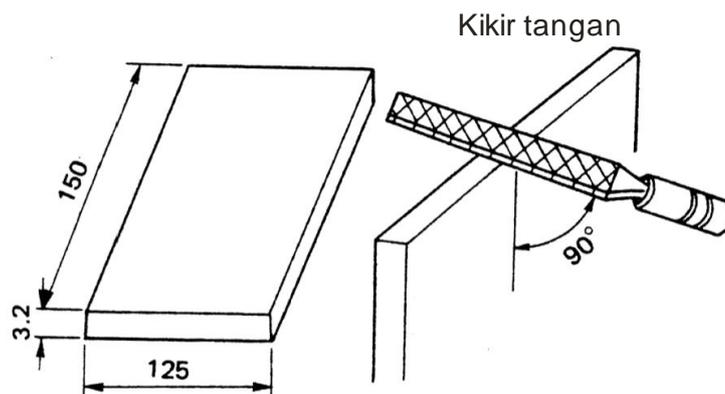


Gambar 7. 1 Sambungan Tumpul 1G dan 2G

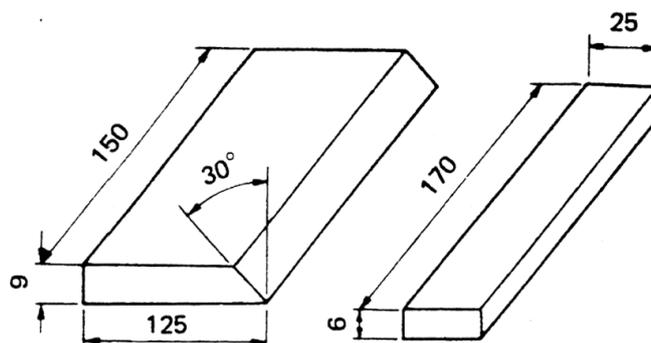
Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam mengelas sambungan tumpul 1G dan 2G adalah meliputi :

1. Persiapan Bahan

- Sebagai langkah persiapan, perhatikan hal-hal berikut ini :
- Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
  - Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
  - Berikan bevel  $30^\circ$  pada salah satu sisi penahan belakang.
  - Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
  - Kikir kampuh  $30^\circ$  untuk kampuh V.



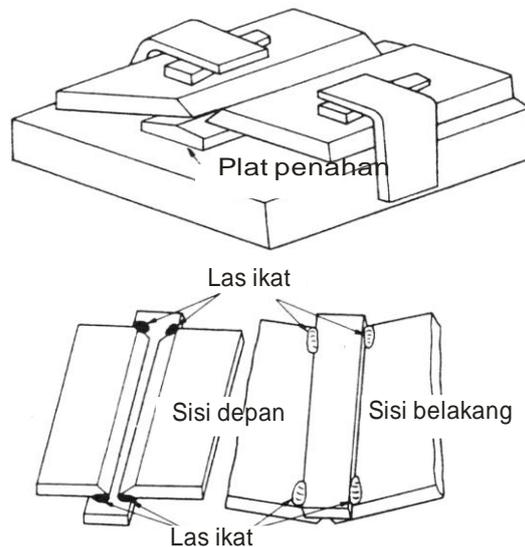
**Gambar 7. 2 Persiapan permukaan logam pada pengelasan tumpul posisi datar**



**Gambar 7. 3 Persiapan awal pengelasan tumpul kampuh V posisi datar dengan penahan belakang**

- Pemberian las ikat
  - Tempelkan kedua logam dasar diatas lempengan penahannya.
  - Diantara dua logam itu, berikan celah 4 mm.

- 3) Berikan las ikat pada bagian belakang logam dengan penahannya dengan hati-hati jangan sampai merusak pengelasan bagian depan.
- 4) Pastikan jika ada perubahan posisi hanya  $\pm 3^\circ$ .



**Gambar 7. 4 Pemberian las ikat**

## **D. Aktivitas Pembelajaran**

### **Aktivitas Pembelajaran 1 : Pengelasan Rigi-Rigi Las Tanpa Bahan Pengisi (12 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (LK-01.P), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan rigi-rigi las tanpa bahan pengisi pada pelat baja lunak. Setelah selesai anda diminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-01.P anda dapat melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 2** mengenai Pengelasan Rigi-rigi las dengan bahan pengisi.

## Lembar Kerja KP-06

### LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pengelasan Rigi-rigi las OAW**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

5. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

### Form LK-01.P Lembar Kerja Pengelasan Rigi-Rigi Las OAW tanpa Bahan Pengisi

#### A. Tujuan Praktikum

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las tanpa bahan tambah, peserta diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.

- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar las
- Mengatur nyala api las
- Membuat rigi las tanpa bahan tambah
- Memeriksa hasil pengelasan

## **B. Alat Dan Bahan**

### **1. Alat :**

- Seperangkat las oksi asetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

### **2. Bahan :**

- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (1 buah)
- Kawat las baja lunak  $\varnothing$  2 mm.

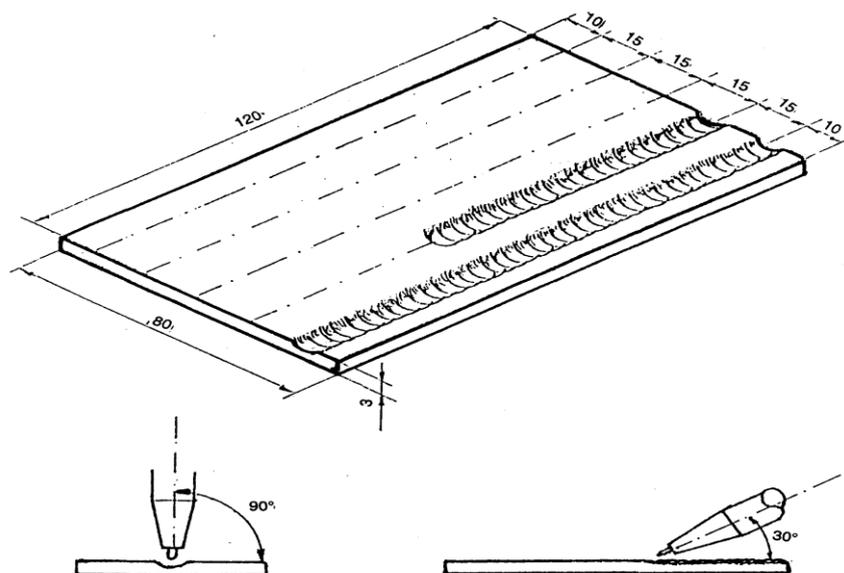
## **C. KESELAMATAN KERJA**

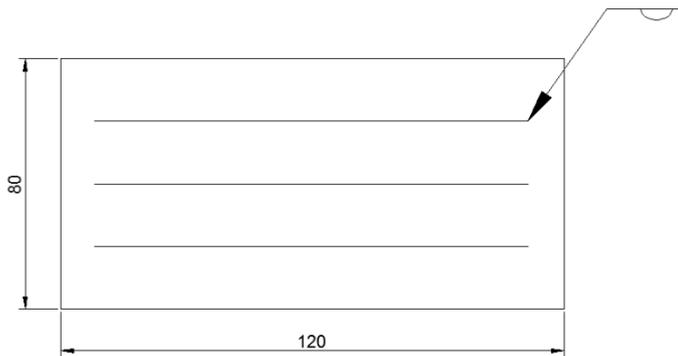
- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding brander / tip*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya .
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

#### D. Proses Kerja

1. Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
2. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
3. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
4. Atur jarak api las  $\pm 2\text{mm}$  dengan permukaan benda kerja dan sudut pembakar sekitar  $30^\circ$  terhadap jalur las dan  $90^\circ$  terhadap bidang datar/ benda kerja,
5. Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
6. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
7. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama

#### E. Gambar Kerja





**.Form Laporan Praktikum**

**Judul Praktikum** : \_\_\_\_\_

**Nama Peserta** : \_\_\_\_\_

**Kelas** : \_\_\_\_\_

**Waktu Praktikum** : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan )
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....

	3.	Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	L / LT	Rekomendasi
Labar jalur las	5 mm, tol. +1, - 0		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 5%		
Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 5%		
Penetrasi	Maks. rata dengan permukaan bawah		
Kebersihan	Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan		

L = Lulus

LT = Tidak Lulus

*Penilai,*

\_\_\_\_\_

## **Aktivitas Pembelajaran 2 : Pengelasan Rigi-Rigi Las Dengan Bahan Pengisi (12 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-02.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan rigi-rigi las dengan bahan pengisi pada pelat baja lunak. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum.

### **TUJUAN**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat jalur las menggunakan bahan tambah, peserta diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat jalur las menggunakan bahan tambah / kawat las
- Memeriksa hasil pengelasan

### **ALAT DAN BAHAN**

#### **1. Alat :**

- Seperangkat las oksi asetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

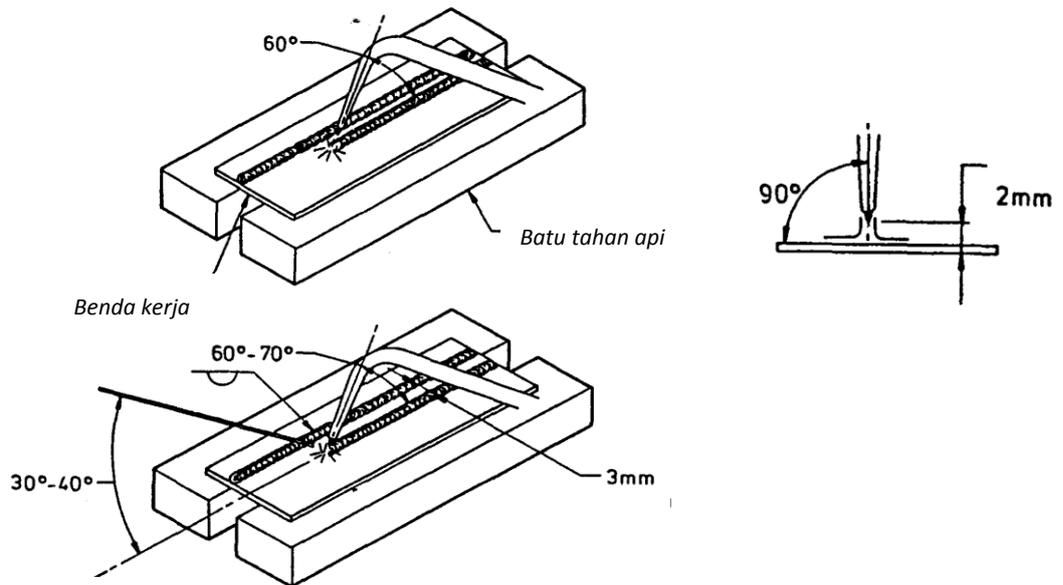
#### **2. Bahan :**

- Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (1 buah)
- Kawat las baja lunah  $\varnothing$  2 mm.

### **KESELAMATAN KERJA**

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding brander / tip*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya .
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

### LEMBARAN KERJA



### LANGKAH KERJA

- Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- Atur jarak api las  $\pm 2\text{mm}$  dengan permukaan benda kerja dan sudut pembakar sekitar  $60^\circ - 70^\circ$  dan kawat las  $30^\circ - 40^\circ$  terhadap jalur las .
- Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
- Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama.

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	L / LT	Rekomendasi
Labar jalur las	6 mm, tol. +1, - 0		
Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks. 5%		
Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 5%		
Tinggi jalur las	2 mm, tol. $\pm 1$		

Penetrasi	Maks. rata dengan permukaan bawah		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak las		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

***Penilai,***

### **Aktivitas Pembelajaran 3 : Pembuatan Sambungan Sudut Luar (6 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-03.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan **Pembuatan Sambungan Sudut Luar** dengan bahan atau tanpa pengisi pada pelat baja lunak. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum.

#### **TUJUAN**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat jalur las menggunakan bahan tambah, peserta diharapkan akan mampu :

- Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja.
- Mengatur tekanan kerja pengelasan
- Memasang tip pada pembakar
- Mengatur nyala api las
- Membuat sambungan sudut luar menggunakan bahan tambah / kawat las
- Memeriksa hasil pengelasan

#### **ALAT DAN BAHAN**

##### **1. Alat :**

- Seperangkat las oksidasetilin.
- Alat bantu pengelasan.
- Alat keselamatan kerja.
- Lembaran kerja/gambar kerja

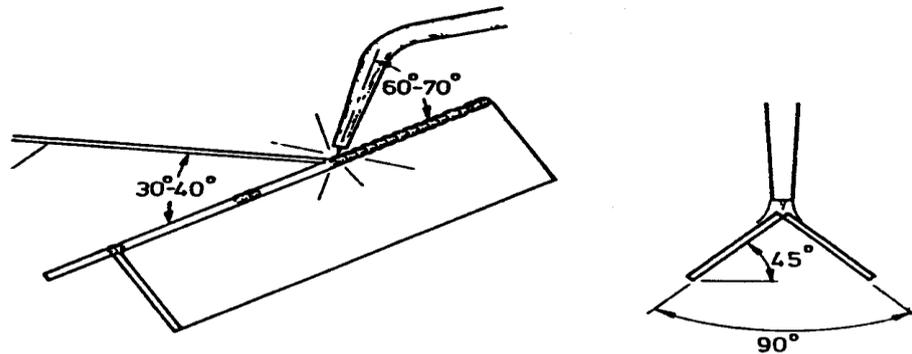
##### **2. Bahan :**

- Pelat baja lunak ukuran 50 x 120 x 3 mm (2 buah)
- Kawat las baja lunak  $\varnothing$  2 mm.

## **KESELAMATAN KERJA**

- Gunakan tip las yang sesuai dengan tebal bahan.
- Periksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai penyalaan.
- Perhatikan peletakan dan posisi pembakar (*welding brander / tip*) terhadap lingkungan kerja dan benda kerja.
- Biasakan bekerja dengan bersih dan rapi, tempat kerja yang berantakan akan berpotensi menimbulkan kecelakaan.
- Jauhkan nyala api, bunga api, dan logam panas dari silinder gas, karena oksigen dan asetilin berpotensi menimbulkan berbahaya .
- Bertanyalah pada Instruktur/ pembimbing jika ada hal-hal yang tidak dimengerti dalam melaksanakan pekerjaan.
- Bersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja.

**LEMBARAN KERJA**



**LANGKAH KERJA**

- Siapkan peralatan las oksasi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
- Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
- Lakukan las catat, minimum pada tiga tempat ( kedua ujung dan tengah ) sepanjang  $\pm 10\text{mm}$  dan jaga sudut sambungan tetap  $90^\circ$ .
- Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
- Atur jarak api las  $\pm 2\text{mm}$  dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar  $60^\circ - 70^\circ$  dan kawat las  $30^\circ - 40^\circ$  terhadap jalur las .
- Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
- Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
- Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama.

Aspek yang Diukur	Kriteria Penilaian	L / LT	Rekomendasi
Sudut sambungan	$90^\circ$ , tol. $\pm 5^\circ$		
Ukuran jalur las	Maksimum $\pm 1\text{mm}$ dari persiapan sambungan.		
Undercut dan overlap	Maks. 50% x panjang pengelasan		
Pengisian jalur las	Minimum rata dan semua jalur las terisi/ penuh		
Penetrasi	Minimum 50% x panjang pengelasan		
Kebersihan	Bebas dari percikan dan terak las		

**L** = Lulus

**LT** = Tidak Lulus

**Penilai,**

#### **Aktivitas Pembelajaran 4 : Pengelasan Sambungan Tumpul (Butt Joint) 1G Las OAW pada Pelat Baja Lunak (12 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-01.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan sambungan tumpul (butt joint) 1G GTAW pada pelat baja lunak. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-01.P anda dapat melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 2** mengenai pengelasan sambungan tumpul (butt joint) 2G GTAW pada pelat baja lunak dan atau stainless steel.

##### **A. Tujuan Praktikum**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul 1G pada pelat baja lunak, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Mengatur tekanan kerja pengelasan OAW pada regulator
3. Mengatur aliran nyala api
4. Memasang benda kerja pada posisi 1G dan mengatur posisi brander / tip
5. **Mengelas Sambungan Tumpul (*Butt Joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak**
6. Memeriksa hasil las

##### **B. Persiapan Alat dan Bahan**

- 1 Menyiapkan peralatan Las OAW dan perlengkapannya
- 2 Menyiapkan alat bantu las
- 3 Menyiapkan alat pelindung diri
- 4 Menyiapkan WPS/Jobsheet/Gambar kerja
- 5 Menyiapkan pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah)
- 6 Menyiapkan bahan tambah baja lunak Ø 2,4 mm

### **C. Sikap dan Keselamatan Kerja**

- 1 Menggunakan elektroda sesuai dengan tebal bahan
- 2 Memeriksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai pengelasan
- 3 Memperhatikan peletakan dan posisi brander / tip terhadap lingkungan kerja dan benda kerja
- 4 Bekerja dengan bersih dan rapi
- 5 Menjauhkan benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dari lokasi kerja
- 6 Membersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja

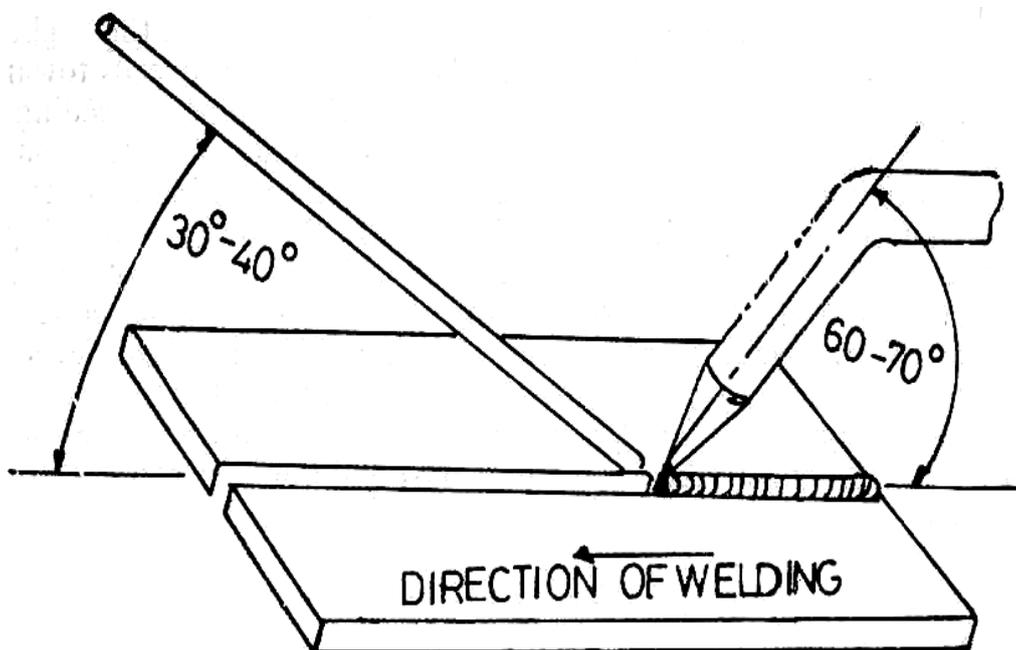
### **D. Proses Kerja**

1. Siapkan peralatan las oksidasi asetilen dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
2. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
3. Lakukan las catat, minimum pada tiga tempat ( kedua ujung dan tengah ) sepanjang  $\pm 10\text{mm}$  dan jaga sudut sambungan tetap  $90^\circ$ .
4. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
5. Atur jarak api las  $\pm 2\text{mm}$  dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar  $60^\circ - 70^\circ$  dan kawat las  $30^\circ - 40^\circ$  terhadap jalur las .
6. Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
7. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
8. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama

### E. Hasil Kerja

- |   |                     |   |
|---|---------------------|---|
| 1 | Lebar jalur las     | 5 mm, tol +1, -0  |
| 2 | Kelurusan jalur las | Penyimpangan maks 5%  |
| 3 | Pencairan           | Bagian yang tidak mencair maks. 5%                                    |
| 4 | Tinggi jalur lasan  | 2 mm, tol +1, -0  |
| 5 | Penetrasi           | Maks. Rata dengan permukaan bawah                                     |
| 6 | Kebersihan          | Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan |

### F. Gambar Kerja





**G. Form Laporan Praktikum**

**Judul Praktikum** : \_\_\_\_\_

**Nama Peserta** : \_\_\_\_\_

**Kelas** : \_\_\_\_\_

**Waktu Praktikum** : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.

<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>	

## **Aktivitas Pembelajaran 5 : Pengelasan Sambungan Tumpul (Butt Joint) 2G Las OAW pada Pelat Baja Lunak (12 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-02.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan sambungan tumpul (butt joint) 1G GTAW pada pelat baja lunak. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-03.P anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-8** mengenai Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2 F OAW pada Pelat Baja Lunak

### **A. Tujuan Praktikum**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul 1G pada pelat baja lunak, peserta diklat diharapkan mampu:

7. Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
8. Mengatur tekanan kerja pengelasan OAW pada regulator
9. Mengatur aliran nyala api
10. Memasang benda kerja pada posisi 1G dan mengatur posisi brander / tip
11. **Mengelas Sambungan Tumpul (*Butt Joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak**
12. Memeriksa hasil las

### **B. Persiapan Alat dan Bahan**

- 1 Menyiapkan peralatan Las OAW dan perlengkapannya
- 2 Menyiapkan alat bantu las
- 3 Menyiapkan alat pelindung diri
- 4 Menyiapkan WPS/Jobsheet/Gambar kerja
- 5 Menyiapkan pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah)
- 6 Menyiapkan bahan tambah baja lunak  $\varnothing$  2,4 mm

### **C. Sikap dan Keselamatan Kerja**

- 1 Menggunakan elektroda sesuai dengan tebal bahan
- 2 Memeriksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai pengelasan
- 3 Memperhatikan peletakan dan posisi brander / tip terhadap lingkungan kerja dan benda kerja
- 4 Bekerja dengan bersih dan rapi
- 5 Menjauhkan benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dari lokasi kerja
- 6 Membersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja

### **D. Proses Kerja**

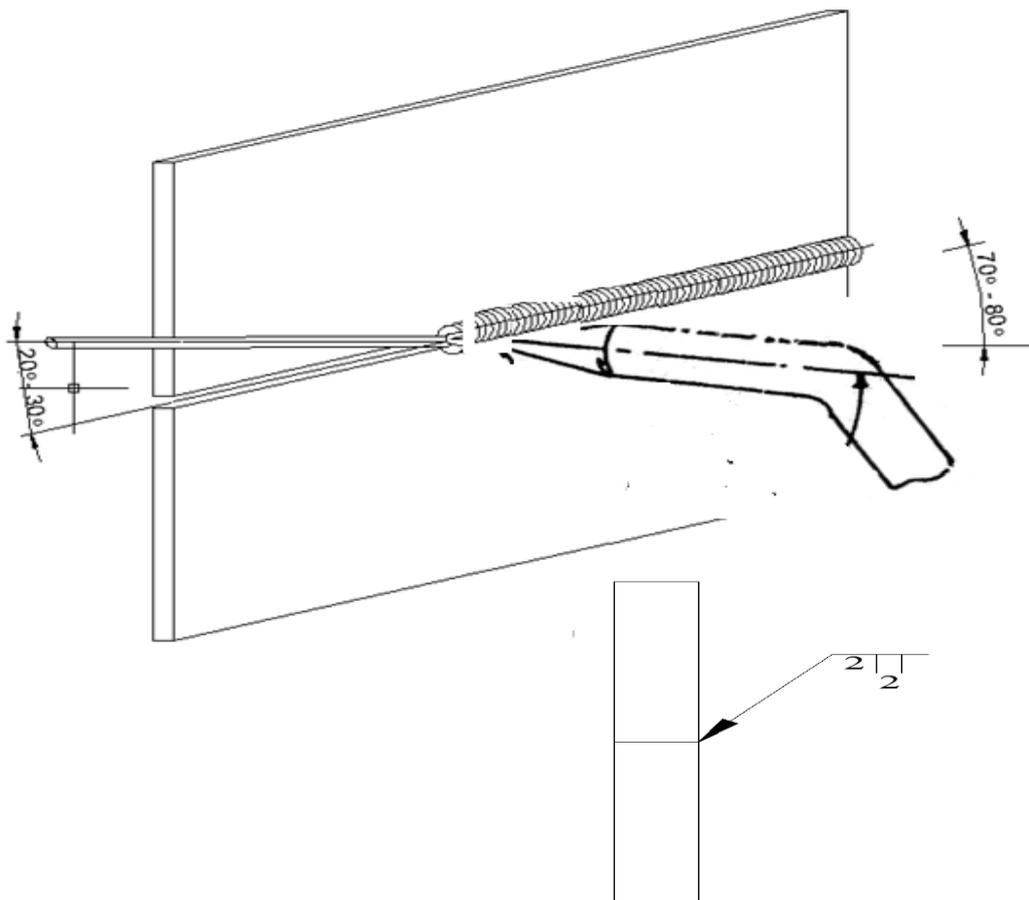
1. Siapkan peralatan las oksidasi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
2. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
3. Lakukan las catat, minimum pada tiga tempat ( kedua ujung dan tengah ) sepanjang  $\pm 10\text{mm}$  dan jaga sudut sambungan tetap  $90^\circ$ .
4. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
5. Atur jarak api las  $\pm 2\text{mm}$  dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar  $60^\circ - 70^\circ$  dan kawat las  $30^\circ - 40^\circ$  terhadap jalur las .
6. Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
7. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
8. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama

### **E. Hasil Kerja**

- |   |                     |                                    |
|---|---------------------|------------------------------------|
| 1 | Lebar jalur las     | 5 mm, tol +1, -0                   |
| 2 | Kelurusan jalur las | Penyimpangan maks 5%               |
| 3 | Pencairan           | Bagian yang tidak mencair maks. 5% |

- |   |                  |   |
|---|------------------|---|
| 4 | Tinggi jalur las | 2 mm, tol +1, -0  |
| 5 | Penetrasi        | Maks. Rata dengan permukaan bawah                                     |
| 6 | Kebersihan       | Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan |

#### A. Gambar Kerja



## B. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : \_\_\_\_\_

Nama Peserta : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

Waktu Praktikum : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>	

## **E. Rangkuman**

Proses las oksasi-asetilin menggunakan panas dari nyala api gas untuk memadukan atau menempelkan bagian-bagian yang akan disambung menjadi satu.

Pembakaran campuran oksigen dan asetilin menghasilkan nyala api gas atau disebut juga nyala api las. Las oksasi asetilin adalah suatu keterampilan manual yang diperlukan untuk praktik. las ini dapat dilakukan dengan atau tanpa bahan tambah/pengisi dan dapat digunakan untuk bahan mulai dari yang tipis sampai dengan ketebalan yang sedang.

Peralatan las oksasi asetilin pada umumnya murah dan dapat dipindahkan dengan mudah di tempat pengelasan, brazing dan pemanasan yang diperlukan, akan tetapi proses ini lama/lambat dan kadang-kadang dapat menyebabkan distorsi yang lebih besar dalam bahan yang di las sebab memerlukan pemanasan lebih lama. Dengan las oksasi asetilin tidak dapat mengelas bahan yang lebih tebal secara ekonomis. Las oksasi asetilin banyak digunakan pada pekerjaan keteknikan dan fabrikasi ringan serta industri kendaraan.

## **F. Tes Formatif**

1. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las OAW tanpa bahan pengisi
2. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las OAW tanpa bahan pengisi
3. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las OAW dengan bahan pengisi
4. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las OAW dengan bahan pengisi
5. Jelaskan persiapan pengelasan posisi sambungan tumpul 1G dan 2G i
6. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las OAW tanpa bahan pengisi
7. Jelaskan persiapan pemotongan panas



## KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

### Praktek Pengelasan Sambungan Sudut (Fillet Joint) 1F dan 2F OAW pada Pelat Baja Lunak .

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat lembar kerja peserta diklat dapat melakukan pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F dan 2F OAW pada pelat baja lunak ..

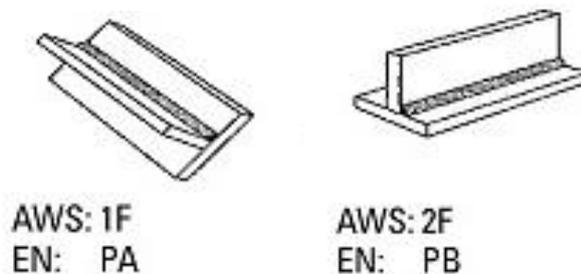
#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Mengelas sambungan sudut (*fillet joint*) pada pelat baja lunak . posisi 1F dan 2F.

1. Sambungan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F pada pelat baja lunak . dapat dilas dengan baik.
2. Sambungan sambungan sudut (*fillet joint*) 2F pada pelat baja lunak . dapat dilas dengan baik.

#### C. Uraian Materi

Di bawah ini adalah gambar sambungan sudut (*fillet joint*) 1F dan 2F



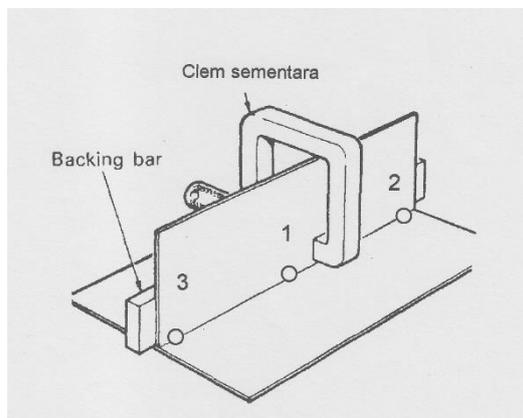
Gambar 8. 1 Sambungan sudut 1F dan 2F

Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam mengelas sambungan sudut 1F dan 2 adalah meliputi :

1. Persiapan Bahan

Sebagai langkah persiapan, perhatikan hal-hal berikut ini :

- a. Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
- b. Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
- c. Berikan bevel  $3^\circ$  pada salah satu sisi penahan belakang.
- d. Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
- e. Kikir kampuh  $30^\circ$  untuk kampuh V.
- f. Pemberian las ikat
  - 5) Tempelkan kedua logam dasar diatas lempengan penahannya.
  - 6) Diantara dua logam itu, berikan celah 4 mm.
  - 7) Berikan las ikat pada bagian belakang logam dengan penahannya dengan hati-hati jangan sampai merusak pengelasan bagian depan.
  - 8) Pastikan jika ada perubahan posisi hanya  $\pm 3^\circ$ .



**Gambar 8. 2 Pemberian las ikat**

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar : Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, ½JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pengelasan sambungan sudut (fillet joint) 1F dan 2F OAW pada pelat baja lunak** ? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

### Aktivitas Pembelajaran 1 : Pengelasan Sambungan Sudut (Fillet Joint) 1F OAW pada Pelat Baja Lunak(12 JP)

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-01.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan sambungan sudut (fillet joint) 1F OAW pada pelat baja lunak. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-01.P anda dapat melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 2** mengenai pengelasan sambungan sudut (fillet joint) 2F OAW pada stainless steel.

## **Aktivitas Pembelajaran 2 : Sambungan Sudut (Fillet Joint) 2F OAW pada Pelat baja lunak (12 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (**LK-02.P**), Kemudian didiskusikan dengan instruktur bagaimana proses kerja praktikum. Setelah itu kemudian melakukan praktik pengelasan sambungan sudut (fillet joint) 2F OAW pada stainless steel.. Setelah selesai andadiminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-02.P anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan PembelajaranKP-9**mengenai Pemeriksaan Hasil Las OAW

### **E. Rangkuman**

Pengelasan sambungan sudut 1F dan 2F OAW pada pelat baja lunak . merupakan keterampilan dasar pengelasan sambungan pada proses las OAW. Agar mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu diperhatikan tahapan persiapan material, persiapan mesin, proses las catat, dan pengisian. Setelah pengelasan sambungan dilakukan maka diakhiri dengan pemeriksaan baik secara visual maupun test DT dan NDT.

### **F. Tes Formatif**

1. Gambarkan ilustrasi posisi pengelasan sambungan sudut 1F las OAW!
2. Jelaskan parameter pengelasan sambungan sudut 1F las OAW pada pelat baja lunak .!
3. Gambarkan persiapan tack weld pengelasan sambungan sudut 2F las OAW!
4. Jelaskan parameter pengelasan sambungan sudut 2F las OAW pada pelat stainless steel!

## Lembar Kerja KP-08

**LK - 00**

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2F OAW pada Pelat Baja Lunak** .? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

## **Form LK-01.P Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F OAW pada Pelat Baja Lunak**

### **A. Tujuan Praktikum**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut 1F pada pelat baja lunak, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Mengatur tekanan kerja pengelasan dengan gas argon pada regulator
3. Mengatur nyala api
4. Memasang dan mengatur jarak dan gerakan tip
5. **Mengelas Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F OAW pada Pelat Baja Lunak**
6. Memeriksa hasil las

### **B. Persiapan Alat dan Bahan**

- 1 Menyiapkan mesin las OAW/TIG dan perlengkapannya
- 2 Menyiapkan alat bantu las
- 3 Menyiapkan alat pelindung diri
- 4 Menyiapkan WPS/Jobsheet/Gambar kerja
- 5 Menyiapkan pelat baja lunak ukuran 60 x 120 x 3 mm (1 buah)
- 6 Menyiapkan pelat baja lunak ukuran 30 x 120 x 3 mm (2 buah)
- 7 Menyiapkan bahan tambah baja lunak  $\varnothing$  2,4 mm dan fluks

### **C. Sikap dan Keselamatan Kerja**

- 1 Menggunakan elektroda sesuai dengan tebal bahan

- 2 Memeriksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai pengelasan
- 3 Memperhatikan peletakan dan posisi brander terhadap lingkungan kerja dan benda kerja
- 4 Bekerja dengan bersih dan rapi
- 5 Menjauhkan benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dari lokasi kerja
- 6 Membersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja

#### **D. Proses Kerja**

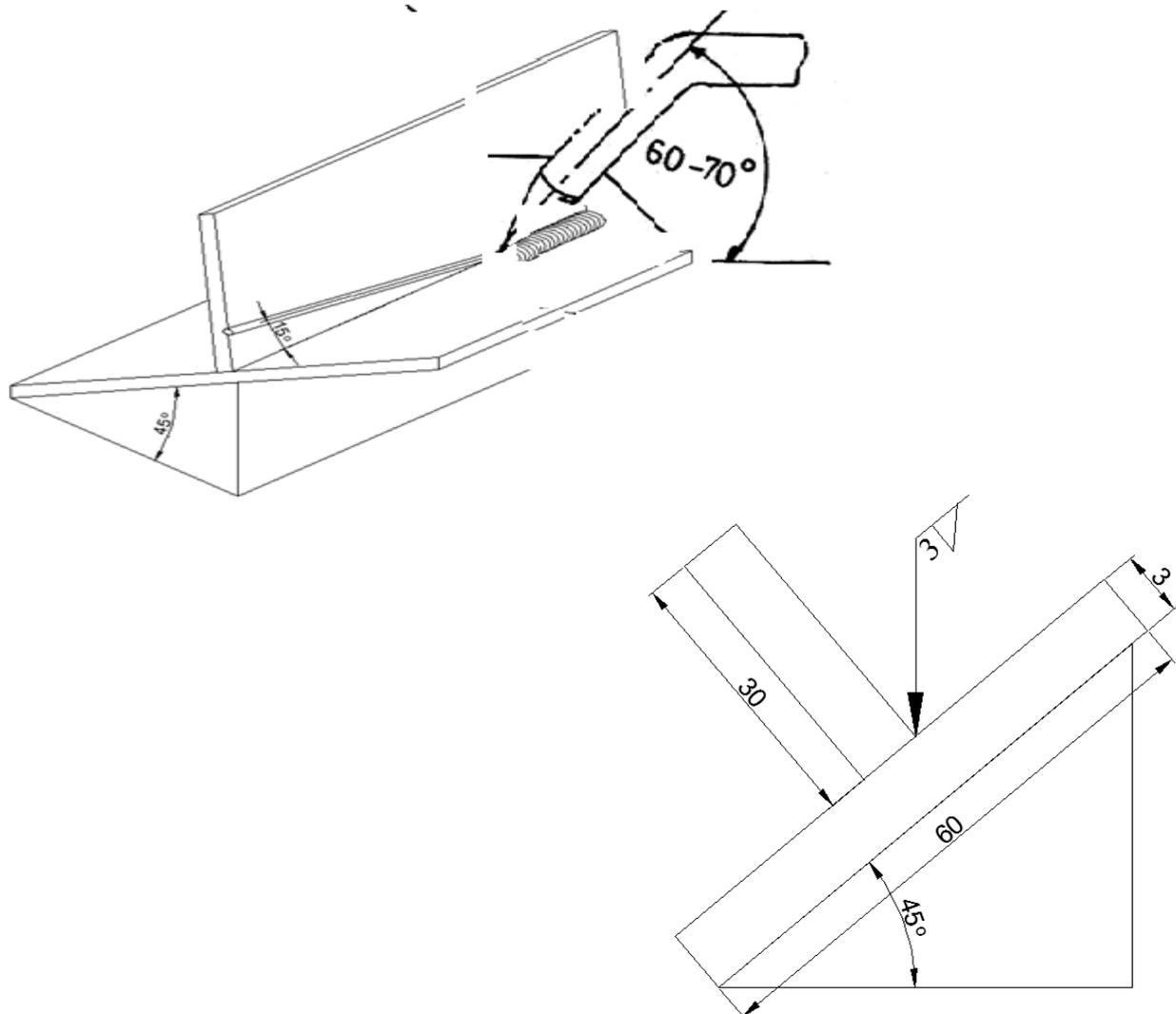
- 1 Menyiapkan peralatan las OAW/TIG, sambungan slang
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/
- 3 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Mengatur nyala api
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 70°-80° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan tambah 10°-20°
- 8 Melakukan pengelasan sesuai dengan wps/lembar kerja/gambar kerja
- 9 Memeriksa hasil las dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan
- 10 Membersihkan semua peralatan yang telah digunakan dan menyimpan kembali pada tempatnya, memposisikan saklar ON/OFF pada posisi OFF, menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"

#### **E. Hasil Kerja**

- |   |                     |                                    |
|---|---------------------|------------------------------------|
| 1 | Lebar jalur las     | 5 mm, tol +1, -0                   |
| 2 | Kelurusan jalur las | Penyimpangan maks 5%               |
| 3 | Pencairan           | Bagian yang tidak mencair maks. 5% |
| 4 | Tinggi jalur lasan  | 2 mm, tol +1, -0                   |
| 5 | Penetrasi           | Maks. Rata dengan permukaan bawah  |

- 6 Kebersihan Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan

#### F. Gambar Kerja



### G. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : \_\_\_\_\_  
Nama Peserta : \_\_\_\_\_  
Kelas : \_\_\_\_\_  
Waktu Praktikum : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>	
	1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	

	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>	

## **Form LK-02.P Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Sudut (*FilletJoint*) 2F OAW pada Pelat Stainless Steel**

### **A. Tujuan Praktikum**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan sudut 2F pada pelat stainless steel, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Mengatur tekanan kerja pengelasan dengan gas argon pada regulator
3. Mengatur aliran gas argon
4. Menajamkan elektroda
5. Memasang dan mengatur jarak elektroda pada brander / tip
6. Menyalakan busur las
7. **Mengelas Sambungan Sudut (*FilletJoint*) 2F OAW pada Pelat Stainless Steel**
8. Memeriksa hasil las

### **B. Persiapan Alat dan Bahan**

- 1 Menyiapkan mesin las OAW dan perlengkapannya
- 2 Menyiapkan alat bantu las
- 3 Menyiapkan alat pelindung diri
- 4 Menyiapkan WPS/Jobsheet/Gambar kerja
- 5 Menyiapkan pelat stainless steel ukuran 60 x 120 x 3 mm (1 buah)
- 6 Menyiapkan pelat stainless steel ukuran 30 x 120 x 3 mm (2 buah)

- 7 Menyiapkan bahan tambah stainless steel Ø 2,4 mm dan fluks

### **C. Sikap dan Keselamatan Kerja**

- 1 Menggunakan elektroda sesuai dengan tebal bahan
- 2 Memeriksa kebocoran-kebocoran gas sebelum memulai pengelasan
- 3 Memperhatikan peletakan dan posisi brander / tip terhadap lingkungan kerja dan benda kerja
- 4 Bekerja dengan bersih dan rapi
- 5 Menjauhkan benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dari lokasi kerja
- 6 Membersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja

### **D. Proses Kerja**

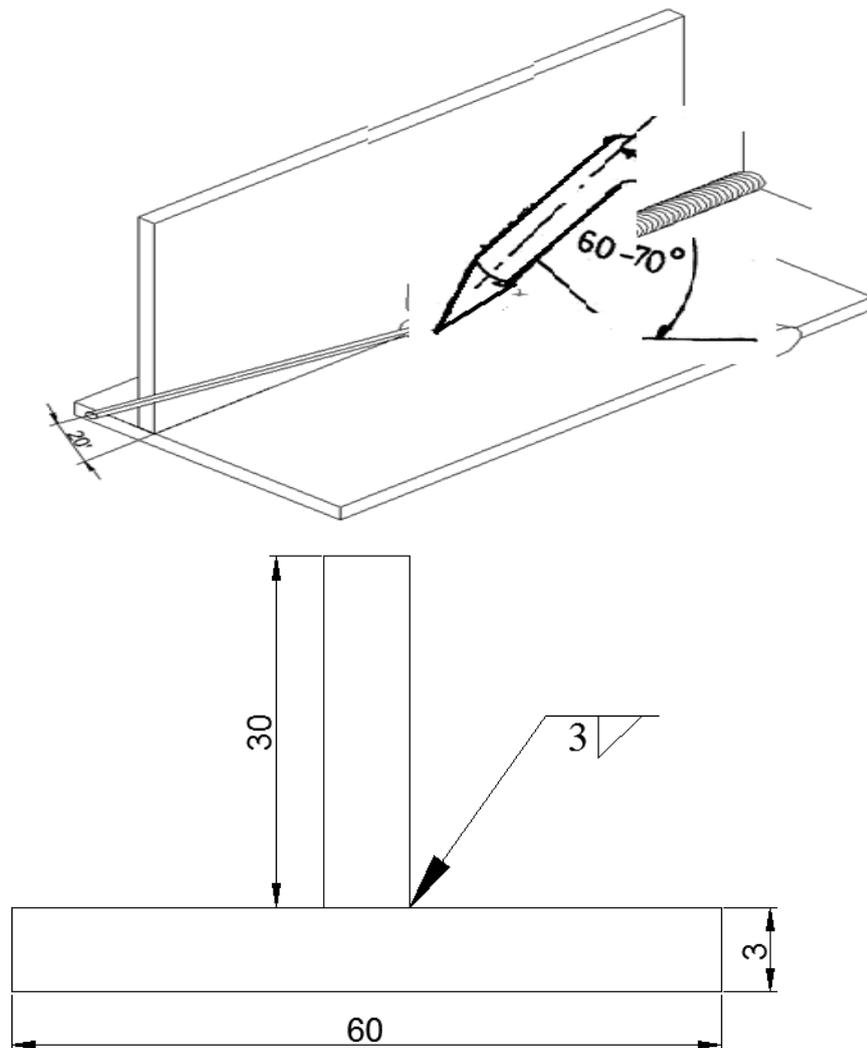
1. Siapkan peralatan las oksi asetilin dengan memperhatikan sambungan-sambungan slang dan pemasangan regulator serta tekanan kerja yang sesuai dengan pekerjaan.
2. Nyalakan pembakar las dan atur nyala netral.
3. Lakukan las catat, minimum pada tiga tempat ( kedua ujung dan tengah ) sepanjang  $\pm 10$ mm dan jaga sudut sambungan tetap  $90^\circ$ .
4. Tempatkan benda kerja sesuai posisi pengelasan/ gambar kerja.
5. Atur jarak api las  $\pm 2$ mm dengan permukaan sambungan dan sudut pembakar sekitar  $60^\circ - 70^\circ$  dan kawat las  $30^\circ - 40^\circ$  terhadap jalur las .
6. Lakukan pengelasan sesuai contoh / demonstrasi Instruktur/ pembimbing.
7. Periksa hasil las dengan mengacu pada kriteria yang ditentukan.
8. Selesaikan pengelasan dengan prosedur yang sama

### **E. Hasil Kerja**

- 1 Lebar jalur las                      5 mm, tol +1, -0

2	Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks 5%
3	Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 5%
4	Tinggi jalur lasan	2 mm, tol +1, -0
5	Penetrasi	Maks. Rata dengan permukaan bawah
6	Kebersihan	Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan

#### F. Gambar Kerja



## G. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : \_\_\_\_\_

Nama Peserta : \_\_\_\_\_

Kelas : \_\_\_\_\_

Waktu Praktikum : \_\_\_\_\_

<b>I</b>	<b>Bahan</b>
	1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan)
	2. ....
	3. Dst.
<b>II</b>	<b>Peralatan</b>
	1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2. ....
	3. Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>
	1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2. ....
	3. Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>
	1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2. ....
	3. Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>
	1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2. ....
	3. Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>



## KEGIATAN BELAJAR 8

### Barzing dan Braze welding

#### Bahan Bacaan 1 :Logam

Logam adalah unsur yang jumlahnya paling banyak di bumi ini. Jenis-jenis logam memiliki sifat dan kegunaannya masing-masing. Sampai saat ini, terdapat 65 logam yang terbentuk secara alami di bumi, namun hanya sedikit yang bisa dimanfaatkan dengan cara yang benar. Logam-logam yang dapat dimanfaatkan ini hanya mencapai 20 buah, baik yang berdiri sendiri maupun sebagai bagian dari paduan( campuran dari dua buah logam atau lebih dan zat lainnya). Paduan ini dibuat untuk membuat logam yang memiliki sifat berbeda dari sebelumnya, agar dapat dimanfaatkan secara maksimal. Jika sobat semakin penasaran dengan macam-macam logam dan kegunaannya, mari simak yang satu ini, yang akan membahas tentang ke-20 logam yang dapat dimanfaatkan tadi dan ditambah dengan 5 jenis paduan yang paling sering kita jumpai.



Gambar 9. 1 Jenis Logam dan Kegunaanya

#### 1. Alumunium

Alumunium adalah logam dengan warna putih keperak-perakan yang memiliki sifat sangat ringan dan tahan terhadap korosi (karat). Logam ini berasal dari bijihnya, bauksit, dengan proses elektrolisis. Alumunium digunakan dalam kabel-kabel listrik lintas udara, pesawat terbang, kapal, mobil, kalem minuman, dan foil dapur (pembungkus makanan).

## 2. Baja

Baja merupakan salah satu paduan yang sangat sering kita dengar dan kita jumpai namanya. Baja memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia, kenapa demikian? Karena Baja merupakan paduan besi dan karbon yang merupakan satu dari sedikit bahan terpenting dalam industri, seperti yang kita ketahui, bidang industri ini mempengaruhi dunia secara global. Baja memiliki sifat tahan karat, dan kegunaannya yang sangat penting adalah untuk bidang industri ruang angkasa.

## 3. Besi

Besi merupakan logam yang memiliki warna abu-abu keputih-putihan. Logam ini dihasilkan terutama dari peleburan biji hematit dalam tanur sembur. Kegunaannya adalah dipakai untuk bangunan dan bidang teknik, juga dapat dimanfaatkan untuk membuat paduan baja.

## 4. Emas

Tentu sobat semua sudah tidak asing lagi dengan logam yang satu ini. Unsur logam emas memiliki sifat yang lunak, dan memiliki warna kuning terang yang digunakan untuk perhiasan dan alat-alat elektronik. Tentunya emas tidak mudah didapat dipasaran, karena memiliki harga yang sangat tinggi dan terus meningkat.

## 5. Kalium

Kalium adalah logam ringan dengan warna keperakan, juga memiliki sifat sangat reaktif. Senyawa-senyawa kalium digunakan dalam pupuk kimia dan untuk pembuatan kaca.

## 6. Kalsium

Logam ini memiliki putih keperak-perakan, sifatnya yang mudah dibentuk sesuai dengan tempat ditemukannya, yaitu di dalam batu kapur dan kapur. Dalam makhluk hidup juga terdapat logam yang satu ini, salah satunya di tulang gigi hewan. Pemanfaatan logam ini biasanya untuk membuat semen dan baja kualitas tinggi.

## **7. Kuningan**

Kuningan merupakan sebuah paduan yang terbuat dari tembaga dan seng. Pemanfaatannya sangat banyak terjadi di bumi ini, yaitu untuk, barang-barang hiasan, sekrup, alat-alat musik, dan paku-paku kecil.

## **8. Kupronikel**

Merupakan paduan yang terbuat dari tembaga dan nikel yang digunakan untuk membuat uang logam berwarna perak.

## **9. Kromium**

Kromium adalah logam yang memiliki warna abu-abu, dan mempunyai sifat yang keras. Sering digunakan untuk membuat baja tahan karat dan melapisi logam-logam lain untuk melindunginya dan memberi penampikan mengkilap yang memantul.

## **10. Magnesium**

Logam yang ringan berwarna perak keputih-putihan yang bila terbakar menghasilkan nyala api putih terang, logam ini digunakan dalam suar penyelamatan dan kembang api dalam paduan-paduan ringan.

## **11. Natrium**

Natrium merupakan sebuah logam yang sangat reaktif. Memiliki sifat lunak dan berwarna putih keperakan logam ini terdapat dalam garam dapur dan digunakan untuk lampu jalanan dan dalam industri kimia.

## **12. Perak**

Perak adalah suatu logam yang mudah dibentuk, berwarna putih abu-abu yang merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik. Logam ini digunakan untuk membuat perhiasan, peralatan perak, dan film fotografi.

## **Bahan Bacaan 2 : SOLDER ( Brazing )**

Dalam proses penyolderan diperlukan beberapa peralatan yang dapat digunakan untuk penyambungan suatu logam. Peralatan yang

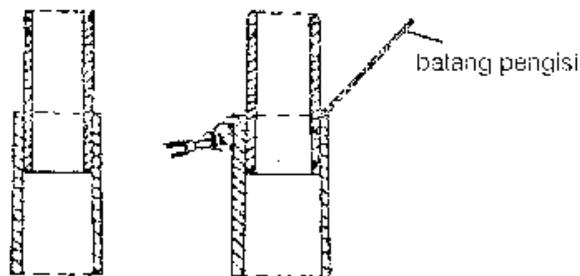
diperlukan antara lain alat-alat utama las oksiasetilin, kawat las, klem (penjepit), palu besi, alat pemegang atau penyangga dan tang penjepit.

Proses pengikatan dalam penyolderan ini berlangsung pada permukaan logam dasar yang akan disambungkan. Pada proses pengikatan ini disalurkan banyak energi panas sehingga solder mulai meleleh, menjaring bidang-bidang penyolderan, merambat masuk ke dalam celah penyolderan dengan efek kapileritas celah, mengeras di bidang penyolderan, dan mengikat erat badan dasar yang disambungkan.

Proses pengikatan dalam penyolderan ini berlangsung pada permukaan logam dasar yang akan disambungkan. Pada proses pengikatan ini disalurkan banyak energi panas sehingga solder mulai meleleh, menjaring bidang-bidang penyolderan, merambat masuk ke dalam celah penyolderan dengan efek kapileritas celah, mengeras di bidang penyolderan, dan mengikat erat badan dasar yang disambungkan.

Ikatan erat yang terjadi ditimbulkan oleh adanya:

- *Adhesi* (gaya tarik-menarik antara solder dengan rongga atau pori-pori permukaan bahan dasar).
- Pembentukan ikatan antara solder dan logam dasar.



Gambar 9. 2 Bahan solder terisap rongga (celah sambungan) karena adanya daya kapiler

### PERSYARATAN MENYOLDER

Agar diperoleh hasil ikatan yang baik, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam pekerjaan menyolder, antara lain :

- a). **Bidang solder harus bersifat logam murni (mengkilap).**

- Pada bidang solderan yang mengkilap, solder akan merambat dengan baik.
- Apabila bidang solderan kotor, misalnya ada cat, karat, gemuk, kotoran, keringat tangan, dan lapisan oksid, maka akan berakibat penggelembungan solder yang cair dan menghalangi ikatan.
- Harus menggunakan bahan pelumer (fluks). Bahan pelumer disalurkan sebelum dan selama proses penyolderan. Gunanya untuk melarutkan lapisan oksid yang selalu ada pada permukaan bahan dasar dan bahan solder secara kimiawi, dan mengubahnya menjadi terak cair, juga mencegah pembentukan oksid baru selama penyolderan.

**b). Suhu pemanasan harus tetap.**

- Suhu pemanasan harus sesuai dengan ketentuan jenis soldernya. Jika suhu terlalu rendah, solder cair akan membentuk butiran bola dan akan merembes. Jika suhu terlalu tinggi solder akan menguap.
- Suhu terendah pada bidang penyolderan yang masih memungkinkan perembesan dan pengikatan solder cair disebut *suhu lzerja*. Suhu kerja ini berada di bawah titik lebur bahan dasar.

**c). Besar celah harus tetap.**

- Besar celah penyambungan sangat menentukan kekuatan ikatan solder. Celah penyolderan hendaknya dibuat sempit, agar didapat efek isap yang baik oleh celah dan pori-pori bahan dasar. Semakin encer solder, harus semakin sempit pula celah. Solder dari tembaga dan perak yang encer menuntut celah yang lebih sempit dibanding yang dibutuhkan oleh kuningan dan solder lunak yang kental.

Ketentuan kerja penyolderan

- Sebelum dilakukan penyambungan, pemakaian benda kerja harus dibersihkan dan diberikan bahan pembersih (fluks).

- Setelah penyambungan selesai, sisa bahan pembersih di luar daerah yang disolder atau dibrazing harus dibersihkan
- Hindari bahan pembersih mengenai kulit tubuh.
- Tempat kerja harus memiliki sirkulasi udara yang baik.

Perlengkapan keselamatan kerja juga perlu disiapkan ketika akan melakukan penyolderan, antara lain baju praktik, helm dan kaca mata pengaman, sarung tangan, dsb.

### 1. Jenis-jenis Alat-alat Patri

Pekerjaan mematri adalah salah satu jenis penyambungan logam yang menggunakan media panas selain dari penyambungan dengan las yang telah kita kenal. Sambungan patri termasuk pada kelompok sambungan ringan, terutama untuk penyambungan pelat-tipis (sheet metal) dan pipa tipis (tin tube).

Selain pematrian yang menggunakan bahan tambah timah dan paduannya, ada pula jenis patri yang lain disebut pateri perak dan mas. Biasanya patri jenis ini dipakai untuk keperluan khusus seperti untuk barang instrumen laboratorium atau medis, sedangkan patri mas biasanya khusus untuk barang perhiasan.

Bahan-bahan yang terutama dapat dipateri dengan hasil yang baik adalah logam pelat tipis dan logam lunak seperti : Pelat baja lapis seng (BJLS) atau dikenal sebagai pelat galvanis (*zink-coated*), logam lunak yang lain seperti pelat alumium dan paduannya, pipa (*tube*) aluminium, pelat dan pipa tembaga dan paduannya.

Untuk menghasilkan sambungan patri yang baik dan memenuhi standar industri, peralatan yang digunakan harus memenuhi kriteria berikut ini :

1. Memiliki sifat mekanis yang kuat (*durability*)
2. Sifat hantar listrik (*electrical conductivity*) yang baik
3. Sifat hantar panas (*termal dissipation*) yang baik
4. Mudah dibuat
5. Mudah diperiksa dengan pengamatan
6. Mudah diperbaiki

**Peralatan pateri terdiri dari :**

- Baut solder (*soldering iron*)
- Dapur atau kompor pemanas (*soldering torch*)
- Meja patri atau bantalan patri

**Baut solder**

Baut solder merupakan alat utama untuk pekerjaan mematri, terdiri dari bagian-bagian

- Kepala-baut solder (*iron tip*)
- Gagang
- Pegangan (*handle*)

Kepala-baut solder dibuat dari logam yang mempunyai daya hantar panas dan hantar listrik yang baik, biasanya dipilih tembaga kadang-kadang besi. Karena besi mudah berkarat maka lebih banyak disukai tembaga sebagai kepala-baut solder

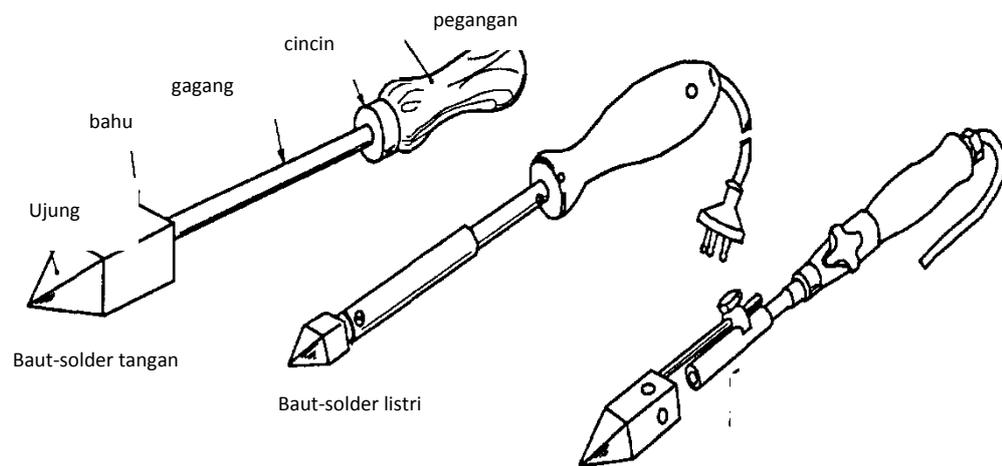
Pegangan atau gagang baut-solder dibuat dari kayu atau bahan lain yang tidak menghantar panas seperti plastik dan lain-lain.

Bentuk dan ukuran kepala-patri dibuat dan disesuaikan dengan keperluan dan bentuk pekerjaan

Dalam pemakaian sehari-hari dapat kita jumpai dua jenis solder yaitu :

Solder tangan (*hand solder*) dan solder listrik (*electric solder*)

Pada gambar 1 ditunjukkan macm-macam bentuk baut solder



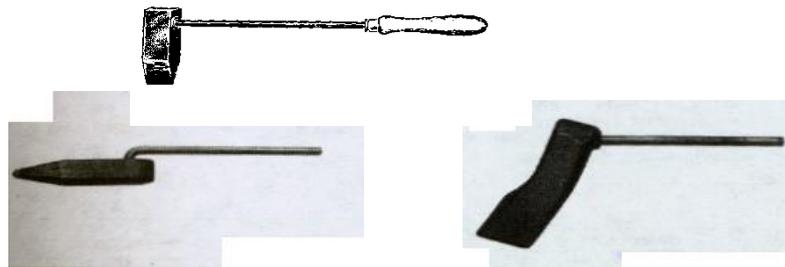
Gambar 9. 3 3 baut solder  
(Batam Institutional Development Project)

#### Macam-macam baut-solder

Macam baut-solder banyak dijumpai dan disesuaikan menurut kebutuhannya, mulai dari pekerjaan sederhana sampai pada pekerjaan manufaktur di industri, terutama pada industri elektronik.

Jenis baut solder ada dua macam yaitu : baut-solder tangan dan baut-solder listrik (*electric solder iron*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 diatas.

Baut-soder tangan tidak banyak macamnya, model dan ukurannya disesuaikan menurut keperluan dan objek pekerjaannya. Pada gambar 2 diperlihatkan standar bentuk kepala baut solder tangan dengan tangkai kayu (*copper section standar model*)

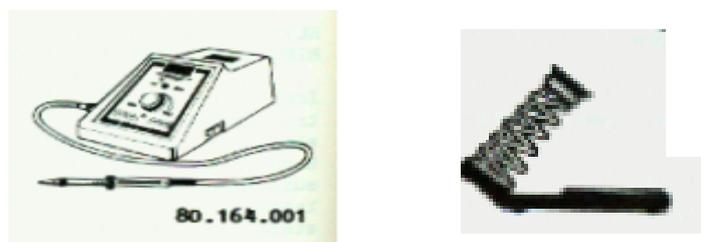


**Gambar 9. 4** Macam bentuk kepala Baut-solder tangan  
(Batam Institutional Development Project)

Yang banyak sekali jenis, model dan ukuran adalah baut-soder listrik, karena pemakaiannya di industri sangat bervariasi terutama pada industri elektronik.

Macam-macam model/bentuk kepala baut- solder listrik disesuaikan dengan kebutuhan, dan jenis pekerjaannya

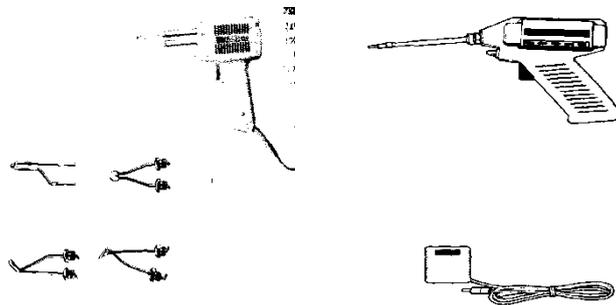
Biasanya ukuran baut-solder listrik dinyatakan dalam kapasitas satuan listrik (*Watt*), sedangkan modelnya ada yang tetap ditempat dan dilengkapi asesoris yang lengkap. Model baut-solder ini banyak dipakai pada pekerjaan elektronik dan pekerjaan instrumentasi, model ini disebut baut-solder tetap (*soldering stasion*)



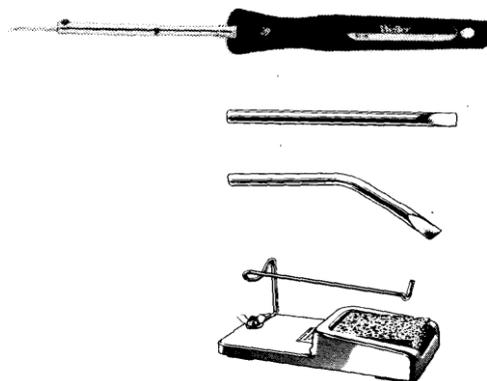
**Gambar 9. 5** Baut-solder-tetap  
(Batam Institutional Development Project)

Baut-solder model pistol (*solder iron gun*) banyak dipakai pada pekerjaan elektronik/listrik, pekerjaan instrumentasi, komonikasi dan servis kelistrikan otomotip. Model baut-solder ini banyak disukai karena praktis dan dapat dibawa dilapangan. Selain itu ada yang lebih kecil lagi modelnya terutama

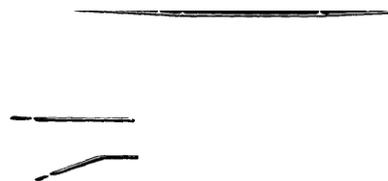
sekali pada pekerjaan elektronik dan instrumentasi yaitu baut-solder mini (*mini quick*) dan pena solder (*soldering-pen*).



**Gambar 9. 6** Baut solder pistol  
(*Batam Institutional Development Project*)

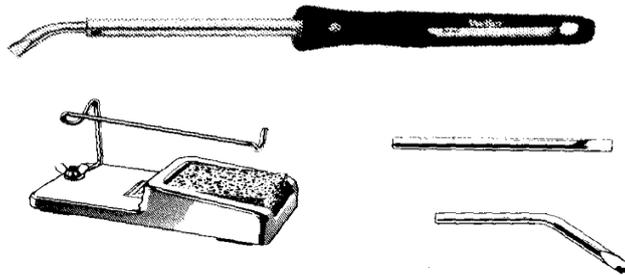


**Gambar 9. 7** Baut-solder mini  
(*Batam Institutional Development Project*)

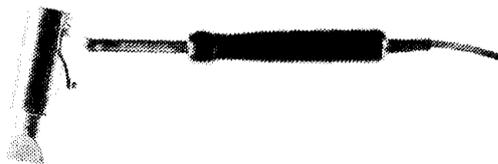


**Gambar 9. 8** Baut-Solder Pena  
(*Batam Institutional Development Project*)

Model baut-solder listrik standar kapasitas panasnya ditentukan dalam satuan Watt, untuk pekerjaan yang biasa berkisar antara 50 s.d 200 Watt, sedangkan untuk pekerjaan agak besar (*heavy duty*) seperti yang digunakan pada pekerjaan industri pelat, instrumentasi/telekomunikasi dan pekerjaan listrik otomotif menggunakan baut-solder kapasitasnya yang lebih besar yaitu antara : 325 s.d 450 Watt.



**Gambar 9. 9** *Baut-solder listrik untuk pekerjaan biasa*  
(*Batam Institutional Development Project*)



**Gambar 9. 10** *Baut-solder listrik untuk pekerjaan berat*  
(*Batam Institutional Development Project*)

Untuk pekerjaan industri yang pekerjaannya terus menerus dipakai model baut-solder untuk industri (*solder iron for industri and continious work*)



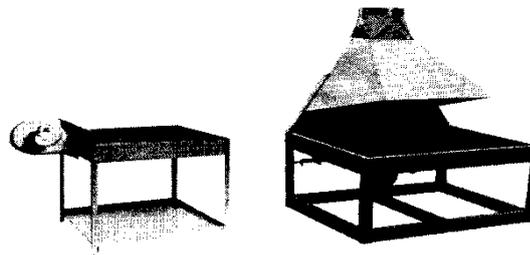
**Gambar 9. 11 Baut-solder untuk pekerjaan industri  
(Batam Institutional Development Project)**

### **Pembakar baut-solder (sodering-torch)**

Untuk memanaskan bagian kepala baut solder (*soldering tip*), digunakan dengan pemanasan nyala-api (*flame*) dan panas dari arus listrik.

Ada tiga macam cara pemanasan dengan nyala-api menggunakan dapur-terbuka (*oven*) atau pembakar-sembur (*burner*) yaitu :

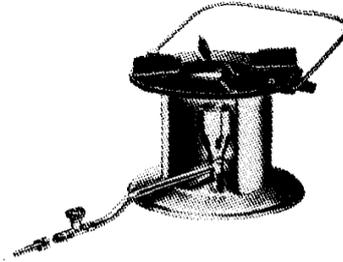
- Dapur terbuka dengan bahan bakar : kayu, arang kayu atau arang batu (*coal*)
- Dapur terbuka dengan bahan bakar : minyak tanah, atau solar
- Dapur terbuka dengan bahan bakar : gas LPG, gas propane, dan oxy-asetilin



**Gambar 9. 12 Dapur terbuka dengan bahan bakar arang kayu/arang batu  
(Batam Institutional Development Project)**

Pembakar dengan bahan bakar minyak tanah atau solar, prinsipnya sama seperti pembakar gas, terdiri pembakar atau oven dan tabung minyak yang dilengkapi dengan pompa tekan dan penunjuk tekanan (*pressure gauge*)

Pembakar yang menggunakan gas LPG, atau propane terdiri dari mulut pembakar (*burner-tip*), tangkai dan tabung gas. Terdapat berapa bentuk/model pembakar gas disesuaikan dengan pekerjaannya



**Gambar 9. 13 Dapur terbuka dengan bahan gas  
(batam institutional development project)**

## 2. Penimahan (tinning)

Untuk bahan kepala-baut solder, dipilih bahan logam yang mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang tinggi biasanya dibuat dari logam tembaga, kadang-kadang besi, akan tetapi besi sangat mudah berkarat, maka tembaga lebih banyak dipakai. Sebelum baut-solder digunakan untuk menyolder, ujung permukaan baut solder haruslah dibersihkan dan dilapisi dengan cairan timah terlebih dahulu istilahnya melakukan penimahan (*tinning*)

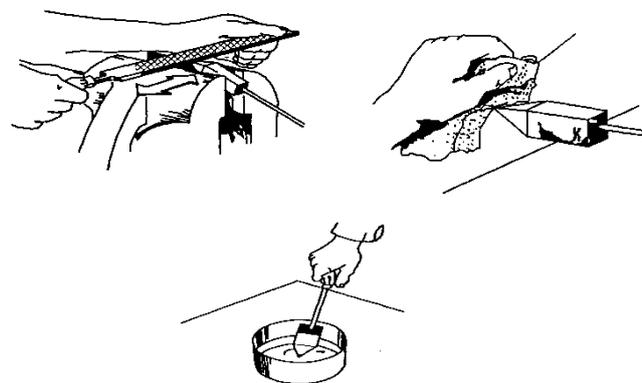
Penimahan (*tinning*) ini sangat perlu terutama untuk baut-solder yang baru, gunanya yaitu agar timah patri mudah melekat pada ujung baut solder. Untuk menghasilkan pekerjaan yang baik penimahan harus mengikuti prosedur yang benar. agar timah patri sebagai bahan penyambung dapat melekat pada permukaan ujung baut-solder.

Langkah-langkah melakukan penimahan adalah sebagai berikut :

- Siapkan perlengkapan yang diperlukan untuk melakukan tinning, seperti ; alat pemanas, kikir kasar dan kikir sedang, cairan air keras (NHCl), resin (arpus), dan bila perlu lap kain-pernel atau majun
- Bersihkan permukaan ujung kepala-baut solder dengan kikir hingga rata dan halus
- Bersihkan serbuk bekas kikir sampai bersih dengan kain atau majun

- Panaskan kepala-baut solder sampai kira-kira 170° C (berwar merah kelabu)
- Celupkan pada larutan air-keras atau arpus
- Gosokan pada timah padat sampai timahnya mencair dan melekat dengan rata pada seluruh permukaan ujung kepala baut-solder
- Bersihkan kembali permukaan kepala baut-solder dengan majun
- Selanjutnya kita coba hasil penimahan tersebut dengan memanaskan kembali baut-solder sampai kira-kira 210° C
- Gosokkan kembali pada timah dingin, apabila cairan timah melekat pada seluruh permukaan kepala baut-solder itu berarti pekerjaan penimahan (*tinning*) berhasil. Akan tetapi bila tidak tandanya tidak/belum maka pekerjaan penimahan itu harus diulang sampai berhasil

Pada gambar 11 ditunjukkan cara-cara penimahan kepala baut-solder, seperti berikut ini :



**Gambar 9. 14 Penimahan kepala baut-solder  
(Batam Institutional Development Project)**

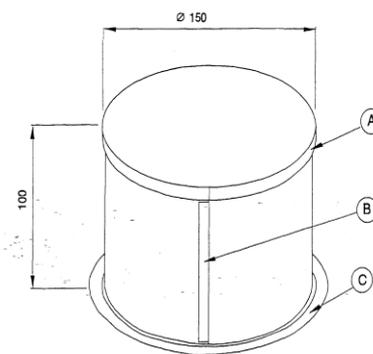
## 2. Pemakaian solder

Dalam era globalisasi industri segala jenis produk industri manufaktur sangatlah beragam sekali dan berkembang sangat pesat seiring dengan tuntutan permintaan pasar dan kemajuan industri. Persaingan yang sangat nyata (*signifikan*) yaitu pada kualitas produk, maka oleh karena itu, pada penyolderanpun dibutuhkan teknologi yang tinggi dan dan pekerjaan profesional.

Pemakaian penyolderan (*soldering application*) dikelompokkan menjadi :

- Untuk pemakaian industri rumah tangga (*home industri*)
- Untuk pemakaian industri kemasan ringan (*light container*)
- Untuk pemakaian industri fabrikasi pelat tipis (*light sheet metal fabrication*)
- Untuk pemakaian industri elektronika, listrik, telekomunikasi dan instrumentasi

**Industri rumah tangga** yaitu pembuatan perkakas dapur seperti tempat air, jolang dan alat masak lainnya. Pekerjaan talang (*guthering*) pada saluran air diatas atap.

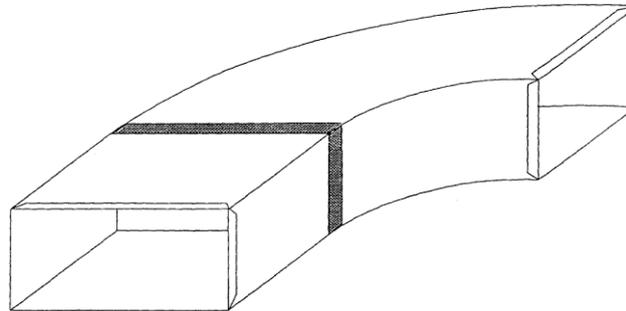


**Keterangan**  
A,B dan C Disolder

**Gambar 9. 15 Tempat air**  
*(Batam Institutional Development Project)*

**Industri kemasan ringan**, seperti untuk pembuatan kemasan makanan, minuman, oli dan sebagainya.

**Industri fabrikasi pelat tipis**, meliputi pekerjaan pembuatan pipa saluran (*ducting*) dengan menggunakan bahan pelat baja lapis seng (BJLS) pelat aluminium, pelat baja tahan karat



**Gambar 9. 16 Pipa saluran(Ducting)**  
**(Batam Institutional Development Project)**

**Industri elektronika** pekerjaan patri merupakan pekerjaan yang sangat vital dan dominan. Seperti pada penyambungan komponen, penyambungan kabel-kabel, bahkan pada produk elektronika sekarang sangat modern, komponennya kecil-kecil sangat rumit dan menggunakan rangkaian semiconductor

3. Pekerjaan solderi di industri

Pekerjaan patri di industri dilakukan secara manual maupun otomatis, tergantung pada jenis dan jumlah pekerjaannya. Pekerjaan yang jumlahnya relatif kecil atau pekerjaan perbaikan, penyolderan dikerjakan dengan cara manual. Akan tetapi bila pekerjaannya dalam jumlah yang banyak dan bentuknya seragam serta berlangsung terus-menerus menggunakan sistem ban berjalan (*conveyor*), penyolderan dengan cara semi-otomatis, otomatis-penuh bahkan dengan cara robot seperti yang dilakukan pada industri elektronika.

Pada pekerjaan industri fabrikasi logam, ada dua jenis patri yaitu **patri-keras** (*hard-soldering*) dan **patri-lunak**(*soft-soldering*)

Perbedaan dari kedua pekerjaan pematrian tersebut yaitu karena prosesnya, suhu pemanasannya dan kekuatannya.

Patri lunak dilakukan pada pelat tipis dengan menggunakan timah patri, sedangkan patri keras dilakukan pada logam yang lebih tebal, sebagai bahan patri dipakai kuningan(*brass*), atau perak(*silver*).

Oleh karena itu pekerjaan patri keras disebut juga *brazing*, sedangkan **patri perak** disebut *silver-soldering*.

**Patri-perak** banyak dilakukan pada pekerjaan pembuatan barang-barang hiasan (*ornament*), pembuata alat-alat laboraratorium medis dan instrumentasi.

Pemakaian khusus dari penyolderan selain dari logam-logam yang telah diterangkan diatas adalah.:

**Penyolderan aluminium dan paduannya.**; Kesulitan yang dijumpai dalam penyolderan aluminium ialah, karena pada permukaan alumiuniu terdapat lapisan oksid yang kuat dan sulit dihilangkan dengan suhu penyolderan, maka diperlukan bahan tambah yang kuat yang dapat membersihkan permukaan selama berlangsung penyolderan. Dengan menggunakan bahan tmbah khusus atau dengan pemanasan ultrasonik yang dapat menghilangkan lapisan oksid tersebut.

Memilih bahan tambah untuk aluminium tergantung daru jenis paduan aluminium itu sendiri, contohnya : fluorida logam, chlorida inorganik dan paduan ammoniak.

**Penyolderan tembaga beryllium.** Kesulitan dalam penyolderan logam ini ialah, hampir sama dengan logam aluminium pada permukaannya terdapat lapisan oksid yang kuat, lapisan ini terbentuk ketika terjadi pemanasan yang tdak terkontrol sebelum dilakukan penyolderan. Lapisan oksid ini dapat dihilangkan dengan cara dicungkil sebelum disolder. Penyungkilan lapisan oksid ini dengan cairan asam sulfat(*sulfuric acid*) konsentrasi 20% dicampur air, daipanaskan pada suhu 71° s.d 82° C. Setelah itu untuk kulitnya dibersihkan dengan asam nitrat(*nitrid acid*). Setelah itu bersihkan dengan air dan detergen untuk mencegah keracunan.

Setelah lapisan permukaannya dibersihkan penyolderan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan tambah rosin

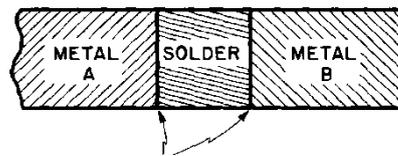
**Penyambungan logam dan keramik atau pencangkakan(*hybrid*)**

Secara langsung penyolderan keramik dan logam tidak bisa dilakukan harus menggunakan lapisan khusus, proses ini disebut meluluhkan(*scavenging or leaching*)

**Penyolderan tembaga dan paduannya.** Tembaga adalah logam yang pling mudah disolder, karena lapisan kilap sodor(*tarnis*) mudah terjadi pada permukaan logam. Sebagai bahan tambah pada penyolderan tembaga adalah **rosin air putih**(*white water rosin*). Penyolderan logam tembaga sangat umum dan bervariasi seperti penyolderan tembaga dengan timah hitam. Seperti terdapat pada komponen listrik dan komponen elektronik

#### 4. Bahan Solder

Prinsip penyolderan adalah penyambungan logam dengan menggunakan bahan pengisi (filler-metal) yang mempunyai titik cair dibawah suhu 315° C, dalam keadaan cair, bahan pengisi merekat pada kedua permukaan logam terjadi sambungan tetap.



Duasisi direkat dengan patri

**Gambar 9. 17 Prinsip sambungan patri**  
(Batam Institutional Development Project)

Sebagai bahan pengisi atau bahan perekat untuk penyolderan biasanya dipakai timah(*tin*) dan paduan timah dan timah hitam(*lead*)

#### **Timah ( *stannum* )**

**Timah** atau timah putih, tahan terhadap pengaruh oksidasi udara lebih keras dari timah hitam ,lebih kenyal dapat dirol dan ditarik dalam bentuk timah kawat. Timah tidak rusak oleh air maupun udara, maka logam ini sangat baik dipakai sebagai logam pelindung atau pembungkus (*coating*), akan tetapi bila dengan air laut terjadi pembentukan timah chlorida.

#### **Timah hitam atau timbel ( *plumbum* )**

Timah hitam berwarna abu-abu terang dalam udara terbuka warnanya menjadu gelap , kilapnya (*tarnis*) tahan terdadap pengaruh lingkungan. Logam ini sangat lunak dan kenyal sekali mudah sekali dibentuk, oleh karenanya timah hitam biasa dipakai sebagai mata pensil.disamping karbon.

Meskipun timah hitam sangat lembek dalam keadaan murni, dengan menambahkan paduan unsur yang lain seperti : antimon, arsen, tembaga dan seng, dapat menjadi lebih keras.

Selain lunak timah hitam adalah satu satunya logam berat yang mempunyai suhu cair yang rendah dan kepadatan yang tinggi. Dengan kepadatan yang tinggi ini maka logam ini banyak digunakan untuk pelindung radiasi seperti pada sinar-X dan energi nuklir.

### Paduan timah dan timah hitam

Dalam penyolderan biasa untuk logam baja lapis seng dalam bentuk pelat atau tabung tipis digunakan bahan pateri atau timah solder paduan timah hitam dan timah hitam (50 % Sn dan 50 % Pb atau 60 % Sn dan 40 Pb % ) kadang-kadang di industri ditambahkan unsur perak antara 1,5 % s.d 5 %



**Gambar 9. 18 Macam-macam bentuk timah solder**  
(Batam Institutional Development Project)

Dalam prakteknya untuk penyolderan dibutuhkan bahan tambah (*fluxes*) yang berfungsi untuk membersihkan permukaan logam yang akan disambung dari kotoran

terutama yang bersifat kimia sehingga cairan patri meresap pada kedua sisi permukaan logam menurut prinsip peresapan disebut **daya-kapiler**(*capilarity action*).

#### **Bahan tambah** (*flux*)

Dua jenis bahan tambah yaitu ; bahan tambah **organik** dan bahan tambah **inorganik**  
Kelompok bahan organik terdiri dari tiga jenis utama yaitu ;

**Asam organik**, bahan ini sangat sensitip terhadap panas, bahan ini sangat mudah larut, tidak dipakai sebagai bahan tambah pembersih. Yang termasuk asam ini ialah, ; lactic, oleic, stearic,, phthalic, citric dan asam lainnya.

**Asam halogen** hampir sama dengan kelompok garam-inorganic dalam pemakaiannya, lebih bersifat korosip dibanding dengan bahan organik lainnya. Yang termasuk han ini kita jumpai antara lain ; aniline hidrocloric ; asam glutamic hidrochloric ; dan sejenis asam yang telah banyak dikenal.

**Asam amino**, bahan ini juga sangat korosip pada perubahan suhu. Yang termasuk bahan ini ; urea.; beberapa bahan asam amino untuk pembersih adalah ; aniline phospat.

Bahan tambah berupa resin, banyak dipakai sebagai bahan tambah pada industri elektronika.

Resin berasal dari penorehan getah pohon pinus kualitasnya dilihat dari warnanya, dikenal sebagai air putih (*white water*)



Gambar 9. 19 *Macam-macam bahan tambah dan kemasannya*  
 (Batam Institutional Development Project)

### Macam-macam sambungan soloder

Kualitas penyolderan yang diharapkan haruslah memenuhi kriteria seperti yang diterangkan sebelumnya yaitu :

1. Daya hantar listrik yang baik
2. Mempunyai ketahanan mekanik
3. Hantar panas yang baik
4. Mudah dibuat
5. Mudah diperbaiki
6. Mudah diamati

Untuk kriteria yang ketiga tergantung pada bentuk bendanya, ketahanan mekanis banyak tergantung pada proses pengerjaannya.

Dalam hal perencanaan sambungan solder, mencakup tentang logam dasar yang akan disolder, timah solder dan bahan tambah (*fluxes*). Hal-hal penting yang perlu diperhatikan pada proses penyolderan yaitu ; sifat-sifat bahan tersebut kekuatan tarik dan potong dan juga sifat tahan karat sifat ini sering dilalaikan.

Kerusakan bahan akibat pemanasan menunjukkan pada sifat ketahanan bahan terhadap panas (*termal fatigue*)

Jika pada penyolderan hasilnya kenyal(*ductile*), maka tidak terjadi kerusakan walaupun kadang-kadang terlihat seperti lembab. Dengan sifat dapat disolder dari suatu bahan bukan berarti meliputi perlakuan terhadap peningkatan sifat mampu solder. Ada beberapa cara untuk memudahkan penyolderan yaitu dengan melakukan penimahan (*tinning*)

Tentang tinning ini telah diuraikan pada paragraf sebelumnya diatas.

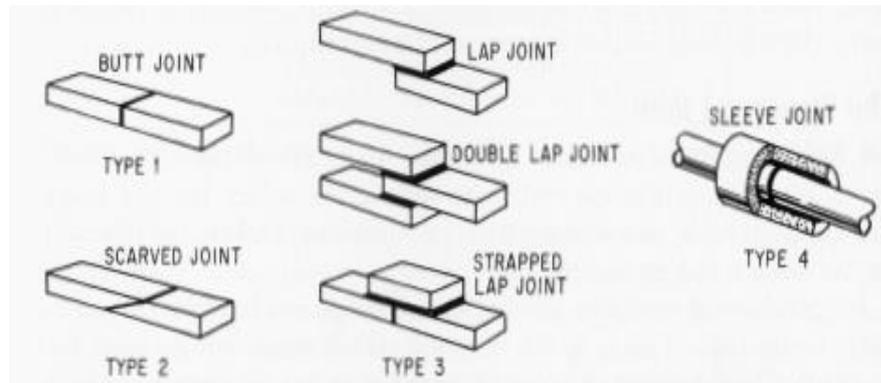
Macam-macam sambungan pater adalah :

1. **Sambungan lurus** (*butt-joint*) ; Sambungan ini paling sederhana dan paling tidak kuat atau sambungan lemah. Oleh karena itu sambungan jenis ini hanya dipakai untuk menahan kebocoran (*sealing*)
2. **Sambungan lurus diraut** (*scarved*) ; Sambungan lurus permukaan sambungannya diperluas dengan meraut miring, kekuatannya lebih besar dari pada sambungan tumpul biasa, walaupun begitu sambungan ini jarang dipakai.
3. **Sambungan tumpang** (*lap joint*) ; Sambungan jeni ini paling banyak dipakai. Prinsipnya pada sambungan ini adalah dua buah logam saling bertumpang dan lapisan solder mrekat diantaranya. Kekuatan sambungan tergantung dari ukuran sambungannya

Secara langsung sambungan ini menahan beban geser (*shearing*). Dengan beban tekuk (*bending*), sambungan ini merima gaya tarik atau gaya tekan.

Maca-macam sambungan tumpang adalah sambungan **tumpang ganda** (*double lap joint*) dan **sambungan tumpang bersabuk** (*strapped lap joint*)

4. **Sambungan sarung** (*sleeve joint*) ; Sambungan jenis ini untuk penyambungan pipa dan poros, sambungan ini kuat sekali merima gaya tarik apabila kelonggaran celah (*clearance*) dengan sarungnya sesuai dengan ketentuan.



**Gambar 9. 20 Macam macam sambungan pateri  
(Batam Institutional Development Project)**

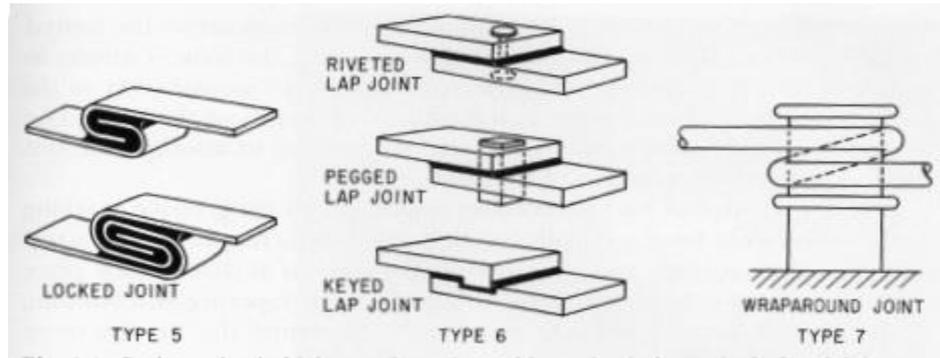
Selain dari jenis-jenis sambungan tersebut diatas ada pula jenis sambungan yang lain yang merupakan penguatan sambungan yaitu :

**Sambungan kunci** (*locked joint*) ; sebelum disolder pelatnya dilipat terlebih dahulu. Tujuannya dari sambungan ini, selain untuk kekuatan mekanis juga agar benda/pekerjaan tampak kokoh (*rigid*). Penggunaan sambungan jenis ini terutama untuk industri kemasan kaleng (*can industry*)

**Sambungan tumpang dengan penguatan paku keeling** (*rivet lap joint*) ; pada sambungan jenis ini dua bilah pelat selain dipatri secara tumpang juga dipasak atau dikeling bersama-sama.

**Sambungan tumpang dikunci** (*key lap joint*) ; pada sambungan jenis ini, sebelum dipatri, dibuat alur untuk pengunci, sehingga sambungan ini memerlukan banyak waktu untuk pengerjaannya.

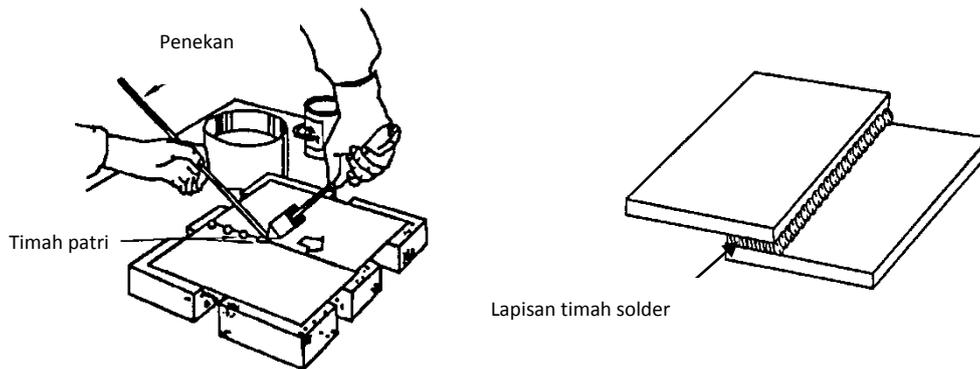
**Sambungan lilit** (*wraparound*) ; kekuatan pada sambungan jenis ini terletak pada lilitana yang disolderkan ditempat. Jenis sambungan solder ini banyak dijumpai pada sambungan elektronik.



**Gambar 9. 21 macam-macam penguatan sambungan solder  
(Batam Institutional Development Project)**

**Gaya kapiler (capilarity action)**

Prinsip penyolderan seperti yang dibicarakan sebelumnya yaitu menyambung logam dengan cara merekatkan kedua bagian logam dan diisi dengan ciran solder pada suhu tertentu , diantara kedua lapisan logam tersebut dioleskan bahan tambah, maka terjadilah sambungan yang permanen. Lapisan solder (timah patri) meresap diantara kedua lapisan pelat. Perembesan ini disebut **gaya kapiler (capilarity action)**



**Gambar 9. 22 Gaya kapiler  
(Batam Institutional Development Project)**

Agar penyolderan menghasilkan produk yang berkualitas sesuai persyaratan di industri, maka haruslah melalui tahapan tahapan proses yang benar.

Prosedur proses penyolderan adalah sebagai berikut :

- a. Memilih material yang akan disolder
- b. Menyiapkan sambungan

- c. Menyiapkan peralatan untuk menyolder
- Memilih bahan solder
  - Memilih bahan tambah
  - Membersihkan bagian yang akan disambung
  - Melakukan tinning
  - Melapisi bagian sambungan dengan bahan tambah
  - Memanaskan baut solder sampai suhu yang cukup
  - Memanaskan bahan solder (timah) pada permukaan ujung baut solder secukupnya
  - Melakukan penyolderan pada sambungan yang telah disiapkan tadi sampai terjadi peresapan (penembusan) dengan prinsi gaya kapiler
  - Memeriksa hasil penyolderan
  - Membersihkan sambungan dari sisa bahan tambah dengan air dan diterjen

### **Keuntungan dan kerugian penyolderan**

Sambungan solder adalah jenis sambungan tetap dengan menggunakan pemanasan, sambungan solder hanya terbatas pada penyambungan pelat tipis (*tin sheet*) dan tabung (*tubes*).

Adapun keuntungan penyambungan dengan solder diantaranya adalah :

#### **1. Keuntungannya,:**

- Dapat menyambung macam-macam jenis logam, ;seperti logam sejenis besi dengan besi, logam bukan besi bahkan logam besi (baja) dengan bukan besi bahkan pula dengan penyolderan dapat dilakukan penyambungan logam dengan bukan logam
- Instalasinya sederhana, tidak memakai ruangan yang besar dan khusus
- Mudah dilakukukan ditempat tertutup maupun ditempat terbuka bahkan dilapangan
- Operasionalnya tidak terlalu berbahaya
- Aplikasinya cukup luas, terutama untuk industri kerajinan dan eletronika

## 2. Kerugian:

- Sambungan tidak cukup kuat untuk beban mekanis yang lebih besar
- Memerlukan persiapan yang agak lama, terutama dalam hal kebersihan
- Sangat peka terhadap kontaminasi lingkungan kerja
- Menggunakan bahan-bahan yang beracun kontak langsung dengan kulit dan pernafasan
- Korosip terutama terhadap bahan-bahan kimia tertentu

### **Bahan Bacaan 3 : Las Asetilin untuk Brazing**

Las Oksi asetilin adalah pengelasan yang dilaksanakan dengan pencampuran 2 jenis gas sebagai pembentuk nyala api dan sebagai sumber panas. Dalam proses las gas ini, gas yang digunakan adalah campuran dari gas Oksigen ( $O_2$ ) dan gas lain sebagai gas bahan bakar (fuel gas). Gas bahan bakar yang paling populer dan paling banyak digunakan dibengkel-bengkel adalah gas Asetilen ( dari kata “acetylene”, dan memiliki rumus kimia  $C_2H_2$  ). Gas ini memiliki beberapa kelebihan dibandingkan gas bahan bakar lain. Kelebihan yang dimiliki gas Asetilen antara lain, menghasilkan temperatur nyala api lebih tinggi dari gas bahan bakar lainnya, baik bila dicampur dengan udara ataupun Oksigen.

Bahan Bakar Gas pada pengelasan oksi asetilin antara lain :

#### ▪ Asetilin ( $C_2H_2$ )

Asetilena ( Nama sistematis: etuna ) adalah suatu hidrokarbon yang tergolong kepada alkuna, dengan rumus  $C_2H_2$

Asetilena merupakan alkuna yang paling sederhana, karena hanya terdiri dari dua atom karbon dan dua atom hidrogen. Pada asetilena, kedua karbon terikat melalui ikatan rangkap tiga, dan masing-masing atom karbon memiliki hibridisasi orbital  $sp$  untuk ikatan sigma. Hal ini menyebabkan keempat atom pada asetilena terletak pada satu garis lurus, dengan sudut C-C-H sebesar  $180^\circ$ .

- Propan

Propana adalah senyawa alkana tiga karbon (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>) yang berwujud gas dalam keadaan normal, tapi dapat dikompresi menjadi cairan yang mudah dipindahkan dalam kontainer yang tidak mahal. Senyawa ini diturunkan dari produk petroleumlain pada pemrosesan minyak bumi atau gas alam. Propana umumnya digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin, barbeque (pemanggang), dan di rumah-rumah.

Las Oksi Asetilin digunakan untuk :

- a. Industri fabrikasi ringan, misal :
  - Rangka kursi
  - Komponen dari logam tipis
- b. Perbaikan/reklamasi bagian-bagian dapat dilaksanakann dengan proses ini, misalnya :
  - Tuangan
  - Komponen-komponen ringan
  - Panel bodi otomotif/saluran hisap
- c. Penggunaan di lapangan, karena portabilitasnya yang tinggi sehingga sering digunakan di lapangan untuk memperbaiki kerangka ringan dan permesinan.

#### **Bahan Bacaan 4 : Braze welding**

Pada cara penyambungan ini, logam induk **tidak** dilebur tetapi model sambungan pengelasannya serupa dengan yang digunakan pada pengelasan fusi.

Bahan fillernya adalah logam bukan besi atau logam paduan dengan titik lebur di atas 500 derajat Celcius tetapi lebih rendah dari titik lebur logam induknya.

Penyambungannya adalah intergranular. Contoh braze welding yang baik dengan sambungan intergranular adalah: Braze welding pada besi cor kelabu dengan menggunakan persiapan Vee tunggal dan bahan filler kuningan. Sambungan intergranular akan dibicarakan kemudian.

Cara penyambungan ini mengandalkan pada bahan filler non besi yang akan masuk sambungan yang berimpit dengan aksi kapiler. Filler ini memiliki titik lebur di bawah

titik lebur logam induknya. Proses ini lebih menyerupai penyolderan daripada pengelasan.

Brazing dapat dilakukan pada bahan-bahan seperti:

**Tabel 9. 1 Bahan dan Filler**

Bahan	Filler
LCS	Menggunakan kuningan/bronze sebagai bahan filler
Tembaga	Kuningan/bronze
Aluminum	Brazing aluminum
Tembaga	Silver brazing alloy
Baja anti karat	Silver brazing alloy

*(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)*

#### **Keuntungan dan Kerugian Tiap-tiap Proses**

**Tabel 9. 2 Keuntungan dan Kerugian**

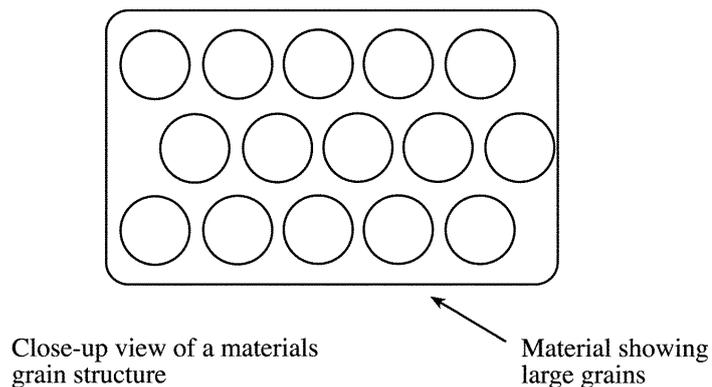
Proses	Keuntungan	Kerugian
Fusi	Logam las sama dengan logam induk	Suhu lebih tinggi karena logam induk harus dilebur
Braze welding	Mudah dilakukan . Suhu lebih rendah	Warna berbeda
Brazing	Suhu lebih rendah. Mudah dilakukan. Menggabungkan bahan yang tidak sama.	Diperlukan pemasangan yang pas.

*(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)*

#### **Penetrasi Intergranular (Antar Butir)**

Seerti yang mungkin telah anda ketahui, bahan-bahan dibuat dari banyak butir yang dipadatkan.

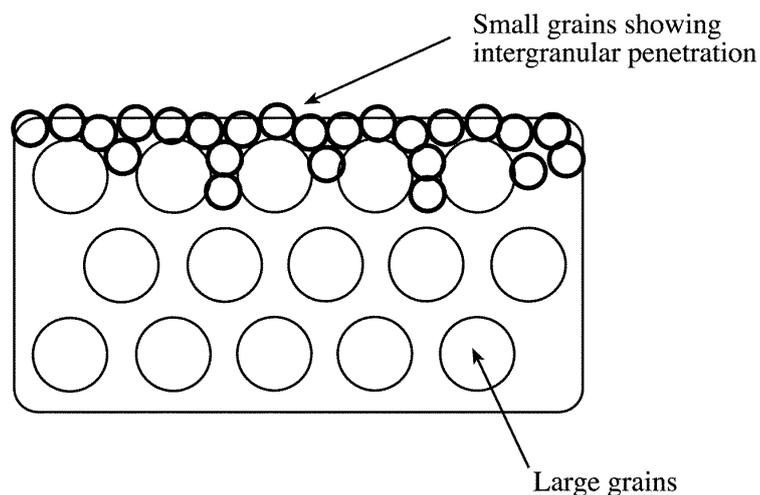
Ukuran dan bentuk butir ini ditentukan oleh komposisi kimia, perlakuan panas yang diterima serta pendinginan yang dilakukan terhadapnya.



**Gambar 9. 23 Butir Bahan LCS**

*(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)*

Jadi, bila kita memiliki LCS seperti yang tampak di atas, kita dapat menempelkan padanya bahan yang lain bila butir bahan yang akan ditempelkan tersebut lebih kecil. Bila kita mengalirkan kuningan pada LCS yang sudah dipanaskan, butir kuningan tersebut dapat terpenetrasi di antara butir LCS yang besar dan bersatu secara intergranular.



**Gambar 9. 24 Penetrasi butir kecil secara intergranular**

*(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)*

Jadi, cara penyambungan ini tergantung pada bagus tidaknya pelekatan lapisan pertamanya (kadang disebut tinning/seperti lapisan timah) pada logam induknya. Bila

lapisan pertama ini gagal, sambungannya pun tidak akan berhasil. Jadi, sangat penting mempersiapkan permukaan.

### ***Braze welding pada Besi cor Kelabu***

Besi cor kelabu dapat sangat baik saat diperbaiki atau disambung dengan teknik braze welding.

#### **Mempersiapkan Permukaan Bahan:**

- Permukaan harus benar-benar bersih
- Setiap pojokan yang tajam harus dihilangkan untuk menghindari panas yang berlebihan
- Dipilih persiapan pengelasan yang sesuai dengan pekerjaannya.

**Catatan 1:** Karena braze welding tergantung pada pelekatan pada permukaannya, semakin baik bila permukaan pelekatan semakin luas, misalnya persiapan Vee tunggal dapat menaikkan sudutnya sampai 90 derajat.

**Catatan 2:** Segala kegiatan mekanis seperti menggerinda akan menyebarkan serpih ke atas permukaan yang kemudian bisa mengurangi hasil pekerjaan lapisan pertama. Bila hal ini terjadi, bersihkan permukaan yang akan dilas dengan memanaskan muka persiapan las sampai merah pudar, biarkan sampai dingin, dan bersihkan dengan sikat kawat.

Diperlukan flux untuk proses braze welding ini, misalnya flux kuningan. Bila bahannya benar-benar sulit dapat digunakan flux tinning khusus.

### ***Batang Filler***

Kuningan mangan biasanya lebih disukai karena memiliki:

- kekuatan lekat yang tinggi
- kekuatan tarik tinggi sampai 450 mPa
- machineability yang baik
- sifat regang yang baik

- sedikit menghasilkan asap.

Tidak perlu pemanasan awal (preheat) untuk tuangan kecil; tetapi bila bentuknya agak besar dan tidak teratur, panaskan (preheat) lebih dulu sampai kira-kira 480 derajat Celcius (hitam panas).

Pengaturan nyala api – sedikit oksidasi:

- mengontrol kolam dengan lebih baik
- meningkatkan kekuatan lekatnya
- mengecilkan asap.

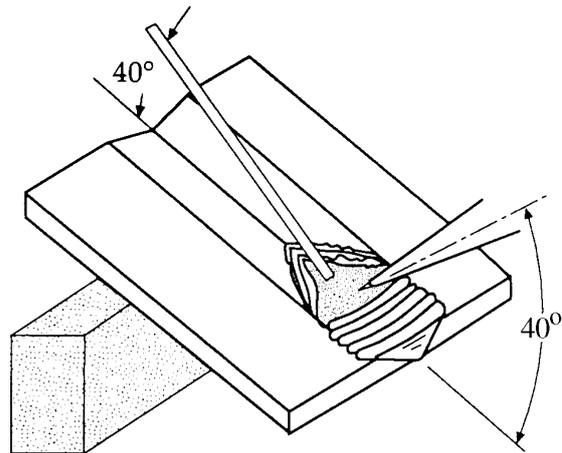
Posisi – semi vertikal:

- menghindarkan aliran kuningan ke arah yang tidak diinginkan
- memungkinkan cairan pengelasan yang lebih kecil
- membuat pengawasan menjadi lebih mudah
- mengurangi kemungkinan pemanasan berlebihan.

### **Teknik Pengelasan Brazing**

1. Panaskan ujung atau batang filler dan celupkan ke dalam flux.
2. Hangatkan daerah logam induk yang akan disambungkan.
3. Panaskan bagian yang akan dilas (merah pudar).
4. Tambahkan kuningan/bronze dengan cara meratakan ke atas permukaan dengan cepat.
  - Bila bahannya terlalu panas, kuningan/bronze-nya akan menjadi bola-bola kecil di atas permukaan.
  - Bila kurang panas, kuningan/bronze akan menjadi seperti bubur dan proses tinning tidak akan berhasil.

Pengelasan dianggap berhasil bila permukaannya memiliki lapisan kuningan yang terang (terlapisi tipis)



**Gambar 9. 25 Mengelas dengan kuningan/bronze pada besi cor**  
(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)

1. Lapisi dengan jarak secukupnya supaya saat anda membuat cairan las, isinya tidak berlari ke depan daerah yang dilapisi.
2. Kembali ke awal pekerjaan, tambahkan kuningan/bronze:
  - gunakan gerakan dari satu sisi ke sisi yang lain
  - jangan terlalu panas.
  - tambahkan flux sesuai kebutuhan
3. Lapisi lagi sambungan tersebut.
4. Kembali lagi dan lanjutkan mengisi sambungan:
  - usahakan menyelesaikan pekerjaan pada lapisan pertama.
5. Selesaikan pekerjaan tersebut. Dinginkan perlahan-lahan.

***Resiko pada Material yang Dilapisi***

Banyak bahan dilapisi dengan pelindung muka seperti:

- pelapisan cat dasar (meni).
- galvanisasi
- pelapisan krom
- plastik
- polyurethane
- kadmium

- dan bahkan timah.

Pelapisan ini mengandung dua resiko utama terhadap pekerja lasnya:

1. Asap yang keluar karena dekomposisi thermal selama pengelasan.
2. Debu yang timbul selama persiapan permukaan. Debu ini juga mengandung resiko kebakaran/ledakan.

Bagaimana cara memperkecil resiko tersebut?

1. mengidentifikasi
2. menghilangkan
3. memberi ventilasi.

Sekarang baiklah kita langsung membahas dari masing-masing hal di atas.

### 1. Mengidentifikasi lapisan

#### (a) Lapisan logam

Mengenali logam yang terkandung di dalamnya; perhatikan secara khusus apakah mengandung:

- Beryllium
- Chromium
- Kadmium
- Timah
- Nikel.

#### (b) Cat

Hilangkan campuran asap dan debu yang mengandung logam seperti:

- Timah
- Seng
- Chromium
- Kadmium
- Seperti senyawa organik dari pigment, resin dan bahan yang lain.

#### (c) Plastik

Sebagaimana cat, plastik menimbulkan asap dan debu yang tebal, seperti amoniak, sianida, dan asam hidroklorik.

Akibatnya mungkin:

- Memedihkan
- Korosif
- Sesak nafas
- Beracun.

Debu yang berasal dari plastik dapat juga mengandung resiko kebakaran/ledakan.

## 2. Menghilangkan Lapisan Tersebut

Sesudah diidentifikasi, harus segera dipilih cara yang paling aman untuk menghilangkannya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara:

- Cara mekanis, misalnya dengan menggerinda, mengikis, mengelupaskannya, dsb.
- Cara kimiawi, misalnya dengan paint stripper/pengupas cat, pembersih, penghilang minyak, dsb.

**Catatan:** Banyak pembersih kimia yang dapat meracuni tukang las.

## 3. Ventilasi

Ventilasi alam atau ventilasi mekanis hanya cocok untuk asap atau debu tingkat rendah atau sedikit saja.

Debu atau asap beracun harus dikendalikan oleh ventilasi setempat yang cocok dengan pekerjaan itu (misalnya dengan blower/kipas).

Barangkali diperlukan juga pemakaian topeng muka penuh dan peralatan pernafasan.

### ***Bahan-bahan Pengelasan***

Seperti biasanya, pikirkan dulu apa yang akan anda kerjakan dan kemudian apa yang anda perlukan. Untuk pengelasan fusi besi cor, misalnya, anda akan membutuhkan filler besi cor dan flux fusi besi cor.

**Tabel 9. 3 Bahan Pengelasan**

Proses & Material	Filler	Flux
<b>Fusi</b>		
LCS	LCS	Tidak diperlukan
Tembaga	Tembaga	Flux fusi tembaga dan kuningan
Baja anti karat	Anti karat	Flux baja tahan karat
Besi cor	Besi cor	Flux besi cor
Aluminum	Aluminum	Flux las aluminium
<b>Braze welding</b>		
Besi cor	Kuningan/bronze (biasanya mangan)	Flux kuningan/bronze
LCS	Kuningan/bronze	Flux kuningan/bronze

<b>Brazing</b>		
Aluminium	Brazing Aluminium	Flux brazing aluminium
Tahan karat dengan perak	Perak	Flux solder perak
Tembaga dengan perak	"	"
Kuningan/bronze dengan perak	"	"
Kuningan dengan perak	"	"
Baja karbon dengan perak	"	"
Logam-logam sama	"	"

(WLD-005-M2135-WLD303i-Oxy Ace Welding & Plasma Cutting)

### **Flux**

Kegunaan flux adalah untuk:

- menghilangkan/melarutkan film oksida
- menghilangkan ketidakmurnian
- menghindari oksidasi atau reaksi yang tidak diinginkan.

Sisa flux setelah pengelasan harus dihilangkan dengan:

- pencucian, penyikatan, pengelupasan, dsb.

Perhatikan baik-baik mengenai flux untuk menghindari terjadinya kontaminasi pada mata dan kulit juga terhadap penghirupan asap yang timbul selama pekerjaan las.

### **PERSYARATAN MENYOLDER**

Agar diperoleh hasil ikatan yang baik, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam pekerjaan menyolder, antara lain :

- a). Bidang solder harus bersifat logam murni (mengkilap).
- b). Suhu pemanasan harus tetap.
- c). Besar celah harus tetap.

### **Jenis-jenis Alat-alat Patri**

Pekerjaan mematri adalah salah satu jenis penyambungan logam yang menggunakan media panas selain dari penyambungan dengan las yang telah kita kenal. Sambungan patri termasuk pada kelompok sambungan ringan, terutama untuk penyambungan pelat-tipis (sheet metal) dan pipa tipis (tin tube).

Selain pematrian yang menggunakan bahan tambah timah dan paduannya, ada pula jenis patri yang lain disebut pateri perak dan mas. Bahan-bahan yang terutama dapat dipateri dengan hasil yang baik adalah logam pelat tipis dan logam lunak seperti : Pelat baja lapis seng (BJLS) atau dikenal sebagai pelat galvanis (*zink-coated*), logam lunak yang lain seperti pelat alumium dan paduannya , pipa (*tube*) aluminium, pelat dan pipa tembaga dan paduannya.

Untuk menghasilkan sambungan patri yang baik dan memenuhi standar industri, peralatan yang digunakan harus memenuhi kriteria berikut ini :

1. Memiliki sifat mekanis yang kuat (*durability*)
2. Sifat hantar listrik (*electrical conductivity*) yang baik
3. Sifat hantar panas (*termal dissipation*) yang baik
4. Mudah dibuat
5. Mudah diperiksa dengan pengamatan
6. Mudah diperbaiki

Peralatan pateri terdiri dari :

#### **Baut solder**

Baut solder merupakan alat utama untuk pekerjaan mematri, terdiri dari bagian-bagian

- Kepala-baut solder (*iron tip*)
- Gagang
- Pegangan (*handle*)

#### **Macam-macam baut-solder**

Macam baut-solder banyak dijumpai dan disesuaikan menurut kebutuhannya, mulai dari pekerjaan sederhana sampai pada pekerjaan manufaktur di industri, terutama pada industri elektronik.

Jenis baut solder ada dua macam yaitu : baut-solder tangan dan baut-solder listrik (*elektric solder iron*) seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 diatas.

### **Pembakar baut-solder (sodering-torch)**

Untuk memanaskan bagian kepala baut solder (*soldering tip*), digunakan dengan pemanasan nyala-api (*flame*) dan panas dari arus listrik.

Ada tiga macam cara pemanasan dengan nyala-api menggunakan dapur-terbuka (*oven*) atau pembakar-sembrur (*burner*) yaitu :

- Dapur terbuka dengan bahan bakar : kayu, arang kayu atau arang batu (*coal*)
- Dapur terbuka dengan bahan bakar : minyak tanah, atau solar
- Dapur terbuka dengan bahan bakar : gas LPG, gas prothane, dan oxy-asetilin

Pembakar dengan bahan bakar minyak tanah atau solar, prinsipnya sama seperti pembakar gas, terdiri pembakar atau oven dan tabung minyak yang dilengkapi dengan pompa tekan dan penunjuk tekanan (*pressure gauge*)

Pembakar yang menggunakan gas LPG, atau prothane terdiri dari mulut pembakar(*burner-tip*) ,tangki dan tabung gas. Terdapat berapa bentuk/model pembakar gas disesuaikan dengan pekerjaannya

### **Penimahan (tinning)**

Untuk bahan kepala-baut solder, dipilih bahan logam yang mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang tinggi biasanya dibuat dari logam tembaga , kadang-kadang besi, akan tetapi besi sangat mudah berkarat, maka tembaga lebih banyak dipakai. Sebelum baut-solder digunakan untuk menyoder, ujung permukaan baut solder haruslah dibersihkan dan dilapisi dengan cairan timah terlebih dahulu istilahnya melakukan penimahan (*tinning*)

### **Pemakaian solder**

Persaingan yang sangat nyata(*signifikan*) yaitu pada kualitas produk, maka oleh karena itu, pada penyolderanpun dibutuhkan teknologi yang tinggi dan dan pekerjaan profesional.

Pemakaian penyolderan (*soldering application*) dikelompokkan menjadi :

- Untuk pemakaian industri rumah tangga(*home industri*)
- Untuk pemakaian industri kemasan ringan(*light container*)

- Untuk pemakaian industri fabrikasi pelat tipis (*light sheet metal fabrication*)
- Untuk pemakaian industri elektronika, listrik, telekomunikasi dan instrumentasi

### **Bahan Solder**

Prinsip penyolderan adalah penyambungan logam dengan menggunakan bahan pengisi (filler-metal) yang mempunyai titik cair dibawah suhu 315° C, dalam keadaan cair, bahan pengisi merekat pada kedua permukaan logam terjadi sambungan tetap.

### **Bahan tambah (flux)**

Dua jenis bahan tambah yaitu ; bahan tambah **organik** dan bahan tambah **inorganik**

Bahan tambah berupa resin, banyak dipakai sebagai bahan tambah pada industri elektronika.

Resin berasal dari penorehan getah pohon pinus kualitasnya dilihat dari warnanya, dikenal sebagai air putih (*white water*)

### **Macam-macam sambungan soloder**

Kualitas penyolderan yang diharapkan haruslah memenuhi kriteria seperti yang diterangkan sebelumnya yaitu :

1. Daya hantar listrik yang baik
2. Mempunyai ketahanan mekanik
3. Hantar panas yang baik
4. Mudah dibuat
5. Mudah diperbaiki
6. Mudah diamati

Untuk kriteria yang ketiga tergantung pada bentuk bendanya, ketahanan mekanis banyak tergantung pada proses pengerjaannya.

Dalam hal perencanaan sambungan solder, mencakup tentang logam dasar yang akan disolder, timah solder dan bahan tambah (*fluxes*). Hal-hal penting yang perlu diperhatikan pada proses penyolderan yaitu ; sifat-sifat bahan tersebut kekuatan tarik dan potong dan juga sifat tahan karat sifat ini sering dilalaikan.

Kerusakan bahan akibat pemanasan menunjukkan pada sifat ketahanan bahan terhadap panas (*termal fatigue*)

Jika pada penyolderan hasilnya kenyal (*ductile*), maka tidak terjadi kerusakan walaupun kadang-kadang terlihat seperti lembab. Dengan sifat dapat disolder dari suatu bahan bukan berarti meliputi perlakuan terhadap peningkatan sifat mampu solder. Ada beberapa cara untuk memudahkan penyolderan yaitu dengan melakukan penimahan (*tinning*)

Macam-macam sambungan pater adalah :

1. Sambungan lurus(*butt-joint*) ;
2. Sambungan lurus diraut(*scarved*) ;
3. Sambungan tumpang(*lap joint*) ;

Macam-macam sambungan tumpang adalah

1. sambungan tumpang ganda (*double lap joint*) dan
2. sambungan tumpang bersabuk (*strapped lap joint*)
3. Sambungan sarung (*sleeve joint*) ;
4. Sambungan kunci (*locked joint*) ;
5. Sambungan tumpang dengan penguatan paku keeling (*rivet lap joint*) ;
6. Sambungan tumpang dikunci (*key lap joint*) ;
7. Sambungan lilit (*wraparound*)

**Gaya kapiler** (*capilarity action*)

Prinsip penyolderan seperti yang dibicarakan sebelumnya yaitu menyambung logam dengan cara merekatkan kedua bagian logam dan diisi dengan ciran solder pada suhu tertentu , diantara kedua lapisan logam tersebut dioleskan bahan tambah, maka terjadilah sambungan yang permanen. Lapisan solder(timah patri) meresap diantara kedua lapisan pelat. Perembesan ini disebut **gaya kapiler**(*capilarity-action*)

## **Proses Penyolderan**

Agar penyolderan menghasilkan produk yang berkualitas sesuai persyaratan di industri, maka haruslah melalui tahapan-tahapan proses yang benar.

Prosedur proses penyolderan adalah sebagai berikut :

- a. Memilih material yang akan disolder
- b. Menyiapkan sambungan
- c. Menyiapkan peralatan untuk menyolder
  - Memilih bahan solder
  - Memilih bahan tambah
  - Membersihkan bagian yang akan disambung
  - Melakukan tinning
  - Melapisi bagian sambungan dengan bahan tambah
  - Memanaskan baut solder sampai suhu yang cukup
  - Memanaskan bahan solder (timah) pada permukaan ujung baut solder secukupnya
  - Melakukan penyolderan pada sambungan yang telah disiapkan tadi sampai terjadi peresapan (penembusan) dengan prinsip gaya kapiler
  - Memeriksa hasil penyolderan
  - Membersihkan sambungan dari sisa bahan tambah dengan air dan diterjen

### **Tes Formatif**

1. Jelaskan pentingnya pemahaman keselamatan dan kesehatan kerja di bidang pengelasan!
2. Jelaskan kondisi-kondisi tidak aman di tempat kerja!
3. Jelaskan bahaya apa saja yang diakibatkan sinar las!
4. Jelaskan bagaimana saja cara mengatasi bahaya asap dan gas las!
5. Jelaskan Alat Pelindung Diri (APD) untuk seorang *welder*!

## Lembar Kerja KP-1

LK - 00

7. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Las brazing dan braze welding**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

8. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

9. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

10. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

11. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

12. Apa bukti yang harus diunjukkerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

- .....  
.....  
.....
7. Sambungan solder adalah termasuk pada sambungan :  
.....  
.....
8. Sambunganbungan patri perak banyak digunakan pada :  
.....  
.....
9. Baut solder biasanya dibuat dari bahan :  
.....  
.....
10. Syarat bahan yang dipakai untuk kepala baut solder adalah :  
.....  
.....
11. Ukuran/kapasitas baut solder dinyatakan dalam satuan :  
.....  
.....
12. Yang dimaksud dengan penimahan/pertin adalah :  
.....  
.....



**Form LK-02 Lembar Pengamatan Potensi Bahaya pada Proses Pengelasan brazing dan braze welding**

No	Jenis Bahaya	Rincian Potensi Bahaya
1.	Listrik	
2.	Gas pelindung	
3.	Sinar las	
4.	Asap las	
5.	.....	













## KEGIATAN PEMBELAJARAN 9

### Pemeriksaan Hasil Las OAW

#### A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat WPS peserta diklat dapat menentukan inspeksi pengelasan dan pengujian hasil lasan dengan tepat

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Memeriksa hasil pengelasan secara visual dan mekanik

1. Inspeksi pengelasan dapat ditentukan dengan tepat.
2. Pengujian hasil lasan dapat ditentukan dengan tepat.

#### C. Uraian Materi

##### Bahan Bacaan 1 : Inspeksi Pengelasan

Hasil pengelasan pada umumnya sangat bergantung pada keterampilan *welder*. Kerusakan hasil las baik di permukaan maupun di bagian dalam sulit dideteksi dengan metode pengujian sederhana. Selain itu karena struktur yang dilas merupakan bagian integral dari seluruh badan material las maka retakan yang timbul akan menyebar luas dengan cepat bahkan mungkin bisa menyebabkan kecelakaan yang serius. Untuk mencegah kecelakaan tersebut pengujian dan pemeriksaan daerah-daerah las sangatlah penting.

Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk menentukan kualitas produk-produk atau spesimen-spesimen tertentu, sedangkan tujuan pemeriksaan adalah untuk menentukan apakah hasil pengujian itu relatif dapat diterima menurut standar-standar kualitas tertentu atau tidak dengan kata lain tujuan pengujian dan pemeriksaan adalah untuk menjamin kualitas dan memberikan kepercayaan terhadap konstruksi yang dilas. Untuk program pengendalian prosedur pengelasan, pengujian dan pemeriksaan dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok sesuai

dengan pengujian dan pemeriksaan dilakukan yaitu sebelum, selama atau setelah pengelasan

## 1. Inspeksi Sebelum Pengelasan

Inspeksi dimulai dengan pemeriksaan bahan sebelum fabrikasi "*Seams*" dan "*Laps*" atau ketidaksempurnaan permukaan lainnya dapat dideteksi dengan pemeriksaan visual. Laminasi dapat dilihat pada sisi potongan. Dimensi pelat dan pipa dapat ditentukan dengan pengukuran. Setelah bagian - bagian yang akan dilas dirakit, inspektur harus memperhatikan celah akar las yang salah, persiapan sisi-sisi yang akan dilas yang tidak sesuai dan persiapan sambungan lainnya yang akan mempengaruhi mutu dari sambungan las. Inspektur harus mengecek kondisi-kondisi berikut ini untuk pemenuhan spesifikasi yang digunakan :

- a. Persiapan pinggiran yang akan dilas (sudut bevel, sudut galur, muka akar) dimensi dan penyelesaiannya
- b. Ukuran strip, cincin atau logam pengisi penahan balik
- c. Kesetangkupan (*alignment*) dan penyetelan (*fit-up*) dari bagian -bagian yang akan dilas.
- d. Pembersihan (harus tidak terdapat kotoran-kotoran seperti lemak, minyak, cat dan lain-lain pada sisi yang akan dilas dan sekitarnya)

Inspeksi yang teliti sebelum pengelasan dapat meniadakan atau mengurangi kondisi yang mengakibatkan lasan mengandung diskontinuitas

## 2. Inspeksi Pada Waktu Pengelasan

Inspeksi visual mengecek rincian pekerjaan pada waktu jalannya pengelasan, rincian pekerjaan pengelasan yang harus dicek adalah :

- a. Proses las
- b. Logam pengisi
- c. Fluks atau gas pelindung
- d. Suhu pemanasan awal (*preheat*) dan suhu antar jalur (*interpass*)
- e. Pembersihan

- f. Pemahatan penggerindaan atau penakukan (*gouging*)
- g. Persiapan sambungan untuk pengelasan sisi kebalikannya
- h. Pengendalian distorsi
- i. Suhu dan waktu perlakuan panas pasca las.

Lapisan pertama atau jalur akar (*rootpass*) adalah yang paling penting untuk mencapai kemulusan final jalur akar akan cepat membeku oleh karena konfigurasi dari sambungan volume logam dasar yang relatif besar dibandingkan dengan logam lasan jalur akar, pelat yang dingin dan kemungkinan busur tidak dapat mencapai akar. Jalur akar cenderung akan menjebak terak atau gas yang pada waktu pengelasan jalur-jalur selanjutnya tidak akan hilang. Pula logam yang mencair pada waktu pengelasan jalur akar ini peka terhadap keretakan. Retakan ini dapat menjalar ke lapisan - lapisan selanjutnya. Oleh karena itu inspeksi dari jalur akar ini harus betul - betul teliti. Pada lasan jalur berganda (*double groove welds*), terak dari jalur akar pada satu sisi pelat akan menetes melalui celah akar dan membentuk deposit terak pada sisi kebalikannya. Oleh karena itu, sebelum pengelasan sisi kebalikannya harus dilakukan pemahatan, penggerindaan atau penakukan balik (*back gouging*).

### 3. Inspeksi Setelah Pengelasan

Inspeksi visual setelah pengelasan adalah berguna untuk verifikasi produk yang selesai :

- a. Pemenuhan persyaratan gambar
- b. Tampak rakitan las
- c. Adanya diskontinuitas struktural
- d. Tanda – tanda oleh karena kesalahan penanganan (markah Inspeksi yang terlalu dalam atau pengerindaan yang berlebihan dan sebagainya

### **Bahan Bacaan 2 : Pengujian Hasil Pengelasan**

Evaluasi hasil pengelasan dapat dilakukan dengan cara :

- 1. Pemeriksaan hasil las
  - a. *Visual test (VT)*

- *Radiography Test (RT)*
- *Penetrant Test (PT)*
- *Ultrasonic Test (UT)*
- *Particle Magnetic (MT)*
- *Eddy Current*

b. *Non Destructive test (NDT)*

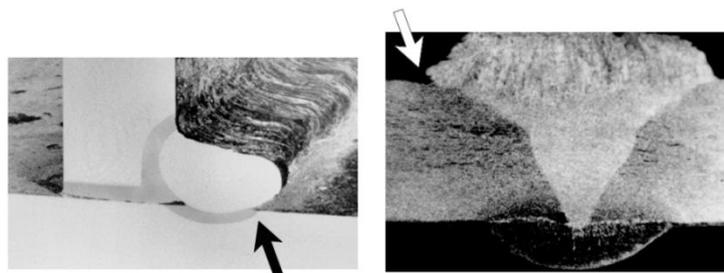
2. Pengujian hasil lasan

- a. Uji tarik / *Tensile test*
- b. Uji lengkung / *Bending test*
- c. *Macro etsa*
- d. Uji kekerasan / *Hardness test*
- e. Uji Patah / *Fracture test*
- f. Uji Pukul Charphy / *Impact test*

Cacat lasan merupakan salah satu yang diperiksa secara visual dan NDT. Beberapa cacat las yang sering muncul ialah:

a. *Overlap*

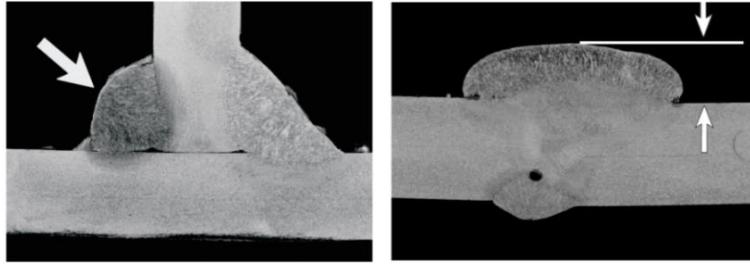
*Overlap* ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las melebihi area las.



**Gambar 10. 1 Cacat Overlap**  
(Sumber CWB, 2006:424)

b. *Excessive*

*Excessive* ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las membuat takikan pada las multipass

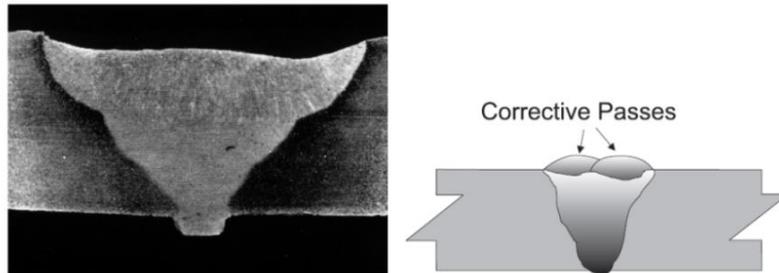


**Gambar 10. 2 Cacat *Excessive***

(Sumber CWB, 2006:425)

c. *Underfill*

*Underfill* ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las kurang mengisi kampuh.

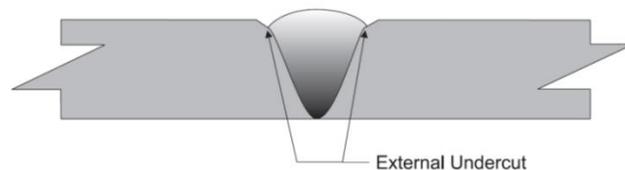


**Gambar 10. 3 Cacat *Underfill***

(Sumber CWB, 2006:427)

d. *Undercut*

*Undercut* ialah suatu kondisi hasil las di mana logam base/induk cacat pada sisi las (termakan logam las)

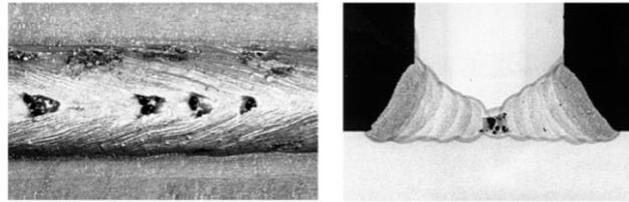


**Gambar 10. 4 Cacat *Undercut***

(Sumber CWB, 2006:427)

e. *Porosity*

*Porosity* ialah suatu kondisi hasil las di mana di dalam logam las terdapat rongga akibat udara terperangkap.

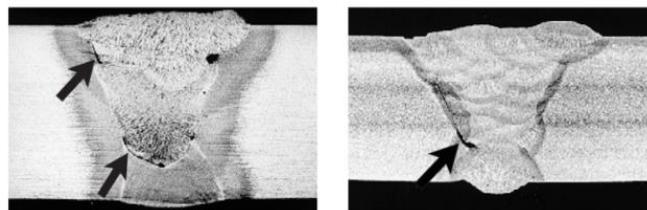


**Gambar 10. 5 Cacat Porosity**

(Sumber CWB, 2006:434)

f. *Incompletefusion*

*Incompletefusion* ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las dengan logam base tidak “fus” dengan baik.

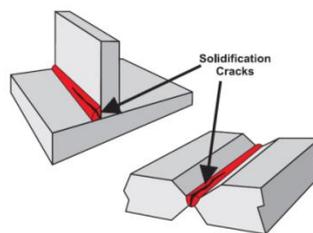


**Gambar 10. 6 Cacat Incomplete Fusion**

(Sumber CWB, 2006:441)

g. *Cracking*

*Cracking* ialah suatu kondisi hasil las dimana terdapat retakan pada logam las.



**Gambar 10. 7 Cacat Cracking**

(Sumber CWB, 2006:445)

## D. Aktivitas Pembelajaran

### Aktivitas Pengantar : Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok, ½JP)

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pemeriksaan Hasil Las OAW** ini? Sebutkan!
2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!
4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!
5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!
6. Apa bukti yang harus diunjuk kerjakan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan **LK-00**. Jika Anda bisa menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan ke **aktivitas pembelajaran 1**.

### **Aktivitas Pembelajaran 1 : Menganalisis Cacat Las (1 JP)**

Anda diminta untuk membaca bahan bacaan 1. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Sebutkan cacat lasan yang ada pada jalur lasan!
2. Gambarkan ilustrasi cacat lasan tersebut!
3. Jelaskan pula penyebab terjadinya cacat lasan!

Setelah LK-01 terisi, diskusikan dengan rekan satu kelompok. Hasil diskusi dapat Anda tuliskan pada kertas plano dan dipresentasikan kepada anggota kelompok lain. Kelompok lain menanggapi dengan mengajukan pertanyaan atau memberikan penguatan. Setelah selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Aktivitas Pembelajaran 2**.

## **Aktivitas Pembelajaran 2 : Pemeriksaan Hasil Las (4 JP)**

Anda diminta untuk mengamati lembar kerja (LK-01.P), kemudian anda diminta melakukan praktikum pemeriksaan hasil las menggunakan cairan penetrant. Selesai praktikum anda melaporkan hasil praktikum secara lengkap.

### **E. Rangkuman**

Tujuan dilakukannya pengujian adalah untuk menentukan kualitas produk-produk atau spesimen-spesimen tertentu, sedangkan tujuan pemeriksaan adalah untuk menentukan apakah hasil pengujian itu relatif dapat diterima menurut standar-standar kualitas tertentu atau tidak dengan kata lain tujuan pengujian dan pemeriksaan adalah untuk menjamin kualitas dan memberikan kepercayaan terhadap konstruksi yang dilas.

Pemeriksaan dilakukan sebelum, pada saat dan setelah proses pengelasan dilakukan. Sedangkan pengujian dilakukan *destructivetest* dan *nondestructivetest*. Biasa pemeriksaan dilakukan dengan melihat ada atau tidaknya cacat las. Kemudian dilakukan fotomikro untuk melihat daerah las, HAZ dan logam base. Selanjutnya dilakukan uji tarik.

### **F. Tes Formatif**

1. Jelaskan tiga macam inspeksi pengelasan!
2. Jelaskan perbedaan destruktif test dan non destruktif test?
3. Jelaskan macam-macam cacat lasan!
4. Jelaskan cara memeriksa hasil lasan menggunakan cairan penetrant!

## Lembar Kerja KP-09

### LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pemeriksaan Hasil Las OAW**? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

2. Bagaimana anda mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

3. Ada berapa dokumen bahan bacaan yang ada di dalam materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

4. Apa topik yang akan anda pelajari di materi pembelajaran ini? Sebutkan!

.....  
.....  
.....

5. Apa kompetensi yang seharusnya dicapai oleh anda sebagai guru kejuruan dalam mempelajari materi pembelajaran ini? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

6. Apa bukti yang harus diunjukkan oleh anda sebagai guru kejuruan bahwa anda telah mencapai kompetensi yang ditargetkan? Jelaskan!

.....  
.....  
.....

## **Form LK-01.P Pemeriksaan Hasil Las Menggunakan Cairan Penetrant**

### **A. Tujuan Praktikum**

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las dengan bahan tambah pada pelat baja lunak, peserta diklat diharapkan mampu:

1. Menggunakan peralatan dan perlengkapan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Mengatur tekanan kerja pengelasan dengan gas argon pada regulator
3. Mengatur aliran gas argon
4. Menajamkan elektroda
5. Memasang dan mengatur jarak elektroda pada brander / tip
6. Menyalakan busur las
7. Melakukan pengelasan pada pelat baja lunak dengan proses OAW

### **8. Memeriksa hasil las**

### **B. Persiapan Alat dan Bahan**

1. Menyiapkan penetrantsatu set, terdiri dari *cleaner/remover*, *penetrant* dan *developer*.
2. Menyiapkan lap bersih
3. Menyiapkan sikat baja dan kertas ampelas
4. Menyiapkan benda uji
5. Menyiapkan WPS/Jobsheet/Gambar kerja

### C. Sikap dan Keselamatan Kerja

- 1 Menggunakan penetrant sesuai SOP
- 2 Bekerja dengan bersih dan rapi
- 3 Menjauhkan benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dari lokasi kerja
- 4 Membersihkan alat dan tempat kerja setelah selesai bekerja

### D. Proses Kerja

- 1 Bersihkan jalur las benda uji dari kotoran berupa karat dengan sikat baja dan kertas ampelas
- 2 Aplikasikan *cleaner/remover* pada jalur las benda uji
- 3 Bersihkan jalur las dengan lap bersih
- 4 Aplikasikan *penetrant* pada jalur las benda uji, diamkan dengan lamanya (*dwell time*) sesuai bahan biasanya antara 7-10 menit.
- 5 Bersihkan cairan penetrant dari jalur las menggunakan lap, jika perlu semprotkan *cleaner/remover* pada kain lap kemudian bersihkan kembali jalur las sehingga cairan jalur las bersih dari cairan *penetrant*
- 6 Aplikasikan developer pada jalur las, biarkan sampai cairan *penetrant* yang berada dalam celah crack timbul ke permukaan
- 7 Amati jalur las, perhatikan spot-psot berwarna sesuai dengan warna penetrant. Foto untuk dianalisis.
- 8 Praktikum selesai, bersihkan benda uji menggunakan *remover* dan kain lap
- 9 Bersihkan dan letakan kembali peralatan praktikum pada tempatnya semula

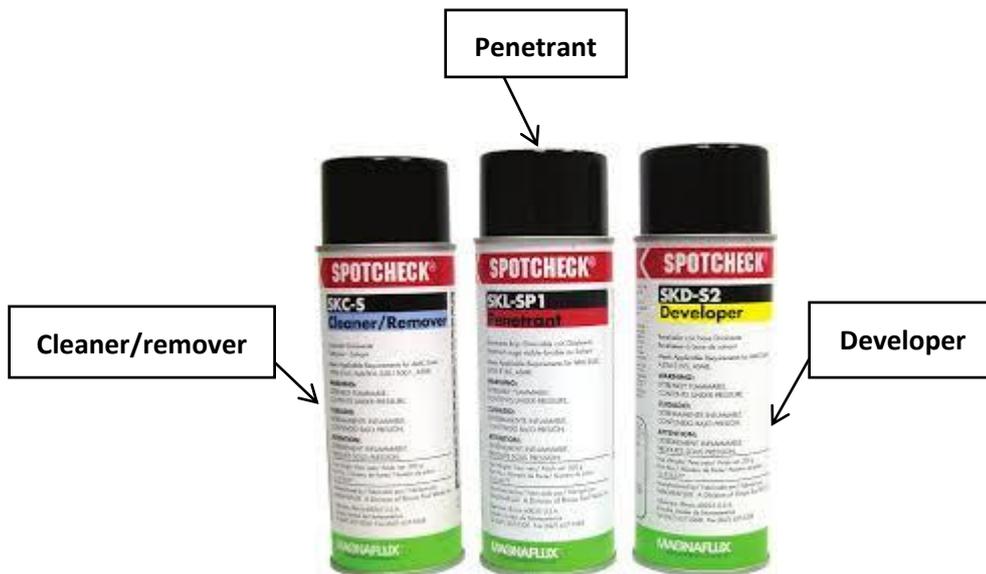
### E. Hasil Kerja

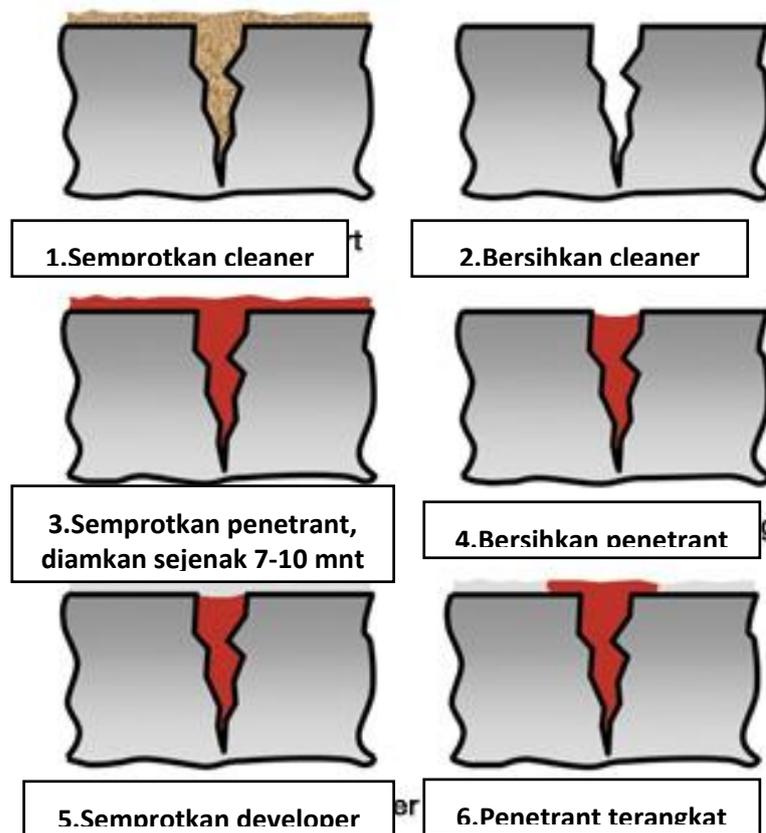
- 1 Benda uji yang sudah teridentifikasi lokasi dan jumlah cacat crack nya misalkan seperti gambar di bawah ini



(Sumber: [www.premierndt.com](http://www.premierndt.com))

## F. Gambar Kerja





**G. Form Laporan Praktikum**

Judul Praktikum : \_\_\_\_\_  
 Nama Peserta : \_\_\_\_\_  
 Kelas : \_\_\_\_\_  
 Waktu Praktikum : \_\_\_\_\_

I	Bahan
1.	(Sebutkan bahan praktikum yang digunakan)
2.	.....
3.	Dst.

<b>II</b>	<b>Peralatan</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>III</b>	<b>Keselamatan Kerja</b>	
	1.	(Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>IV</b>	<b>Proses Kerja</b>	
	1.	(Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>V</b>	<b>Hasil Kerja</b>	
	1.	(Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
	2.	.....
	3.	Dst.
<b>VI</b>	<b>Gambar Kerja</b>	



## PENUTUP

Akhirnya mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam memfasilitasi peserta diklat dalam meningkatkan dan mengembangkan keprofesionalannya dalam bidang pengelasan dengan menggunakan proses OAW, terutama memiliki keterampilan mampu melakukan proses pengelasan pelat sambungan tumpul dan sambungan sudut dengan proses las OAW pada posisi di bawah tangan dan mendatar.

Modul-modul yang menunjang Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) harus selalu disempurnakan agar tujuan PKB tercapai. Begitu pula dengan modul ini sangat memerlukan penyempurnaan, oleh karena itu sangat diharapkan adanya saran-saran guna perbaikan dan kesempurnaan modul ini.



## DAFTAR PUSTAKA

- Blunt & Balchin, (2002). Health and Safety in Welding and Allied Processes. England: Woodhead Publishing Limited.
- Dadang (2013), Teknik Las OAW, Jakarta: Kemendikbud
- Laren, M. (2004). Practice dan Product for Stainless Steel Welding. Sweden: Avesta Welding AB.
- Muncaster. (1991). Practical TIG-GTA Welding. England: Abington Publishing.
- Sukaini, (2013), Teknik Las SMAW, Jakarta: Kemendikbud
- Sunaryo, H. et. al. (2009). Pengelasan dengan Proses Las OAW. Jakarta: DitJenLatTas Disnakertrans.
- Tim Penyusun. (2001). Perform Tungsten Arc Welding. Batam: AusAID
- Weman, K. (2003). Welding Processes Handbook. England: Woodhead Publishing Limited.
- \_\_\_\_\_, (2006). Welding for Design Engineer. Mississauga: Canadian Welding Bureau.
- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://www.millerwelds.com> [12 Desember 2013].
- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://www.warborfreight.com> [12 Desember 2013].
- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://www.acklandgrainger.com> [12 Desember 2013].
- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://www.weldequip.com> [12 Desember 2013].
- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://envirosafetyproduct.com>) [12 Desember 2013].

- \_\_\_\_\_, (2013). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://tigweldmachine.com>[12 Desember 2013].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://schweissaufsicht.ansa.ch/wig/wig1.html> [2 Desember 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://www.schweisskraft.de/produktseite/index.html> ) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Druckregler.png> [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.weldmyworld.com](http://www.weldmyworld.com)[2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.tungsten-heavy-metal.com](http://www.tungsten-heavy-metal.com) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.chinatungsten.com](http://www.chinatungsten.com) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: Sumber: [www.arc-zone.com](http://www.arc-zone.com) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [free-ed.net](http://free-ed.net) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.indonetworks.co.id](http://www.indonetworks.co.id) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.atikerkaynak.com.tr](http://www.atikerkaynak.com.tr) [2 November 2015].
- \_\_\_\_\_, (2015). \_\_\_\_\_. [Online] Tersedia: [www.premierndtservices.com](http://www.premierndtservices.com)[2 November



## KUNCI JAWABAN TEST FORMATIF

### Kegiatan Pembelajaran KP-2

1. Jelaskan pentingnya pemahaman keselamatan dan kesehatan kerja di bidang pengelasan!

#### **Jawaban**

Keselamatan dan kesehatan kerja sangat penting pada bidang pengelasan. Hal ini dikarenakan terdapat kondisi-kondisi tidak aman dan potensi bahaya kecelakaan kerja yang tinggi. Di mana apabila tidak hati-hati bisa terjadi kecelakaan kerja.

2. Jelaskan kondisi-kondisi tidak aman di tempat kerja!

#### **Jawaban**

Kondisi tidak aman (berbahaya), merupakan kondisi fisik atau keadaan yang berbahaya yang mungkin dapat langsung mengakibatkan terjadinya kecelakaan. Beberapa kondisi tidak aman diantaranya:

- a. Lokasi kerja yang kumuh dan kotor
- b. Alokasi personil / pekerja yang tidak terencana dengan baik, sehingga pada satu lokasi dipenuhi oleh beberapa pekerja. Sangat berpotensi bahaya
- c. Fasilitas / sarana kerja yang tidak memenuhi standard minimal, seperti *scaffolding* tidak aman, pada proses pekerjaan dalam tangki tidak tersedia *exhaust blower*
- d. Terjadi pencemaran dan polusi pada lingkungan kerja, misal debu, tumpahan oli, minyak dan B3 (bahan berbahaya dan beracun)

3. Jelaskan bahaya apa saja yang diakibatkan sinar las!

**Jawaban**

Proses pengelasan menimbulkan radiasi sinar yang kuat sehingga berbahaya bagi mata. Sinar-sinar tersebut meliputi, sinar-sinar yang kasat mata, juga sinar ultraviolet (gelombang elektromagnetik) dan sinar inframerah (*thermal*) yang tidak kasat mata.

Sinar yang ada pada las busur listrik kebanyakan adalah sinar ultraviolet, sedangkan nyala api las memancarkan sinar infrared. Sinar ultraviolet dan sinar infrared menimbulkan kerusakan pada mata dan kulit dapat terbakar seperti terbakar sinar matahari.

4. Jelaskan bagaimana saja cara mengatasi bahaya asap dan gas las!

**Jawaban**

Cara Mengatasi Asap Dan Gas Las ialah sebagai berikut:

- a. Posisi tubuh pada saat pengelasan diatur sedemikian rupa sehingga meminimalisir asap gas langsung mengarah ke *welder*.
- b. Asap las harus dibuang dengan alat lebih dari sekadar ventilasi alami. Alat penyedot asap las lokal dan alat pembuang gas harus dipasang untuk melenyapkan secara paksa gas dan asap las.
- c. Jika alat penyedot asap dan pembuang gas tidak dapat dipasang, maka gunakanlah alat bantu pernapasan. Bila pengelasan dilakukan pada lokasi yang sempit dan kurang ventilasi, gunakanlah masker pengisi udara (oksigen).
- d. Gunakanlah metode pengelasan, elektroda las atau kawat las yang menghasilkan sedikit asap las. Misalnya, jika campuran gas Ar+CO<sub>2</sub> digunakan untuk las MAG sebagai las pelindung, maka jumlah asap lasnya dapat dikurangi banyak.
- e. Sedapat mungkin gunakanlah mesin las otomatis, sehingga operator mesin dapat mengambil jarak lebih jauh dari daerah pengelasan.

5. Jelaskan Alat Pelindung Diri (APD) untuk seorang *welder*!

**Jawaban**

No	Jenis APD	Jenis Pekerjaan			
		<i>Welder</i>	<i>Fitter</i>	<i>Brander</i>	Op. gerinda
1.	Helm pengaman/ <i>auto darkening helmet</i>	X	X	X	X
2.	Ketemplak kerja	X	X	X	X
3.	Sabuk pengaman untuk ketinggian > 2 m	X	X	X	X
4.	<i>Stiwel</i>	X	X	X	X
5.	<i>Safety shoes</i>	X	X	X	X
6.	Sarung tangan kulit panjang	X	X		
7.	Sarung tangan kulit pendek			X	X
8.	Apron kulit	X	X	X	
9.	Jaket dan celana las	X			
10.	Welding Respirator	X			
11.	Selubung tangan	X			
12.	Toxid respirator		X	X	X

**Kegiatan Pembelajaran KP-3**

1. Sebutkan bagian utama perlengkapan las OAW!

**Jawaban**

Mesin las OAW mempunyai dua sistem pendinginan yaitu pendinginan udara dan pendinginan air. Secara skematik mesin las OAW mempunyai empat bagian utama yaitu:

- a. sumber tenaga (*power source*),
- b. sistem pendinginan untuk yang berpendingin air (*water cooled*),
- c. gas pelindung (*shielding gas*), dan

d. *brander / tip*.

2. Jelaskan fungsi utama *brander / tip*!

**Jawaban**

*Brander / tip* berfungsi untuk memegang elektroda tidak terumpun dengan kolet dan menyalurkan gas pelindung melalui nozel keramik berbagai ukuran

3. Sebutkan bagian-bagian kepala *brander / tip*!

**Jawaban**

Bagian-bagian kepala *brander / tip* diantaranya

- a. Nosel gas
- b. Badan kolet
- c. Kolet
- d. Tungsten
- e. Tutup kepala *brander / tip*

4. Jelaskan bagaimana cara memasang elektroda tungsten dengan benar pada kepala *brander / tip* .

**Jawaban**

Tahapan pemasangan *Brander / tip* Las OAW/TIG adalah sebagai berikut:

- a. Badan kolet dipasang dan dikencangkan dengan tangan.
- b. Nosel gas dipasang dan dikencangkan dengan tangan.
- c. Kolet dimasukan.
- d. Elektroda tungsten dimasukan, keluarkan ujung elektroda sepanjang 2-3 kali diameter elektroda dari arah belakang.
- e. Tutup *brander / tip* dipasang dan dikencangkan.

5. Jelaskan fungsi regulator gas!

**Jawaban**

Regulator berfungsi untuk mengetahui tekanan botol dan mengatur tinggi rendahnya tekanan gas yang akan digunakan.

6. Sebutkan dua macam regulator gas OAW!

**Jawaban**

Ada dua macam regulator las OAW yang dibedakan dari flowmeternya. Yang pertama berbentuk manometer dan yang kedua berbentuk gelas pengukur dengan bola baja sebagai indikatornya.

#### **Kegiatan Pembelajaran KP-4**

1. Jelaskan hubungan antara tebal logam yang akan dilas dengan besarnya aliran gas, serta hubungan diameter nosel dengan besarnya aliran gas!

**Jawaban**

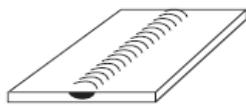
Hubungannya semakin tebal logam maka semakin besar aliran gas, begitu juga dengan diameter nosel yang semakin besar maka semakin besar pula aliran gas.

#### **Kegiatan Pembelajaran KP-5**

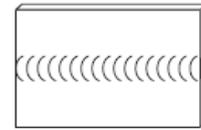
1. Jelaskan macam-macam posisi pengelasan untuk pengelasan butt joint dan fillet pada pelat.

**Jawaban**

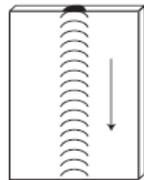
Posisi pengelasan untuk butt joint dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



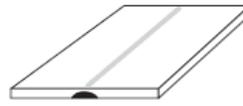
PA (1G) Flat



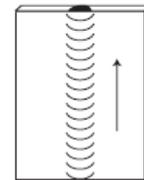
PC (2G) Horizontal-vertical



PG (3G) Vertical-downwards

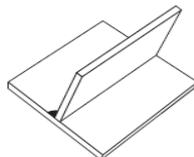


PE (4G) Overhead

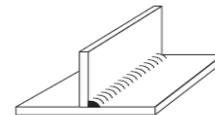


PF (3G) Vertical-upwards

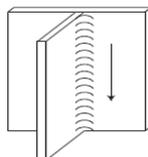
Sedangkan posisi untuk fillet joint dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



PA (1F) Flat



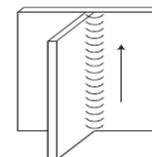
PB (2F) Horizontal-vertical



PG (3F) Vertical-downwards



PD (4F) Horizontal overhead

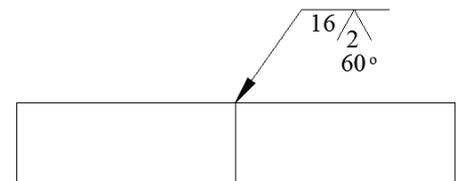
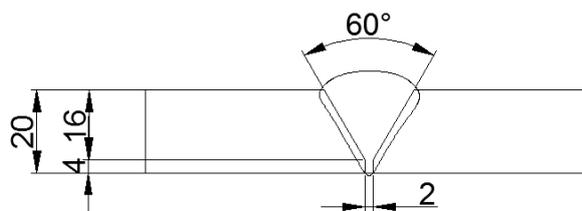


PF (3F) Vertical-upwards

2. Analisis dan gambar simbol las untuk:

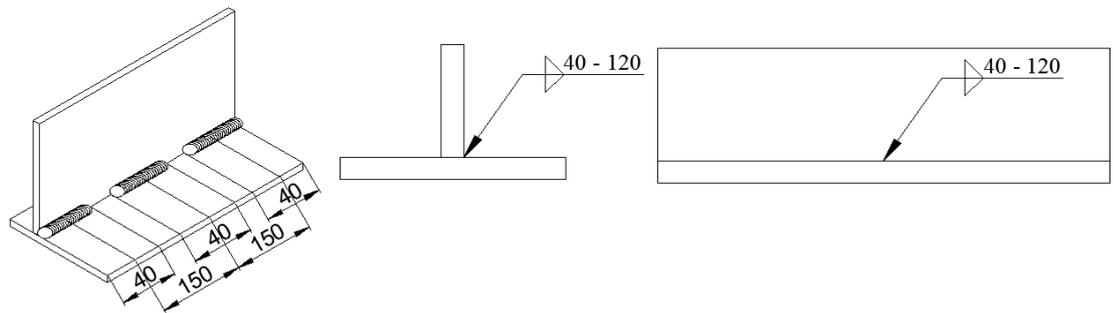
- a. Las tumpul alur V dengan tebal 20 mm, dalam alur 16 mm, sudut alur 60°, dan celah akar 2 mm

**Jawaban**



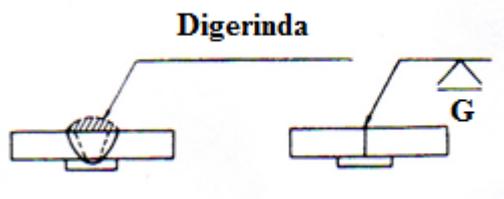
- b. Las sudut terputus, las sudut dua sisi dengan panjang lasan 40 mm dan jarak lasan 120 mm

### Jawaban



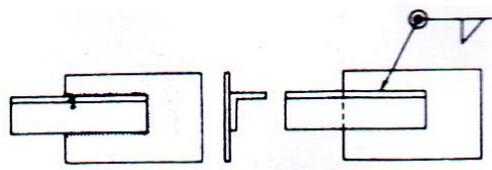
- c. Penyelesaian akhir hasil las, dengan gerinda (Grinding)

### Jawaban



- d. Pengelasan di lapangan

### Jawaban



3. Jelaskan bagaimana teknik pencegahan sebelum pengelasan!

### Jawaban

Pencegahan distorsi dapat dilakukan sebelum pengelasan dimulai diantaranya melalui beberapa teknik perencanaan yang baik, melakukan las catat (*Tack weld*), menggunakan alat bantu (*jig and fixture*) dan pengaturan letak bahan (*pre setting*)

4. Analisis jika sebuah besi dengan panjang 300 dipanaskan sampai suhu 1000°C, ditanyakan berapa panjang akhirnya?

**Jawaban**

$$L_t = 300(1 + 0,000012 \times 1000) = 303,6mm$$

5. Jelaskan teknik pencegahan distorsi pada saat pengelasan.

**Jawaban**

Distorsi pada saat pengelasan bisa diminimalisir dengan pengelasan teratur dan pemasangan logam pendingin

6. Jelaskan dan beri contoh tindakan perbaikan logam las yang terdistorsi!

**Jawaban**

Jika distorsi sudah terjadi maka terpaksa dilakukan tindakan perbaikan. Tindakan perbaikan yang sering dilakukan ialah dengan menggunakan api dan penempaan logam sewaktu panas.

### **Kegiatan Pembelajaran KP-6**

1. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las OAW tanpa bahan pengisi!

**Jawaban**

- a. Siapkan logam induk yang dilas, jika perlu bersihkan dengan sikat baja dan ampelas.
- b. Perawatan ujung elektroda, untuk pengelasan pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah gerinda ujung elektroda hingga runcing.
- c. Pemasangan elektroda pada brander / tip, pasang elektroda sampai ujungnya keluar kira kira 5 mm dari Nozzle.
- d. Penyetelan mesin las, yakinkan bahwa masing masing saklar dan dial terpasang pada posisi yang diharapkan.

2. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las OAW tanpa bahan pengisi!

**Jawaban**

- a. Penyalaan busur las

Letakkan brander /tip sekitar 10-15mm didepan titik awal las, pakai helm pelindung, tegakkan brander / tip sedikit, jangan sentuhkan elektroda pada benda kerja, dan tekan tombol brander / tip.

- b. Penempatan brander/tip ke posisi awal las

Arahkan balik brander ke ujung awal las, pegang brander pada posisi tegak  $90^\circ$  terhadap permukaan benda kerja dan dimiringkan sekitar  $10^\circ$ -  $20^\circ$  terhadap arah garis pengelasan, jaga panjang busur sekitar 3-5 mm, dan lelehkan ujung awal pengelasan.

- c. Pelelehan logam

Jaga lebar pelelehan logam sekitar 6-8 mm dan lelehkan sepanjang garis pengelasan.

- d. Pemeriksaan

Periksa dan pastikan apakah bentuk dan lebar pelelehan rata, periksa dan pastikan apakah bentuk las-lasan atau lelehan bagian belakang rata, periksa dan pastikan apakah permukaan las teroksidasi

3. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las OAW dengan bahan pengisi!

**Jawaban**

- a. Runcingkan ujung elektroda  
b. Pasang elektroda pada brander / tip  
c. Setel mesin las pada kondisi yang dikehendaki  
d. Nyalakan busur

4. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las OAW dengan bahan pengisi!

**Jawaban**

- a. Pengelasan: letakkan kawat pengisi ke depan ujung api dari elektroda tungsten, setelah meletakkan dengan panjang yang optimal, angkat sedikit kawat pengisi, ulangi secara terus menerus untuk membuat lagi las-lasan sehingga terbentuk manik-manik las, peletakkan kawat pengisi pada sudut kira-kira  $10^{\circ}$ - $15^{\circ}$  terhadap benda kerja.
- b. Pengisian kawah las: Matikan busur ketika sampai pada ujung akhir las, nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi, matikan busur, nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi secukupnya, ulangi lagi sampai tingginya las lasan sama dengan tinggi las-lasan sebelumnya
- c. Pemeriksaan: periksa bentuk alur las dan keragamannya, periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan, periksa apakah ada takik dan overlap pada hasil las, periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

**Kegiatan Pembelajaran KP-7**

1. Jelaskan persiapan pengelasan sambungan tumpul 1G las OAW!

**Jawaban**

- a. Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
- b. Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
- c. Berikan bevel  $3^{\circ}$  pada salah satu sisi penahan belakang.
- d. Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
- e. Kikir kampuh  $30^{\circ}$  untuk kampuh V.
- f. Tempelkan kedua logam dasar diatas lempengan penahannya.

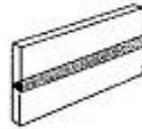
- g. Diantara dua logam itu, berikan celah 4 mm.
  - h. Berikan las ikat pada bagian belakang logam dengan penahannya dengan hati-hati jangan sampai merusak pengelasan bagian depan.
  - i. Pastikan jika ada perubahan posisi hanya  $\pm 3^\circ$ .
2. Jelaskan proses pengelasan dan pemeriksaan hasil pengelasan sambungan tumpul 1G las OAW!

**Jawaban**

- a. Letakkan kawat pengisi ke depan ujung api .
- b. Setelah meletakkan dengan panjang yang optimal, angkat sedikit kawat pengisi.
- c. Ulangi secara terus menerus untuk membuat lagi las-lasan sehingga terbentuk manik-manik las.
- d. Peletakkan kawat pengisi pada sudut kira-kira  $10^\circ$ - $15^\circ$  terhadap benda kerja.
- e. Angkat nyala api ketika sampai pada ujung akhir las.
- f. Turunkan nyala api lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi.
- g. Ulangi lagi sampai tingginya las lasan sama dengan tinggi las-lasan sebelumnya
- h. Periksa bentuk alur las dan keragamannya.
- i. Periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan.
- j. Periksa apakah ada takik dan overlap pada hasil las.
- k. Periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

3. Gambarkan ilustrasi posisi pengelasan sambungan tumpul 2G las OAW!

**Jawaban**



AWS: 2G  
EN: PC

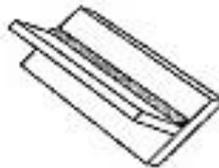
4. Gambarkan ilustrasi proses pengelasan sambungan tumpul 2G las OAW!

**Jawaban**

#### **Kegiatan Pembelajaran KP-7**

1. Gambarkan ilustrasi posisi pengelasan sambungan sudut 1F las OAW!

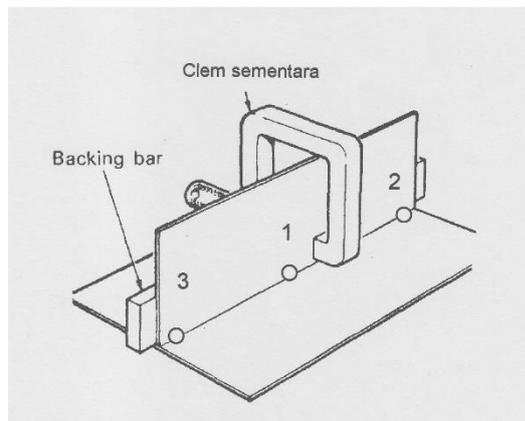
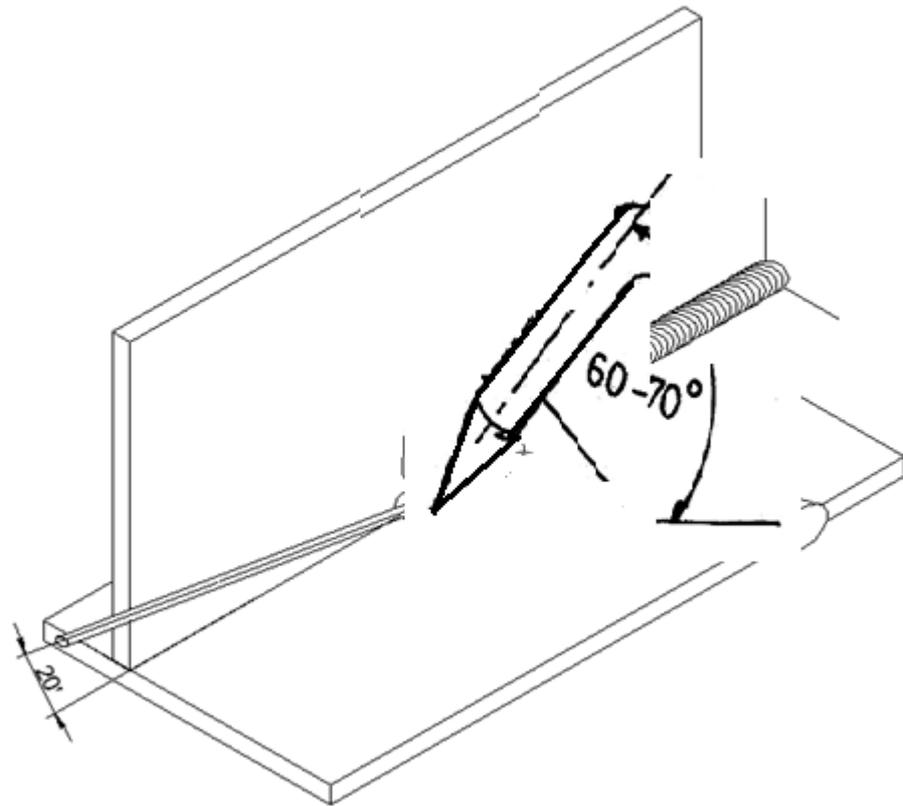
**Jawaban**



AWS: 1F  
EN: PA

2. Gambarkan persiapan tack weld pengelasan sambungan sudut 2F las OAW!

**Jawaban**



### Kegiatan Pembelajaran KP-8

1. Jelaskan tiga macam inspeksi pengelasan!

#### Jawaban

Inspeksi sebelum pengelasan meliputi persiapan pinggiran yang akan dilas, ukuran strip, cincin atau logam pengisi penahan balik, dan kesetangkupan (*alignment*) dan penyetelan (*fit-up*) dari bagian-bagian yang akan dilas serta pembersihan.

Inspeksi selama pengelasan meliputi Logam pengisi, fluks atau gas pelindung, suhu pemanasan awal (*preheat*) dan suhu antar jalur (*interpass*), pembersihan, pemahatan penggerindaan atau penakukan (*gouging*), persiapan sambungan untuk pengelasan sisi kebalikannya, pengendalian distorsi, suhu dan waktu perlakuan panas pasca las.

Inspeksi setelah pengelasan meliputi pemenuhan persyaratan gambar, tampak rakitan las, adanya diskontinuitas struktural, tanda – tanda oleh karena kesalahan penanganan

2. Jelaskan perbedaan destruktif test dan non destruktif test?

#### Jawaban

Destruktif test merupakan salah satu cara menguji hasil lasan dengan cara merusak benda uji, misalkan dengan uji bending atau pukul takik.

Sedangkan non destruktif test teknik pemeriksaan hasil las tanpa merusak benda uji, misalkan penetrant dan ultrasonic.

3. Jelaskan macam-macam cacat lasan!

#### Jawaban

- a. Overlap
- b. Excessive
- c. Undercut
- d. Underfill
- e. Porosity

- f. Incomplete fusion
- g. Cracking

4. Jelaskan cara memeriksa hasil lasan menggunakan cairan penetrant!

**Jawaban**

- a Bersihkan jalur las benda uji dari kotoran berupa karat dengan sikat baja dan kertas ampelas
- b Aplikasikan *cleaner/remover* pada jalur las benda uji
- c Bersihkan jalur las dengan lap bersih
- d Aplikasikan *penetrant* pada jalur las benda uji, diamkan dengan lamanya (*dwell time*) sesuai bahan biasanya antara 7-10 menit.
- e Bersihkan cairan penetrant dari jalur las menggunakan lap, jika perlu semprotkan *cleaner/remover* pada kain lap kemudian bersihkan kembali jalur las sehingga cairan jalur las bersih dari cairan *penetrant*
- f Aplikasikan developer pada jalur las, biarkan sampai cairan *penetrant* yang berada dalam celah crack timbul ke permukaan
- g Amati jalur las, perhatikan spot-psot berwarna sesuai dengan warna penetrant. Foto untuk dianalisis.



## GLOSARIUM

Trade Word	English	Bahasa Indonesia
Angular Misalignment	Misalignment between two welded pieces such that their surface planes are not parallel or not at the intended angles.	Ketidak lurusan antara dua benda kerja yang dilas, misalnya kedua permukaan tidak sejajar atau tidak pada sudut yang diharapkan.
Arc Flash	An injury caused by ultra-violet radiation from the arc when the arc is struck in front of unprotected eyes.	Luka yang disebabkan oleh radiasi ultra violet dari busur listrik pada saat busur listrik digoreskan dihadapan mata telanjang.
Bead	A run of weld metal deposited on a surface but not forming part of a joint.	Rigi las atau sebaris logam yang diendapkan pada permukaan logam dan membentuk sebuah sambungan las.
Butt joint	A joint between the ends or edges of two pieces of material making an angle to one another of 135° to 180° inclusive in the region of the joint.	Sambungan antara 2 sisi benda kerja , sehingga satu sama lain membentuk sudut 135° sampai 180° diseputar sambungan.
Butt weld	A weld in which the weld lies substantially within the extension of the planes of the surfaces of one or more of the parts joined.	Sebuah pengelasan yang sambungan lasnya memanjang pada kedua ujung perpanjangan satu atau lebih permukaan.
Corner joint	A joint between the ends or edges of two pieces of material making an angle to one another of more than 30° but less than 135° in the region of the joint.	Sambungan antara sisi-sisi dua benda kerja yang membentuk sudut satu sama lain dengan sudut diatas 30 <sup>0</sup> , tetapi kurang dari 135 <sup>0</sup> diseputar sambungan.
Defect	An imperfection or group of imperfections, which may reduce the strength of the weld.	Ketidak sempurnaan atau kumpulan ketidak sempurnaan yang dapat mengurangi kekuatan pengelasan.
Depth of fusion	The depth of the weld from the fusion face.	Kedalaman pengelasan dari permukaan yang dicairkan.

Dilution	The alteration of composition of the metal deposited from a filler wire or electrode due to mixing with the melted parent material.	Terganggunya komposisi endapan logam bahan isian atau elektroda , sehingga tercampur dengan material induk yang meleleh.
Distortion	A change of shape from that originally intended.	Perubahan bentuk dari bentuk asli yang diharapkan.
Electrode negative	Arc welding using direct current in which the electrode is connected to the negative pole of the DC welding power source.	Las busur yang menggunakan arus searah dengan elektroda dihubungkan ke terminal negatip dari sumber tenaga yang berarus searah.
Filler rod	Filler metal in rod form which is added to the molten pool to form a weld bead.	Logam pengisi dalam bentuk batangan yang ditambahkan kedalam lelehan logam untuk membentuk rigi las.
Fillet weld	A weld that is approximately triangular in cross section.	Pengelasan yang penampang potongannya membentuk pertigaan.
Flat position	A position of welding where-in welding is performed from the upper side of the joint and the weld face is approximately horizontal.	Posisi pengelasan yang pengelasannya dilakukan pada permukaan atas sambungan dan muka rigi las pada posisi horisontal
Fumes	Gases formed by welding or allied processes.	Gas yang terbentuk selama proses pengelasan.
Gas shield	A layer of gas surrounding the weld zone used to exclude the atmosphere.	Lapisan gas diseputar lokasi pengelasan bertujuan untuk menyingkirkan udara atmosfir.
Heat Affected Zone (HAZ)	The portion of parent metal which has not been melted but has been metallurgically affected by the heat of welding or cutting.	Bagian logam induk yang dilas dan tidak ikut meleleh, tetapi secara metalurgi terpengaruh oleh panas pengelasan atau pemotongan.
Welding helmet	A rigid protector provided with a filter lens, worn on the head or held by the hand, through which welding is viewed.	Alat pelindung yang kaku yang dilengkapi dengan lensa penyaring , dipakai di kepala atau dipegang tangan dan dari lensa penyaring

		tersebut prosed pengelasan dilihat.
Inert gas	Shielding gas consisting principally of argon, helium or a mixture of the two which protects the weld from the atmosphere.	Gas pelindung yang terdiri dari argon, helium atau campuran keduanya, digunakan untuk melindungi lokasi pengelasan dari udara atmosfer
Joint	The junction of members or edges of members which have been joined or which are to be joined.	Sambungan bagian-bagian atau sisi-sisi benda kerja yang disambungkan menjadi satu atau akan disambung.
Joint penetration	The minimum depth of fusion into the joint excluding reinforcement.	Kedalaman minimum lelehan yang masuk kesambungan tidak termasuk penguat reinforcement
Lack of fusion	Lack of union in a weld between:  (a) Weld metal and parent metal  (b) Weld metal and weld metal	Ketidak sempurnaan penggabungan antara :  a) Logam yang dilaskan dan logam induk.  b) Logam yang dilaskan dengan logam yang dilaskan
Lack of penetration	A joint penetration which is less than that specified in the acceptance criteria.	Penetrasi sambungan yang kurang dari spesifikasi yang diterima.
Leg length	In a fillet weld: the distance from the root of weld to the toe of the weld	Pada las fillet, jarak antara bagian akar (root) dan pinggir rigi las (toe).
Parent metal	Metal to be joined by welding.	Logam yang akan disambung dengan las.
Regulator	A device used for reducing cylinder pressure to a constant working pressure.	Kelengkapan yang digunakan untuk menurunkan tekanan silinder ke tekanan kerja yang konstan
Reinforcement	Weld metal lying outside the plane joining the toes.	Logam lasan yang memanjang diluar bidang sambungan dibagian sisi toe.
Respirator	A device fitting closely over	Kelengkapan yang

the mouth and nose, sealing out atmospheric contaminants, while providing clean air for breathing.

dipasang menutup mulut dan hidung dan dengan sisi rapat terhadap wajah , untuk mencegah kotoran atmosfer, tidak masuk kedalam pernapasan

Trade Word	English	Bahasa Indonesia
Safety glasses	Glasses provided with a filter to absorb or reflect harmful radiation and glare.	Kacamata yang dilengkapi dengan filter untuk menyerap atau memantulkan radiasi sinar berbahaya.
Toe	The junction between a weld face and the parent metal or between weld faces.	Sambungan antara permukaan rigi las pada logam induk atau rigi las dengan rigi las lainnya.
Tungsten electrode	A non-filler metal electrode used in GTAW.	Elektroda bukan sebagai logam pengisi yang digunakan pada las GTAW
Undercut	A sharp groove at the toe of a run between the weld and the parent metal or previously deposited metal, due to welding. It may be continuous or intermittent.	Alur halus tajam disepanjang sisi rigi las dan logam induk atau endapan logam las sebelumnya . Alur ini dapat berbentuk alur memanjang atau terputus-putus.
Vertical position	The position of welding wherein the line of the weld root is approximately vertical.	Posisi pengelasan dengan akar rigi las membentuk garis mendekati atau vertikal
Weld axis	A line through the length of the weld which is perpendicular to and at the geometric center of its cross section.	Garis tembus sepanjang rigi las yang letaknya secara geometris ditengah penampang melintang rigi las.

