



GURU PEMBELAJAR

MODUL PELATIHAN GURU

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

KELOMPOK
KOMPETENSI



Profesional :
PENGELASAN PELAT MENGGUNAKAN
PROSES GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)

Pedagogik :

PEMANFAATAN PENILAIAN PROSES DAN HASIL 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. Wahyu Purnama, M.Pd., 085219428220, email: inisial.wp@gmail.com
4. Drs. Sukarna, M.Pd., 081573811945, email: rizal_karna@yahoo.com

Penelaah:

1. Dr. Edison Ginting, M.M., 0817212762, email: gintngedison@yahoo.com
2. Dra. Lies Kartikawaty, 08172343456, email: liesk315@yahoo.com
3. Dwi Wahyu Widiastuti, S.T., M.T., 081395329344, email: dwi.wahyu.widiastuti@gmail.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



DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN.....	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan	2
C. Peta Kompetensi	2
D. Ruang Lingkup	3
E. Cara Penggunaan Modul.....	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	4
A. Tujuan	4
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	4
C. Uraian Materi.....	4
D. Aktivitas Pembelajaran.....	46
E. Latihan / Kasus / Tugas.....	49
F. Rangkuman	50
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut	53
H. Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas.....	54
I. Evaluasi.....	59
PENUTUP.....	64
Kunci Jawaban Evaluasi.....	65
Glosarium	66
LAMPIRAN.....	67



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Kompetensi Pedagogik.....	2
Gambar 2. Skema Pembelajaran Konvensional	19
Gambar 3. Skema Pembelajaran Tuntas.....	19



DAFTAR TABEL

- Tabel 1. Perbandingan Kualitatif Antara Pembelajaran Tuntas Dengan Pembelajaran Konvensional..... 21
- Tabel 2. Perbedaan Pembelajaran Remedial Dengan Pembelajaran Reguler 31



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 Guru Pembelajar (GP) 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.

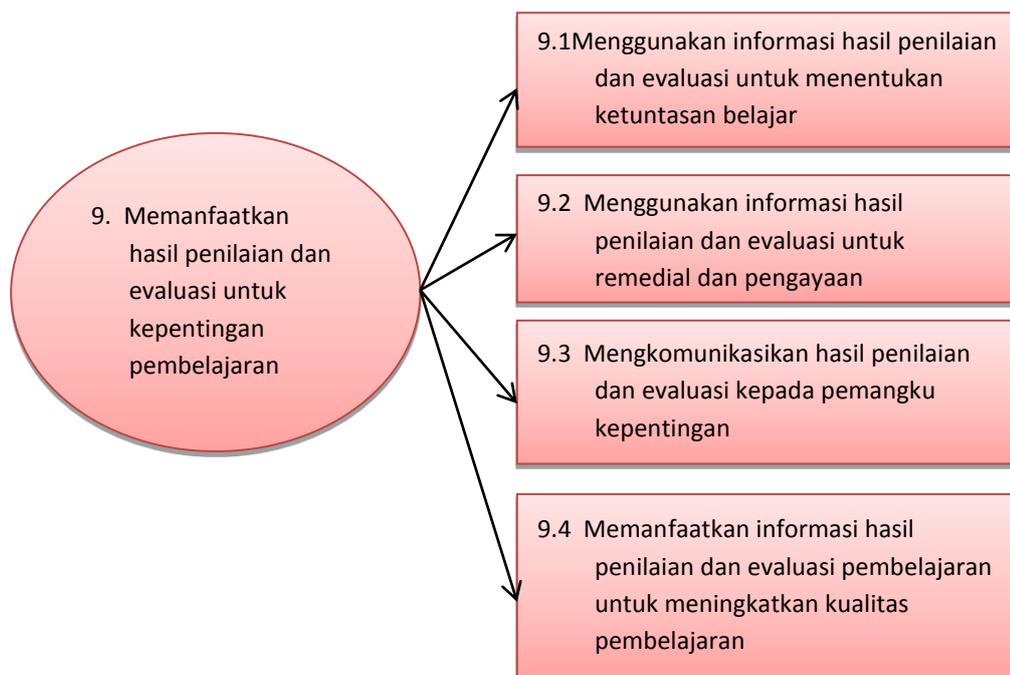
Untuk mempersiapkan kegiatan PKB dalam bentuk diklat bagi guru-guru mata pelajaran dan paket keahlian diperlukan adanya modul yang tepat sesuai dengan tuntutan dari Permendiknas no. 16 Tahun 2007 tentang Standar Kualifikasi Akademik dan Kompetensi Guru. Dari Permendiknas tersebut, standar kompetensi guru yang dikembangkan dari kompetensi pedagogik memuat sepuluh kompetensi inti guru yang diantaranya memuat tentang penguasaan konsep pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran.

B. Tujuan

Tujuan penyusunan modul ini adalah agar peserta diklat guru pembelajar dapat menguasai konsep pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran melalui kegiatan diskusi dengan percaya diri.

C. Peta Kompetensi

Pada Gambar 1 berikut dicantumkan daftar kompetensi pedagogik 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 Pedagogik

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari modul ini berisikan materi tentang:

1. Pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi untuk kepentingan pembelajaran, dengan sub materi pokok:
 - a. Konsep evaluasi dan ketuntasan belajar
 - b. Program remedial
 - c. Program pengayaan

E. 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/kasus/tugas dan cocokkan jawabannya dengan kunci jawaban yang ada.
3. Jika ada bagian yang belum dipahami, diskusikanlah dengan rekan belajar Anda. Jika masih menemui kesulitan, mintalah petunjuk instruktur/widyaiswara.
4. Untuk mengukur tingkat penguasaan materi kerjakan soal-soal evaluasi di akhir bab dalam modul ini.



KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Belajar 1: Memanfaatkan Hasil Penilaian Dan Evaluasi Untuk Kepentingan Belajar

A. Tujuan

Tujuan dari kegiatan pembelajaran 1 ini adalah:

1. Melalui diskusi kelompok peserta diklat dapat menelaah tentang konsep evaluasi dan ketuntasan belajar.
2. Melalui pemahaman materi modul ini peserta diklat dapat menentukan program remedial dengan tepat untuk peserta didik.
3. Melalui pemahaman materi modul ini peserta diklat dapat menentukan program pengayaan yang mencukupi dengan tepat untuk peserta didik.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Indikator pencapaian kompetensi yang harus dikuasai setelah mengikuti kegiatan belajar ini adalah, peserta diklat dapat:

1. Merancang dan melaksanakan program remedial berdasarkan hasil penilaian proses dan hasil belajar peserta didik guna mencapai penguasaan minimal terhadap materi atau kompetensi yang dipersyaratkan.
2. Merancang dan melaksanakan program pengayaan dalam rangka mengembangkan kompetensi peserta didik lebih mendalam dan optimal.

C. Uraian Materi

Dalam praktiknya, masih banyak guru yang tidak atau kurang memahami pemanfaatan hasil evaluasi, sehingga hasil evaluasi formatif atau sumatif (misalnya) banyak dimanfaatkan hanya untuk menentukan kenaikan kelas dan mengisi buku rapor. Namun demikian, untuk melihat pemanfaatan hasil evaluasi ini secara komprehensif, kita dapat meninjaunya dari berbagai pihak yang berkepentingan, yaitu:

1. Bagi peserta didik, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk:
 - a. Membangkitkan minat dan motivasi belajar.
 - b. Membentuk sikap yang positif terhadap belajar dan pembelajaran.
 - c. Membantu pemahaman peserta didik menjadi lebih baik.
 - d. Membantu peserta didik dalam memilih metode belajar yang baik dan benar.
 - e. Mengetahui kedudukan peserta didik dalam kelas

2. Bagi guru, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk:
 - a. Promosi peserta didik, seperti kenaikan kelas atau kelulusan.
 - b. Mendiagnosis peserta didik yang memiliki kelemahan atau kekurangan, baik secara perorangan maupun kelompok.
 - c. Menentukan pengelompokan dan penempatan peserta didik berdasarkan prestasi masing-masing.
 - d. *Feedback* dalam melakukan perbaikan terhadap sistem pembelajaran.
 - e. Menyusun laporan kepada orang tua guna menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan peserta didik.
 - f. Dijadikan dasar pertimbangan dalam membuat perencanaan pembelajaran.
 - g. Menentukan perlu tidaknya pembelajaran remedial.

3. Bagi orang tua, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk:
 - a. Mengetahui kemajuan belajar peserta didik
 - b. Membimbing kegiatan belajar peserta didik di rumah.
 - c. Menentukan tindak lanjut pendidikan yang sesuai dengan kemampuan anaknya.
 - d. Memprakirakan kemungkinan berhasil tidaknya anak tersebut dalam bidang pekerjaannya.

4. Bagi administrator sekolah, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk :
 - a. Menentukan penempatan peserta didik
 - b. Menentukan kenaikan kelas.

- c. Pengelompokan peserta didik di sekolah mengingat terbatasnya fasilitas pendidikan yang tersedia serta indikasi kemajuan peserta didik pada waktu mendatang.

Apa yang dikemukakan tentang pemanfaatan hasil evaluasi di atas, mencerminkan tindak lanjut (*follow-up*) dari kegiatan evaluasi itu sendiri dan juga menunjukkan betapa besar fungsi dan peran evaluasi dalam kegiatan pembelajaran.

Hasil evaluasi dapat dimanfaatkan oleh peserta didik untuk membangkitkan minat dan motivasi belajar. Hal ini dapat dilakukan jika peserta didik mengetahui hasil evaluasi yang dicapainya, mengetahui kesalahan-kesalahannya dan bagaimana solusinya. Di samping itu, hasil evaluasi dapat membentuk sikap positif peserta didik terhadap mata pelajaran, termasuk juga terhadap guru, proses pembelajaran, lingkungan dan evaluasi pembelajaran, bahkan dapat membantu pemahaman peserta didik menjadi lebih baik. Banyak hasil penelitian yang menunjukkan adanya hubungan yang positif dan signifikan antara minat, motivasi dan sikap peserta didik terhadap hasil belajarnya. Oleh sebab itu, hasil evaluasi perlu dimanfaatkan oleh peserta didik untuk mengembangkan sikap, minat, dan motivasi belajar.

Hasil evaluasi bisa juga dimanfaatkan peserta didik untuk memilih teknik belajar yang tepat dan benar. Seperti Anda ketahui, banyak sekali teknik atau cara belajar peserta didik yang digunakan selama ini kurang baik. Misalnya, melakukan kegiatan belajar jika besok mau ujian, mengerjakan tugas atau latihan dengan “copy-paste”, dan sebagainya. Teknik belajar yang salah ini dapat merugikan peserta didik, baik fisik maupun mental yang pada gilirannya dapat mempengaruhi prestasi belajar. Teknik belajar ini tentu tidak bisa dibiarkan begitu saja. Guru dan orang tua harus ikut bertanggung jawab setiap tindakan belajar peserta didik, karena itu harus cepat mengambil tindakan pencegahan, seperti memberitahukan hasil evaluasi kepada peserta didik dan orang tua membimbing teknik belajar di rumah. Dengan kata lain, jika hasil evaluasi

peserta didik kurang baik dan mereka mengetahuinya, tentu diharapkan mereka dapat memperbaiki teknik belajarnya.

Manfaat hasil evaluasi yang lain adalah untuk menentukan kedudukan belajar dalam kelas. Kedudukan belajar ini dapat dilihat secara kelompok maupun perorangan. Secara kelompok, maksudnya guru melihat kedudukan peserta didik secara kelompok melalui perhitungan rata-rata kelompok dan membandingkan antara kelompok satu dengan kelompok yang lain. Secara perorangan, maksudnya guru melihat kedudukan belajar melalui perhitungan prestasi belajar peserta didik secara perorangan. Guru juga dapat membandingkan antara prestasi belajar seorang peserta didik dengan peserta didik lainnya dalam satu kelompok.

Dalam rangka promosi peserta didik, baik untuk menentukan kenaikan kelas atau kelulusan, guru dapat memanfaatkan hasil evaluasi terutama hasil evaluasi sumatif. Guru dapat menafsirkan dan memutuskan sejauhmana taraf kesiapan peserta didik dapat melanjutkan ke kelas atau ke jenjang pendidikan berikutnya sesuai dengan kemampuan peserta didik masing-masing. Artinya, jika penafsiran guru peserta didik dianggap sudah siap, maka peserta didik dapat melanjutkan ke kelas atau jenjang pendidikan berikutnya. Sebaliknya, jika penafsiran guru ternyata peserta didik belum siap, maka peserta didik harus mengulang lagi di kelas semula. Hasil evaluasi dapat juga digunakan guru untuk mendiagnosis peserta didik yang memiliki kelemahan atau kekurangan, baik secara perorangan maupun kelompok. Berdasarkan kelemahan-kelemahan ini, maka guru harus mencari faktor-faktor penyebabnya, antara lain : dari sistem evaluasi itu sendiri, materi pelajaran, kemampuan guru, kemampuan peserta didik, perencanaan dan pelaksanaan pembelajaran serta lingkungan sekolah.

Hasil evaluasi dapat juga dimanfaatkan guru untuk menentukan pengelompokan dan penempatan peserta didik berdasarkan prestasi masing-masing. Pengelompokan tersebut didasarkan atas penafsiran guru terhadap susunan kelompok. Jika kelompok atau kelas yang dihadapi mempunyai susunan yang normal dan homogen, maka kelas tersebut tidak perlu dibagi-bagi dalam

kelompok. Sebaliknya, jika kelas tersebut heterogen maka kelas itu perlu dibagi dalam beberapa kelompok berdasarkan prestasi masing-masing. Selanjutnya, hasil evaluasi dapat dijadikan *feedback* bagi guru dalam melakukan perbaikan terhadap sistem pembelajaran. Jika prestasi belajar peserta didik kurang baik, pada umumnya guru “menyalahkan” peserta didiknya, tetapi jika prestasi belajar peserta didik baik atau memuaskan maka guru akan mengatakan itu merupakan hasil dari perbuatan mengajarnya. Pernyataan ini tentu tidak dapat disalahkan atau dibenarkan karena banyak faktor yang mempengaruhi prestasi belajar peserta didik. Faktor tersebut dapat timbul dari guru atau peserta didik itu sendiri.

Hasil evaluasi dapat dimanfaatkan guru untuk menyusun laporan kepada orang tua guna menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan peserta didik. Hal ini dimaksudkan agar orang tua mengetahui kemajuan dan prestasi yang dicapai oleh siswa. Secara tegas, Oemar Hamalik (1989 : 179) menjelaskan “tujuan dari pelaporan adalah untuk mengikhtisarkan, mengorganisasi dan menafsirkan hasil tes sehingga dapat memberikan gambaran tentang status dan kemajuan perorangan siswa, kelas dan sekolah”. Bentuk laporan dapat dilakukan secara tertulis maupun lisan. Laporan lisan dimaksudkan agar terjadi komunikasi secara efektif antara sekolah dengan pihak yang menerima laporan, dan juga membentuk hubungan emosional yang lebih kental antara kedua belah pihak. Sedangkan laporan tertulis dimaksudkan agar dapat memberikan petunjuk yang permanen. Laporan tertulis dapat didokumentasikan dan pada waktunya dapat dijadikan data untuk dianalisis lebih lanjut.

Dalam perencanaan pembelajaran, Anda dapat memanfaatkan hasil evaluasi, seperti merumuskan kompetensi dasar dan indikator, menyusun tingkat kesulitan materi, menentukan strategi pembelajaran yang tepat, dan mengembangkan alat evaluasi yang akurat. Jika kompetensi dasar sudah dirumuskan dalam silabus, berarti guru tinggal merumuskan indikator. Sebagaimana Anda ketahui bahwa indikator harus dirumuskan dengan mengacu kepada kompetensi dasar dan harus sesuai dengan sub pokok bahasan atau sub topik. Seringkali guru merumuskan indikator yang salah, karena tidak menggunakan kata kerja

operasional, yaitu kata kerja yang spesifik, dapat diukur dan dapat diamati. Jika tidak maka guru akan kesulitan menentukan langkah-langkah pembelajaran berikutnya termasuk menyusun alat evaluasi itu sendiri.

Manfaat hasil evaluasi berikutnya adalah menentukan perlu tidaknya pembelajaran remedial. Sehubungan dengan hal tersebut, maka guru harus melakukan penafsiran terhadap prestasi kelompok. Misalnya, materi pelajaran dapat dilanjutkan jika seluruh peserta didik menguasai minimal 80 % materi yang telah disampaikan. Sebaliknya, jika kurang dari standar minimal tersebut, maka materi pelajaran harus diulang. Pengulangan suatu pelajaran dapat juga dilihat dari hasil penafsiran prestasi kelompok. Jika prestasi kelompok dianggap sudah mencapai prestasi yang baik, maka materi pelajaran tidak perlu diulang, tetapi bila prestasi kelompok dianggap masih kurang, maka materi pelajaran perlu diulang.

Bagi orang tua, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kemajuan belajar peserta didik. Sebagai orang tua tentu berharap agar putra-putrinya berhasil. Untuk itu, orang tua harus mengetahui perkembangan kemajuan belajar anaknya, baik fisik maupun mental terutama berkaitan dengan prestasi belajar. Hal ini penting terutama apabila ada diantara peserta didik yang memperoleh prestasi belajar kurang memuaskan. Orang tua dapat menentukan langkah-langkah apa yang harus ditempuh untuk memajukan prestasi belajar anaknya. Orang tua juga dapat membimbing kegiatan belajar peserta didik di rumah. Jika tidak mampu, orang tua dapat menyuruh anaknya mengikuti bimbingan di luar atau juga mendatangkan guru ahli ke rumah. Berdasarkan hasil evaluasi, orang tua dapat menentukan tindak lanjut pendidikan yang sesuai dengan kemampuan anaknya. Jangan sampai orang tua memaksakan anaknya masuk ke sekolah pavorit sedangkan kemampuan anaknya tidak mendukung. Akibatnya, anak akan menjadi malas, minder, dan acuh terhadap pelajaran. Orang tua juga dapat memprakirakan kemungkinan berhasil tidaknya anak dalam bidang pekerjaannya.

Bagi administrator sekolah, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk menentukan penempatan peserta didik sesuai dengan kemampuannya, untuk menentukan kenaikan kelas, dan pengelompokan peserta didik di sekolah mengingat terbatasnya fasilitas pendidikan yang tersedia serta indikasi kemajuan peserta didik pada waktu mendatang. Hasil evaluasi tidak hanya dimanfaatkan untuk laporan ke berbagai pihak, tetapi juga untuk memotivasi dan menghargai peserta didik itu sendiri, baik dalam rangka promosi maupun melihat kelebihan dan kekurangannya, bukan sebaliknya untuk menakut-nakuti peserta didik atau untuk menjatuhkan mentalnya. Diadakannya evaluasi dalam proses pengembangan sistem pembelajaran dimaksudkan untuk keperluan perbaikan sistem, pertanggungjawaban kepada pemerintah dan masyarakat, serta penentuan tindak lanjut hasil pengembangan.

Hasil evaluasi dapat dimanfaatkan guru untuk membuat kelompok sesuai dengan prestasi yang diperoleh peserta didik. Bahkan sekarang ini sudah banyak sekolah yang membentuk “kelas unggulan”, yaitu kelompok peserta didik yang mempunyai prestasi belajar di atas rata-rata. Biasanya diambil dari peserta didik yang memperoleh peringkat 10 terbesar. Padahal dalam kenyataannya, kelompok ini mendapat perlakuan biasa saja, bahkan cenderung sama dengan kelas lainnya, baik yang menyangkut materi pelajaran, pemberian tugas, latihan, pengembangan kreatifitas atau diskusi kelompok. Sebaliknya, peserta didik yang memperoleh prestasi di bawah rata-rata kelompok justru kurang mendapat perhatian lebih. Seharusnya, peserta didik kelompok ini yang mendapat perhatian serius, seperti memberi bimbingan belajar, latihan atau tugas-tugas khusus, bahkan bagi peserta didik yang tergolong “sangat kurang” harus dilakukan diagnosis atau identifikasi tentang faktor-faktor penyebabnya. Hasil diagnosis atau identifikasi tersebut dapat dijadikan bahan pertimbangan bagi guru untuk memperbaiki kegiatan pembelajaran berikutnya.

Di lain pihak, memang guru-guru tidak dapat disalahkan sepenuhnya, karena mungkin saja ada guru yang mau bahkan sudah menawarkan bimbingan belajar kepada peserta didik tersebut, tetapi kurang mendapat respon yang baik dari

orang tua, mengingat ekonomi orang tua peserta didik termasuk “pas-pasan”, sehingga permasalahan tersebut tidak pernah memperoleh solusi yang terbaik. Padahal, untuk memberikan bimbingan belajar secara khusus, waktu bagi guru sangat sulit, karena begitu padatnya materi yang harus disampaikan sesuai dengan target dan tugas-tugas rutin yang harus juga diselesaikan. Jika guru ingin memberikan bimbingan, maka ia harus mencari waktu di luar jam pelajaran, baik sebelum atau sesudah jam pelajaran.

Bagi guru, faktor waktu sangat penting. Artinya, apakah waktu yang tersedia masih memungkinkan guru untuk memberikan bimbingan atau tidak. Jika hanya mengandalkan jam dinas, maka guru sulit mencari waktu untuk memberikan bimbingan apalagi melakukan diagnosis. Hasil evaluasi dapat juga digunakan untuk kepentingan yang lain. Maksudnya, andaikan diagnosis dan bimbingan ini memang sulit dilaksanakan, maka tentu guru harus mencari alternatif penggunaan hasil evaluasi yang lain, seperti: perlu tidaknya materi pelajaran diulang, perbaikan proses pembelajaran dan sebagainya.

Ketuntasan Belajar

a. Belajar Tuntas

Salah satu di antara masalah besar dalam bidang pendidikan di Indonesia yang banyak diperbincangkan adalah rendahnya mutu pendidikan yang tercermin dari rendahnya rata-rata prestasi belajar, khususnya peserta didik Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Masalah lain adalah bahwa pendekatan dalam pembelajaran masih terlalu didominasi peran guru (*teacher centered*). Guru lebih banyak menempatkan peserta didik sebagai objek dan bukan sebagai subjek didik. Pendidikan kita kurang memberikan kesempatan kepada peserta didik dalam berbagai mata pelajaran, untuk mengembangkan kemampuan berpikir holistik (menyeluruh), kreatif, objektif, dan logis, belum memanfaatkan *quantum learning* sebagai salah satu paradigma

menarik dalam pembelajaran, serta kurang memperhatikan ketuntasan belajar secara individual.

Demikian juga proses pendidikan dalam sistem persekolahan kita, umumnya belum menerapkan pembelajaran sampai peserta didik menguasai materi pembelajaran secara tuntas. Akibatnya, banyak peserta didik yang tidak menguasai materi pembelajaran meskipun sudah dinyatakan tamat dari sekolah. Tidak heran kalau mutu pendidikan secara nasional masih rendah.

Penerapan Standar Isi yang berbasis pendekatan kompetensi sebagai upaya perbaikan kondisi pendidikan di tanah air ini memiliki beberapa alasan, di antaranya:

- potensi peserta didik berbeda-beda, dan potensi tersebut akan berkembang jika stimulusnya tepat;
- mutu hasil pendidikan yang masih rendah serta mengabaikan aspek-aspek moral, akhlak, budi pekerti, seni & olah raga, serta kecakapan hidup (*life skill*);
- persaingan global yang memungkinkan hanya mereka yang mampu akan berhasil;
- persaingan kemampuan SDM (Sumber Daya Manusia) produk lembaga pendidikan;
- persaingan yang terjadi pada lembaga pendidikan, sehingga perlu rumusan yang jelas mengenai standar kompetensi lulusan.

Upaya-upaya dalam rangka perbaikan dan pengembangan kurikulum berbasis kompetensi meliputi: kewenangan pengembangan, pendekatan pembelajaran, penataan isi/konten, serta model sosialisasi, lebih disesuaikan dengan perkembangan situasi dan kondisi serta era yang terjadi saat ini. Pendekatan pembelajaran diarahkan pada upaya mengembangkan kemampuan peserta didik dalam mengelola perolehan belajar (kompetensi) yang paling sesuai dengan kondisi masing-masing. Dengan demikian proses pembelajaran lebih mengacu kepada bagaimana peserta didik belajar dan bukan lagi pada apa yang dipelajari.

Sesuai dengan cita-cita dari tujuan pendidikan nasional, guru perlu memiliki beberapa prinsip mengajar yang mengacu pada peningkatan kemampuan internal peserta didik di dalam merancang strategi dan melaksanakan pembelajaran. Peningkatan potensi internal itu misalnya dengan menerapkan jenis-jenis strategi pembelajaran yang memungkinkan peserta didik mampu mencapai kompetensi secara penuh, utuh dan kontekstual.

Berbicara tentang rendahnya daya serap atau prestasi belajar, atau belum terwujudnya keterampilan proses dan pembelajaran yang menekankan pada peran aktif peserta didik, inti persoalannya adalah pada masalah "ketuntasan belajar" yakni pencapaian taraf penguasaan minimal yang ditetapkan bagi setiap kompetensi secara perorangan. Masalah ketuntasan belajar merupakan masalah yang penting, sebab menyangkut masa depan peserta didik, terutama mereka yang mengalami kesulitan belajar.

Pendekatan pembelajaran tuntas adalah salah satu usaha dalam pendidikan yang bertujuan untuk memotivasi peserta didik mencapai penguasaan (*mastery level*) terhadap kompetensi tertentu. Dengan menempatkan pembelajaran tuntas (*mastery learning*) sebagai salah satu prinsip utama dalam mendukung pelaksanaan kurikulum berbasis kompetensi, berarti pembelajaran tuntas merupakan sesuatu yang harus dipahami dan dilaksanakan dengan sebaik-baiknya oleh seluruh warga sekolah. Untuk itu perlu adanya panduan yang memberikan arah serta petunjuk bagi guru dan warga sekolah tentang bagaimana pembelajaran tuntas seharusnya dilaksanakan.

Tujuan pada bahasan ini Anda akan mempelajari dan dipandu untuk :

- memberikan kesamaan pemahaman mengenai pembelajaran tuntas (*mastery learning*);
- memberikan alternatif penyelenggaraan pembelajaran tuntas yang diselenggarakan oleh satuan pendidikan dan pendidik sesuai dengan mata pelajaran dan karakteristik peserta didik.

b. Asumsi Dasar dan Pengertian Belajar Tuntas

Pengertian model pembelajaran yang berasal dari kata model dimaknai sebagai objek atau konsep yang digunakan untuk mempresentasikan sesuatu hal. Sedangkan pembelajaran adalah suatu kegiatan dimana guru melakukan peranan-peranan tertentu agar dapat belajar untuk mencapai tujuan pendidikan yang diharapkan. (Trianto, *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif-Progresif* (Jakarta: Kharisma Putra Utama, 2009-21), (Rusman & Laksmi Dewi, *Kurikulum dan Pembelajaran* (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2011-216), (Rusman & Laksmi Dewi, *Kurikulum*,198).

Model pembelajaran menurut Joyce adalah suatu rencana atau pola yang dapat kita gunakan untuk merancang pembelajaran tatap muka di dalam kelas atau dalam latar tutorial dan dalam membentuk materiil-materiil pembelajaran termasuk buku-buku, film-film, pita kaset dan program media komputer dan kurikulum (serangkaian studi jangka panjang).

Model pembelajaran menjadikan suatu proses pembelajaran menjadi lebih sistematis dan tertata. Setiap pengajar memakai model pembelajaran yang berbeda satu sama lain, karena penggunaan model pembelajaran harus disesuaikan dengan situasi dan kondisi siswa.

Adapun dasar pertimbangan pemilihan model pembelajaran yang harus diperhatikan oleh guru adalah:

- Pertimbangan terhadap tujuan yang akan dicapai
- Pertimbangan tentang bahan atau materi pembelajaran
- Pertimbangan dari sudut siswa
- Pertimbangan lainnya yang bersifat nonteknis

(Rusman, *Model-Model Pembelajaran* (Jakarta: PT Rajagrafindo Persada, 2011-133.)

Selain model pembelajaran, dalam dunia pendidikan saat ini telah dikenal banyak istilah yang digunakan untuk mencapai tujuan pembelajaran dan untuk meningkatkan kualitas pembelajran agar

menjadi lebih baik, diantaranya yaitu strategi, pendekatan, metode, teknik dan taktik.

Strategi pembelajaran adalah suatu kegiatan pembelajaran yang harus dikerjakan guru dan siswa agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara efektif dan efisien. Upaya yang harus dilakukan agar tujuan pembelajaran yang telah disusun dapat tercapai secara optimal, memerlukan suatu metode yang digunakan untuk merealisasikan strategi yang telah ditetapkan. Dengan kata lain, strategi dan metode memiliki pengertian yang berbeda, jika strategi menunjukkan pada sebuah perencanaan untuk mencapai sesuatu, maka metode adalah cara yang digunakan untuk melaksanakan strategi tersebut.

Pendekatan dapat diartikan sebagai titik tolak atau sudut pandang terhadap proses pembelajaran. Ada dua pendekatan dalam pembelajaran, yaitu pendekatan yang berpusat pada guru (*teacher centered*) dan pendekatan berpusat pada siswa (*student centered*).

Dari semua istilah-istilah di atas, istilah model pembelajaran mempunyai makna yang lebih luas dari pada strategi, metode dan pendekatan. Model pembelajaran memiliki ciri khusus yang tidak dimiliki oleh ketiganya. Ciri-ciri tersebut adalah :

- Rasional teoritis logis yang disusun oleh para pencipta atau pengembangnya
- Landasan pemikiran tentang apa dan bagaimana siswa belajar (tujuan pembelajaran yang akan dicapai)
- Tingkah laku mengajar yang diperlukan agar model tersebut dapat dilaksanakan dengan berhasil
- Lingkungan belajar yang diperlukan agar tujuan pembelajaran itu dapat dicapai

Model Belajar Tuntas (Mastery Learning)

Model belajar tuntas (*Mastery Learning*) adalah pencapaian taraf penguasaan minimal yang ditetapkan untuk setiap unit bahan pelajaran baik secara perseorangan maupun kelompok, dengan kata lain apa yang dipelajari siswa

dapat dikuasai sepenuhnya. (Moh. User Usman, *Upaya Optimalisasi Kegiatan Belajar Mengajar* (Bandung : PT Remaja Rosdakarya, 1993-96), (Made Wena, *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer*, (Jakarta: Bumi Aksara, 2011-184)

Model belajar tuntas (*Mastery Learning*) ini dikembangkan oleh John B. Carroll (1971) dan Benjamin Bloom (1971). Di Indonesia model belajar tuntas (*Mastery Learning*) ini dipopulerkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Balitbang Kemdikbud).

Belajar tuntas menyajikan suatu cara yang sistematis, menarik dan ringkas untuk meningkatkan unjuk kerja siswa ke tingkat pencapaian suatu pokok bahasan yang lebih memuaskan.

Tahap Model Belajar Tuntas (*Mastery Learning*)

Model belajar tuntas ini terdiri atas lima tahap, yaitu orientasi (*orientation*), penyajian (*presentation*), latihan terstruktur (*structured practice*), latihan terbimbing (*guided practice*) dan latihan mandiri (*independent practice*).

a) Orientasi

Pada tahap ini dilakukan penetapan suatu kerangka isi pembelajaran. Guru akan menjelaskan tujuan pembelajaran, tugas-tugas yang akan dikerjakan dan mengembangkan tanggung jawab siswa selama proses pembelajaran.

b) Penyajian

Pada tahap ini guru menjelaskan konsep-konsep atau keterampilan baru disertai dengan contoh-contoh. Jika yang diajarkan adalah konsep baru, maka penting untuk mengajak siswa mendiskusikan karakteristik konsep, definisi serta konsep. Jika yang diajarkan berupa keterampilan baru, maka penting untuk mengajar siswa mengidentifikasi langkah-langkah kerja keterampilan dan berikan contoh untuk setiap langkah-langkah keterampilan yang diajarkan.

c) Latihan Terstruktur

Pada tahap ini guru memberi siswa contoh praktik penyelesaian masalah/tugas. Dalam tahap ini, siswa perlu diberi beberapa pertanyaan, kemudian guru memberi balikan atas jawaban siswa.

d) Latihan Terbimbing

Pada tahap ini guru memberi kesempatan pada siswa untuk latihan menyelesaikan suatu permasalahan, tetapi masih dibawah bimbingan dalam menyelesaikannya. Melalui kegiatan terbimbing ini memungkinkan guru untuk menilai kemampuan siswa dalam menyelesaikan sejumlah tugas dan melihat kesalahan-kesalahan yang dilakukan siswa. Jadi peran guru dalam tahap ini adalah memantau kegiatan siswa dan memberikan umpan balik yang bersifat korektif jika diperlukan.

e) Latihan Mandiri

Tahap latihan mandiri adalah inti dari strategi ini. Latihan mandiri dilakukan apabila siswa telah mencapai skor unjuk kerja antara 85%-90% dalam tahap latihan terbimbing. Tujuan latihan terbimbing adalah memperkokoh bahan ajar yang baru dipelajari, memastikan daya ingat, serta untuk meningkatkan kelancaran siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan. Dalam tahap ini siswa menyelesaikan tugas tanpa bimbingan ataupun umpan balik dari guru. Kegiatan ini dapat dikerjakan di kelas ataupun berupa PR (Pekerjaan Rumah). Adapun peran guru pada tahap ini adalah memberi nilai hasil kerja siswa setelah selesai mengerjakan tugas secara tuntas. Guru perlu memberikan umpan balik kembali jika siswa masih ada kesalahan dalam pengerjaannya.

Keuntungan Penerapan Model Belajar (Mastery Learning)

- a) Model ini sejalan dengan pandangan psikologi belajar modern yang berpegang pada prinsip perbedaan individual, belajar kelompok.
- b) Model ini memungkinkan siswa belajar lebih aktif yang memberi kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan diri sendiri, memecahkan masalah sendiri dengan menemukan dan bekerja sendiri.
- c) Dalam model ini guru dan siswa diminta bekerja sama secara partisipatif dan persuasif, baik dalam proses belajar maupun dalam proses bimbingan terhadap siswa lainnya.
- d) Model ini berorientasi kepada peningkatan produktifitas hasil belajar.
- e) Penilaian yang dilakukan terhadap kemajuan belajar siswa mengandung unsur objektivitas yang tinggi.

Kelemahan Penerapan Model Belajar (Mastery Learning)

- a) Para guru umumnya masih mengalami kesulitan dalam membuat perencanaan belajar tuntas karena penyusunan satuan-satuan pelajaran yang lengkap dan menyeluruh.
- b) Model ini sulit dalam pelaksanaannya karena melibatkan berbagai kegiatan, yang berarti menuntut macam-macam kemampuan yang memadai.
- c) Guru-guru yang sudah terbiasa dengan cara-cara lama akan mengalami hambatan untuk menyelenggarakan model ini yang relatif lebih sulit dan masih baru.
- d) Model ini membutuhkan berbagai fasilitas, perlengkapan, alat, dana. Dan waktu yang cukup besar.
- e) Untuk melaksanakan model ini mengacu kepada penguasaan materi belajar secara tuntas sehingga menuntut para guru agar menguasai materi tersebut secara lebih luas, menyeluruh, dan lebih lengkap. Sehingga para guru harus lebih banyak menggunakan sumber-sumber yang lebih luas.

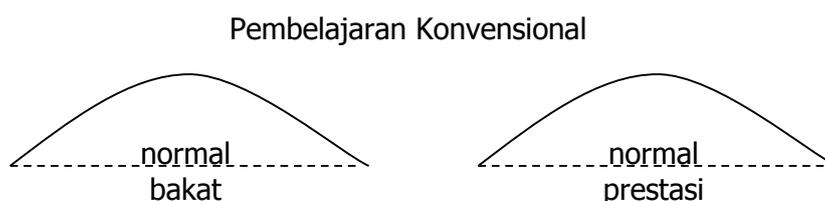
Pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dalam proses pembelajaran berbasis kompetensi dimaksudkan adalah pendekatan dalam pembelajaran yang mempersyaratkan peserta didik menguasai secara tuntas seluruh standar kompetensi maupun kompetensi dasar mata pelajaran tertentu. Dalam model yang paling sederhana, dikemukakan bahwa jika setiap peserta didik diberikan waktu sesuai dengan yang diperlukan untuk mencapai suatu tingkat penguasaan, dan jika dia menghabiskan waktu yang diperlukan, maka besar kemungkinan peserta didik akan mencapai tingkat penguasaan kompetensi. Tetapi jika peserta didik tidak diberi cukup waktu atau dia tidak dapat menggunakan waktu yang diperlukan secara penuh, maka tingkat penguasaan kompetensi peserta didik tersebut belum optimal. Block (1971) menyatakan tingkat penguasaan kompetensi peserta didik sebagai berikut :

$$\text{Degree of learning} = \frac{\text{time actually}}{\text{time needed}}$$

Model ini menggambarkan bahwa tingkat penguasaan kompetensi (*degree of learning*) ditentukan oleh seberapa banyak waktu yang benar-benar digunakan (*time actually spent*) untuk belajar dibagi dengan waktu yang diperlukan (*time needed*) untuk menguasai kompetensi tertentu.

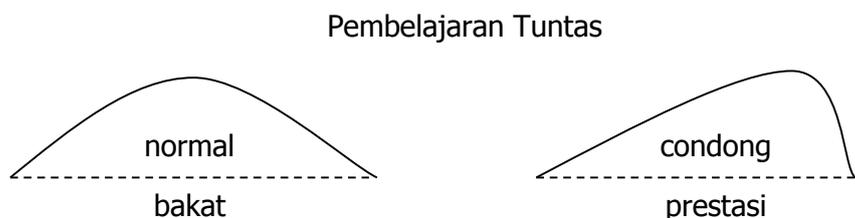
Dalam pembelajaran konvensional, bakat (*aptitude*) peserta didik tersebar secara normal. Jika kepada mereka diberikan pembelajaran yang sama dalam jumlah pembelajaran dan waktu yang tersedia untuk belajar, maka hasil belajar yang dicapai akan tersebar secara normal pula.

Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa hubungan antara bakat dan tingkat penguasaan adalah tinggi. Secara skematis konsep tentang prestasi belajar sebagai dampak pembelajaran dengan pendekatan konvensional dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Skema Pembelajaran Konvensional

Sebaliknya, apabila bakat peserta didik tersebar secara normal, dan kepada mereka diberi kesempatan belajar yang sama untuk setiap peserta didik, tetapi diberikan perlakuan yang berbeda dalam kualitas pembelajarannya, maka besar kemungkinan bahwa peserta didik yang dapat mencapai penguasaan akan bertambah banyak. Dalam hal ini hubungan antara bakat dengan keberhasilan akan menjadi semakin kecil. Secara skematis konsep prestasi belajar sebagai dampak pembelajaran dengan pendekatan pembelajaran tuntas, dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3. Skema Pembelajaran Tuntas

Dari konsep-konsep di atas, kiranya cukup jelas bahwa harapan dari proses pembelajaran dengan pendekatan belajar tuntas adalah untuk mempertinggi rata-rata prestasi peserta didik dalam belajar dengan memberikan kualitas pembelajaran yang lebih sesuai, bantuan, serta perhatian khusus bagi peserta didik yang lambat agar menguasai standar kompetensi atau kompetensi dasar. Dari konsep tersebut, dapat dikemukakan prinsip-prinsip utama pembelajaran tuntas adalah:

1. Kompetensi yang harus dicapai peserta didik dirumuskan dengan urutan yang hirarkis,
2. Evaluasi yang digunakan adalah penilaian acuan patokan, dan setiap kompetensi harus diberikan *feedback*,
3. Pemberian pembelajaran remedial serta bimbingan yang diperlukan,
4. Pemberian program pengayaan bagi peserta didik yang mencapai ketuntasan belajar lebih awal. (Gentile & Lalley: 2003)

c. Perbedaan antara Pembelajaran Tuntas dengan Pembelajaran Konvensional

Pembelajaran tuntas adalah pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual. Dalam hal pemberian kebebasan belajar serta untuk mengurangi kegagalan peserta didik dalam belajar, strategi belajar tuntas menganut pendekatan individual, dalam arti meskipun kegiatan belajar ditujukan kepada sekelompok peserta didik (klasikal), tetapi mengakui dan melayani perbedaan-perbedaan perorangan peserta didik sedemikian rupa, sehingga dengan penerapan pembelajaran tuntas memungkinkan berkembangnya potensi masing-masing peserta didik secara optimal. Dasar pemikiran dari belajar tuntas dengan pendekatan individual ialah adanya pengakuan terhadap perbedaan individual masing-masing peserta didik.

Untuk merealisasikan pengakuan dan pelayanan terhadap perbedaan individu, pembelajaran harus menggunakan strategi pembelajaran yang berasaskan maju berkelanjutan (*continuous progress*). Untuk itu, pendekatan sistem yang merupakan salah satu prinsip dasar dalam teknologi pembelajaran harus benar-benar dapat diimplementasikan. Salah satu caranya adalah standar kompetensi

dan kompetensi dasar harus dinyatakan secara jelas, dan pembelajaran dipecah-pecah ke dalam satuan-satuan (*cremental units*). Peserta didik belajar selangkah demi selangkah dan boleh mempelajari kompetensi dasar berikutnya setelah menguasai sejumlah kompetensi dasar yang ditetapkan menurut kriteria tertentu. Dalam pola ini, seorang peserta didik yang mempelajari unit satuan pembelajaran tertentu dapat berpindah ke unit satuan pembelajaran berikutnya jika peserta didik yang bersangkutan telah menguasai sekurang-kurangnya **75%** dari kompetensi dasar yang ditetapkan.

Sedangkan pembelajaran konvensional dalam kaitan ini diartikan sebagai pembelajaran dalam konteks klasikal yang sudah terbiasa dilakukan, sifatnya berpusat pada guru, sehingga pelaksanaannya kurang memperhatikan keseluruhan situasi belajar (non belajar tuntas).

Dengan memperhatikan uraian di atas dapat dikemukakan bahwa perbedaan antara pembelajaran tuntas dengan pembelajaran konvensional adalah bahwa pembelajaran tuntas dilakukan melalui asas-asas ketuntasan belajar, sedangkan pembelajaran konvensional pada umumnya kurang memperhatikan ketuntasan belajar khususnya ketuntasan peserta didik secara individual. Secara kualitatif perbandingan ke dua pola tersebut dapat dicermati pada Tabel 1. berikut.

Tabel 1. Perbandingan Kualitatif Antara Pembelajaran Tuntas Dengan Pembelajaran Konvensional

Langkah	Aspek Pembeda	Pembelajaran Tuntas	Pembelajaran Konvensional
A.Persiapan	1. Tingkat ketuntasan	Diukur dari performance peserta didik dalam setiap unit (satuan kompetensi atau kemampuan dasar). Setiap peserta didik harus mencapai nilai 75	Diukur dari <i>performance</i> peserta didik yang dilakukan secara acak

Langkah	Aspek Pembeda	Pembelajaran Tuntas	Pembelajaran Konvensional
	2. Satuan Acara Pembelajaran	Dibuat untuk satu minggu pembelajaran, dan dipakai sebagai pedoman guru serta diberikan kepada peserta didik	Dibuat untuk satu minggu pembelajaran, dan hanya dipakai sebagai pedoman guru
	3. Pandangan terhadap kemampuan peserta didik saat memasuki satuan pembelajaran tertentu	Kemampuan hampir sama, namun tetap ada variasi	Kemampuan peserta didik dianggap sama
B.Pelaksanaan pembelajaran	4. Bentuk pembelajaran dalam satu unit kompetensi atau kemampuan dasar	Dilaksanakan melalui pendekatan klasikal, kelompok dan individual	Dilaksanakan sepenuhnya melalui pendekatan klasikal
	5. Cara pembelajaran dalam setiap standar kompetensi atau kompetensi dasar	Pembelajaran dilakukan melalui penjelasan guru (<i>lecture</i>), membaca secara mandiri dan terkontrol, berdiskusi, dan belajar secara individual	Dilakukan melalui mendengarkan (<i>lecture</i>), tanya jawab, dan membaca (tidak terkontrol)
	Orientasi pembelajaran	Pada terminal performance peserta didik (kompetensi atau kemampuan dasar) secara individual	Pada bahan pembelajaran

Langkah	Aspek Pembeda	Pembelajaran Tuntas	Pembelajaran Konvensional
	7. Peranan guru	Sebagai pengelola pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan peserta didik secara individual	Sebagai pengelola pembelajaran untuk memenuhi kebutuhan seluruh peserta didik dalam kelas
	8. Fokus kegiatan pembelajaran	Ditujukan kepada masing-masing peserta didik secara individual	Ditujukan kepada peserta didik dengan kemampuan menengah
	9. Penentuan keputusan mengenai satuan pembelajaran	Ditentukan oleh peserta didik dengan bantuan guru	Ditentukan sepenuhnya oleh guru
C.Umpun Balik	10. Instrumen umpun balik	Menggunakan berbagai jenis serta bentuk tagihan secara berkelanjutan	Lebih mengandalkan pada penggunaan tes objektif untuk penggalan waktu tertentu
	11. Cara membantu peserta didik	Menggunakan sistem tutor dalam diskusi kelompok (<i>small-group learning activities</i>) dan tutor yang dilakukan secara individual	Dilakukan oleh guru dalam bentuk tanya jawab secara klasikal

d. Indikator Pelaksanaan Pembelajaran Tuntas

Suatu pembelajaran di kelas dikatakan melaksanakan pembelajaran tuntas jika terdapat indikator-indikator sebagai berikut:

1. Metode pembelajaran yang dipakai adalah pendekatan diagnostik preskriptif
Maksudnya adalah pendekatan individual dalam arti meskipun kegiatan belajar ditujukan kepada kelompok siswa (kelas), tetapi mengakui dan

melayani perbedaan-perbedaan perorangan siswa sedemikian rupa, sehingga pembelajaran memungkinkan berkembangnya potensi masing-masing siswa secara optimal.

2. Peran guru harus intensif dalam mendorong keberhasilan siswa secara individual.

Hal-hal yang dapat dilakukan oleh guru, misalnya sebagai berikut:

- a. Menjabarkan/memecah KD ke dalam satuan-satuan yang lebih kecil.
 - b. Menata indikator berdasarkan cakupan serta urutan unit.
 - c. Menyajikan materi dalam bentuk yang bervariasi.
 - d. Memonitor seluruh pekerjaan siswa.
 - e. Menilai perkembangan siswa dalam pencapaian kompetensi.
 - f. Menyediakan sejumlah alternatif strategi pembelajaran bagi siswa yang menjumpai kesulitan.
3. Peran siswa lebih leluasa dalam menentukan jumlah waktu belajar yang diperlukan.
Artinya siswa diberikan kebebasan dalam menetapkan kecepatan pencapaian kompetensi. Kemajuan siswa sangat tertumpu pada usaha serta ketekunan siswa secara individual.
 4. Sistem penilaian menggunakan penilaian berkelanjutan yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:
 - a. Penilaian dengan sistem blok.
 - b. Tiap blok terdiri dari satu atau lebih kompetensi dasar (KD).
 - c. Hasil penilaian dianalisis dan ditindaklanjuti melalui program remedial, program pengayaan, dan program percepatan.
 - d. Penilaian mencakup aspek kognitif dan psikomotor.
 - e. Aspek afektif dinilai melalui pengamatan dan kuesioner.

Sumber lain menyatakan, beberapa indikator pelaksanaan pembelajaran tuntas adalah:

1. Metode Pembelajaran

Strategi pembelajaran tuntas sebenarnya menganut pendekatan individual, dalam arti meskipun kegiatan belajar ditujukan kepada sekelompok peserta

didik (klasikal), tetapi juga mengakui dan memberikan layanan sesuai dengan perbedaan-perbedaan individual peserta didik, sehingga pembelajaran memungkinkan berkembangnya potensi masing-masing peserta didik secara optimal.

Adapun langkah-langkahnya adalah :

- a. mengidentifikasi prasyarat (*prerequisite*),
- b. membuat tes untuk mengukur perkembangan dan pencapaian kompetensi,
- c. mengukur pencapaian kompetensi peserta didik.

Metode pembelajaran yang sangat ditekankan dalam pembelajaran tuntas adalah pembelajaran individual, pembelajaran dengan teman atau sejawat (*peer instruction*), dan bekerja dalam kelompok kecil. Berbagai jenis metode (multi metode) pembelajaran harus digunakan untuk kelas atau kelompok.

Pembelajaran tuntas sangat mengandalkan pada pendekatan tutorial dengan session-session kelompok kecil, tutorial orang perorang, pembelajaran terprogram, buku-buku kerja, permainan dan pembelajaran berbasis komputer (Kindsvatter, 1996)

2. Peran Guru

Strategi pembelajaran tuntas menekankan pada peran atau tanggung jawab guru dalam mendorong keberhasilan peserta didik secara individual. Pendekatan yang digunakan mendekati model *Personalized System of Instruction (PSI)* seperti dikembangkan oleh Keller, yang lebih menekankan pada interaksi antara peserta didik dengan materi/objek belajar.

Peran guru harus intensif dalam hal-hal berikut:

- a. Menjabarkan/memecah KD (Kompetensi Dasar) ke dalam satuan-satuan (unit-unit) yang lebih kecil dengan memperhatikan pengetahuan prasyaratnya.
- b. Mengembangkan indikator berdasarkan SK/KD.
- c. Menyajikan materi pembelajaran dalam bentuk yang bervariasi
- d. Memonitor seluruh pekerjaan peserta didik

- e. Menilai perkembangan peserta didik dalam pencapaian kompetensi (kognitif, psikomotor, dan afektif)
- f. Menggunakan teknik diagnostik
- g. Menyediakan sejumlah alternatif strategi pembelajaran bagi peserta didik yang mengalami kesulitan

3. Peran Peserta didik

Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan yang memiliki pendekatan berbasis kompetensi sangat menjunjung tinggi dan menempatkan peran peserta didik sebagai subjek didik. Fokus program pembelajaran bukan pada “Guru dan yang akan dikerjakannya” melainkan pada “Peserta didik dan yang akan dikerjakannya”. Oleh karena itu, pembelajaran tuntas memungkinkan peserta didik lebih leluasa dalam menentukan jumlah waktu belajar yang diperlukan. Artinya, peserta didik diberi kebebasan dalam menetapkan kecepatan pencapaian kompetensinya. Kemajuan peserta didik sangat bertumpu pada usaha serta ketekunannya secara individual.

4. Evaluasi

Penting untuk dicatat bahwa ketuntasan belajar dalam KTSP ditetapkan dengan penilaian acuan patokan (*criterion referenced*) pada setiap kompetensi dasar dan tidak ditetapkan berdasarkan norma (*norm referenced*). Dalam hal ini batas ketuntasan belajar harus ditetapkan oleh guru, misalnya apakah peserta didik harus mencapai nilai 75, 65, 55, atau sampai nilai berapa seorang peserta didik dinyatakan mencapai ketuntasan dalam belajar.

Asumsi dasarnya adalah:

- a. bahwa semua orang bisa belajar apa saja, hanya waktu yang diperlukan berbeda,
- b. standar harus ditetapkan terlebih dahulu, dan hasil evaluasi adalah *lulus* atau *tidak lulus*. (Gentile & Lalley: 2003)

Sistem evaluasi menggunakan penilaian berkelanjutan, yang ciri-cirinya adalah:

- a. Ulangan dilaksanakan untuk melihat ketuntasan setiap Kompetensi Dasar
- b. Ulangan dapat dilaksanakan terdiri atas satu atau lebih Kompetensi Dasar (KD)
- c. Hasil ulangan dianalisis dan ditindaklanjuti melalui program remedial dan program pengayaan.
- d. Ulangan mencakup aspek kognitif dan psikomotor
- e. Aspek afektif diukur melalui kegiatan inventori afektif seperti pengamatan, kuesioner, dsb.

Sistem penilaian mencakup jenis tagihan serta bentuk instrumen/soal. Dalam pembelajaran tuntas tes diusahakan disusun berdasarkan indikator sebagai alat diagnosis terhadap program pembelajaran. Dengan menggunakan tes diagnostik yang dirancang secara baik, peserta didik dimungkinkan dapat menilai sendiri hasil tesnya, termasuk mengenali di mana ia mengalami kesulitan dengan segera. Sedangkan penentuan batas pencapaian ketuntasan belajar, meskipun umumnya disepakati pada skor/nilai 75 (75%) namun batas ketuntasan yang paling realistik atau paling sesuai adalah ditetapkan oleh guru mata pelajaran, sehingga memungkinkan adanya perbedaan dalam penentuan batas ketuntasan untuk setiap KD maupun pada setiap sekolah dan atau daerah.

Sebagai tindak lanjut dari pembelajaran tuntas adalah program remedial dan pengayaan. Program remedial dilakukan bilamana peserta didik belum memenuhi yang dipersyaratkan, sedangkan program pengayaan diberikan bilamana peserta didik telah mampu bahkan melebihi yang telah dipersyaratkan.

Program Remedial

Dalam kegiatan pembelajaran termasuk pembelajaran mandiri selalu dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan dalam mencapai standar kompetensi, kompetensi dasar dan penguasaan materi pembelajaran yang telah ditentukan. Secara garis besar kesulitan dimaksud dapat berupa kurangnya

pengetahuan prasyarat, kesulitan memahami materi pembelajaran, maupun kesulitan dalam mengerjakan tugas-tugas latihan dan menyelesaikan soal-soal ulangan. Secara khusus, kesulitan yang dijumpai peserta didik dapat berupa tidak dikuasainya kompetensi dasar mata pelajaran tertentu, misalnya operasi bilangan dalam matematika; atau membaca dan menulis dalam pelajaran bahasa.

Agar peserta didik dapat memecahkan kesulitan tersebut perlu adanya bantuan. Bantuan dimaksud berupa pemberian pembelajaran remedial atau perbaikan. Untuk keperluan pemberian pembelajaran remedial perlu dipilih strategi dan langkah-langkah yang tepat setelah terlebih dahulu diadakan diagnosis terhadap kesulitan belajar yang dialami peserta didik.

Sehubungan dengan hal-hal tersebut, satuan pendidikan perlu menyusun rencana sistematis pemberian pembelajaran remedial untuk membantu mengatasi kesulitan belajar peserta didik.

Penyusunan materi modul ini bertujuan:

1. Memberikan pemahaman lebih luas bagaimana menyelenggarakan pembelajaran remedial.
2. Memberikan alternatif penyelenggaraan pembelajaran remedial yang diselenggarakan oleh satuan pendidikan atau pendidik.
3. Memberikan layanan optimal melalui proses pembelajaran remedial.

Ruang lingkup modul ini meliputi: pembelajaran remedial, hakikat pembelajaran remedial, dan pelaksanaan pembelajaran remedial.

a. Pembelajaran Remedial

Standar nasional pendidikan bertujuan menjamin mutu pendidikan nasional dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat. Dalam rangka mencapai tujuan tersebut, Peraturan Pemerintah nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan (PP No. 19/2005) menetapkan 8 standar yang harus dipenuhi dalam melaksanakan pendidikan. Kedelapan standar dimaksud meliputi standar isi, standar proses, standar kompetensi lulusan, standar pendidik dan tenaga

kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan, dan standar penilaian pendidikan.

Secara khusus, dalam rangka mencapai tujuan pendidikan nasional tersebut, kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran ditetapkan dalam standar isi dan standar kompetensi kelulusan. Standar isi memuat standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang harus dikuasai peserta didik dalam mempelajari suatu mata pelajaran. Standar kompetensi lulusan (SKL) berisikan kompetensi yang harus dikuasai peserta didik pada setiap satuan pendidikan. Berkenaan dengan materi yang harus dipelajari, diatur dalam silabus dan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) yang dikembangkan oleh pendidik. Menurut pasal 6 PP no.19 Tahun 2005, terdapat 5 kelompok mata pelajaran yang harus dipelajari peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah untuk jenis pendidikan umum, kejuruan dan khusus. Kelima kelompok mata pelajaran tersebut meliputi kelompok mata pelajaran: agama dan akhlak mulia, kewarganegaraan dan kepribadian, ilmu pengetahuan dan teknologi, estetika, jasmani, olah raga, dan kesehatan.

Dalam rangka membantu peserta didik mencapai standar isi dan standar kompetensi lulusan, pelaksanaan atau proses pembelajaran perlu diusahakan agar 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.

Tidak dapat dipungkiri bahwa untuk mencapai tujuan dan prinsip-prinsip pembelajaran tersebut pasti dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan atau masalah belajar. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, setiap satuan pendidikan perlu menyelenggarakan program pembelajaran remedial atau perbaikan.

Sebenarnya, pembelajaran remedial merupakan kelanjutan dari pembelajaran biasa atau reguler di kelas. Hanya saja, peserta didik yang masuk dalam kelompok ini adalah peserta didik yang memerlukan pelajaran tambahan. Peserta didik yang

dimaksud adalah peserta didik yang belum tuntas belajar. Pembelajaran remedial adalah suatu proses atau kegiatan untuk memahami dan meneliti dengan cermat mengenai berbagai kesulitan peserta didik dalam belajar. Kesulitan belajar peserta didik sangat beragam, ada yang mudah ditemukan sebab-sebabnya tetapi sukar disembuhkan, tetapi ada juga yang sukar bahkan tidak dapat ditemukan sehingga tidak mungkin dapat disembuhkan hanya oleh guru di sekolah.

Tujuan pembelajaran remedial adalah membantu dan menyembuhkan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar melalui perlakuan pengajaran.

Biasanya setiap sekolah telah menetapkan batas minimal ketuntasan belajar untuk masing-masing mata pelajaran. Batas minimal tersebut berbeda antara satu sekolah dengan sekolah lainnya. Hal ini bergantung kepada tingkat kesulitan mata pelajaran dan tingkat kemampuan peserta didik di sekolah tersebut. Pada periode tertentu, batas minimal ini harus ditinjau kembali berdasarkan tingkat kemampuan rata-rata peserta didik di sekolah itu dan standar dari pemerintah.

Dalam praktiknya, batas minimal ketuntasan belajar untuk tiap mata pelajaran sudah ditetapkan terlebih dahulu sebelum pembelajaran berlangsung. Artinya, setiap peserta didik yang mendapatkan skor yang sama atau di atas skor minimal itu, maka peserta didik tersebut dikatakan tuntas dalam belajarnya. Ia tuntas pada kompetensi dasar tertentu pada mata pelajaran tertentu. Peserta didik yang memperoleh skor di bawah batas minimal berarti dianggap belum tuntas belajar. Peserta didik terakhir inilah yang perlu diberikan pembelajaran remedial. Adapun mengenai faktor penyebab ketidaktuntasan belajar sangat bervariasi, bisa berasal dari faktor intern peserta didik (fisik dan psikis) atau faktor ekstern peserta didik (lingkungan, materi pelajaran, guru, metode mengajar, sistem penilaian, dsb.). Begitu juga faktor penyebab kesulitan belajar peserta didik, seperti kemampuan mengingat kurang, motivasi internal kurang, kemampuan memecahkan masalah, kurang percaya diri, dan sulit berkonsentrasi dalam belajar.

Pembelajaran remedial dimulai dari identifikasi kebutuhan peserta didik yang menjadi sasaran remedial. Kebutuhan peserta didik ini dapat diketahui dari analisis kesulitan belajar peserta didik dalam memahami konsep-konsep tertentu. Berdasarkan analisis kesulitan belajar itu, baru kemudian guru memberikan

pembelajaran remedial. Bantuan dapat diberikan kepada peserta didik berupa perbaikan metode belajar, perbaikan modul, perbaikan LKS, menyederhanakan konsep, menjelaskan kembali konsep yang masih kabur, dan memperbaiki konsep yang disalahtafsirkan oleh peserta didik. Sebagaimana telah disinggung di atas bahwa pembelajaran remedial merupakan kelanjutan dari pembelajaran reguler di kelas. Jika demikian, apa perbedaan antara kedua pembelajaran tersebut ? Untuk itu, perhatikan tabel berikut ini :

Tabel 2. Perbedaan Pembelajaran Remedial Dengan Pembelajaran Reguler

No	Aspek-aspek Pembelajaran	Pembelajaran Reguler	Pembelajaran Remedial
1	Subjek	Seluruh peserta didik	Peserta didik yang belum tuntas
2	Materi pembelajaran	Topik bahasan	Konsep terpilih
3	Dasar pemilihan materi	Rencana pembelajaran	Analisis kebutuhan (rencana pembelajaran remedi)

Sumber : Endang Poerwanti (2008 : 8-23)

b. Hakikat Pembelajaran Remedial

Pembelajaran remedial merupakan layanan pendidikan yang diberikan kepada peserta didik untuk memperbaiki prestasi belajarnya sehingga mencapai kriteria ketuntasan yang ditetapkan. Untuk memahami konsep penyelenggaraan model pembelajaran remedial, terlebih dahulu perlu diperhatikan bahwa Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang diberlakukan berdasarkan Permendiknas 22, 23, 24 Tahun 2006 dan Permendiknas No. 6 Tahun 2007 menerapkan sistem pembelajaran berbasis kompetensi, sistem belajar tuntas, dan sistem pembelajaran yang memperhatikan perbedaan individual peserta didik. Sistem dimaksud ditandai dengan dirumuskannya secara jelas standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang harus dikuasai peserta didik. Penguasaan SK dan KD setiap peserta didik diukur menggunakan sistem penilaian acuan kriteria.

Jika seorang peserta didik mencapai standar tertentu maka peserta didik dinyatakan telah mencapai ketuntasan.

Pelaksanaan pembelajaran berbasis kompetensi dan pembelajaran tuntas, dimulai dari penilaian kemampuan awal peserta didik terhadap kompetensi atau materi yang akan dipelajari. Kemudian dilaksanakan pembelajaran menggunakan berbagai metode seperti ceramah, demonstrasi, pembelajaran kolaboratif/kooperatif, inkuiri, diskoveri, dsb. Melengkapi metode pembelajaran digunakan juga berbagai media seperti media audio, video, dan audiovisual dalam berbagai format, mulai dari kaset audio, slide, video, komputer, multimedia, dsb. Di tengah pelaksanaan pembelajaran atau pada saat kegiatan pembelajaran sedang berlangsung, diadakan penilaian proses menggunakan berbagai teknik dan instrumen dengan tujuan untuk mengetahui kemajuan belajar serta seberapa jauh penguasaan peserta didik terhadap kompetensi yang telah atau sedang dipelajari. Pada akhir program pembelajaran, diadakan penilaian yang lebih formal berupa ulangan harian. Ulangan harian dimaksudkan untuk menentukan tingkat pencapaian belajar peserta didik, apakah seorang peserta didik gagal atau berhasil mencapai tingkat penguasaan tertentu yang telah dirumuskan pada saat pembelajaran direncanakan.

Apabila dijumpai adanya peserta didik yang tidak mencapai penguasaan kompetensi yang telah ditentukan, maka muncul permasalahan mengenai apa yang harus dilakukan oleh pendidik. Salah satu tindakan yang diperlukan adalah pemberian program pembelajaran remedial atau perbaikan. Dengan kata lain, remedial diperlukan bagi peserta didik yang belum mencapai kemampuan minimal yang ditetapkan dalam rencana pelaksanaan pembelajaran. Pemberian program pembelajaran remedial didasarkan atas latar belakang bahwa pendidik perlu memperhatikan perbedaan individual peserta didik.

Dengan diberikannya pembelajaran remedial bagi peserta didik yang belum mencapai tingkat ketuntasan belajar, maka peserta didik ini memerlukan waktu lebih lama daripada mereka yang telah mencapai tingkat penguasaan. Mereka juga perlu menempuh penilaian kembali setelah mendapatkan program pembelajaran remedial.

c. Prinsip Pembelajaran Remedial

Pembelajaran remedial merupakan pemberian perlakuan khusus terhadap peserta didik yang mengalami hambatan dalam kegiatan belajarnya. Hambatan yang terjadi dapat berupa kurangnya pengetahuan dan keterampilan prasyarat atau lambat dalam mencapai kompetensi. Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam pembelajaran remedial sesuai dengan sifatnya sebagai pelayanan khusus antara lain:

1. Adaptif

Setiap peserta didik memiliki keunikan sendiri-sendiri. Oleh karena itu program pembelajaran remedial hendaknya memungkinkan peserta didik untuk belajar sesuai dengan kecepatan, kesempatan, dan gaya belajar masing-masing. Dengan kata lain, pembelajaran remedial harus mengakomodasi perbedaan individual peserta didik.

2. Interaktif

Pembelajaran remedial hendaknya memungkinkan peserta didik untuk secara intensif berinteraksi dengan pendidik dan sumber belajar yang tersedia. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa kegiatan belajar peserta didik yang bersifat perbaikan perlu selalu mendapatkan monitoring dan pengawasan agar diketahui kemajuan belajarnya. Jika dijumpai adanya peserta didik yang mengalami kesulitan segera diberikan bantuan.

3. Fleksibilitas dalam Metode Pembelajaran dan Penilaian

Sejalan dengan sifat keunikan dan kesulitan belajar peserta didik yang berbeda-beda, maka dalam pembelajaran remedial perlu digunakan berbagai metode mengajar dan metode penilaian yang sesuai dengan karakteristik peserta didik.

4. Pemberian Umpan Balik Sesegera Mungkin

Umpan balik berupa informasi yang diberikan kepada peserta didik mengenai kemajuan belajarnya perlu diberikan sesegera mungkin. Umpan balik dapat bersifat korektif maupun konfirmatif. Dengan sesegera mungkin memberikan umpan balik dapat dihindari kekeliruan belajar yang berlarut-larut yang dialami peserta didik.

5. Kesiambungan dan Ketersediaan dalam Pemberian Pelayanan

Program pembelajaran reguler dengan pembelajaran remedial merupakan satu kesatuan, dengan demikian program pembelajaran reguler dengan remedial harus berkesinambungan dan programnya selalu tersedia agar setiap saat peserta didik dapat mengaksesnya sesuai dengan kesempatan masing-masing.

d. Bentuk Kegiatan Remedial

Dengan memperhatikan pengertian dan prinsip pembelajaran remedial tersebut, maka pembelajaran remedial dapat diselenggarakan dengan berbagai kegiatan antara lain:

1. Memberikan tambahan penjelasan atau contoh

Peserta didik kadang-kadang mengalami kesulitan memahami penyampaian materi pembelajaran untuk mencapai kompetensi yang disajikan hanya sekali, apalagi kurang ilustrasi dan contoh. Pemberian tambahan ilustrasi, contoh dan bukan contoh untuk pembelajaran konsep misalnya akan membantu pembentukan konsep pada diri peserta didik.

2. Menggunakan strategi pembelajaran yang berbeda dengan sebelumnya

Penggunaan alternatif berbagai strategipembelajaran akan memungkinkan peserta didik dapat mengatasi masalah pembelajaran yang dihadapi.

3. Mengkaji ulang pembelajaran yang lalu.

Penerapan prinsip pengulangan dalam pembelajaran akan membantu peserta didik menangkap pesan pembelajaran. Pengulangan dapat dilakukan dengan menggunakan metode dan media yang sama atau metode dan media yang berbeda.

4. Menggunakan berbagai jenis media

Penggunaan berbagai jenis media dapat menarik perhatian peserta didik. Perhatian memegang peranan penting dalam proses pembelajaran. Semakin memperhatikan, hasil belajar akan lebih baik. Namun peserta didik seringkali mengalami kesulitan untuk memperhatikan atau berkonsentrasi dalam waktu yang lama. Agar perhatian peserta didik terkonsentrasi pada materi pelajaran

perlu digunakan berbagai media untuk mengendalikan perhatian peserta didik.

e. Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

Pembelajaran remedial pada hakikatnya adalah pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar. Sehubungan dengan itu, langkah-langkah yang perlu dikerjakan dalam pemberian pembelajaran remedial meliputi dua langkah pokok, yaitu pertama mendiagnosis kesulitan belajar, dan kedua memberikan perlakuan (*treatment*) pembelajaran remedial.

1) Diagnosis Kesulitan Belajar

a. Tujuan

Diagnosis kesulitan belajar dimaksudkan untuk mengetahui tingkat kesulitan belajar peserta didik. Kesulitan belajar dapat dibedakan menjadi kesulitan ringan, sedang dan berat. Kesulitan belajar ringan biasanya dijumpai pada peserta didik yang kurang perhatian di saat mengikuti pembelajaran. Kesulitan belajar sedang dijumpai pada peserta didik yang mengalami gangguan belajar yang berasal dari luar diri peserta didik, misalnya faktor keluarga, lingkungan tempat tinggal, pergaulan, dsb.

Kesulitan belajar berat dijumpai pada peserta didik yang mengalami ketunaan pada diri mereka, misalnya tuna rungu, tuna netra, tuna daksa, dsb.

b. Teknik

Teknik yang dapat digunakan untuk mendiagnosis kesulitan belajar antara lain: tes prasyarat (prasyarat pengetahuan, prasyarat keterampilan), tes diagnostik, wawancara, pengamatan, dsb.

- Tes prasyarat adalah tes yang digunakan untuk mengetahui apakah prasyarat yang diperlukan untuk mencapai penguasaan kompetensi tertentu terpenuhi atau belum. Prasyarat ini meliputi prasyarat pengetahuan dan prasyarat keterampilan.
- Tes diagnostik digunakan untuk mengetahui kesulitan peserta didik dalam menguasai kompetensi tertentu. Misalnya dalam mempelajari

operasi bilangan, apakah peserta didik mengalami kesulitan pada kompetensi penambahan, pengurangan, pembagian, atau perkalian. Wawancara dilakukan dengan mengadakan interaksi lisan dengan peserta didik untuk menggali lebih dalam mengenai kesulitan belajar yang dijumpai peserta didik.

Pengamatan (observasi) dilakukan dengan jalan melihat secara cermat perilaku belajar peserta didik. Dari pengamatan tersebut diharapkan dapat diketahui jenis maupun penyebab kesulitan belajar peserta didik.

2) Bentuk Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

Setelah diketahui kesulitan belajar yang dihadapi peserta didik, langkah berikutnya adalah memberikan perlakuan berupa pembelajaran remedial. Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran remedial antara lain:

1. Pemberian pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda.

Pembelajaran ulang dapat disampaikan dengan cara penyederhanaan materi, variasi cara penyajian, penyederhanaan tes/pertanyaan. Pembelajaran ulang dilakukan bilamana sebagian besar atau semua peserta didik belum mencapai ketuntasan belajar atau mengalami kesulitan belajar. Pendidik perlu memberikan penjelasan kembali dengan menggunakan metode dan/atau media yang lebih tepat.

2. Pemberian bimbingan secara khusus, misalnya bimbingan perorangan. Dalam hal pembelajaran klasikal peserta didik mengalami kesulitan, perlu dipilih alternatif tindak lanjut berupa pemberian bimbingan secara individual. Pemberian bimbingan perorangan merupakan implikasi peran pendidik sebagai tutor. Sistem tutorial dilaksanakan bilamana terdapat satu atau beberapa peserta didik yang belum berhasil mencapai ketuntasan.

3. Pemberian tugas-tugas latihan secara khusus.

Dalam rangka menerapkan prinsip pengulangan, tugas-tugas latihan perlu diperbanyak agar peserta didik tidak mengalami kesulitan dalam

mengerjakan tes akhir. Peserta didik perlu diberi latihan intensif (*drill*) untuk membantu menguasai kompetensi yang ditetapkan.

4. Pemanfaatan tutor sebaya.

Tutor sebaya adalah teman sekelas yang memiliki kecepatan belajar lebih. Mereka perlu dimanfaatkan untuk memberikan tutorial kepada rekannya yang mengalami kelambatan belajar. Dengan teman sebaya diharapkan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar akan lebih terbuka dan akrab.

Hasil belajar yang menunjukkan tingkat pencapaian kompetensi melalui penilaian diperoleh dari penilaian proses dan penilaian hasil. Penilaian proses diperoleh melalui postes, tes kinerja, observasi dan lain-lain. Sedangkan penilaian hasil diperoleh melalui ulangan harian, ulangan tengah semester dan ulangan akhir semester.

Jika peserta didik tidak lulus karena penilaian hasil maka sebaiknya hanya mengulang tes tersebut dengan pembelajaran ulang jika diperlukan. Namun apabila ketidakkulusan akibat penilaian proses yang tidak diikuti (misalnya kinerja praktik, diskusi/presentasi kelompok) maka sebaiknya peserta didik mengulang semua proses yang harus diikuti.

3) Waktu Pelaksanaan Pembelajaran Remedial

Terdapat beberapa alternatif berkenaan dengan waktu atau kapan pembelajaran remedial dilaksanakan. Pertanyaan yang timbul, apakah pembelajaran remedial diberikan pada setiap akhir ulangan harian, mingguan, akhir bulan, tengah semester, atau akhir semester. Ataukah pembelajaran remedial itu diberikan setelah peserta didik mempelajari SK atau KD tertentu? Pembelajaran remedial dapat diberikan setelah peserta didik mempelajari KD tertentu. Namun karena dalam setiap SK terdapat beberapa KD, maka terlalu sulit bagi pendidik untuk melaksanakan pembelajaran remedial setiap selesai mempelajari KD tertentu. Mengingat indikator keberhasilan belajar peserta didik adalah tingkat ketuntasan dalam mencapai SK yang terdiri dari beberapa KD, maka pembelajaran remedial dapat juga diberikan setelah peserta didik menempuh tes SK yang terdiri dari

beberapa KD. Hal ini didasarkan atas pertimbangan bahwa SK merupakan satu kebulatan kemampuan yang terdiri dari beberapa KD. Mereka yang belum mencapai penguasaan SK tertentu perlu mengikuti program pembelajaran remedial.

4) Tes Ulang

Tes ulang diberikan kepada peserta didik yang telah mengikuti program pembelajaran remedial agar dapat diketahui apakah peserta didik telah mencapai ketuntasan dalam penguasaan kompetensi yang telah ditentukan.

5) Nilai Hasil Remedial

Nilai hasil remedial tidak melebihi nilai KKM. Peserta didik memiliki kemampuan dan karakteristik yang berbeda-beda. Sesuai dengan kemampuan dan karakteristik yang berbeda-beda tersebut maka permasalahan yang dihadapi berbeda-beda pula. Dalam melaksanakan pembelajaran, pendidik perlu tanggap terhadap kesulitan yang dihadapi peserta didik.

Dalam rangka pelaksanaan pembelajaran berbasis kompetensi dan pembelajaran tuntas, peserta didik yang gagal mencapai tingkat pencapaian kompetensi yang telah ditentukan perlu diberikan pembelajaran remedial (perbaikan). Beberapa prinsip yang perlu diperhatikan dalam pemberian pembelajaran remedial antara lain adaptif, interaktif, fleksibel, pemberian umpan balik, dan ketersediaan program sepanjang waktu.

Sebelum memberikan pembelajaran remedial, terlebih dahulu pendidik perlu melaksanakan diagnosis terhadap kesulitan belajar peserta didik. Banyak teknik yang dapat digunakan, antara lain menggunakan tes, wawancara, pengamatan, dan sebagainya.

Setelah diketahui kesulitan belajarnya, peserta didik diberikan pembelajaran remedial. Banyak teknik dapat digunakan, misalnya pembelajaran ulang dengan metode dan media yang berbeda, penyederhanaan materi, pemanfaatan tutor sebaya, dan sebagainya.

Dalam memberikan pembelajaran remedial perlu dipertimbangkan kapan pembelajaran tersebut diberikan. Sesuai dengan prinsip pembelajaran berbasis kompetensi dan pembelajaran tuntas, maka pembelajaran remedial dapat diberikan setelah peserta didik satu atau beberapa kompetensi dasar. Untuk mengetahui tingkat penguasaan peserta didik setelah menempuh remedial, perlu diberikan tes ulang.

Program Pengayaan

Dalam kegiatan pembelajaran tidak jarang dijumpai adanya 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.

Sehubungan dengan hal-hal tersebut, sekolah perlu menyusun rencana sistematis pemberian pembelajaran pengayaan untuk membantu perkembangan potensi peserta didik secara optimal.

Panduan pembelajaran pengayaan ini bertujuan untuk menyamakan pemahaman mengenai pengayaan dan membantu guru mengembangkan pembelajaran pengayaan. Ruang lingkup panduan ini menyajikan latar belakang dan tujuan penyusunan panduan pembelajaran pengayaan, hakikat pembelajaran pengayaan, pelaksanaan, dan penilaian pembelajaran pengayaan.

a. Pembelajaran Menurut Standar Nasional Pendidikan

Standar nasional pendidikan bertujuan menjamin mutu pendidikan nasional dalam rangka mencerdaskan kehidupan bangsa dan membentuk watak serta peradaban bangsa yang bermartabat. Dalam rangka mencapai tujuan

tersebut, Peraturan Pemerintah nomor 19 Tahun 2005 tentang Standar Nasional Pendidikan menetapkan 8 standar yang harus dipenuhi dalam melaksanakan pendidikan. Kedelapan standar dimaksud meliputi standar isi, standar proses, standar kompetensi lulusan, standar pendidik dan tenaga kependidikan, standar sarana dan prasarana, standar pengelolaan, standar pembiayaan, dan standar penilaian pendidikan.

Dalam rangka mencapai tujuan pendidikan nasional tersebut, kompetensi yang harus dikuasai oleh peserta didik setelah melaksanakan kegiatan pembelajaran ditetapkan dalam standar isi dan standar kompetensi lulusan. Standar isi (SI) memuat standar kompetensi (SK) 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. Sementara berkenaan dengan materi yang harus dipelajari, disajikan dalam silabus dan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran) yang dikembangkan oleh guru. Menurut pasal 6 PP. 19 Th. 2005, terdapat 5 kelompok mata pelajaran yang harus dipelajari peserta didik pada jenjang pendidikan dasar dan menengah untuk jenis pendidikan umum, kejuruan, dan khusus. Kelima kelompok mata pelajaran tersebut meliputi:

agama dan akhlak mulia; kewarganegaraan dan kepribadian; ilmu pengetahuan dan teknologi; estetika; jasmani, olah raga, dan kesehatan.

Dalam rangka membantu peserta didik mencapai standar isi dan standar kompetensi lulusan, pelaksanaan atau proses pembelajaran perlu diusahakan agar 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 memerlukan tantangan berlebih untuk mengoptimalkan perkembangan prakarsa, kreativitas, partisipasi, kemandirian, minat, bakat, keterampilan fisik, dsb. Untuk mengantisipasi

potensi lebih yang dimiliki peserta didik tersebut, setiap satuan pendidikan perlu menyelenggarakan program pembelajaran pengayaan.

b. Hakikat Pembelajaran Pengayaan

Secara umum pengayaan dapat diartikan sebagai pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya.

Untuk memahami pengertian program pembelajaran pengayaan, terlebih dahulu perlu diperhatikan bahwa Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan (KTSP) yang berlaku berdasar Permendiknas 22, 23, dan 24 Tahun 2006 pada dasarnya menganut sistem pembelajaran berbasis kompetensi, sistem pembelajaran tuntas, dan sistem pembelajaran yang memperhatikan dan melayani perbedaan individual peserta didik. Sistem dimaksud ditandai dengan dirumuskannya secara jelas standar kompetensi (SK) dan kompetensi dasar (KD) yang harus dikuasai peserta didik. Penguasaan SK dan KD setiap peserta didik diukur dengan menggunakan sistem penilaian acuan kriteria (PAK). Jika seorang peserta didik mencapai standar tertentu maka peserta didik tersebut dipandang telah mencapai ketuntasan.

Dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis kompetensi dan pembelajaran tuntas, lazimnya guru mengadakan penilaian awal untuk mengetahui kemampuan peserta didik terhadap kompetensi atau materi yang akan dipelajari sebelum pembelajaran dimulai. Kemudian dilaksanakan pembelajaran dengan menggunakan berbagai strategi seperti ceramah, demonstrasi, pembelajaran kolaboratif/kooperatif, inkuiri, diskoveri, dsb. Melengkapi strategi pembelajaran digunakan juga berbagai media seperti media audio, video, dan audiovisual dalam berbagai format, mulai dari kaset audio, slide, video, komputer multimedia, dsb. Di tengah pelaksanaan pembelajaran atau pada saat kegiatan pembelajaran sedang berlangsung, diadakan penilaian proses dengan menggunakan berbagai teknik dan instrumen dengan tujuan untuk mengetahui kemajuan belajar serta seberapa jauh penguasaan peserta didik terhadap kompetensi yang telah atau sedang

dipelajari. Penilaian proses juga digunakan untuk memperbaiki proses pembelajaran bila dijumpai hambatan-hambatan.

Pada akhir program pembelajaran, diadakan penilaian yang lebih formal berupa ulangan harian. Ulangan harian dimaksudkan untuk menentukan tingkat pencapaian belajar, apakah seorang peserta didik gagal atau berhasil mencapai tingkat penguasaan kompetensi tertentu. Penilaian akhir program ini 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 sekolah perlu memberikan perlakuan khusus berupa program pembelajaran pengayaan. Pembelajaran pengayaan merupakan pembelajaran tambahan dengan tujuan untuk memberikan kesempatan pembelajaran baru bagi peserta didik yang memiliki kelebihan sedemikian rupa sehingga mereka dapat 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.

c. Jenis Pembelajaran Pengayaan

Ada tiga jenis pembelajaran pengayaan, yaitu:

1. Kegiatan eksploratori yang bersifat umum yang dirancang untuk disajikan kepada peserta didik. Sajian dimaksud berupa peristiwa sejarah, buku, tokoh masyarakat, dsb, yang secara regular tidak tercakup dalam kurikulum.
2. Keterampilan proses yang diperlukan oleh peserta didik agar berhasil dalam melakukan pendalaman dan investigasi terhadap topik yang diminati dalam bentuk pembelajaran mandiri.

3. Pemecahan masalah yang diberikan kepada peserta didik yang memiliki kemampuan belajar lebih tinggi berupa pemecahan masalah nyata dengan menggunakan pendekatan pemecahan masalah atau pendekatan investigatif/ penelitian ilmiah.

Pemecahan masalah ditandai dengan:

- a. Identifikasi bidang permasalahan yang akan dikerjakan;
- b. Penentuan fokus masalah/problem yang akan dipecahkan;
- c. Penggunaan berbagai sumber;
- d. Pengumpulan data menggunakan teknik yang relevan;
- e. Analisis data;
- f. Penyimpulan hasil investigasi.

Sekolah tertentu, khususnya yang memiliki peserta didik lebih cepat belajar dibanding sekolah-sekolah pada umumnya, dapat menaikkan tuntutan kompetensi melebihi standarisasi. Misalnya sekolah-sekolah yang menginginkan memiliki keunggulan khusus.

d. Pelaksanaan Pembelajaran Pengayaan

Pemberian pembelajaran pengayaan pada hakikatnya adalah pemberian bantuan bagi peserta didik yang memiliki kemampuan lebih, baik dalam kecepatan maupun kualitas belajarnya. Agar pemberian pengayaan tepat sasaran maka perlu ditempuh langkah-langkah sistematis, yaitu pertama mengidentifikasi kelebihan kemampuan peserta didik, dan kedua memberikan perlakuan (*treatment*) pembelajaran pengayaan.

1) Identifikasi Kelebihan Kemampuan Belajar

Identifikasi kemampuan berlebih peserta didik dimaksudkan untuk mengetahui jenis serta tingkat kelebihan belajar peserta didik. Kelebihan kemampuan belajar itu antara lain meliputi:

- a. Belajar lebih cepat.

Peserta didik yang memiliki kecepatan belajar tinggi ditandai dengan cepatnya penguasaan kompetensi (SK/KD) mata pelajaran tertentu.

- b. Menyimpan informasi lebih mudah

Peserta didik yang memiliki kemampuan menyimpan informasi lebih mudah, akan memiliki banyak informasi yang tersimpan dalam memori/ ingatannya dan mudah diakses untuk digunakan.

c. Keingintahuan yang tinggi

Banyak bertanya dan menyelidiki merupakan tanda bahwa seorang peserta didik memiliki hasrat ingin tahu yang tinggi.

d. Berpikir mandiri.

Peserta didik dengan kemampuan berpikir mandiri umumnya lebih menyukai tugas mandiri serta mempunyai kapasitas sebagai pemimpin.

e. Superior dalam berpikir abstrak.

Peserta didik yang superior dalam berpikir abstrak umumnya menyukai kegiatan pemecahan masalah.

f. Memiliki banyak minat.

Mudah termotivasi untuk meminati masalah baru dan berpartisipasi dalam banyak kegiatan.

Teknik yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi kemampuan berlebih peserta didik dapat dilakukan antara lain melalui : tes IQ, tes inventori, wawancara, pengamatan, dsb.

a. Tes IQ (*Intelligence Quotient*) adalah tes yang digunakan untuk mengetahui tingkat kecerdasan peserta didik. Dari tes ini dapat diketahui tingkat kemampuan spasial, interpersonal, musikal, intrapersonal, verbal, logik/matematik, kinestetik, naturalistik, dsb.

b. Tes inventori

Tes inventori digunakan untuk menemukan dan mengumpulkan data mengenai bakat, minat, hobi, kebiasaan belajar, dsb.

c. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan mengadakan interaksi lisan dengan peserta didik untuk menggali lebih dalam mengenai program pengayaan yang diminati peserta didik.

d. Pengamatan (observasi)

Pengamatan dilakukan dengan jalan melihat secara cermat perilaku belajar peserta didik. Dari pengamatan tersebut diharapkan dapat diketahui jenis maupun tingkat pengayaan yang perlu diprogramkan untuk peserta didik.

2) Bentuk Pelaksanaan Pembelajaran Pengayaan

Bentuk-bentuk pelaksanaan pembelajaran pengayaan dapat dilakukan antara lain melalui:

1. Belajar Kelompok

Sekelompok peserta didik yang memiliki minat tertentu diberikan pembelajaran bersama pada jam-jam pelajaran sekolah biasa, sambil menunggu teman-temannya yang mengikuti pembelajaran remedial karena belum mencapai ketuntasan.

2. Belajar mandiri.

Secara mandiri peserta didik belajar mengenai sesuatu yang diminati.

3. Pembelajaran berbasis tema.

Memadukan kurikulum di bawah tema besar sehingga peserta didik dapat mempelajari hubungan antara berbagai disiplin ilmu.

4. Pemadatan kurikulum.

Pemberian pembelajaran hanya untuk kompetensi/materi yang belum diketahui peserta didik. Dengan demikian tersedia waktu bagi peserta didik untuk memperoleh kompetensi/materi baru, atau bekerja dalam proyek secara mandiri sesuai dengan kapasitas maupun kapabilitas masing-masing. Perlu dijelaskan bahwa materi penyelenggaraan pembelajaran pengayaan ini terutama terkait dengan kegiatan tatap muka untuk jam-jam pelajaran sekolah biasa. Namun demikian kegiatan pembelajaran pengayaan dapat pula dikaitkan dengan kegiatan tugas terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur. Sekolah dapat juga memfasilitasi peserta didik dengan kelebihan kecerdasan dalam bentuk kegiatan pengembangan diri dengan spesifikasi pengayaan kompetensi tertentu, misalnya untuk bidang sains. Pembelajaran seperti ini diselenggarakan untuk membantu peserta didik mempersiapkan diri mengikuti kompetisi tingkat nasional maupun internasional seperti olimpiade internasional fisika, kimia dan biologi.

D. Aktivitas Pembelajaran

1. Pengantar

Dalam kegiatan ini Anda akan melakukan serangkaian kegiatan untuk mencapai kompetensi berkaitan dengan Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar. Kegiatan ini memuat topik, di antaranya adalah:

- a. Ketuntasan Belajar, pada bagian ini dibahas tentang evaluasi dan ketuntasan belajar.
- b. Program Remedial, pada bagian ini dibahas tentang program remedial, bentuk kegiatan remedial dan pelaksanaan remedial.
- c. Program Pengayaan, pada bagian ini dibahas tentang program pengayaan, jenis pembelajaran pengayaan dan pelaksanaan pembelajaran pengayaan.

Kegiatan-kegiatan tersebut akan terbagi ke dalam beberapa aktivitas atau sub materi pokok dan berhubungan dengan lembar kerja yang harus dilengkapi atau dilaksanakan, baik secara individu maupun kelompok, diantaranya:

- a. Mengidentifikasi/menganalisis dan review isi materi atau bahan ajar.
- b. Menganalisis, mendiskusikan, dan memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan evaluasi dan ketuntasan belajar serta pengembangannya di sekolah.
- c. Menganalisis, mendiskusikan, dan memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan program remedial serta penerapan atau pengembangannya di sekolah.
- d. Menganalisis, mendiskusikan, dan memecahkan berbagai permasalahan yang berkaitan dengan program pengayaan serta penerapan atau pengembangannya di sekolah.
- e. Mengkomunikasikan dan mempresentasikan hasil kerja atau aktivitas analisis, desain, eksplorasi, dan pengembangan (*applied*) materi pokok Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar.

2. Aktivitas

Aktivitas pembelajaran yang dilakukan untuk mempelajari modul ini adalah sebagai berikut:

Aktivitas 1: Menganalisis dan *Review* Isi Materi

Pelajari dengan seksama materi pokok Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar dalam modul ini, kemudian hubungkan dengan indikator pencapaian kompetensinya. Untuk mendapatkan hasil analisis/kajian dan review lebih mendalam dan komprehensif, kegiatan pada aktivitas ini dilakukan melalui atau secara berkelompok. Hal ini dilakukan dengan tujuan atau sebagai *brainstorming*, mendapatkan wawasan lebih luas dan *sharing* antar peserta diklat. Jika ada permasalahan dan hal-hal yang tidak dipahami dan diselesaikan, Anda bisa konsultasikan dengan widyaiswara/instruktur yang mengampu atau penanggungjawab materi ini. Lakukan analisis dan review terhadap cakupan indikator pencapaian kompetensi dan berikan tanggapan atau masukan, seperti pada lembar kerja 1.1 dan 1.2 (Lampiran Kegiatan Belajar 1).

Aktivitas 2 : evaluasi dan ketuntasan belajar

Pelajari dengan seksama materi pokok Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar dalam modul ini, kemudian analisis dan diskusikanlah berbagai permasalahan yang berkaitan dengan evaluasi dan ketuntasan belajar serta penerapan atau pengembangannya di sekolah.

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang lebih mendalam dan komprehensif, kegiatan pada aktivitas ini dilakukan melalui atau secara berkelompok. Hal ini dilakukan dengan tujuan atau sebagai *brainstorming*, mendapatkan wawasan lebih luas dan *sharing* antar peserta diklat. Jika ada permasalahan dan hal-hal yang tidak dipahami dan diselesaikan, Anda bisa konsultasikan dengan widyaiswara/instruktur yang mengampu atau penanggungjawab materi ini. Hasil rancangan dan penyusunan pertanyaan/permasalahan mendasar berkaitan dengan materi ajar himpunan ini dapat Anda tuangkan dalam lembar kerja 2, seperti pada Lampiran Kegiatan Belajar 1.

Aktivitas 3 : program remedial

Pelajari dengan seksama materi pokok Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar dalam modul ini, kemudian analisis dan diskusikanlah berbagai permasalahan yang berkaitan dengan program remedial serta penerapan atau pengembangannya di sekolah.

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang lebih mendalam dan komprehensif, kegiatan pada aktivitas ini dilakukan melalui atau secara berkelompok. Hal ini dilakukan dengan tujuan atau sebagai *brainstorming*, mendapatkan wawasan lebih luas dan *sharing* antar peserta diklat. Jika ada permasalahan dan hal-hal yang tidak dipahami dan diselesaikan, Anda bisa konsultasikan dengan widyaiswara/instruktur yang mengampu atau penanggungjawab materi ini. Hasil rancangan dan penyusunan pertanyaan/permasalahan mendasar berkaitan dengan materi ajar himpunan ini dapat Anda tuangkan dalam lembar kerja 3, seperti pada Lampiran Kegiatan Belajar 1.

Aktivitas 3 : program pengayaan

Pelajari dengan seksama materi pokok Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar dalam modul ini, kemudian analisis dan diskusikanlah berbagai permasalahan yang berkaitan dengan program pengayaan serta penerapan atau pengembangannya di sekolah.

Untuk mendapatkan hasil rancangan yang lebih mendalam dan komprehensif, kegiatan pada aktivitas ini dilakukan melalui atau secara berkelompok. Hal ini dilakukan dengan tujuan atau sebagai *brainstorming*, mendapatkan wawasan lebih luas dan *sharing* antar peserta diklat. Jika ada permasalahan dan hal-hal yang tidak dipahami dan diselesaikan, Anda bisa konsultasikan dengan widyaiswara/instruktur yang mengampu atau penanggungjawab materi ini. Hasil rancangan dan penyusunan pertanyaan/permasalahan mendasar berkaitan dengan materi ajar himpunan ini dapat Anda tuangkan dalam lembar kerja 4, seperti pada Lampiran Kegiatan Belajar 1.

Aktivitas 5: Mengkomunikasikan dan presentasi hasil diskusi

Pada aktivitas ini, Anda sebagai peserta diklat akan melaporkan atau mempresentasikan hasil kerja/aktivitas, mulai dari aktivitas 1 sampai dengan aktivitas 4 berikut Lembar Kerja yang berkaitan.

Teknis pelaksanaannya diatur bersama dan dibawah bimbingan widyaiswara/instruktur Anda. Rancang dan alokasikan waktu agar semua kelompok bisa tampil dalam mempresentasikan hasil kerja kelompoknya, supaya semua permasalahan, ide, gagasan dan masukan dapat dipecahkan/diselesaikan secara tuntas.

Penampilan dan aktivitas Anda pada tahap ini dijadikan sebagai unsur penilaian dalam dimensi keterampilan, mulai dari aspek percaya diri, toleransi atau menghargai sesama, argumentasi, wawasan, sampai dengan menyimpulkan atau menutup diskusi.

E. Latihan / Kasus / Tugas

1. Apa yang dimaksudkan dengan pembelajaran tuntas. Apa kriteria keberhasilannya ? Berikan contoh konkritnya !
2. Sebutkan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi hasil belajar. Jelaskan dengan singkat !
3. Coba Anda ambil skor tes hasil belajar dalam mata pelajaran tertentu, kemudian Anda tentukan tingkat keberhasilannya berdasarkan kriteria tertentu. Selanjutnya, Anda buat penafsirannya !
4. Apa perbedaan antara keberhasilan proses dengan keberhasilan hasil belajar ? Apakah kaitan kedua keberhasilan itu ?
5. Sebutkan langkah-langkah evaluasi diri. Jelaskan setiap langkahnya dengan singkat !
6. Mengapa guru perlu mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan dan pendukung keberhasilan ?
7. Sebutkan langkah-langkah dalam melakukan identifikasi optimalisasi proses pembelajaran. Jelaskan dengan singkat !

8. Bandingkan antara pembelajaran remedial dengan pembelajaran reguler dilihat dari segi:
 - a. Subjek
 - b. Materi pembelajaran
 - c. Dasar pemilihan materi

(Petunjuk berikan jawaban dalam bentuk kesimpulan)

F. Rangkuman

Salah satu manfaat hasil evaluasi adalah untuk memberikan umpan balik (*feedback*) kepada semua pihak yang terlibat dalam pembelajaran, baik secara langsung maupun tidak langsung. Umpan balik dapat dijadikan sebagai alat bagi guru untuk membuat belajar peserta didik menjadi lebih baik dan meningkatkan kinerjanya. Umpan balik tersebut dapat dilakukan secara langsung, tertulis atau demonstrasi. Paling tidak ada tiga manfaat penting dari hasil evaluasi, yaitu untuk membantu pemahaman peserta didik menjadi lebih baik, untuk menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan peserta didik kepada orang tua, dan membantu guru dalam membuat perencanaan pembelajaran.

Pemanfaatan hasil evaluasi berkaitan erat dengan tujuan menyelenggarakan evaluasi itu sendiri. Hasil evaluasi formatif dapat dimanfaatkan untuk mengulangi pelajaran, memperbaiki strategi pembelajaran, atau melanjutkan pelajaran. Sedangkan hasil evaluasi sumatif dapat dimanfaatkan untuk kenaikan kelas atau kelulusan peserta didik. Manfaat hasil evaluasi dapat mengacu kepada fungsi evaluasi itu sendiri, yaitu fungsi instruksional, fungsi administratif, dan fungsi bimbingan.

Untuk melihat pemanfaatan hasil evaluasi ini secara komprehensif, kita dapat meninjaunya dari berbagai pihak yang berkepentingan. Bagi peserta didik, hasil

evaluasi dapat dimanfaatkan untuk membangkitkan minat dan motivasi belajar, membentuk sikap yang positif terhadap belajar dan pembelajaran, membantu pemahaman peserta didik menjadi lebih baik, membantu peserta didik dalam memilih teknik belajar yang baik dan benar, dan mengetahui kedudukan peserta didik dalam kelas. Bagi guru, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk promosi peserta didik, (seperti kenaikan kelas atau kelulusan), mendiagnosis peserta didik yang memiliki kelemahan atau kekurangan, baik secara perorangan maupun kelompok, menentukan pengelompokan dan penempatan peserta didik berdasarkan prestasi masing-masing, *feedback* dalam melakukan perbaikan terhadap sistem pembelajaran, menyusun laporan kepada orang tua guna menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan peserta didik, pertimbangan dalam membuat perencanaan pembelajaran, dan menentukan perlu tidaknya pembelajaran remedial.

Bagi orang tua, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk mengetahui kemajuan belajar peserta didik, membimbing kegiatan belajar peserta didik di rumah, menentukan tindak lanjut pendidikan yang sesuai dengan kemampuan anaknya, dan memprakirakan kemungkinan berhasil tidaknya anak tersebut dalam bidang pekerjaannya. Bagi administrator sekolah, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk menentukan penempatan peserta didik, menentukan kenaikan kelas, dan pengelompokan peserta didik di sekolah mengingat terbatasnya fasilitas pendidikan yang tersedia serta indikasi kemajuan peserta didik pada waktu mendatang.

Dalam melaksanakan pembelajaran, guru harus berpijak pada prinsip-prinsip tertentu yaitu perhatian dan motivasi, keaktifan, keterlibatan langsung atau berpengalaman, pengulangan, tantangan, balikan dan penguatan, dan perbedaan individual. Di samping guru harus memegang teguh prinsip-prinsip pembelajaran, guru juga harus mengikuti tahap-tahap pembelajaran yang sistematis, yaitu tahap orientasi, tahap implementasi, tahap evaluasi, dan tahap tindak lanjut (*follow-up*). Keberhasilan proses belajar adalah keberhasilan peserta didik selama mengikuti proses pembelajaran. Sedangkan hasil belajar merupakan berakhirnya penggal dan puncak proses belajar serta merupakan dampak tindakan guru, suatu pencapaian tujuan pembelajaran, juga merupakan

peningkatan kemampuan mental peserta didik. Hasil belajar tersebut dapat dibedakan menjadi (a) dampak pembelajaran (prestasi), dan (b) dampak pengiring (hasil). Dampak pembelajaran adalah hasil yang dapat diukur dalam setiap pelajaran (pada umumnya menyangkut domain kognitif), seperti tertuang dalam angka rapor dan angka dalam ijazah. Dampak pengiring adalah terapan pengetahuan dan kemampuan di bidang lain yang merupakan suatu transfer belajar (*transfer of learning*).

Hasil belajar dapat timbul dalam berbagai jenis perbuatan atau pembentukan tingkah laku peserta didik. Jenis tingkah laku itu diantaranya adalah kebiasaan, keterampilan, akumulasi persepsi, asosiasi dan hafalan, pemahaman dan konsep, sikap, nilai, moral dan agama. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi (langsung maupun tidak langsung) terhadap hasil belajar, antara lain peserta didik, sarana dan prasarana, lingkungan, dan hasil belajar.

Evaluasi diri adalah evaluasi yang dilakukan oleh dan terhadap diri sendiri. Untuk melakukan evaluasi diri, guru harus berpegang pada prinsip-prinsip tertentu, seperti kejujuran, kecermatan, dan kesungguhan. Dalam melakukan evaluasi diri, guru tentunya memerlukan berbagai informasi, seperti hasil penilaian proses, hasil belajar peserta didik, hasil observasi dan wawancara, hasil angket, dan sebagainya. Hasil-hasil ini kemudian dianalisis. Proses analisis dapat dimulai dari menilai hasil-hasil pengukuran, menetapkan tingkat keberhasilan, menentukan kriteria keberhasilan, menentukan berhasil tidaknya aspek-aspek yang dinilai, memberikan makna, memberikan penjelasan, dan membuat kesimpulan.

Salah satu jenis penilaian yang dapat dilakukan guru dalam pembelajaran adalah penilaian diagnostik, yaitu penilaian yang berfungsi mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan atau pendukung keberhasilan dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil penilaian diagnostik ini, guru melakukan perbaikan-perbaikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran. Mengoptimalkan proses dan hasil belajar berarti melakukan berbagai upaya perbaikan agar proses belajar dapat berjalan dengan efektif dan hasil belajar dapat diperoleh secara optimal.

Pembelajaran remedial adalah suatu proses atau kegiatan untuk memahami dan meneliti dengan cermat mengenai berbagai kesulitan peserta didik dalam belajar.

Tujuan pembelajaran remedial adalah membantu dan menyembuhkan peserta didik yang mengalami kesulitan belajar melalui perlakuan pengajaran.

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.

G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Untuk mengukur keberhasilan Anda dalam memahami dan menguasai materi ini, kerjakanlah soal-soal Latihan/Kasus/Tugas yang ada dalam modul ini, kemudian cocokkanlah jawaban Anda dengan kunci jawaban yang terdapat pada bagian akhir modul ini. Skor yang Anda peroleh dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Skor} = \frac{\text{jumlah jawaban benar}}{\text{jumlah semua soal}} \times 100\%$$

Arti skor (tingkat penguasaan) yang anda capai :

90 % - 100 %	: Baik sekali
80 % - 89 %	: Baik
70 % - 79 %	: Cukup
≤ 69 %	: Kurang

Jika skor (tingkat penguasaan) Anda 80% atau lebih, Anda dapat melanjutkan ke Kegiatan Belajar atau modul berikutnya. **Bagus !** Tetapi kalau kurang dari 80% Anda harus mengulangi Kegiatan Belajar tersebut dengan banyak berkonsultasi dengan instruktur/widyaiswara Anda, terutama pada bagian yang belum dikuasai.

Selanjutnya, setelah mempelajari modul ini, Anda dapat melakukan refleksi dengan mengisi dan menjawab pertanyaan berikut ini secara individu.

Mata diklat :

Nama peserta :

Sekolah asal :

1. Apa yang Anda pahami setelah mempelajari materi ini ?
2. Pengalaman penting apa yang Anda peroleh setelah mempelajari materi ini ?
3. Apa manfaat materi ini terhadap tugas Anda sebagai guru di sekolah ?
4. Apa rencana tindak lanjut yang akan Anda lakukan setelah mempelajari materi ini ?

H. Kunci Jawaban Latihan/Kasus/Tugas

1. Model belajar tuntas (*Mastery Learning*) adalah pencapaian taraf penguasaan minimal yang ditetapkan untuk setiap unit bahan pelajaran baik secara perseorangan maupun kelompok, dengan kata lain apa yang dipelajari siswa dapat dikuasai sepenuhnya.

Model belajar tuntas (*Mastery Learning*) ini dikembangkan oleh John B. Carroll (1971) dan Benjamin Bloom (1971). Di Indonesia model belajar tuntas (*Mastery Learning*) ini dipopulerkan oleh Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.

Suatu pembelajaran di kelas dikatakan melaksanakan pembelajaran tuntas jika terdapat indikator-indikator sebagai berikut:

1) Metode pembelajaran yang dipakai adalah pendekatan diagnostik preskriptif

Maksudnya adalah pendekatan individual dalam arti meskipun kegiatan belajar ditujukan kepada kelompok siswa (kelas), tetapi mengakui dan melayani perbedaan-perbedaan perorangan siswa sedemikian rupa, sehingga pembelajaran memungkinkan berkembangnya potensi masing-masing siswa secara optimal.

2) Peran guru harus intensif dalam mendorong keberhasilan siswa secara individual.

Hal-hal yang dapat dilakukan oleh guru, misalnya sebagai berikut:

- a. Menjabarkan/memecah KD ke dalam satuan-satuan yang lebih kecil.
 - b. Menata indikator berdasarkan cakupan serta urutan unit.
 - c. Menyajikan materi dalam bentuk yang bervariasi.
 - d. Memonitor seluruh pekerjaan siswa.
 - e. Menilai perkembangan siswa dalam pencapaian kompetensi.
 - f. Menyediakan sejumlah alternatif strategi pembelajaran bagi siswa yang menjumpai kesulitan.
- 3) Peran siswa lebih leluasa dalam menentukan jumlah waktu belajar yang diperlukan. Artinya siswa diberikan kebebasan dalam menetapkan kecepatan pencapaian kompetensi. Kemajuan siswa sangat tertumpu pada usaha serta ketekunan siswa secara individual.
- 4) Sistem penilaian menggunakan penilaian berkelanjutan yang mempunyai ciri-ciri sebagai berikut:
- a. Penilaian dengan sistem blok.
 - b. Tiap blok terdiri dari satu atau lebih kompetensi dasar (KD).
 - c. Hasil penilaian dianalisis dan ditindaklanjuti melalui program remedial, program pengayaan, dan program percepatan.
 - d. Penilaian mencakup aspek kognitif dan psikomotor.
 - e. Aspek afektif dinilai melalui pengamatan dan kuesioner.

Contoh konkritnya:

Pelajaran las busur manual di SMK sangat erat kaitannya dengan model pembelajaran tuntas (*mastery learning*) dan pembelajaran berbasis kompetensi (*Competency Based Training, CBT*). Pelajaran ini memungkinkan siswa SMK untuk dapat mencapai semua tingkatan kompetensi yang diberikan guru kepadanya sesuai dengan kemampuannya tanpa dibatasi oleh waktu.

2. Menurut Slameto (2010:54) faktor-faktor yang mempengaruhi belajar banyak jenisnya, tetapi dapat digolongkan menjadi dua golongan saja, yaitu faktor intern dan faktor ekstern. Faktor intern adalah faktor yang berasal dari dalam

diri individu yang sedang belajar. Ada tiga faktor yang menjadi faktor intern yaitu :

1) Faktor jasmaniah

Faktor-faktor yang tergolong dalam faktor jasmaniah yang dapat mempengaruhi belajar adalah faktor kesehatan dan cacat tubuh.

2) Faktor psikologis

Sekurang-kurangnya ada tujuh faktor yang tergolong ke dalam faktor psikologis yang mempengaruhi belajar, faktor-faktor ini adalah : intelegensi, perhatian, minat, bakat, motif, kematangan dan kesiapan.

3) Faktor kelelahan

Faktor kelelahan ditinjau dari dua aspek yaitu kelelahan jasmani dan kelelahan rohani. Kelelahan jasmani terlihat dengan lemah lunglainya tubuh dan dilihat dengan adanya kelesuan dan kebosanan, sehingga minat dan dorongan untuk menghasilkan sesuatu hilang.

Faktor ekstern adalah faktor yang ada di luar individu. Faktor intern yang berpengaruh terhadap belajar menurut Slameto (2010:60) dikelompokkan menjadi 3 faktor, yaitu faktor keluarga, faktor sekolah, dan faktor masyarakat.

1) Faktor keluarga

Siswa yang belajar akan menerima pengaruh dari keluarga berupa: cara orangtua mendidik, relasi antara anggota keluarga, suasana rumah tangga dan keadaan ekonomi keluarga.

2) Faktor sekolah

Faktor sekolah yang mempengaruhi belajar mencakup metode mengajar, kurikulum, relasi guru dengan guru, relasi siswa dengan siswa, disiplin sekolah, pengajaran dan waktu sekolah, standar pelajaran, keadaan gedung, metode belajar, dan tugas rumah.

3) Faktor masyarakat

Faktor masyarakat yang mempengaruhi belajar yaitu berupa kegiatan siswa dalam masyarakat, mass media, teman bergaul dan bentuk kehidupan masyarakat.

3. Coba Anda ambil skor tes hasil belajar dalam mata pelajaran tertentu, kemudian Anda tentukan tingkat keberhasilannya berdasarkan kriteria tertentu. Selanjutnya, Anda buat penafsirannya !

Jawaban atas pertanyaan ini dapat Anda praktikkan di sekolah tempat Anda mengajar.

4. Keberhasilan proses belajar adalah keberhasilan peserta didik selama mengikuti proses pembelajaran. Sedangkan hasil belajar merupakan berakhirnya penggal dan puncak proses belajar serta merupakan dampak tindakan guru, suatu pencapaian tujuan pembelajaran, juga merupakan peningkatan kemampuan mental peserta didik. Hasil belajar tersebut dapat dibedakan menjadi (a) dampak pembelajaran (prestasi), dan (b) dampak pengiring (hasil). Dampak pembelajaran adalah hasil yang dapat diukur dalam setiap pelajaran (pada umumnya menyangkut domain kognitif), seperti tertuang dalam angka rapor dan angka dalam ijazah.

Dampak pengiring adalah terapan pengetahuan dan kemampuan di bidang lain yang merupakan suatu transfer belajar (*transfer of learning*).

5. Dalam melakukan evaluasi diri, guru tentunya memerlukan berbagai informasi, seperti hasil penilaian proses, hasil belajar peserta didik, hasil observasi dan wawancara, hasil angket, dan sebagainya. Hasil-hasil ini kemudian dianalisis. Proses analisis dapat dimulai dari menilai hasil-hasil pengukuran, menetapkan tingkat keberhasilan, menentukan kriteria keberhasilan, sampai dengan menentukan berhasil tidaknya aspek-aspek yang dinilai. Selanjutnya, Anda memberikan makna terhadap hasil analisis yang dilakukan, baik makna dari kegagalan proses belajar maupun hasil belajar peserta didik. Anda juga perlu memberikan penjelasan mengapa kegagalan itu bisa terjadi, mengapa peserta didik memberikan respon yang negatif atas pelaksanaan pembelajaran yang dilakukan, mengapa proses belajar tidak sesuai dengan harapan, mengapa hasil belajar peserta didik menurun dibandingkan dengan hasil belajar sebelumnya, dan sebagainya. Akhirnya, Anda harus membuat kesimpulan secara umum berdasarkan sistem pembelajaran, sesuai dengan tahap-tahap pembelajaran

- atau dalam bentuk faktor-faktor penyebab kegagalan dan pendukung keberhasilan dalam pembelajaran.
6. Guru perlu mengidentifikasi faktor penyebab kegagalan dan pendukung keberhasilan dalam pembelajaran yang telah dilakukannya untuk meningkatkan kualitas pembelajaran.
 7. Untuk mengoptimalkan proses dan hasil belajar hendaknya kita berpijak pada hasil identifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan dan faktor-faktor pendukung keberhasilan. Berdasarkan hasil identifikasi ini kemudian kita mencari alternatif pemecahannya, kemudian dari berbagai alternatif itu kita pilih mana yang mungkin dilaksanakan dilihat dari berbagai faktor, seperti kesiapan guru, kesiapan peserta didik, sarana dan prasarana, dan sebagainya. Mengoptimalkan proses dan hasil belajar berarti melakukan berbagai upaya perbaikan agar proses belajar dapat berjalan dengan efektif dan hasil belajar dapat diperoleh secara optimal. Proses belajar dapat dikatakan efektif apabila peserta didik aktif (intelektual, emosional, sosial) mengikuti kegiatan belajar, berani mengemukakan pendapat, bersemangat, kritis, dan kooperatif. Begitu juga dengan hasil belajar yang optimal dapat dilihat dari ketuntasan belajarnya, terampil dalam mengerjakan tugas, dan memiliki apresiasi yang baik terhadap pelajaran. Hasil belajar yang optimal merupakan perolehan dari proses belajar yang optimal pula.
 8. Sebenarnya, pembelajaran remedial merupakan kelanjutan dari pembelajaran biasa atau reguler di kelas. Hanya saja, peserta didik yang masuk dalam kelompok ini adalah peserta didik yang memerlukan pelajaran tambahan. Peserta didik yang dimaksud adalah peserta didik yang belum tuntas belajar. Pembelajaran remedial adalah suatu proses atau kegiatan untuk memahami dan meneliti dengan cermat mengenai berbagai kesulitan peserta didik dalam belajar. Kesulitan belajar peserta didik sangat beragam, ada yang mudah ditemukan sebab-sebabnya tetapi sukar disembuhkan, tetapi ada juga yang sukar bahkan tidak dapat ditemukan sehingga tidak mungkin dapat disembuhkan hanya oleh guru di sekolah. Untuk itu, perhatikan tabel berikut ini:

Perbedaan Pembelajaran Remedial dengan Pembelajaran Reguler

No	Aspek-aspek Pembelajaran	Pembelajaran Reguler	Pembelajaran Remedial
1	Subjek	Seluruh peserta didik	Peserta didik yang belum tuntas
2	Materi pembelajaran	Topik bahasan	Konsep terpilih
3	Dasar pemilihan materi	Rencana pembelajaran	Analisis kebutuhan (rencana pembelajaran remedi)

Sumber : Endang Poerwanti (2008 : 8-23)

I. Evaluasi

Pilihlah salah satu jawaban berikut ini dengan cara memberikan tanda silang (X) pada salah satu huruf a, b, c, atau d yang dianggap paling tepat.

1. Hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk berbagai kepentingan. Berikut ini yang termasuk manfaat penting dari hasil evaluasi, kecuali :
 - a. Membantu pemahaman peserta didik menjadi lebih baik
 - b. Membantu peserta didik agar bisa naik kelas
 - c. Menjelaskan pertumbuhan dan perkembangan peserta didik kepada orang tua
 - d. Membantu guru dalam membuat perencanaan pembelajaran
2. Pemanfaatan hasil evaluasi berkaitan erat dengan:
 - a. Tujuan evaluasi
 - b. Pendekatan evaluasi
 - c. Jenis evaluasi
 - d. Karakteristik evaluasi
3. Bagi guru, hasil evaluasi dapat dimanfaatkan untuk, kecuali:
 - a. Diagnosis
 - b. Pengelompokan
 - c. Menentukan perlu tidaknya pembelajaran kontekstual
 - d. Menentukan perlu tidaknya pembelajaran remedial

4. Diantara tahapan berikut, yang tidak termasuk model belajar tuntas adalah ...
 - a. orientasi (*orientation*)
 - b. penyajian (*presentation*)
 - c. latihan mandiri (*independent practice*)
 - d. penguatan (*reinforcement*)
5. Salah satu karakteristik penerapan model belajar tuntas yang dikategorikan sebagai kelemahan adalah ...
 - a. sejalan dengan pandangan psikologi belajar modern.
 - b. berorientasi kepada peningkatan produktifitas hasil belajar.
 - c. membutuhkan berbagai fasilitas, perlengkapan, alat, dana, dan waktu yang cukup besar.
 - d. Penilaian yang dilakukan terhadap kemajuan belajar siswa mengandung unsur objektivitas yang tinggi.
6. Berikut ungkapan yang sesuai dengan pelaksanaan *Remedial Teaching* adalah.....
 - a. Dilakukan sesuai dengan jadwal yang ditetapkan sekolah
 - b. Dilakukan setelah pelaksanaan ujian semester
 - c. Nilainya tidak lebih dari nilai KKM
 - d. Soal yang diujikan merupakan soal yang telah diujikan sebelumnya
7. Esensi dari pembelajaran remedial adalah ...
 - a. Memberi perlakuan khusus kepada peserta didik yang mengalami hambatan dalam belajar
 - b. Melaksanakan tes ulang bagi peserta didik yang belum tuntas dengan segera
 - c. Memperbaiki nilai peserta didik yang belum tuntas dengan memberikan tugas
 - d. Memberikan penugasan terstruktur dan kegiatan mandiri tidak terstruktur sebelum tes ulang

8. Fungsi akselerasi dalam kegiatan remedial adalah ...
- guru dapat mengatasi kesulitan siswa yang berkaitan dengan aspek sosial-pribadi
 - guru dapat mempercepat penguasaan siswa terhadap materi pembelajaran
 - kegiatan remedial disesuaikan dengan kesulitan dan karakteristik siswa
 - memperbaiki cara mengajar dan cara belajar
9. Dalam suatu diskusi, ada satu kelompok yang mengalami kesulitan pada prinsip kerja motor listrik. Lalu guru menjelaskan kembali prinsip kerja motor listrik. Kegiatan yang dilaksanakan guru tersebut merupakan bentuk kegiatan remedial ...
- tutorial
 - sumber yang relevan
 - kegiatan kelompok
 - mengajarkan kembali
10. Salah satu bentuk pelaksanaan pembelajaran pengayaan adalah pembelajaran tema, maksudnya adalah ...
- Pembelajaran hanya dilakukan untuk kompetensi yang belum dikuasai siswa
 - Peserta didik belajar tentang suatu tema yang diminati secara mandiri
 - Memadukan kurikulum dalam tema besar dengan menghubungkan berbagai disiplin ilmu
 - Pelaksanaan pembelajaran dibatasi pada tema-tema tertentu yang esensial
11. Adi dalam kegiatan pengayaan membantu menjelaskan kepada siswa lain dalam memahami proses terjadinya efek fotolistrik. Jenis kegiatan pengayaan yang dilakukan melalui Adi terhadap teman-temannya adalah mengembangkan ...

- a. media pembelajaran
 - b. latihan
 - c. sumber pembelajaran
 - d. tutor sebaya
12. Dalam melaksanakan kegiatan pengayaan, menurut Arikunto faktor yang harus diperhatikan guru pada siswa adalah
- a. kegiatan di luar kelas lebih disukai oleh siswa
 - b. kegiatan yang disukai siswa hanya di belakang meja
 - c. kegiatan yang sifatnya penjelasan
 - d. kegiatan yang menuntut waktu lama
13. Pak Ali memberi tugas kepada siswa kelas X untuk meringkas cerita tentang terjadinya Revolusi Perancis. Setelah ringkasan dikumpulkan, Pak Ali memeriksa ringkasan Budi, hasilnya sangat bagus, dan memuji ringkasan Budi. Ketika memeriksa ringkasan Adi, Pak Ali merasa ringkasan Adi kurang baik dan tidak lengkap. Lalu Pak Ali meminta Adi untuk memperbaiki ringkasannya. Kegiatan Pak Ali dalam memberi tugas kepada Adi merupakan kegiatan pengelolaan kelas didasarkan pada pendekatan ...
- a. iklim sosio-ekonomi
 - b. iklim sosio-emosional
 - c. proses kelompok
 - d. modifikasi tingkah laku
14. Suatu tahap dimana guru harus memikirkan tentang perbaikan dan penyempurnaan proses pembelajaran, disebut tahap :
- a. Implementasi
 - b. Orientasi
 - c. Evaluasi
 - d. Tindak lanjut

15. Guru dapat segera mengetahui kelemahan-kelemahan yang dilakukan dalam melaksanakan pembelajaran. Hal ini merupakan tujuan :

- a. Evaluasi formatif
- b. Evaluasi sumatif
- c. Evaluasi diri
- d. Evaluasi pembelajaran



PENUTUP

Setelah menyelesaikan modul ini, peserta diklat berhak untuk mengikuti tes untuk menguji kompetensi yang telah dipelajari. Apabila peserta diklat dinyatakan memenuhi syarat kelulusan dari hasil evaluasi dalam modul ini, maka peserta berhak untuk melanjutkan ke topik/modul berikutnya.

Mintalah pada widyaiswara untuk uji kompetensi dengan sistem penilaian yang dilakukan langsung oleh pihak institusi atau asosiasi yang berkompeten apabila peserta telah menyelesaikan seluruh evaluasi dari setiap modul, maka hasil yang berupa nilai dari widyaiswara atau berupa portofolio dapat dijadikan bahan verifikasi oleh pihak institusi atau asosiasi profesi. Selanjutnya hasil tersebut dapat dijadikan sebagai penentu standar pemenuhan kompetensi dan bila memenuhi syarat peserta berhak mendapatkan sertifikat kompetensi yang dikeluarkan oleh institusi atau asosiasi profesi.

Kunci Jawaban Evaluasi

1. B
2. A
3. C
4. D
5. C
6. C
7. A
8. B
9. D
10. B
11. D
12. A
13. D
14. D
15. C

Glosarium

evaluasi diri	: suatu proses atau kegiatan evaluasi yang dilakukan oleh guru itu diri sendiri
keberhasilan proses belajar	: keberhasilan peserta didik selama mengikuti proses pembelajaran
kriteria ketuntasan minimal (KKM)	: batas ketuntasan setiap mata pelajaran yang ditetapkan oleh sekolah melalui analisis indikator dengan memperhatikan karakteristik peserta didik, karakteristik setiap indikator, dan kondisi satuan pendidikan
model belajar runtus	: pencapaian taraf penguasaan minimal yang ditetapkan untuk setiap unit bahan pelajaran baik secara perseorangan maupun kelompok, dengan kata lain apa yang dipelajari siswa dapat dikuasai sepenuhnya
pembelajaran konvensional	: pembelajaran dalam konteks klasikal yang sudah terbiasa dilakukan, sifatnya berpusat pada guru, sehingga pelaksanaannya kurang memperhatikan keseluruhan situasi belajar (non belajar tuntas)
pembelajaran tuntas	: pola pembelajaran yang menggunakan prinsip ketuntasan secara individual
penilaian diagnostik	: penilaian yang berfungsi mengidentifikasi faktor-faktor penyebab kegagalan atau pendukung keberhasilan dalam pembelajaran
program pengayaan	: pengalaman atau kegiatan peserta didik yang melampaui persyaratan minimal yang ditentukan oleh kurikulum dan tidak semua peserta didik dapat melakukannya
program remedial	: pemberian bantuan bagi peserta didik yang mengalami kesulitan atau kelambatan belajar
refleksi	: perenungan kembali atas apa yang dilakukan sebagai cermin perbaikan kegiatan selanjutnya
umpan balik (<i>feed back</i>)	: suatu alat yang digunakan guru untuk memperbaiki kekurangan atau kelemahan komponen sistem pembelajaran



LAMPIRAN

Lembar Kerja 1.1: Analisis dan *review* indikator pencapaian kompetensi

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

No	Materi Pokok / Sub materi Pokok	Kesesuaian dgn IPK		Keterangan
		Sesuai	Kurang/Tidak Sesuai	

Catatan:

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

Lembar Kerja 1.2: Analisis dan review kecukupan materi ajar

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

No	Materi Pokok / Sub materi Pokok	Kesesuaian dan kecukupan		Keterangan
		Ya	Tidak	

Catatan:

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

Lembar Kerja 2: Evaluasi dan ketuntasan belajar

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

1. Berikan penjelasan singkat dengan cara menyampaikannya pada teman Anda tentang pengertian : SKL, SK, KD, Pengukuran, Penilaian, Pengujian, dan Evaluasi?:
2. Sebutkan perbedaan : Uangan harian, Ulangan Tengah Semester, Ulangan Akhir semester, dan Ulangan Kenaikan Kelas.

(Petunjuk: lakukan dengan cara penelaahan dan diskusi)

Dari pengerjaan lembar kerja yang Anda selesaikan, Apa pengertian yang Anda pahami tentang kriteria ketuntasan belajar?

Catatan:

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

Lembar Kerja 3: Program remedial

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lembar Kerja 4: Program pengayaan

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Lembar Kerja 5: Presentasi dan komunikasi hasil kerja/diskusi

Materi pokok : Pemanfaatan Penilaian Proses dan Hasil Belajar

Kelompok :

Anggota kelompok :

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL	vii
PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan.....	2
C. Peta Kompetensi.....	4
D. Ruang Lingkup	4
E. Saran Cara Penggunaan Modul	6
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1	8
PERALATAN PENGELASAN PADA PROSES LAS GTAW	8
A. Tujuan.....	8
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	8
C. Uraian Materi.....	8
D. Aktivitas Pembelajaran.....	17
E. Rangkuman	19
F. Tes Formatif.....	19
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2	36
ELEKTRODA TUNGSTEN, BAHAN PENGISI (FILLER ROD) DAN GAS PELINDUNG PADA PROSES LAS GTAW.....	36
A. Tujuan.....	36
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	36
C. Uraian Materi.....	36
D. Aktivitas Pembelajaran.....	50
E. Rangkuman	54
F. Tes Formatif.....	54

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3.....	72
PERSIAPAN PENGELASAN GTAW	72
A. Tujuan.....	72
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	72
C. Uraian Materi.....	72
D. Aktivitas Pembelajaran.....	97
E. Rangkuman	99
F. Tes Formatif.....	100
KEGIATAN PEMBELAJARAN 4.....	106
PRAKTEK PENGELASAN RIGI-RIGI LAS GTAW	106
A. Tujuan.....	106
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	106
C. Uraian Materi.....	106
D. Aktivitas Pembelajaran.....	110
E. Rangkuman	112
F. Tes Formatif.....	112
KEGIATAN PEMBELAJARAN 5.....	129
PRAKTEK PENGELASAN SAMBUNGAN TUMPUL (BUTT JOINT) 1G DAN 2G GTAW PADA PELAT BAJA LUNAK DAN ATAU STAINLESS STEEL	129
A. Tujuan.....	129
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	129
C. Uraian Materi.....	129
D. Aktivitas Pembelajaran.....	134
E. Rangkuman	135
F. Tes Formatif.....	137
KEGIATAN PEMBELAJARAN 6.....	154
PRAKTEK PENGELASAN SAMBUNGAN SUDUT (FILLET JOINT) 1F DAN 2F GTAW PADA PELAT BAJA LUNAK DAN ATAU STAINLESS STEEL	154
A. Tujuan.....	154
B. Indikator Pencapaian Kompetensi	154
C. Uraian Materi.....	154
D. Aktivitas Pembelajaran.....	158

E. Rangkuman	160
KEGIATAN PEMBELAJARAN 7.....	178
PEMERIKSAAN HASIL LAS GTAW	178
D. Aktivitas Pembelajaran.....	183
E. Rangkuman	184
F. Tes Formatif.....	186
G. Kunci Jawaban Test Formatif.....	195
PENUTUP	209
DAFTAR PUSTAKA	210
GLOSARIUM	212



Gambar 1. Peta Kompetensi.....	4
Gambar 2. Skema rangkaian mesin las GTAW	9
Gambar 3. Rangkaian Mesin Las GTAW/TIG	10
Gambar 4. Torch berpendingin air	11
Gambar 5. Torch berpendingin udara	11
Gambar 6. Nosel torch	12
Gambar 7. Bagian-bagian torch las GTAW.....	13
Gambar 8. Pemasangan kolet dan nosel.....	14
Gambar 9. Pemasangan elektroda dan tutup	14
Gambar 10. Prinsip Kerja Regulator Gas GTAW	15
Gambar 11. Regulator Gas dengan Flowmeter Gelas Pengukur.....	16
Gambar 12. Macam-macam Tungsten	37
Gambar 13. Tungsten 2% Thoriated.....	38
Gambar 14. Tungsten 0.8% Zirconiated	38
Gambar 15. Tungsten 1% dan 1,5% Lanthanated.....	39
Gambar 16. Tungsten 2% Ceriated	39
Gambar 17. Penggerindaan elektroda	40
Gambar 18. Tungsten grinder.....	41
Gambar 19. Sudut ujung elektroda	41
Gambar 20. Ujung Elektroda berdasarkan Polaritas.....	41
Gambar 21. Bahan pengisi untuk baja karbon.....	43
Gambar 22. Bahan pengisi untuk logam Stainless Steel	44
Gambar 23. Bahan pengisi untuk logam aluminium	45
Gambar 24. Bentuk busur berdasarkan gas pelindung.....	47
Gambar 25. Grafik hubungan aliran gas dengan tebal logam induk dan ukuran.....	50
Gambar 26. Posisi pengelasan pada butt joint welds	73
Gambar 27. Posisi pengelasan pada fillet joint welds.....	73
Gambar 28. Parameter sambungan.....	74
Gambar 29. Simbol pengelasan.....	83
Gambar 30. Simbol las butt joint	83
Gambar 31. Simbol las fillet joint.....	84
Gambar 32. Simbol las T joint.....	84
Gambar 33. Simbol field weld	84

Gambar 34. Simbol las kontur.....	84
Gambar 35. Simbol finishing las	85
Gambar 36. Distorsi memanjang	92
Gambar 37. Distorsi melintang.....	92
Gambar 38. Distorsi menyudut	93
Gambar 39. Las catat.....	93
Gambar 40. Alat bantu las	94
Gambar 41. Pengaturan letak bahan	94
Gambar 42. Pengaturan jalur las	95
Gambar 43. Penggunaan logam pendingin	96
Gambar 44. Perbaikan distorsi dengan pemanasan	96
Gambar 45. Penyalaan busur	107
Gambar 46. Permulaan pengelasan	107
Gambar 47. Pelelehan	108
Gambar 48. Mematikan busur.....	108
Gambar 49. Pengisian kawah las	109
Gambar 50. Gambar 50. Mematikan busur	110
Gambar 51. Pemeriksaan las.....	110
Gambar 52. Sambungan Tumpul 1G dan 2G	129
Gambar 53. Persiapan permukaan logam pada pengelasan tumpul posisi datar... 130	130
Gambar 54. Persiapan awal pengelasan tumpul kampuh V posisi datar dengan penahan belakang.....	130
Gambar 55. Pemberian las ikat.....	131
Gambar 56. Penyalaan busur	132
Gambar 57. Permulaan pengelasan	132
Gambar 58. Pengisian kawah las	133
Gambar 59. Mematikan busur	134
Gambar 60. Sambungan sudut 1F dan 2F.....	154
Gambar 61. Pemberian las ikat.....	155
Gambar 62. Penyalaan busur	156
Gambar 63. Permulaan pengelasan	157
Gambar 64. Pengisian kawah las	157
Gambar 65. Mematikan busur.....	158
Gambar 66. Cacat excessive	181
Gambar 67. Cacat underfill	182
Gambar 68. Cacat undercut.....	182
Gambar 69. Cacat porosity	182
Gambar 70. Cacat incomplete fusion	183
Gambar 71. Cacat cracking	183



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Bahan elektroda berdasarkan DIN 32528	36
Tabel 2. Penggunaan elektroda tungsten untuk mengelas baja karbon	40
Tabel 3. Penggunaan Elektroda pada Pengelasan DC	42
Tabel 4. Penggunaan Elektroda Tungsten untuk Pengelasan AC	42
Tabel 5. Gas pelindung untuk berbagai logam las	48
Tabel 6. Macam-macam Sambungan Las	74
Tabel 7. Simbol las kampuh	82
Tabel 8. Simbol las tambahan	82
Tabel 9. Penerapan Simbol las	85



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 Guru dan 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 (Pedoman penyusunan modul diklat PKB, 2015, hlm. 15). 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 *GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)*. Oleh karena itu, modul ini berisi paparan tentang proses pengelasan dengan menggunakan Proses Las *GTAW*, yaitu proses las busur listrik untuk menggabungkan dua buah pipa melalui proses pemanasan busur listrik yang terbentuk antara elektroda tungsten *non consumable* dengan benda kerja dan menggunakan gas sebagai pelindungnya. 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 *GTAW* 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 *GTAW*. 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 *GTAW* 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:

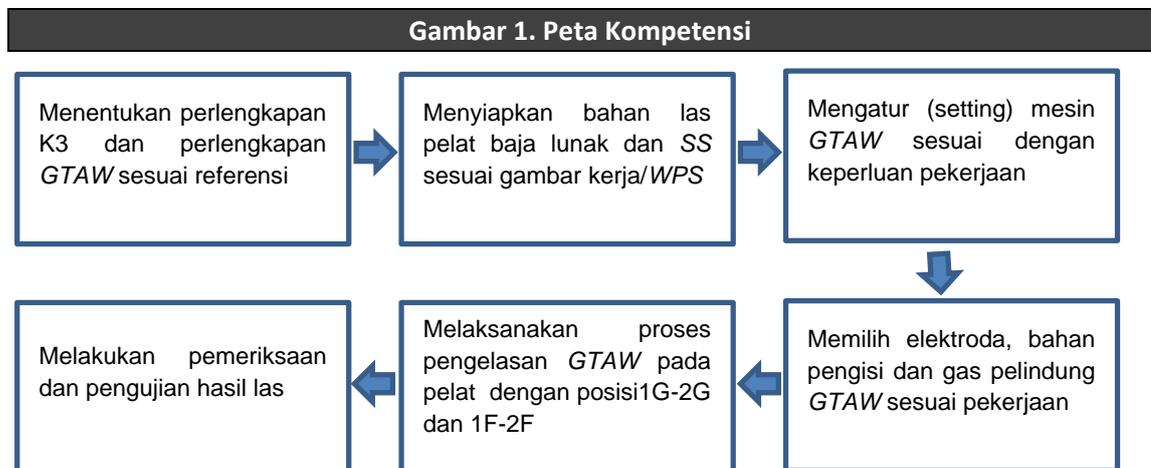
1. Mengidentifikasi dan Menerapkan Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) bidang Pengelasan di Tempat Kerja.
2. Mengidentifikasi Peralatan Pengelasan pada Proses Las *GTAW*
3. Mengidentifikasi Elektroda Tungsten, Bahan pengisi (*Filler rod*) dan Gas Pelindung pada Proses Las *GTAW*
4. Menentukan Persiapan Pengelasan *GTAW*
5. Melaksanakan Proses Praktek Pengelasan Rigi-Rigi Las *GTAW*
6. Melaksanakan Proses Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G dan 2G *GTAW* pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*
7. Melaksanakan Proses Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2F *GTAW* pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*

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 9 (Sembilan) secara *one shoot training* dengan moda langsung (tatap muka). Gambar 1.1 memperlihatkan Diagram Alur Pencapaian Kompetensi Grade 9. Pada pembelajaran kompetensi 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 unuk menyelesaikan materi pembelajaran ini adalah 45 JP.

Pada pembelajaran kompetensi profesional, anda akan mempelajari prosedur pengelasan pelat dengan menggunakan proses las GTAW 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.



D. Ruang Lingkup

Modul ini disiapkan untuk 8 (delapan) kegiatan belajar yang terdiri atas 1 (satu) kegiatan belajar untuk bidang pedagogik, dan 8 (delapan) 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 *GTAW*; peralatan las *GTAW*; elektroda tungsten, gas pelindung, bahan pengisi; persiapan pengelasan; proses pengelasan rigi-rigi tanpa dan dengan bahan pengisi; 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 *GTAW*. 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 *GTAW*.
3. Kegiatan Belajar 3 (*TIGa*) memuat sajian materi tentang Peralatan Pengelasan pada Proses Las *GTAW*. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar 3 ini, dibagi menjadi 3 (tiga) bahan bacaan, yaitu: (1) rangkaian mesin las *GTAW*, (2) *torch*, (3) Regulator gas.
4. Kegiatan Belajar 4 (empat) memuat sajian materi tentang Elektroda Tungsten, Bahan pengisi (*Filler rod*) dan Gas Pelindung pada Proses Las *GTAW*. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar 4 ini, dibagi menjadi 3 (tiga) bahan bacaan, yaitu: (1) elektroda tungsten, (2) bahan pengisi (*filler rod*), (3) gas pelindung.
5. Kegiatan Belajar 5 (lima) memuat sajian materi tentang Persiapan Pengelasan *GTAW*. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar 5 ini, dibagi menjadi 2 (dua) bahan bacaan, yaitu: (1) posisi pengelasan, sambungan dan simbol las, (2) tindakan pencegahan dan perbaikan distorsi
6. Kegiatan Belajar 6 (enam) memuat sajian materi tentang Proses Praktek Pengelasan Rigi-Rigi Las *GTAW*. Materi pokok dalam kegiatan ini dibagi

- menjadi 2 (dua) latihan praktik, yaitu: (1) Pengelasan rigi-rigi las tanpa bahan pengisi, (2) Pengelasan rigi-rigi las dengan bahan pengisi.
7. Kegiatan Belajar 7 (tujuh) memuat sajian materi tentang Proses Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G dan 2G GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*. Materi pokok dalam kegiatan ini dibagi menjadi 2 (dua) latihan praktik, yaitu: (1) proses pengelasan sambungan tumpul (*butt joint*) 1g pada pelat baja lunak, (2) proses pengelasan sambungan tumpul (*butt joint*) 2g pada pelat *Stainless Steel*.
 8. Kegiatan Belajar 8 (delapan) memuat sajian materi tentang Proses Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F dan 2F GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*. Materi pokok dalam kegiatan ini dibagi menjadi 2 (dua) latihan praktik, yaitu: (1) proses pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F GTAW pada pelat baja lunak, (2) proses pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 2F GTAW pada pelat *Stainless Steel*.
 9. Kegiatan Belajar 9 (sembilan) memuat sajian materi tentang Pemeriksaan Hasil Las GTAW. Materi pokok yang disajikan dalam kegiatan belajar ini, dibagi menjadi 2 (dua) bahan bacaan, yaitu: (1) Inspeksi pengelasan, (2) pengujian hasil pengelasan

E. Saran Cara Penggunaan Modul

1. Materi pembelajaran utama pengelasan dengan menggunakan proses las GTAW ini berada pada tingkatan grade 9 (sembilan), 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 profesional berisi bahan pembelajaran tentang prinsip dan prosedur pengelasan GTAW. 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/Tugas Praktek, Rangkuman dan Tes Formatif.
2. Materi pembelajaran ini terkait dengan dengan materi pembelajaran pada grade sebelumnya.

3. Waktu yang digunakan untuk mempelajari materi pembelajaran ini diperkirakan 150 JP, dengan rincian untuk materi pedagogi 45 JP dan untuk materi profesional 105 JP, melalui diklat PKB moda tatap muka.
4. Untuk memulai kegiatan pembelajaran, Anda harus mulai dengan membaca Pengantar Aktivitas Belajar, menyiapkan dokumen-dokumen yang diperlukan/diminta, mengikuti tahap demi tahap 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 format penilaian yang sudah dipersiapkan.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 1

PERALATAN PENGELASAN PADA PROSES LAS GTAW

A. Tujuan

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

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.24.2 Menentukan peralatan pengelasan termasuk seluruh kabel dihubungkan dengan aman dan benar berdasarkan prosedur operasi standar.

1. Peralatan pengelasan *GTAW* dapat ditentukan dengan benar.
2. Peralatan pengelasan *GTAW* dapat dipasang dengan benar.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1 : Rangkaian Mesin Las GTAW

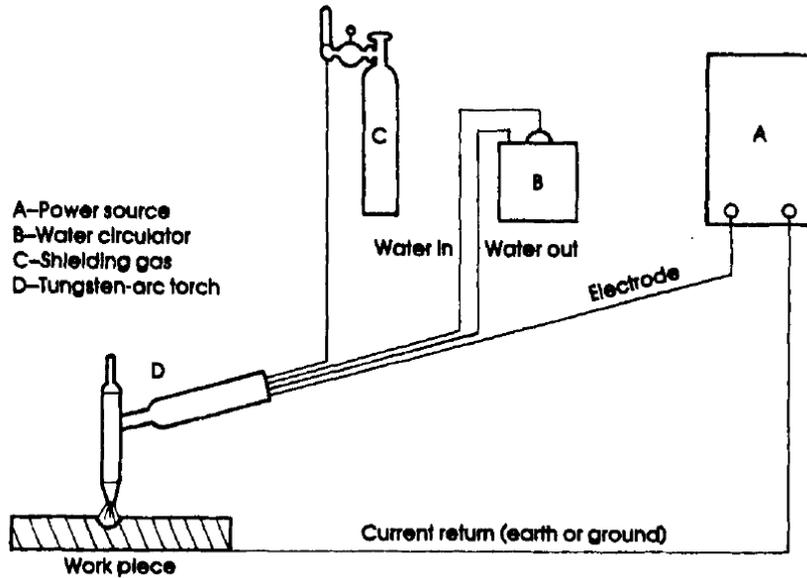
GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW) merupakan istilah yang dikenal luas di Europe, dikenal juga dengan istilah *Tungsten Inert Gas (TIG)* di Amerika, dan istilah *Wolfram Inert Gas (WIG)* di Jerman adalah proses pengelasan melalui pemanfaatan busur listrik antara elektroda tungsten tidak terumpan dengan bahan yang dilas. Daerah *HAZ*, logam cair dan elektroda tungsten terlindung dari kontaminasi atmosfer oleh selimut *inert gas*. Gas *inert* (biasanya argon) bersifat kurang atau bahkan tidak aktif terhadap reaksi kimia. Proses Las *GTAW* dapat menghasilkan suhu sampai 35000°F (19426°C).

Mesin las *GTAW* mempunyai dua sistem pendinginan yaitu pendinginan udara dan pendinginan air. Secara skematik mesin las *GTAW* mempunyai empat bagian utama (gambar 5.1). yaitu:

- a. sumber tenaga (*power source*),
- b. sistem pendinginan untuk yang berpendingin air (*water cooled*),

- c. gas pelindung (*shielding gas*), dan
- d. *torch*

Gambar 2. Skema rangkaian mesin las GTAW

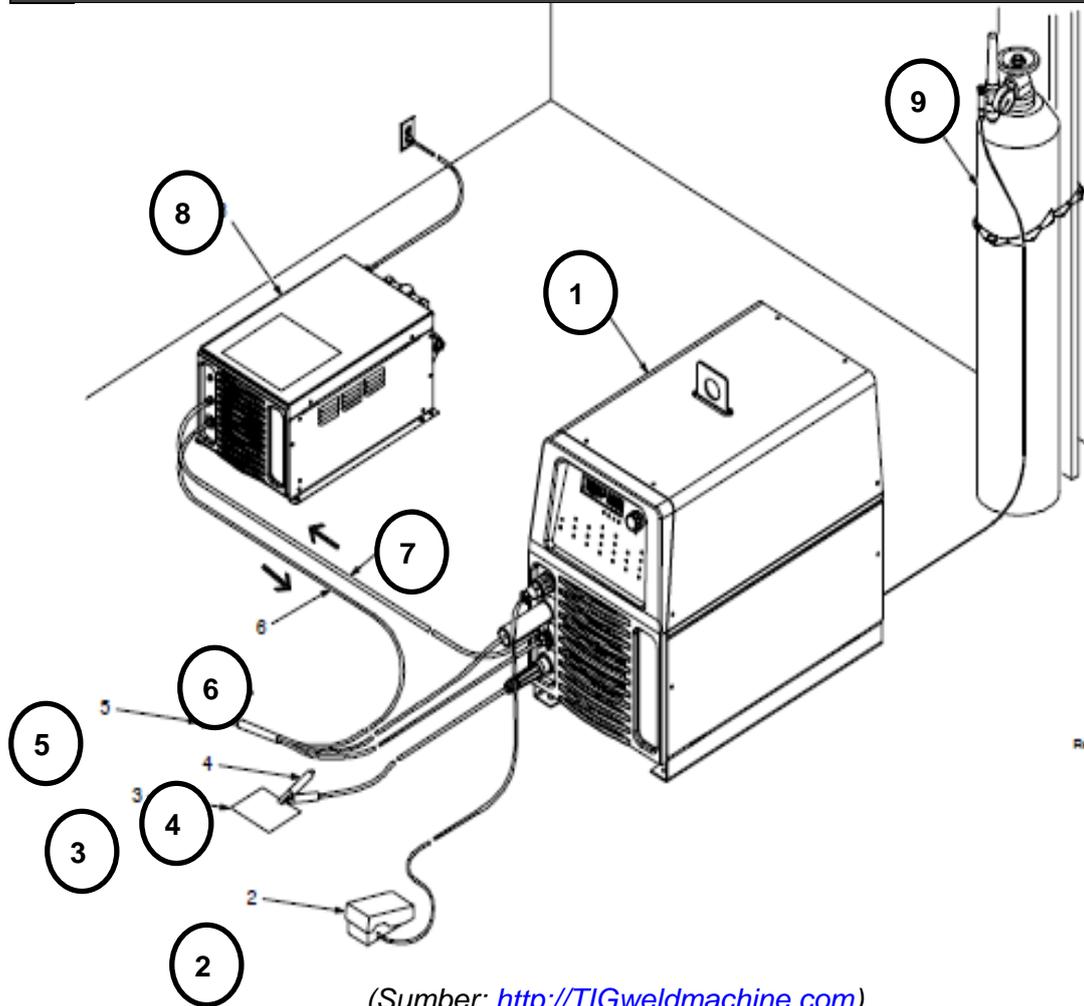


(Sumber: Muncaster, 1991:15)

Secara utuh rangkaian mesin las *GTAW* (gambar 4.2) memiliki komponen-komponen:

1. mesin las/sumber tenaga;
2. pedal las;
3. logam induk;
4. klem masa;
5. *torch*;
6. selang masuk air;
7. selang keluar air;
8. sistem sirkulasi air;
9. gas pelindung.

Gambar 3. Rangkaian Mesin Las GTAW/TIG

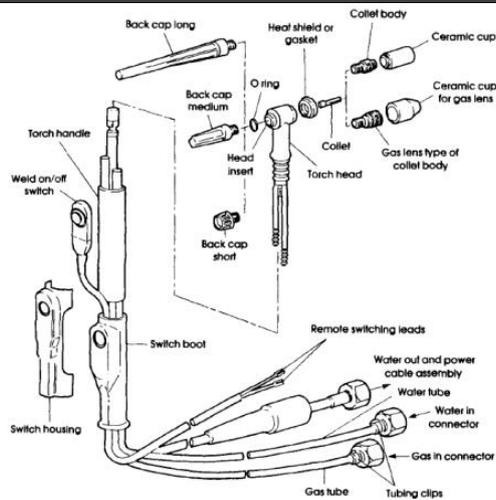


(Sumber: <http://TIGweldmachine.com>)

Bahan Bacaan 2 : Torch

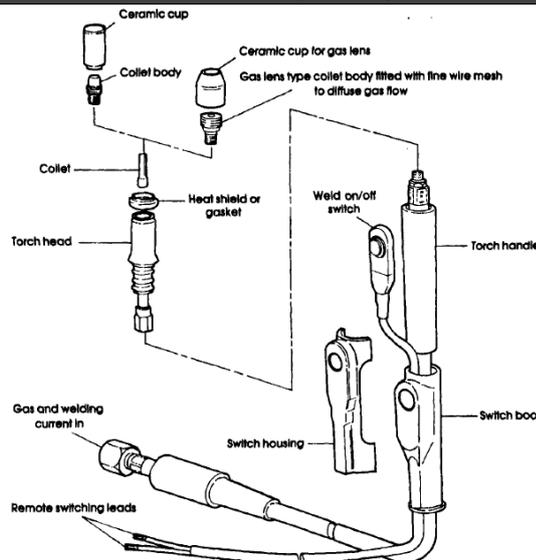
Torch pada las *GTAW* harus bersifat isolasi listrik dan nyaman digenggam tangan. *Torch* berfungsi untuk memegang elektroda tidak terumpan dengan kolet dan menyalurkan gas pelindung melalui nosel keramik berbagai ukuran. Terdapat dua tipe *torch* yaitu berpendingin air dan berpendingin udara. arus yang diijinkan untuk *torch* berpendingin air (gambar 4.3) adalah <200 A, sedangkan *torch* yang berpendingin udara (gambar 4.4) maksimum 200 A.

Gambar 4. Torch berpendingin air



(Sumber: Muncaster, 1991:18)

Gambar 5. Torch berpendingin udara



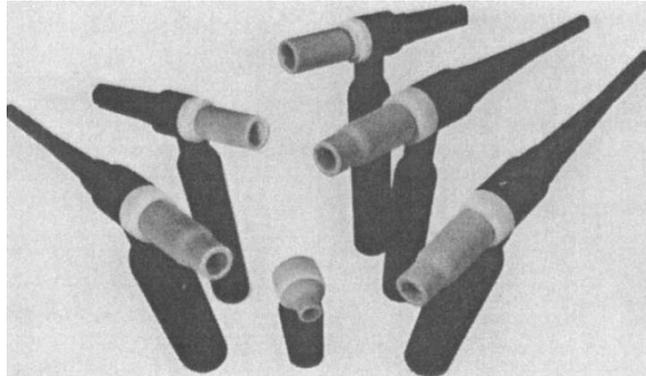
(Sumber: Muncaster, 1991:19)

Pada saat ini material *torch* diperbaharui seiring dengan diketemukannya material plastik modern dan karet sintesis yang lebih ringan dan berisolasi tinggi membuat *torch* menjadi lebih kecil, ringan dan mudah digenggam. Pengelasan GTAW secara manual mengharuskan gerakan tangan yang konstan, jadi *torch* yang ringan merupakan suatu keuntungan bagi *welder*

Pemilihan *torch* harus dilebihkan dari kapasitas yang seharusnya. Pilih *torch* yang memiliki kemampuan menyalurkan arus maksimum. Penggunaan *torch*

tentu lebih baik untuk posisi di bawah tangan karena adanya efek gravitasi. Nosel keramik terdiri dari berbagai ukuran, pengelas pemula biasanya bingung dalam memutuskan ukuran nosel yang tepat. Pemilihan nosel disesuaikan dengan ukuran elektroda dan aliran gas. Besarnya aliran gas tergantung dari tipe gas dan besar mulut nosel. Kebanyakan untuk las *GTAW* manual menggunakan 7 l/min (15 ft³/hr). Gambar di bawah ini menunjukkan macam-macam nosel *torch*.

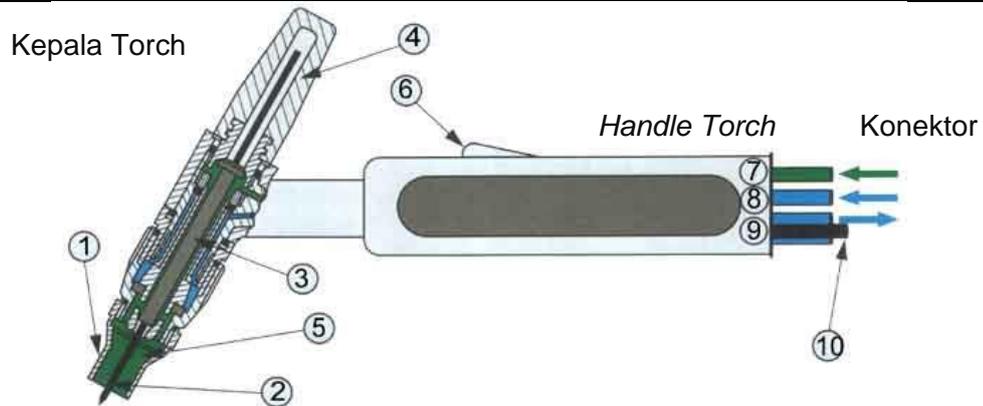
Gambar 6. Nosel torch



(Sumber: Munchaster, 1991:20)

Besarnya aliran gas mempengaruhi efek pendinginan pada *torch*. Untuk alasan ekonomi, biasanya dipilih aliran gas minimum tetapi hal ini mengurangi efek pendinginan. Hal ini berarti *torch* menjadi panas dan tidak nyaman pada saat digunakan untuk pengelasan jalur/layer selanjutnya, sehingga dibutuhkan pendinginan air. Untuk lab yang sibuk, maka *torch* berpendingin air sangat disarankan. Gambar 4.3 menunjukkan *torch* berpendingin air. Aliran air pendingin yang dibutuhkan sangat kecil (1,5 l/min). Dan untuk alasan ekonomi, pendinginan air yang baik adalah yang mempunyai sistem sirkulasi. Komponen logam *torch* biasanya harus terbuat dari tembaga dan kuningan. Gambar di bawah ini menunjukkan bagian-bagian *torch* secara rinci

Gambar 7. Bagian-bagian torch las GTAW



(Sumber: <http://schweissaufsicht.ansa.ch/wig/wig1.html>)

Keterangan :

- 1) Tutup keramik/nosel gas
- 2) Tungsten
- 3) Kolet
- 4) Tutup kepala
- 5) Lorong gas pelindung
- 6) Tombol pembakar
- 7) Saluran gas pelindung
- 8) Saluran air pendingin masuk
- 9) Saluran air pendingin keluar
- 10) Kabel arus las

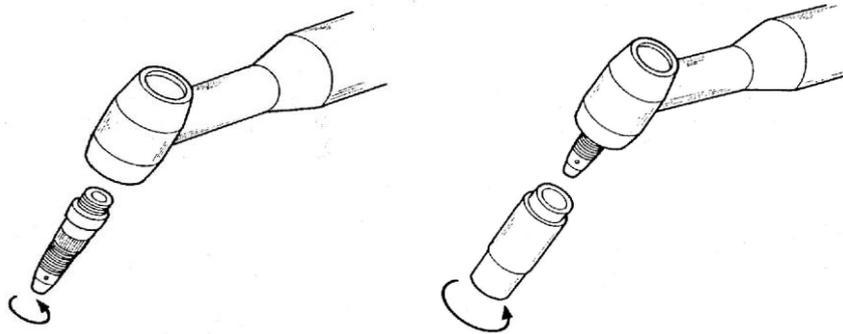
Torch mempunyai daya tahan yang tinggi, tetapi tetap saja harus bersih dan bebas dari oli. Tempatkan *torch* secara hati-hati pada saat tidak digunakan. Lebih baik apabila mempunyaiudukan khusus. Hal ini menjadikan *torch* siap digunakan kembali dan mencegah terjatuh ke lantai. Perawatan *torch* yang baik akan membuat tahan lama dan berfungsi baik ketika digunakan.

Tahapan pemasangan *Torch* Las GTAW/TIG adalah sebagai berikut :

- a. Badan kolet dipasang dan dikencangkan dengan tangan.
- b. Nosel gas dipasang dan dikencangkan dengan tangan.
- c. Kolet dimasukan.

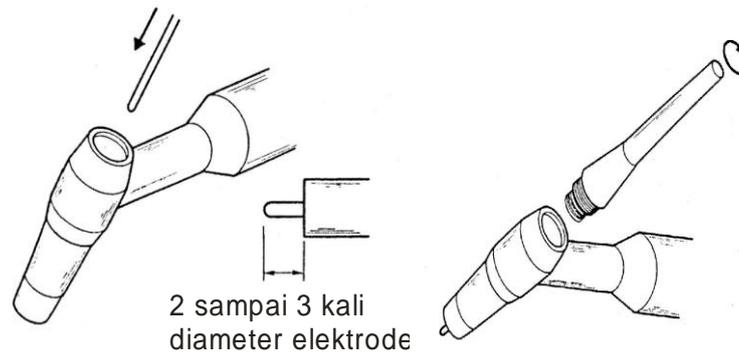
- d. Elektroda tungsten dimasukkan, keluarkan ujung elektroda sepanjang 2-3 kali diameter elektroda dari arah belakang.
- e. Tutup *torch* dipasang dan dikencangkan.

Gambar 8. Pemasangan kolet dan nosel



(Sumber: Sunaryo, 2009)

Gambar 9. Pemasangan elektroda dan tutup

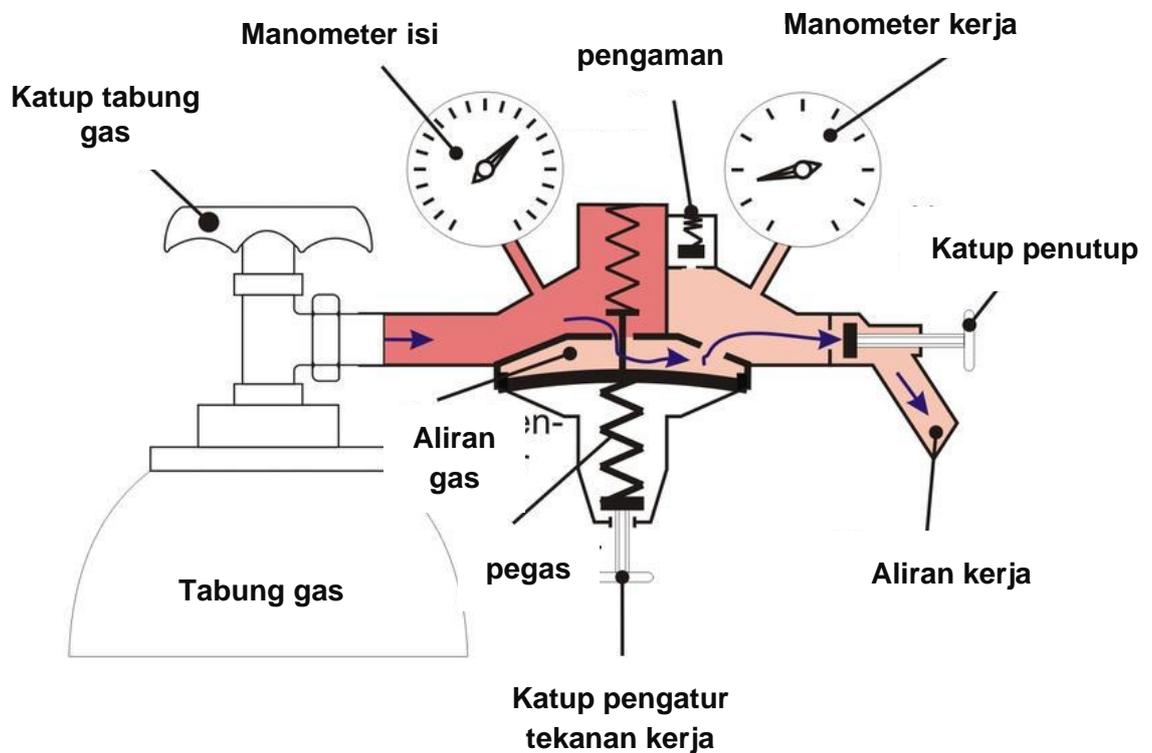


(Sumber: Sunaryo, 2009)

Bahan Bacaan 3 : Regulator Gas

Regulator berfungsi untuk mengetahui tekanan botol dan mengatur tinggi rendahnya tekanan gas yang akan digunakan (gambar 4.9). Regulator untuk pengelasan *GTAW* di set maksimum sampai 200Kpa. Sedangkan *flowmeter* berfungsi untuk mengukur aliran gas yang digunakan untuk melindungi proses pencairan dalam pengelasan.

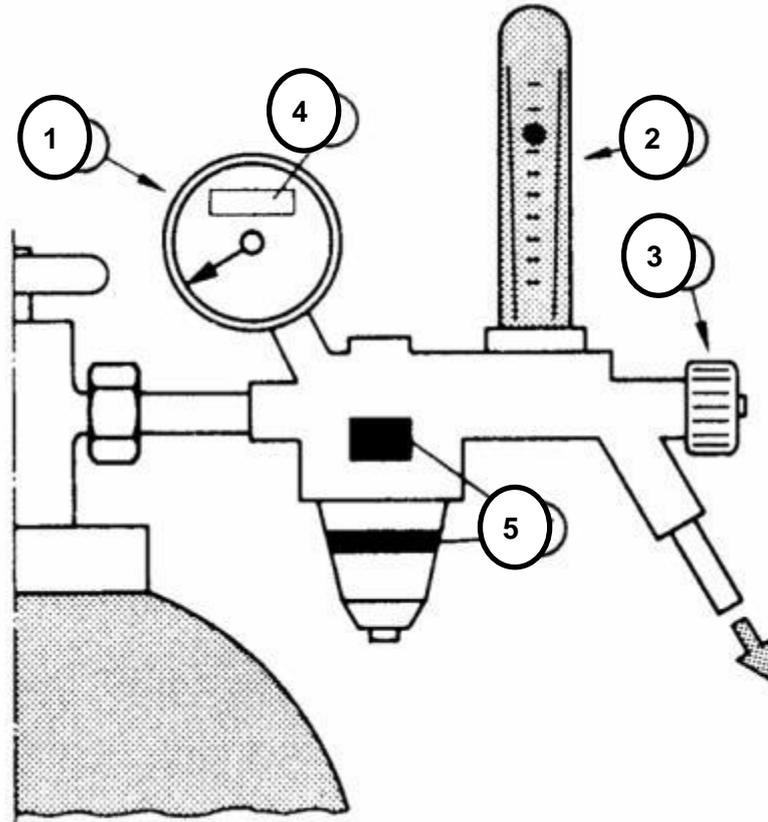
Gambar 10. Prinsip Kerja Regulator Gas GTAW



(Sumber: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Druckregler.png>)

Ada dua macam regulator las GTAW yang dibedakan dari *flowmeter* nya. Yang pertama berbentuk manometer dan yang kedua berbentuk gelas pengukur (gambar 4.10) dengan bola baja sebagai indikatornya.

Gambar 11. Regulator Gas dengan Flowmeter Gelas Pengukur



Regulator gas dengan flowmeter gelas pengukur terdiri dari :

- 1) Manometer tekanan isi tabung gas
- 2) *Flowmeter* tekanan kerja
- 3) Katup pengatur aliran kerja gas
- 4) Tanda pengenal macam gas
- 5) Tanda warna gas

Prinsip kerja regulator dengan manometer dan gelas pengukur hampir sama, yaitu regulator dipasang pada tabung gas pastikan katup pengatur dalam keadaan *OFF* atau tidak menekan, kemudian buka katup tabung gas untuk mengetahui isi tabung. Aliran kerja gas dibuka oleh katup pengatur (3) sehingga debit gas terbaca oleh jarum dan gelas pengukur.

Regulator gas perlu dirawat agar dapat berfungsi dengan baik pada waktu dipakai. Perawatan regulator las dapat dilakukan dengan:

- a. Hindari jatuh dan terkena benturan
- b. Dijaga agar selalu bersih dan kering
- c. Pada saat pemasangan pada tabung gas pastikan ulir pengikatnya dalam keadaan baik, gunakan *sea/ tape* untuk mencegah kebocoran. Pastikan juga nosel gas pada tabung tidak kotor dengan mengeluarkan gas secara kecut dua atau tiga kali.
- d. Lepas dan simpan di tempat yang kering dan aman jika tidak digunakan

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 **Peralatan Pengelasan pada Proses Las GTAW** 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 1 : Menganalisis Rangkaian Mesin Las GTAW (4 JP)

Anda diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel las *GTAW* mengenai mesin las *GTAW* beserta peralatannya. Bagian rangkaian yang diamati diantaranya sumber tenaganya (*power source*), sistem pendinginan, saluran gas pelindung (*Shielding gas*) dan rangkaian *torch*. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) berupa bagian-bagian rangkaian, spesifikasi bagian-bagian, kondisi yang ada dan gambar sederhana rangkaian mesin las *GTAW* yang ada. Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini :

1. Sebutkan nama-nama bagian rangkaian mesin las *GTAW* yang ada di bengkel las!
2. Analisis fungsi masing-masing bagian tersebut!
3. Analisis 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 rangkaian mesin las *GTAW* anda melakukan latihan melepas dan merakit ulang satu unit rangkaian mesin las *GTAW*. Anda diminta melaporkan secara rinci kegiatan melepas dan memasang ulang rangkaian mesin las *GTAW*. Setelah LK-01.P selesai, Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 2** tentang *Torch*.

Aktivitas 2 : Menganalisis Bagian-bagian Torch GTAW (3 JP)

Anda diminta untuk melakukan pengamatan mengenai bagian-bagian kepala *torch*. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-02**) dan didiskusikan beserta peserta diklat lainnya bagaimana cara merakit sekaligus memasang elektroda tungsten yang benar. Untuk membantu anda mengisi LK-02, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini :

1. Jelaskan bagian-bagian kepala *torch*!
2. Analisis fungsi masing-masing bagian *torch* 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 diminta melakukan pemasangan macam-macam ukuran elektroda tungsten dengan benar berdasarkan **LK-02.P**. Setelah LK-02.P selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-4** tentang Elektroda tungsten, bahan pengisi (*filler rod*), dan gas pelindung pada proses las *GTAW*.

E. Rangkuman

Secara skematik mesin las *GTAW* mempunyai empat bagian utama yaitu: sumber tenaga (*power source*), sistem pendinginan untuk yang berpendingin air (*water cooled*), gas pelindung (*shielding gas*), dan *torch*. *Torch* pada las *GTAW* harus bersifat isolasi listrik dan nyaman digenggam tangan. *Torch* berfungsi untuk memegang elektroda tidak terumpan dengan kolet dan menyalurkan gas pelindung melalui nozel keramik berbagai ukuran. Terdapat dua tipe *torch* yaitu berpendingin air dan berpendingin udara. Bagian utama *torch* yaitu kepala *torch*, handle *torch* dan konektor. Sementara bagian dari kepala *torch* yaitu: nosel, dudukan kolet, kolet, tungsten dan penutup kepala. Peralatan lainnya adalah regulator las yang berfungsi sebagai penanda isi tabung dan pengatur tekanan kerja gas. Regulator gas Argon ada dua jenis, yaitu yang menggunakan manometer jarum dan flowmeter gelas ukur.

F. Tes Formatif

1. Analisis bagian utama perlengkapan las *GTAW*!
2. Jelaskan fungsi utama *torch*!
3. Analisis bagian-bagian kepala *torch*!
4. Jelaskan bagaimana cara memasang elektroda tungsten dengan benar pada kepala *torch*!
5. Analisis kemudian jelaskan fungsi regulator gas!
6. Analisis dua macam regulator gas *GTAW*!

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 GTAW?** 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 Rangkaian Mesin Las GTAW

No	Nama Bagian	Fungsi bagian	Kondisi
Rangkaian Mesin ke-1			
Skema Rangkaian Mesin Las GTAW			

Form LK-02 Lembar Pengamatan Bagian-Bagian Kepala Torch

No	Nama Bagian	Fungsi
<p data-bbox="284 1126 609 1167">Catatan hasil diskusi</p>		

Form LK-01.P Memasang Rangkaian Mesin Las

A. Persiapan Alat dan Bahan

1. Mesin Las *GTAW* disiapkan
2. Kabel *torch* disiapkan
3. Kabel massa disiapkan
4. Regulator las disiapkan
5. Tabung gas pelindung disiapkan
6. Sistem pendingin disiapkan
7. Selang air *in* dan *out* disiapkan
8. Kunci-kunci pas disiapkan
9. Gambar kerja disiapkan

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

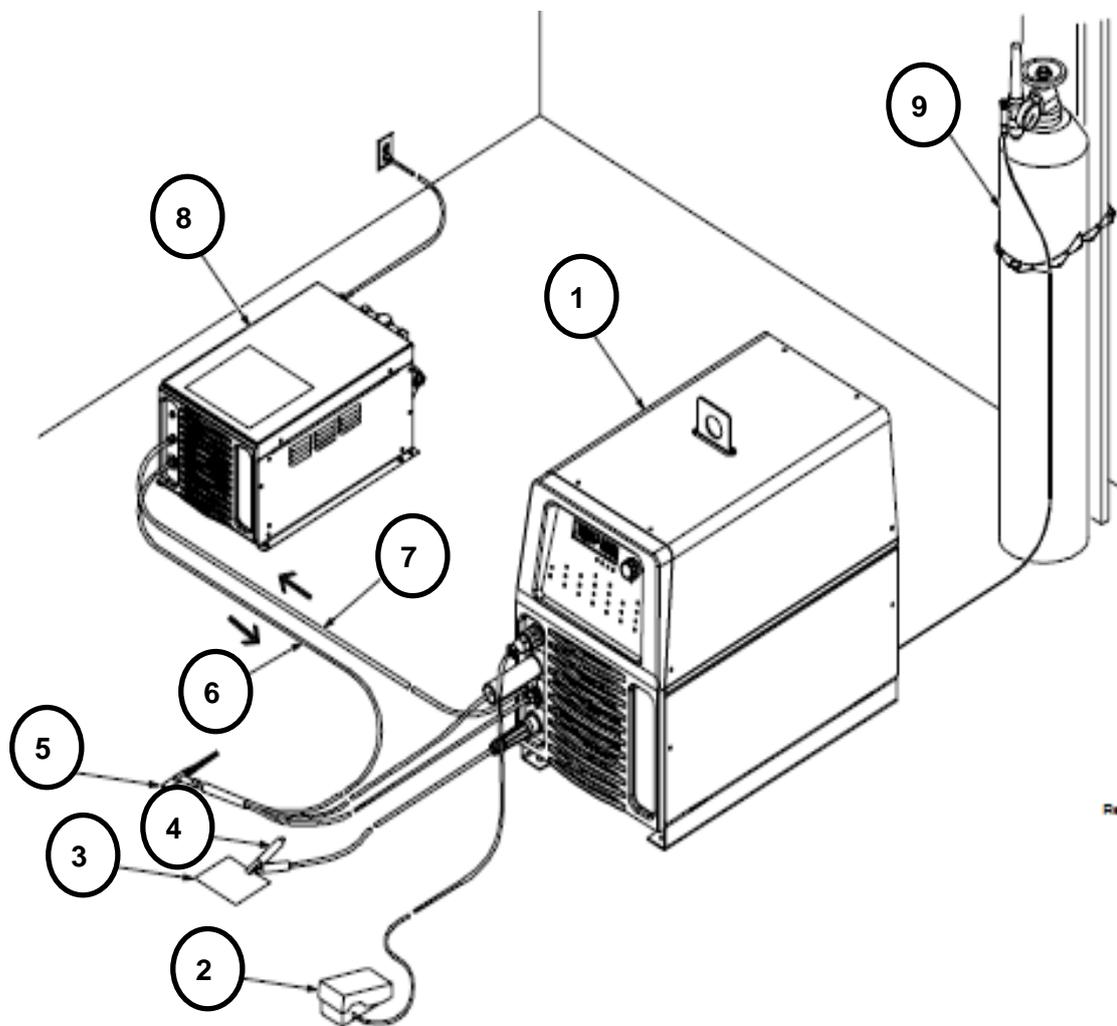
C. Proses Kerja

1. Perhatikan gambar kerja, amati rangkaian mesin las *GTAW*
2. Pasang kabel *torch* pada mesin las *GTAW*
3. Pasang kabel masa pada mesin las *GTAW*
4. Hubungkan pedal *torch* (optional) ke mesin las *GTAW*
5. Hubungkan selang air out dari mesin las *GTAW* ke sistem pendingin
6. Hubungkan selang air in dari sistem pendingin ke *torch*
7. Pasang regulator gas pada tabung gas
8. Hubungkan selang gas dari regulator gas ke mesin las

D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan gambar kerja rangkaian mesin las *GTAW*

E. Gambar Kerja
Rangkaian Mesin Las GTAW



F. Form Laporan Praktikum

Judul : _____

Praktikum

Nama Peserta : _____

Kelas : _____

Waktu : _____

Praktikum

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama bahan pengisi dan elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
2.
3. Dst.

VI Gambar Kerja

G. LEMBAR PENILAIAN

Memasang Rangkaian Mesin Las GTAW

- Nama Peserta** :
- Tujuan** : Dengan memperhatikan gambar kerja peserta diklat mampu melakukan pemasangan rangkaian mesin las GTAW dengan benar :
- Petunjuk** : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

PERSIAPAN				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin Las <i>GTAW</i> disiapkan			
2	Kabel <i>torch</i> disiapkan			
3	Kabel massa disiapkan			
4	Regulator las disiapkan			
5	Tabung gas pelindung disiapkan			
6	Sistem pendingin disiapkan			
7	Selang air <i>in</i> dan <i>out</i> disiapkan			
8	Kunci-kunci pas disiapkan			
9	Gambar kerja disiapkan			
SIKAP KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Gambar kerja diperhatikan, rangkaian mesin las <i>GTAW</i> diamati			
2	Kabel <i>torch</i> dipasang pada mesin las <i>GTAW</i>			
3	Kabel masa dipasang pada mesin las <i>GTAW</i>			
4	Pedal <i>torch</i> (optional) dihubungkan ke mesin las <i>GTAW</i>			
5	Selang air <i>out</i> dihubungkan dari mesin las <i>GTAW</i> ke system pendingin			
6	Selang air <i>in</i> dihubungkan dari sistem pendingin ke <i>torch</i>			
7	Regulator gas dipasangkan pada tabung gas			
8	Selang gas dihubungkan dari regulator gas ke mesin las			
9	Peralatan dan ruang praktikum dibersihkan dan dirapikan kembali			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Hasil kerja sesuai gambar kerja			
WAKTU				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket

1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit			
Keterangan:				
Penilaian				
Lulus → A = Unggul				
B = Baik				
Tidak Lulus				
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....				

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

Form LK-02.P Memasang Bagian-Bagian *Torch* dan Elektroda

Tungsten

A. Persiapan Alat dan Bahan

1. *Torch GTAW* disiapkan
2. Tungsten elektroda EWTH-2 dia. 2.4 dengan kode warna merah
3. Gambar kerja disiapkan

B. Sikap dan Keselamatan Kerja

1. SOP merakit bagian-bagian *torch* dilaksanakan
2. SOP memasang Tungsten elektroda dilaksanakan
3. Alat pelindung diri dipakai
4. Bekerja dengan bersih dan rapi
5. Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik

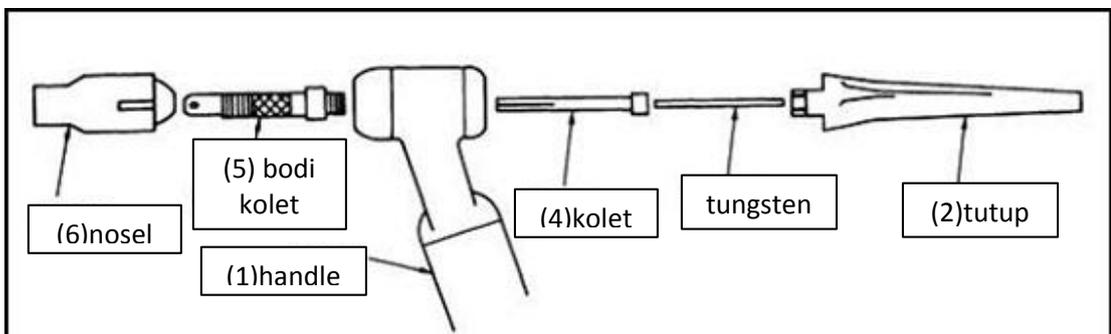
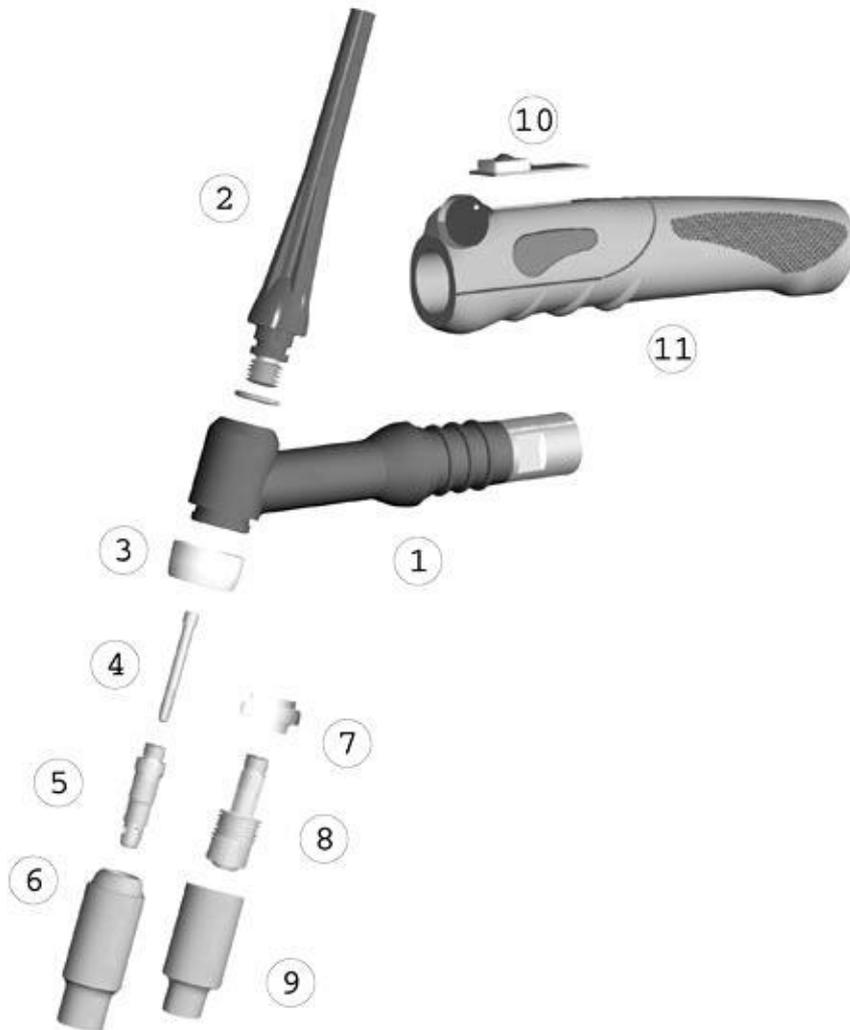
C. Proses Kerja

1. Perhatikan gambar kerja, amati gambar rangkaian *torch*
2. Bongkar bagian bagian *torch* dengan langkah sebagai berikut
 - a. Buka bagian (6) nosel keramik dari bodi *torch*
 - b. Buka penutup (2) dari bodi *torch*
 - c. Buka bodi kolet (5) dari bodi *torch*
 - d. Lepaskan kolet (4) dari bodi kolet
3. Merakit bagian-bagian *torch* sekaligus memasang tungsten elektroda
 - a. Pasang bodi kolet (5) ke bodi *torch*
 - b. Pasang nosel keramik (6) ke bodi *torch*
 - c. Pasang kolet (4) ke bodi kolet
 - d. Pasang elektroda tungsten ke kolet
 - e. Pasang penutup (2) ke bodi *torch*
4. Melepas tungsten dan memasangnya kembali untuk keperluan pengasahan.
5. Membersihkan dan merapihkan kembali peralatan dan ruang praktikum.

D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan gambar kerja rangkaian *torch*

E. Gambar Kerja
Rangkaian torch



F. Form Laporan Praktikum

Judul : _____

Praktikum

Nama : _____

Peserta

Kelas : _____

Waktu : _____

Praktikum

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
2.
3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. LEMBAR PENILAIAN

Memasang bagian-bagian *Torch* dan Elektroda Tungsten

Nama Peserta :

Tujuan : Dengan memperhatikan gambar kerja peserta diklat mampu memasang bagian-bagian *torch* dan elektroda tungsten dengan benar :

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	<i>Torch</i> GTAW disiapkan			
2	Tungsten elektroda EWTH-2 dia. 2.4 dengan kode warna merah			
3	Gambar kerja disiapkan			

SIKAP KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	SOP merakit bagian-bagian <i>torch</i> dilaksanakan			
2	SOP memasang <i>tungsten electrode</i> dilaksanakan			
3	Alat pelindung diri dipakai			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Gambar kerja diperhatikan, gambar rangkaian <i>torch</i> diamati			
2	Bagian-bagian <i>torch</i> dibongkat dengan langkah sebagai berikut			
	a. Bagian (6) nosel keramik dibuka dari bodi <i>torch</i>			
	b. Penutup (2) dibuka dari bodi <i>torch</i>			
	c. Bodi kolet (5) dibuka dari bodi <i>torch</i>			
	d. Kolet (4) dilepaskan dari bodi kolet			
7	Bagian-bagian <i>torch</i> dirakit sekaligus tungsten elektroda dipasang			
	a. Bodi kolet (5) dipasang ke bodi <i>torch</i>			
	b. Nosel keramik (6) dipasang ke bodi <i>torch</i>			
	c. Kolet (4) dipasang ke bodi kolet			
	d. Elektroda tungsten dipasang ke kolet			
	e. Penutup (2) dipasang ke bodi <i>torch</i>			
8	Tungsten dilepas dan dipasang kembali untuk keperluan pengasahan.			
9	Peralatan dan ruang praktikum dibersihkan dan dirapikan kembali			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Hasil kerja sesuai gambar kerja			
WAKTU				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan \leq 100 menit			
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik				

Tidak Lulus
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 2

ELEKTRODA TUNGSTEN, BAHAN PENGISI (FILLER ROD) DAN GAS PELINDUNG PADA PROSES LAS GTAW

A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan memperhatikan logam induk yang akan dilas dan prosedur pengelasan peserta diklat dapat menentukan jenis elektroda tungsten, bahan pengisi dan gas pelindung dengan benar.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.24.3 Menganalisis jenis-jenis elektroda tungsten yang dipergunakan berdasarkan prosedur pengelasan sesuai dengan SKKNI

1. Jenis-jenis elektroda tungsten yang dipergunakan dapat dianalisis berdasarkan prosedur pengelasan sesuai dengan SKKNI.
2. Jenis bahan pengisi yang akan digunakan dapat ditentukan dengan benar.
3. Jenis gas pelindung yang akan digunakan dapat ditentukan dengan benar.

C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1: Elektroda Tungsten

Elektroda *GTAW* merupakan penghubung terakhir antara sumber tenaga listrik dan benda kerja melalui proses busur listrik. Elektroda ini diklasifikasikan tidak terumpan. Penggunaan elektroda untuk pengelasan *GTAW* berbeda dengan pengelasan *SMAW* maupun *MIG*. Pengelasan ini mampu membangkitkan temperatur tinggi (30000°F atau 16648,9°C) Pemilihan elektroda tungsten untuk pengelasan *GTAW* didasarkan karakteristiknya, titik cair tungsten adalah 6000°F atau 3370°C dan titik leburnya 11000°F atau 6135°C.

Tabel 1. Bahan elektroda berdasarkan DIN 32528

<i>General use</i>	<i>Composition %</i>	<i>DIN</i>	<i>Colour</i>
AC	Tungsten, pure	W	Green
AC & DC	Tungsten + 1 thorium	WT 10	Yellow
DC	Tungsten + 2 thorium	WT 20	Red
DC	Tungsten + 3 thorium	WT 30	Lilac

General use	Composition %	DIN	Colour
DC	Tungsten + 4 thorium	WT 40	Orange
AC	Tungsten + 0,8 zirconium	W 28	White
DC	Tungsten + 1,0 lanthanum	WL 10	Black
DC	Tungsten + 1,0 cerium	WC 10	Pink
DC	Tungsten + 2,0 cerium	WC 20	Grey

(Munchaster, 1991:23)

Penggunaan pengelasan GTAW dengan tungsten murni harganya murah dan memberikan busur yang stabil dengan gas pelindung argon maupun helium. Begitu pun pada arus bolak-balik efek reftifier tidak ada. Tungsten murni dapat digunakan pengelasan pada DCRP. Akan tetapi tungsten murni juga mempunyai kelemahan berupa daya nyala rendah, kurang awet dan muatan arus rendah. Tungsten paduan memiliki keuntungan lebih awet, muatan arus tinggi dan daya nyala lebih baik, sementara kelemahannya adalah lebih mahal, dengan arus bolak-balik ada rectifier dan stabilitas busur rendah. Gambar 5.1 menunjukkan kode warna tungsten murni dan paduan

Gambar 12. Macam-macam Tungsten



(Sumber: www.weldmyworld.com)

Thoriated tungsten (gambar 5.2) merupakan elektroda yang sangat umum digunakan di amerika dan negara lainnya. Untuk paduan thorium 2% diberi kode warna merah. Kelebihannya adalah memberi keuntungan pada saat mulainya penyalaan busur dan menghasilkan kapasitas arus listrik yang kuat, bila dibandingkan dengan tungsten murni. Thorium akan menambah emisi elektron pada elektroda, dapat digunakan pada ukuran diameter elektroda yang

kecil. Dapat digunakan untuk pengelasan arus *DC* pada material baja karbon, *Stainless Steels*, paduan nikel dan titanium.

Gambar 13. Tungsten 2% Thoriated



(www.tungsten-heavy-metal.com)

Paduan zirconium dengan tungsten (gambar 5.3), biasanya digunakan pada pengelasan *AC*. Memiliki busur yang lebih stabil dibandingkan tungsten murni dan memberikan tahanan yang tinggi bila terjadi kontaminasi dalam pengelasan dengan menggunakan *AC*, paduan ini juga memberikan awal penyalaan busur yang baik. Digunakan untuk pengelasan aluminium dan paduan magnesium

Gambar 14. Tungsten 0.8% Zirconiated



(www.tungsten-heavy-metal.com)

Lanthanated tungsten bersifat *non radioactive*, mempunyai konduktivitas yang sama dengan 2% thoriated tungsten, sehingga weder dapat mengganti 2% thoriated tungsten dengan lanthanated tungsten tanpa mengubah parameter lasnya. Sehingga di Eropa dan Jepang elektroda ini sangat populer sebagai

pengganti 2% thoriated tungsten. Lanthanated tungsten baik untuk pengelasan DC tetapi dapat juga digunakan untuk pengelasan AC.

Gambar 15. Tungsten 1% dan 1,5% Lanthanated



(www.chinatungsten.com)

Ceriated tungsten (gambar 15) mempunyai karakteristik bahan non-radioaktif. Digunakan untuk pengelasan DC dengan arus rendah, sangat mudah dinyalakan. Biasanya membutuhkan arus 10% dari arus yang biasa digunakan untuk thoriated tungsten. Biasa digunakan untuk pengelasan pipa, komponen yang kecil dan siklus pengelasan yang pendek.

Gambar 16. Tungsten 2% Ceriated



(www.chinatungsten.com)

Tabel 2. Penggunaan elektroda tungsten untuk mengelas baja karbon

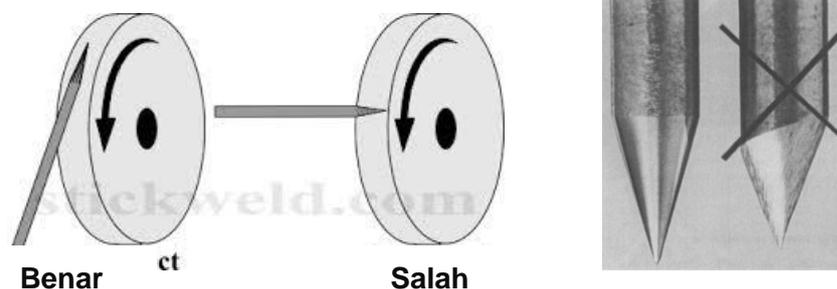
Electroda diameter (in)	Tebal pelat yang dilas (mm)	DCSP (amp)	Diameter filler (mm)	Kecepatan pengelasan (iPm)	Aliran gas argon (Cfh)
0,25	0,25 - 0,30	15	0,5	12 - 18	8 - 10
0,50	0,31 - 0,50	5 - 20	0,5	12 - 18	8 - 10
1	0,50 - 0,8	15 - 80	1	12 - 18	8 - 10
1,60	0,90 - 1,5	100 - 140	1,6	12- 18	8 - 10
2,40	1,6 - 3,20	140 -170	2,4	12 - 18	8 - 10
3,2	3,2	150 - 200	3,2	10 - 12	8 - 10

(Sunaryo, 2009)

Prosedur penggunaan elektroda

1. Untuk pengelasan dengan menggunakan arus *DCEN*, maka kabel yang dihubungkan dengan mulut pembakar (*torch*) merupakan kabel negatif (-) sedangkan untuk benda kerja pada posisi positif (+). Untuk menajamkan ujung elektroda dengan menggunakan mesin gerinda dan pada saat menggerinda tidak boleh langsung dengan mulut pembakar akan tetapi harus dibuka dahulu batang elektroda tersebut baru diruncingkan. Meruncingkan elektroda memerlukan cara khusus yaitu secara vertikal terhadap roda gerinda.(gambar 16) selain secara manual terdapat alat gerinda khusus yang memudahkan *welder helper* mengasah elektroda tungsten. (gambar 17)

Gambar 17. Penggerindaan elektroda



(Sumber: Munchaster, 1991:26)

Gambar 18. Tungsten grinder



(Sumber: www.arc-zone.com)

2. Pengelasan dengan menggunakan DC, ketajaman ujung elektroda yang dikehendaki diruncingkan kurang lebih 2 atau 2,5 kali dari diameter elektroda (gambar 19)

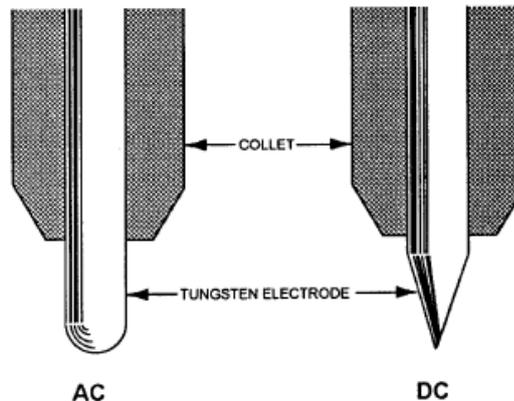
Gambar 19. Sudut ujung elektroda



(Sumber: Weman, 2003:33)

3. Pengelasan dengan menggunakan AC (gambar 5.8), ujung elektroda harus berbentuk bola dengan ukuran 1,5 lebih besar dari diameter elektroda, untuk membentuk ujung elektroda menjadi bentuk bola terlebih dahulu mesin las dihubungkan atau disetel ke *DCRP* dan busur digoreskan sampai mencair dan akan membentuk bola ujung elektroda tersebut.

Gambar 20. Ujung Elektroda berdasarkan Polaritas



(Sumber: free-ed.net)

Tabel 5.3 menunjukkan penggunaan elektroda pada pengelasan DC, digunakan untuk baja lunak dan *Stainless Steel*.

Tabel 3. Penggunaan Elektroda pada Pengelasan DC

Tebal pelat (mm)	Joint Type	Current, DCSP (amp)	Diameter elektroda (mm)	Aliran Argon (cfh)	Diameter bahan tambah (mm)	Arc Speed (ipm)
1,6	I	80 – 100	1,6	10	1,6	12
1,6	T	90 – 110	1,6	10	1,6	10
2,38	I	100 – 120	1,6	10	1,6	12
2,38	T	110 – 130	1,6	10	1,6	10
3,18	sudut	120 – 140	1,6	10	2,38	12
3,18	tumpang	130 – 150	1,6	10	2,38	10
4,76	sudut	200 – 250	2,38	15	3,18	10
4,76	tumpang	225 - 275	2,38	15	3,18	8

(Sunaryo, 2009)

Tabel 5.4 menunjukkan penggunaan elektroda tungsten untuk pengelasan AC, digunakan untuk pengelasan Aluminium.

Tabel 4. Penggunaan Elektroda Tungsten untuk Pengelasan AC

Tebal pelat (mm)	Joint Type	Alternating Current (amp)	Diameter elektroda (mm)	Aliran gas Argon (cfh)	Diameter bahan tambah (mm)	Jumlah jalur las
1,6	I	70 - 100	1,6	20	2,4	1
3,2	I	125 - 160	2,4	20	3,2	1
6,35	V	225 - 275	4	30	4,75	2
9,53	V	325 - 400	6,35	35	6,35	2
12,52	V	375 - 450	6,35	35	6,35	3
25,4	V	500 - 600	8 - 9,5	35 - 45	6,35 - 9,53	8 - 10

(Sunaryo, 2009)

Bahan Bacaan 2: Bahan Pengisi (Filler rod)

Bahan pengisi atau *filler rod* merupakan logam pengisi kumpuh las pada poses las *GTAW*. Logam pengisi mempunyai panjang 1 meter, merupakan kawat lurus tidak berselaput, dilapisi dengan lapisan tipis tembaga untuk melindungi dari karat. Kawat logam pengisi yang berkarat atau berminyak menyebabkan cacat las. Sehingga kawat logam pengisi tidak boleh tersentuh oleh tangan telanjang atau oleh sarung tangan kotor. Yakinkan untuk menggunakan sarung tangan yang bersih bila membawa kawat logam pengisi.

Bahan pengisi mempunyai banyak jenisnya tergantung dari logam induk yang akan dilas. Terdapat banyak kodefikasi bahan pengisi, tergantung dari standar yang membuatnya. Misalnya: Amerika berstandar *AWS (American Welding Society)*, Jerman berstandar *DIN (Deutsche Industri Norm)*, Jepang berstandar *JIS (Japan Industrie Standard)* Diameter bahan pengisi tersedia dalam ukuran \emptyset 1,0; \emptyset 1,2; \emptyset 1,6; \emptyset 2,0; \emptyset 2,4; \emptyset 3,2; \emptyset 4,0; \emptyset 5,0 mm. Bahan pengisi dikemas dalam kemasan 5 dan 10 Kg. dengan panjang satu meter.

AWS mengeluarkan beberapa standar bahan pengisi berdasarkan logam induk yang akan dilas, diantaranya:

a. Untuk mengelas baja karbon (gambar 5.10)

Bahan pengisi yang digunakan untuk mengelas baja karbon mempunyai kode ER70S-2, ER70S-6, dan seri ER70S-seri lainnya yang mempunyai angka berbeda. Angka tersebut menunjukkan macam tambahan bahan kimia dalam bahan pengisi. *Filler rods* ini digunakan untuk mengelas pelat baja, pipa berdiameter kecil dan *root pass*.

Gambar 21. Bahan pengisi untuk baja karbon



(Sumber: www.indonetworks.co.id)

b. Untuk mengelas logam *Stainless Steel* (gambar 5.11)

Bahan pengisi dengan kode ER308 dan ER308L, merupakan bahan pengisi yang paling sering digunakan untuk mengelas *Stainless Steel* tipe 304 maupun tipe seri 300 lainnya, yang digunakan di bidang manufaktur. Bahan pengisi dengan kode ER309 dan ER309L digunakan untuk pengelasan logam induk yang berbeda, tahan panas tinggi dan tahan korosi. Sedangkan bahan pengisi dengan kode ER316 dan 316L digunakan untuk bejana tekan, katup, peralatan kimia dan aplikasi dilaut. Huruf “L” menunjukkan karbon yang sangat rendah dan tahan korosi.

Gambar 22. Bahan pengisi untuk logam *Stainless Steel*



(Sumber: www.atikerkaynak.com.tr)

c. Untuk mengelas logam aluminium (gambar 5.12)

Bahan pengisi dengan kode ER4043 digunakan untuk mengelas paduan aluminium seri 6000, bersama dengan sebagian besar paduan cor lainnya. Bisa digunakan untuk mengelas komponen otomotif seperti rangka, poros penggerak, rangka sepeda. Bahan pengisi dengan ER5356 merupakan paduan aluminium dengan magnesium. Digunakan untuk mengelas paduan aluminium cor dan tempa. Umumnya digunakan untuk pengelasan paduan aluminium seri 5000 atau 6000.

Gambar 23. Bahan pengisi untuk logam aluminium



(Sumber: www.atikerkaynak.com.tr)

Bahan bacaan 3: Gas Pelindung

Gas pelindung berfungsi untuk melindungi cairan las terhadap oksidasi udara luar. Apabila cairan las teroksidasi maka akan mengakibatkan bahan pengisi dengan bahan las tidak fusi dengan sempurna. Jenis gas pelindung terdiri dari: gas argon (Ar), gas helium (He), gas campuran helium dengan argon (75% He, 25% Ar) dan gas campuran argon/helium dan hydrogen yang biasa disebut *argon shield*. Gas argon dan helium ini bersifat "*inert*" atau tidak menimbulkan reaksi kimia terhadap logam.

a. Gas argon

Las *GTAW* selalu menggunakan gas argon. Gas ini adalah hasil destilasi dari udara, destilasi menghasilkan 78% Nitrogen, 21% Oksigen dan 1% gas lainnya termasuk argon. Gas argon mempunyai kelebihan dibanding gas pelindung lainnya diantaranya bisa digunakan untuk pengelasan semua logam dan harga dipasaran relatif murah. Kelebihan lainnya adalah rendah ionisasi dan penghantar panas yang rendah. Juga dapat bertahan 1½ lebih lama dari helium dalam menjaga busur las.

Ionisasi potensial argon sekitar 15,5 elektron volts, voltase yang dibutuhkan untuk merubah elektron dari bentuk asalnya menjadi ion positif. Membuat gas yang berada di arela las menjadi plasma. Sisa gas pelindung mengelilingi busur mengeluarkan komponen aktif untuk mencegah udara masuk, paling tidak meminimalisasi oksidasi logam.

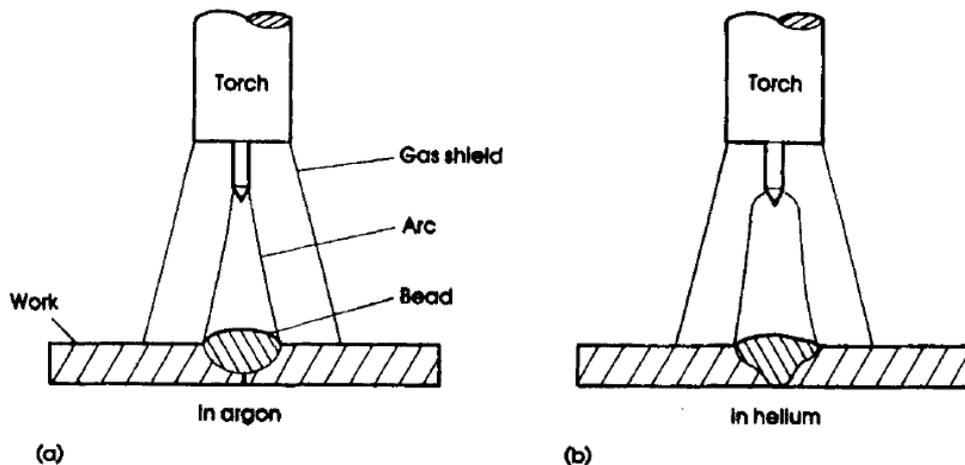
Argon mempunyai spesifikasi (Dadang, 2013:59) sebagai berikut:

- | | |
|--------------------------------------|---------------------------|
| a. Simbol kimia | : Ar |
| b. Titik didih | : -185,9°C |
| c. Berat jenis relative (udara=1) | : 1,4 |
| d. Berat molekul | : 40 |
| e. Suhu kritis | : -122,4°C |
| f. Berat jenis gas (@101,3kPa; 15°C) | : 1,78kg/m ³ |
| g. Berat jenis cairan (B.Pt) | : 1393kg/m ³ |
| h. Isi spesifik (@101,3kPa; 15°C) | : 0,591m ³ /kg |
| i. Titik api | : tidak terbakar |

Argon memberikan busur energi yang padat, energi yang terkonsentrasi di dalam area busur (gambar 5.13). Hal ini menghasilkan lapisan las yang sempit, dan mencapai kemurnian busur 99,9%. Las menggunakan gas pelindung ini dapat digunakan untuk berbagai macam logam: *mild steels*, *Stainless Steels*, aluminium dan paduan magnesium.

Argon diijinkan untuk dicampurkan dengan gas lain selama dalam batas 1-5%. Gas campuran mengkonsentrasikan busur dan meningkatkan kecepatan pengelasan, tetapi biasanya digunakan untuk las *finishing*. Hidrogen diklasifikasikan sebagai gas pengurang. Pencampuran hidrogen dapat mengakibatkan *porosity* pada lasan. Jadi harus digunakan rasio perbandingan yang lebih rendah untuk mendapatkan kekuatan dan permukaan lasan yang baik. Tabel 5.5 menunjukkan penggunaan gas pelindung untuk berbagai macam logam las

Gambar 24. Bentuk busur berdasarkan gas pelindung



(Sumber: Munchaster, 1991:20)

Tabel 5. Gas pelindung untuk berbagai logam las

No	Gas mix %	Mild steels	Low alloy steels	Stain less steels	Nickel alloy	Al & alloy	Copper & alloy	Remarks
1.	Commercial argon 99,995	√	√			√	√	General use
2.	High purity argon 99,998	√	√	√	√	√	√	Fine precision welding
3.	Ar75/He25	√	√	√		√	√	Very suitable for Al
4.	Ar70/He30	√	√	√	√	√	√	
5.	Ar50/He50	√	√	√	√	√	√	
6.	Ar99/H ₂ 1	√		√				Not for use with martensitic s/steel
7.	Ar98,5/H ₂ 1,5	√		√	√			
8.	Ar98/H ₂ 2			√	√			
9.	Ar97/H ₂ 3			√	√			
10.	Ar95/H ₂ 5			√	√			
11.	Special Ar/H ₂ mixes			√	√			
12.	Commercial He 99,993				√	√	√	Not for use with any steel
13.	Ar/N						√	

(Munchaster, 1991:28)

b. Gas helium

Gas helium merupakan gas pelindung yang ideal, hanya saja relatif mahal karena sangat sulit ditemukan di pasaran. Nilai potensial ionisasinya mencapai 24,5 electron volts, sebagai penghantar panas yang baik serta

menjadikan penetrasi lebih dalam dibandingkan memakai gas pelindung argon.

Dengan panjang busur yang sama, helium memiliki voltase busur yang lebih tinggi dibandingkan argon. Rumus ($\text{Amp} \times \text{Volt} \times \text{Time} = \text{Joule}$) menunjukkan semakin tinggi voltase maka semakin tinggi input panas untuk lasan. Jadi helium dan/ campuran helium-argon digunakan untuk logam tebal atau laju las yang tinggi dan meminimalisasi *porosity*.

Panjang busur harus selalu dijaga konstan, sehingga lebih memungkinkan menggunakan mesin atau *welder* yang mempunyai skill yang tinggi. Kelemahan helium lainnya adalah memerlukan aliran gas yang tinggi sehingga boros dalam pemakaian. Penggunaan arus yang rendah juga dihindari, amper sekitar di atas 150A dibutuhkan untuk logam yang tebal.

c. Gas campuran argon dan helium

Gas campuran 75% He dan 25% Ar, digunakan untuk pengelasan bahan las yang berbeda jenis. Komposisi helium yang besar digunakan untuk meningkatkan suhu pemanasan gas sehingga digunakan untuk bahan las alumunium dan tembaga. Rambatan panas yang dihasilkan terlalu cepat sehingga bahan lebih cepat mencair. Hasil penetrasi menjadi lebar dan dalam.

d. Gas campuran argon/helium/hydrogen

Gas campuran ini sangat baik untuk pengelasan baja (baja karbon rendah dan baja paduan), *Stainless Steel*, tembaga paduan nikel. Gas ini akan menghasilkan busur panas dan rambatan panas yang baik.

e. Tanda warna tabung

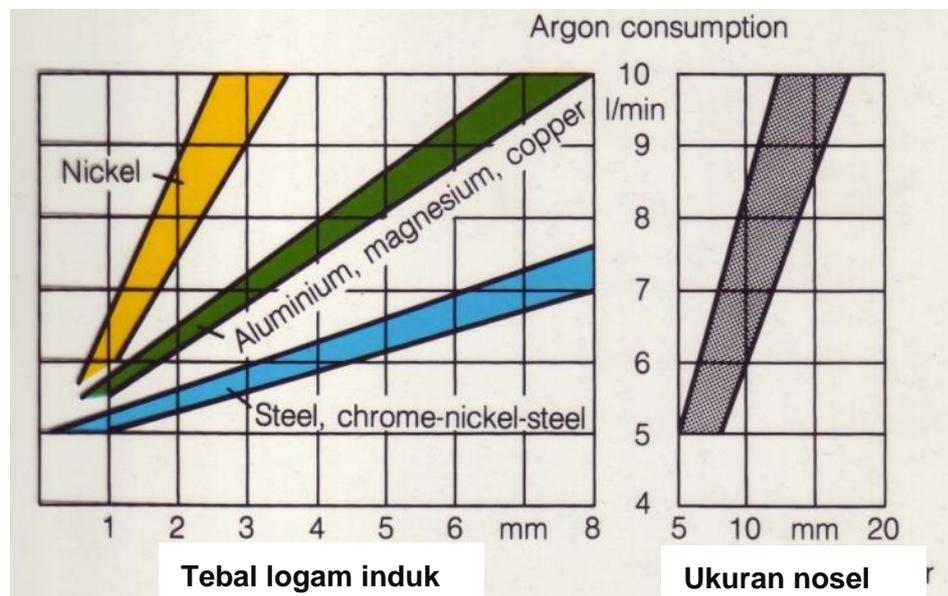
Tanda warna pada tabung diterapkan untuk memudahkan membedakan jenis gas yang digunakan. Gas pelindung untuk GTAW diantaranya:

- 1) Silinder gas Argon berwarna biru tua (*peacock blue*)
- 2) Silinder gas helium berwarna coklat muda (*middle brown*)

- 3) Silinder gas argon/helium berwarna bagian badan biru tua dan bagian punggung coklat muda
- 4) Silinder gas argon/helium/hydrogen berwarna bagian badan biru tua, bagian punggung coklat muda, dan bagian atas/penutup berwarna merah tua.

Besarnya aliran gas pelindung ditentukan oleh ukuran dan bahan logam induk, serta ukuran nosel. Gambar 5.15 menunjukkan grafik hubungan aliran gas terhadap tebal logam dan ukuran nosel.

Gambar 25. Grafik hubungan aliran gas dengan tebal logam induk dan ukuran



(Sumber: Dadang, 2013:60)

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 **Elektroda Tungsten, Bahan pengisi (Filler rod) dan Gas Pelindung pada Proses Las GTAW** 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 1 : Elektroda Tungsten (4 JP)

Anda diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel las mengenai macam-macam elektroda tungsten yang digunakan untuk pengelasan *GTAW*. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-01**) berupa jenis-jenis elektroda, kode warnanya serta penggunaannya. Untuk membantu anda mengisi LK-01, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini:

1. Jelaskan macam-macam jenis elektroda tungsten yang biasa digunakan pada proses las *GTAW* yang ada di bengkel las! Sebutkan pula kode warnanya!
 2. Analisis penggunaan yang tepat dari masing-masing jenis elektroda tersebut!
- 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 kerja anda melakukan melakukan praktik pengasahan elektroda tungsten 2%Thorium untuk arus DC. Diakhir praktikum anda diminta melaporkan secara rinci praktik pengasahan elektroda tungsten tersebut. Setelah LK-01.P selesai, Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 2** tentang bahan pengisi (*filler rod*).

Aktivitas 2 : Bahan Pengisi (Filler rod) (1 JP)

Anda diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel las mengenai macam-macam bahan pengisi (*filler rod*) yang digunakan untuk pengelasan GTAW. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-02**) berupa jenis bahan pengisi, kodenya serta penggunaan yang sesuai.. Untuk membantu anda mengisi LK-02, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini :

1. Jelaskan macam-macam jenis bahan pengisi (*filler rod*) yang biasa digunakan pada proses las *GTAW* yang ada di bengkel las! Sebutkan pula kodenya!
2. Analisis penggunaan yang tepat dari masing-masing jenis bahan pengisi (*filler rod*) 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. Setelah LK-02 selesai, Anda dapat membaca **Bahan Bacaan 3** tentang gas pelindung.

Aktivitas 3 : Gas pelindung (4 JP)

Anda diminta untuk melakukan pengamatan di bengkel las mengenai macam-macam gas pelindung yang digunakan untuk pengelasan *GTAW*. Hasil pengamatan dituangkan dalam laporan tertulis (**LK-03**) berupa jenis-jenis gas pelindung, warna tabung serta penggunaannya. Untuk membantu anda mengisi LK-03, dapat dipandu oleh pertanyaan berikut ini :

1. Jelaskan macam-macam jenis gas pelindung yang biasa digunakan pada proses las *GTAW* yang ada di bengkel las! Sebutkan pula warna tabungnya!
2. Analisis penggunaan yang tepat dari masing-masing jenis gas pelindung 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.

Kemudian berdasarkan (**LK-03.P**) dan gambar kerja anda melakukan melakukan praktik mengatur aliran gas pelindung berdasarkan ketebalan bahan dan diameter nosel *torch*. Diakhir praktikum anda diminta melaporkan secara rinci praktik mengatur aliran gas pelindung tersebut. Setelah LK-03.P selesai, Anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-5** tentang persiapan pengelasan *GTAW*

E. Rangkuman

Elektroda tungsten *GTAW* merupakan penghubung terakhir antara sumber tenaga listrik dan benda kerja melalui proses busur listrik. Penggunaan elektroda untuk pengelasan *GTAW* berbeda dengan pengelasan *SMAW* maupun *MIG*. Elektroda ini diklasifikasikan tidak terumpan. Terdapat beberapa jenis elektroda yang biasa digunakan yaitu tungsten murni, dan tungsten paduan dengan thorium, zirconium, cerium, dan lanthanum. Tungsten paduan dibedakan secara fisik dengan kode warna di salah satu ujungnya. Tungsten yang biasa digunakan di lapangan ialah tungsten murni dengan kode warna hijau untuk pengelasan arus *AC* dan tungsten paduan thorium dengan kode warna hijau untuk pengelasan arus *DC*.

Bahan pengisi atau *filler rod* merupakan logam pengisi kumpuh las pada poses las *GTAW*. Logam pengisi mempunyai panjang 1 meter, merupakan kawat lurus tidak berselaput, dilapisi dengan lapisan tipis tembaga untuk melindungi dari karat. Terdapat beberapa jenis bahan pengisi berdasarkan *AWS* diantaranya: ER70S-2, ER70S-6, dan seri ER70S untuk pengelasan baja karbon; ER308 dan ER308L untuk pengelasan *Stainless Steel*; dan ER4043 untuk pengelasan aluminium

Gas pelindung berfungsi untuk melindungi cairan las terhadap oksidasi udara luar. Apabila cairan las teroksidasi maka akan mengakibatkan bahan pengisi dengan bahan las tidak fusi dengan sempurna. Jenis gas pelindung terdiri dari: gas argon (Ar), gas helium (He), gas campuran helium dengan argon (75% He, 25% Ar) dan gas campuran argon/helium dan hydrogen yang biasa disebut *argon shield*. Gas argon dan helium ini bersifat "*inert*" atau tidak menimbulkan reaksi kimia terhadap logam.

F. Tes Formatif

1. Analisis perbedaan fungsi elektroda pada pengelasan *GTAW* dan fungsi elektroda dari pengelasan *SMAW* dan *GMAW*
2. Analisis perbedaan penggunaan elektroda tungsten murni dan elektroda tungsten paduan thorium!

3. Jelaskan bagaimana cara mengasah elektroda tungsten untuk arus *DC* dan pembentukan ujung elektroda untuk arus *AC*!
4. Analisis penggunaan bahan pengisi dengan kode *AWS* berikut ER70S-2; ER308; dan ER4043.
5. Analisis perbedaan karakteristik gas pelindung argon murni dan argon 75% - Helium 25%.
6. Analisis hubungan antara tebal logam yang akan dilas dengan besarnya aliran gas, serta hubungan diameter nosel dengan besarnya aliran gas!

Lembar Kerja KP-04

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Elektroda tungsten, bahan pengisi dan gas pelindung pada proses las GTAW**? 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 Elektroda Tungsten

No	Tungsten		Penggunaan
	Jenis	Warna	

Lembar Kerja LK-01.P Praktik Pengasahan Elektroda Tungsten

A. Persiapan Alat dan Bahan

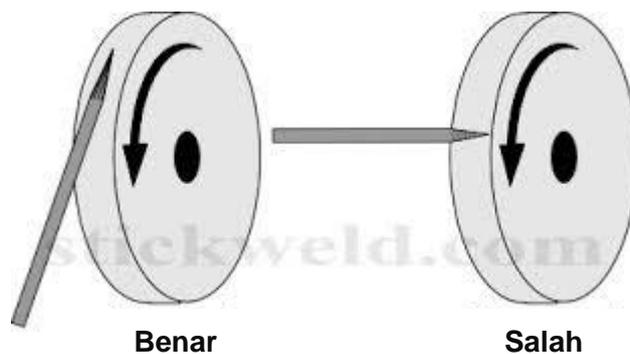
1. Elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah disiapkan
2. Mesin gerinda meja disiapkan
3. Kacamata pengaman disiapkan
4. *Bevel protactor* disiapkan
5. Gambar kerja disiapkan

B. Sikap dan Keselamatan Kerja

1. SOP menggunakan gerinda meja ditaati
2. Alat pelindung diri dipakai
3. Bekerja dengan bersih dan rapi
4. Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik

C. Proses Kerja

1. Perhatikan gambar kerja, amati bentuk ujung elektroda untuk pengelasan arus DC.
2. Elektroda tungsten dipegang menggunakan kedua tangan dengan posisi vertikal menghadap batu gerinda jangan horizontal terhadap batu gerinda.

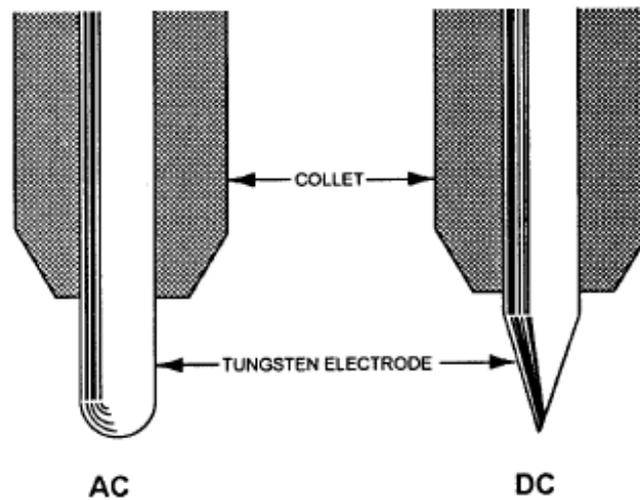


3. Kemudian lakukan penggerindaan sehingga membentuk sudut 30° dengan panjang penggerindaan mulai diantara 2 s/d 2,5 diameter elektroda.

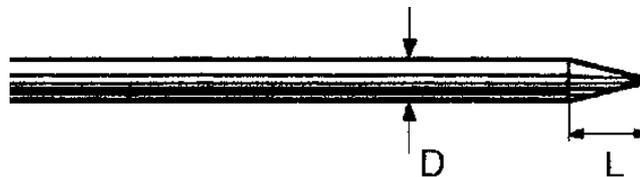
D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan gambar kerja

E. Gambar Kerja



Pilihlah bentuk elektroda untuk arus **DC**



Besarnya $L = 2 D$ s/d $L = 2,5 D$

F. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : _____

Nama Peserta : _____

Kelas : _____

Waktu Praktikum : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

G. LEMBAR PENILAIAN

Mengasah Elektroda Tungsten

Nama Peserta :

Tujuan : Dengan memperhatikan gambar kerja peserta diklat mampu mengasah elektroda tungsten dengan benar :

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

PERSIAPAN				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah disiapkan			
2	Mesin gerinda meja disiapkan			
3	Kacamata pengaman disiapkan			
4	Bevel protactor disiapkan			
5	Gambar kerja disiapkan			
SIKAP KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	SOP menggunakan gerinda meja ditaati			
2	Alat pelindung diri dipakai			
3	Bekerja dengan bersih dan rapi			
4	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Gambar kerja diperhatikan, bentuk ujung elektroda untuk pengelasan arus <i>DC</i> diamati.			
2	Elektroda tungsten dipegang menggunakan kedua tangan dengan posisi vertikal menghadap batu gerinda jangan horizontal terhadap batu gerinda.			
3	Penggerindaan dilakukan sehingga membentuk sudut 30° dengan panjang penggerindaan mulai diantara 2 s/d 2,5 diameter elektroda			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Hasil kerja sesuai gambar kerja			
WAKTU				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit			
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus				
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....				

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

Form LK-02 Lembar Identifikasi Bahan Pengisi (*Filler rod*)

No	Bahan Pengisi	Kode	Penggunaan

Form LK-03 Lembar Identifikasi Tabung Gas Pelindung

No	Tabung Gas Pelindung		Penggunaan
	Warna	Jenis Gas	

Form LK-03.P Praktik Pengaturan Aliran Gas Pelindung

A. Persiapan Alat dan Bahan

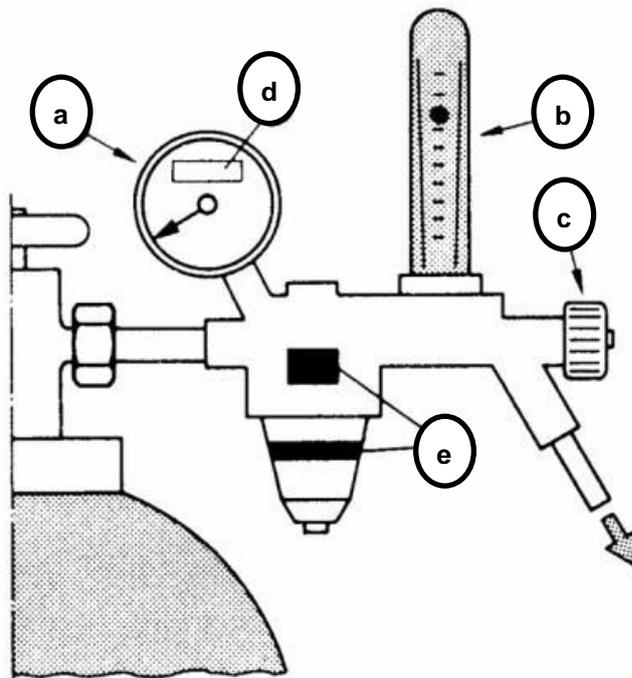
1. Mesin las *GTAW* disiapkan
2. Tabung Gas Pelindung Argon disiapkan
3. Kacamata pengaman disiapkan
4. Lembar kerja disiapkan

B. Sikap dan Keselamatan Kerja

1. SOP menggunakan mesin las *GTAW* ditaati
2. Alat pelindung diri dipakai
3. Bekerja dengan bersih dan rapi
4. Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik

C. Proses Kerja

1. Perhatikan gambar regulator las



Keterangan gambar.

- a. Manometer tekanan isi tabung.

- b. Gelas ukur tekanan isi
 - c. Pengatur tekanan kerja
 - d. Keterangan gas
 - e. Tanda warna gas
2. Lakukan pengaturan aliran gas pelindung berdasarkan tebal bahan dan diameter nosel.

No	Tebal bahan (mm)			Diameter Nosel (mm)
	Baja lunak	Stainless Steel	Alumunium	
1.	4			
2.		1		
3.			2	
4.				5
5.		3		
6.	7			
7.			5	
8.				10

3. Bersihkan dan simpan kembali peralatan las ditempat semula.

D. Hasil Kerja

Hasil kerja sesuai dengan tabel di bawah ini

No	Aliran Gas (l/min) berdasarkan							
	Baja lunak		Tebal bahan (mm)				Diameter Nosel (mm)	
	(mm)	(l/min)	Stainless Steel (mm)	(l/min)	Alumunium (mm)	(l/min)	(mm)	(l/min)
1.	4	6 - 7						
2.			1	5 - 6				
3.					2	6 - 7		

4.				5	5 - 6
5.		3	6 - 7		
6.	7	7 - 8			
7.			5	8 - 9	
8.				10	6 - 9

E. Form Laporan Praktikum

Judul Praktikum : _____

Nama Peserta : _____

Kelas : _____

Waktu Praktikum : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

F. LEMBAR PENILAIAN

Mengatur Aliran Gas Pelindung

Nama Peserta :

Tujuan : Dengan memperhatikan gambar kerja peserta diklat mampu mengatur aliran gas pelindung dengan benar :

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

PERSIAPAN				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW disiapkan			
2	Tabung Gas Pelindung Argon disiapkan			
3	Kacamata pengaman disiapkan			
4	Lembar kerja disiapkan			
SIKAP KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	SOP menggunakan mesin las GTAW ditaati			
2	Alat pelindung diri dipakai			
3	Bekerja dengan bersih dan rapi			
4	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai praktik			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Gambar regulator las diperhatikan			
2	Aliran gas pelindung diatur besarnya berdasarkan tebal bahan dan diameter nosel.			
3	Peralatan dibersihkan dan simpan di tempat semula			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Hasil kerja sesuai dengan tabel aliran gas			
WAKTU				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit			
Keterangan:				

Penilaian
Lulus → A = Unggul B = Baik
Tidak Lulus
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 3

PERSIAPAN PENGELASAN GTAW

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

20.24.4 Menganalisis metode pencegahan dan tindakan yang dilakukan untuk mengurangi dan memperbaiki distorsi.

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

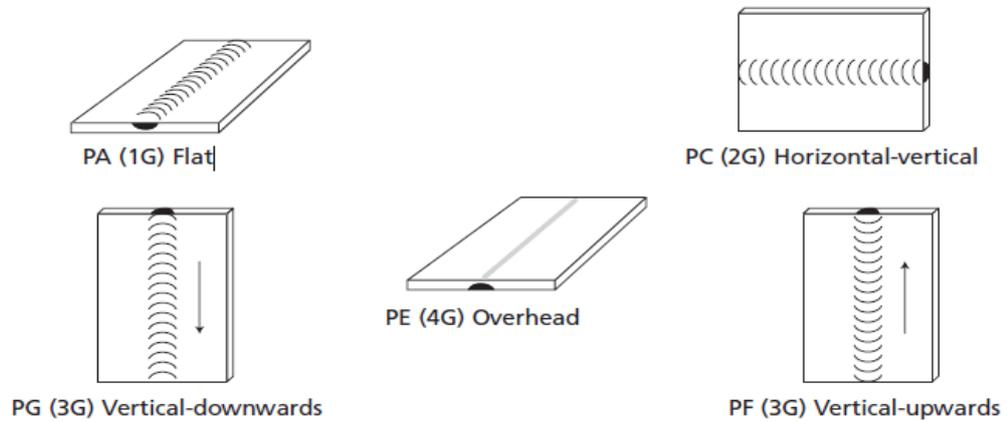
C. Uraian Materi

Bahan Bacaan 1: Posisi Pengelasan, Sambungan dan Simbol Las

1. Posisi Pengelasan

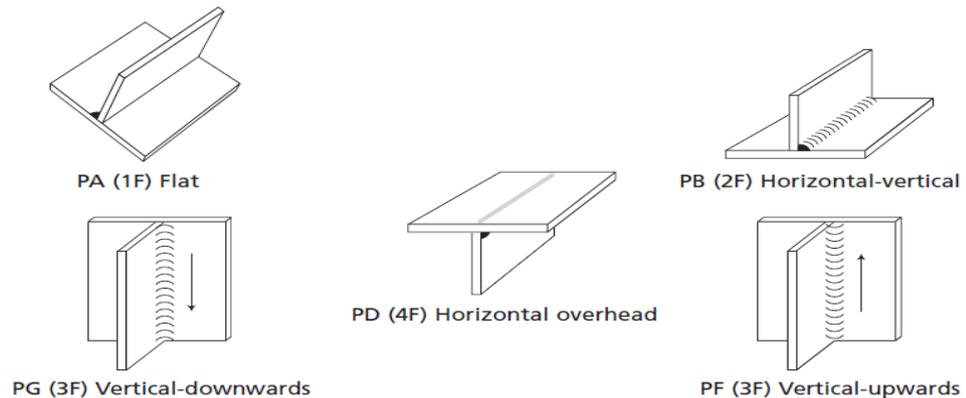
Pada prinsipnya posisi pengelasan terbagi atas empat posisi, yaitu di bawah tangan (*flat*), di depan dada mendatar (*horizontal-vertical*), di depan dada vertikal (*vertical downwards – vertical upwards*) dan di atas kepala (*overhead*). Gambar 6.1 memperlihatkan posisi pengelasan tersebut untuk las 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 6.2 menunjukkan macam-macam posisi pengelasan untuk las sudut (*fillet joint welds*).

Gambar 26. Posisi pengelasan pada butt joint welds



(Sumber: Laren, 2004:23)

Gambar 27. Posisi pengelasan pada fillet joint welds

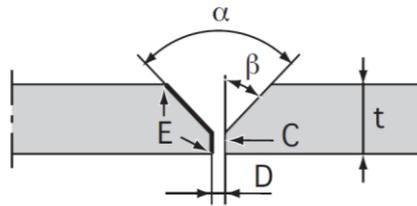


(Sumber: Laren, 2004:23)

2. Macam-macam Sambungan Las

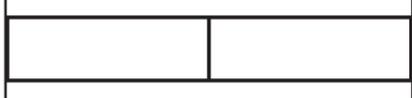
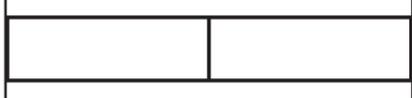
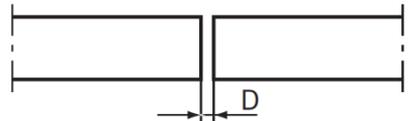
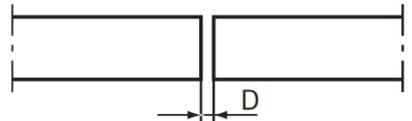
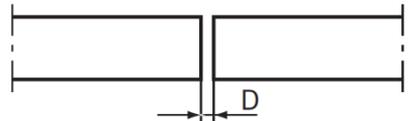
Proses pengelasan, posisi pengelasan dan ketebalan logam induk harus diperhitungkan ketika kita memutuskan tipe sambungan yang akan kita buat. Sebuah sambungan memiliki parameter sudut (α), sudut (β), *root face* (C), *root gap* (D), *joint surface* (E), radius (R) hanya untuk sambungan U dan *plate thickness* (t). (gambar 6.3)

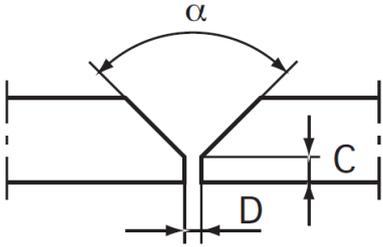
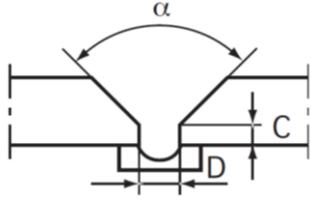
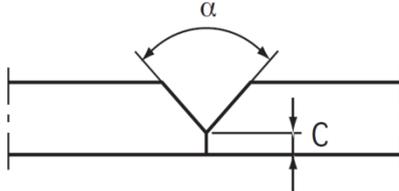
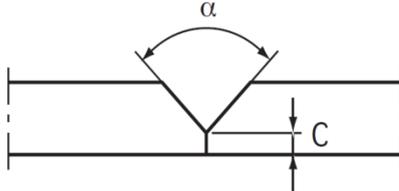
Gambar 28. Parameter sambungan



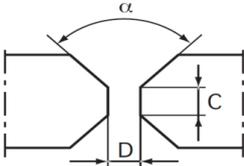
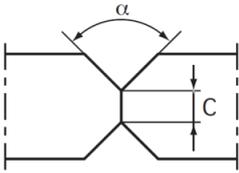
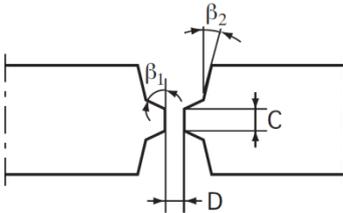
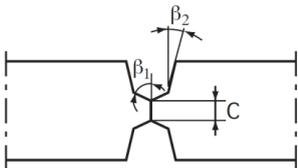
(Sumber: Laren, 2004:83)

Tabel 6. Macam-macam Sambungan Las

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

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
7.	<p>Sambungan V</p> <p>$C = 0,5 - 1,5 \text{ mm}$</p> <p>$D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$</p> <p>Satu sisi</p> <p>$\alpha = 60^{\circ 3)}$</p> <p>$C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$</p> <p>$D = 2,5 - 3,5 \text{ mm}$</p> <p>Dua sisi</p>		<p>MMA, MIG, TIG, FCW</p>	<p>$t = 4 - 16 \text{ mm}$</p>
8.	<p>Sambungan V</p> <p>$\alpha = 60^{\circ 3)}$</p> <p>$C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$</p> <p>$D = 4,0 - 6,0 \text{ mm}$</p> <p>Satu sisi dengan <i>backing</i></p>		<p>FCW</p>	<p>$t = 4 - 20 \text{ mm}$</p>
9.	<p>Sambungan V</p> <p>$\alpha = 80 - 90^{\circ}$</p> <p>$C = 1,5 \text{ mm}$</p> <p>Tanpa root gap¹⁾</p> <p>Dua sisi</p>		<p>TIG+, SAW</p>	<p>$t = 3 - 16 \text{ mm}$</p>
10.	<p>Sambungan V</p> <p>$\alpha = 80 - 90^{\circ}$</p> <p>$C = 3,0 - 6,0 \text{ mm}^4)$</p> <p>Tanpa root gap</p> <p>Dua sisi</p>		<p>SAW</p>	<p>$t = 8 - 16 \text{ mm}$</p>

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

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
15.	Sambungan X $\alpha = 60^{\circ 3)}$ $C = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 14 - 30$ $\text{mm}^8)$
16.	Sambungan X $\alpha = 80^{\circ}$ $C = 3,0 - 8,0 \text{ mm}^4)$ Tanpa root gap Dua sisi		<i>SAW</i>	$t = 14 - 30$ mm
17.	Sambungan X $\beta_1 = 45^{\circ}$ $\beta_2 = 15^{\circ}$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,5 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 14 - 30$ $\text{mm}^8)$
18.	Sambungan X $\beta_1 = 45^{\circ}$ $\beta_2 = 15^{\circ}$ $C = 3,0 - 8,0 \text{ mm}^4)$ Dua sisi		<i>SAW⁹⁾</i>	$t = 14 - 30$ mm

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
19.	Sambungan U $\beta = 10^\circ$ $R = 8,0 \text{ mm}$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		MMA, MIG, TIG ⁶⁾ , FCW, SAW ¹⁰⁾	$t < 50 \text{ mm}$
20.	Sambungan U Ganda $\beta = 15^\circ$ $R = 8,0 \text{ mm}$ $C = 4,0 - 8,0 \text{ mm}^4)$ Dua sisi		SAW ⁹⁾	$t > 20 \text{ mm}$
21.	Sambungan Fillet Tanpa <i>root gap</i> $A = 0,7 \times t$ Satu atau dua sisi		MMA, MIG, TIG, FCW	$t > 2 \text{ mm}$
22.	Sambungan setengah V $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		MMA, MIG, TIG ⁶⁾ , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$
23.	Sambungan setengah V $\alpha = 50^\circ$		MMA, MIG, TIG ⁶⁾ , FCW	$t = 4 - 16 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
	$C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi			
24.	Sambungan setengah X $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 1,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW⁶⁾</i>	$t = 4 - 30$ mm
25.	Sambungan setengah X $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 4 - 30$ mm
26.	Sambungan Fillet Tanpa <i>root gap</i> Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG,</i> <i>FCW</i>	$t < 2 \text{ mm}$
27.	Sambungan Fillet $D = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG,</i> <i>FCW</i>	$t = 2 - 4 \text{ mm}$

No	Jenis sambungan	Gambar sambungan	Metode	Ketebalan
28.	Sambungan setengah V $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Satu sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW⁶⁾</i>	$t = 4 - 12$ mm
29.	Sambungan setengah V $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 1,5 - 2,5 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 4 - 16$ mm
30.	Sambungan K $\beta = 50^\circ$ $C = 2,0 - 2,5 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 4,0 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 4 - 30$ mm ⁸⁾
31.	Sambungan setengah V⁷⁾ $\alpha = 50^\circ$ $C = 1,0 - 2,0 \text{ mm}$ $D = 2,0 - 3,0 \text{ mm}$ Dua sisi		<i>MMA,</i> <i>MIG,</i> <i>TIG⁶⁾,</i> <i>FCW</i>	$t = 4 - 16$ mm

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

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 6.2 di bawah ini.

Tabel 7. 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*.

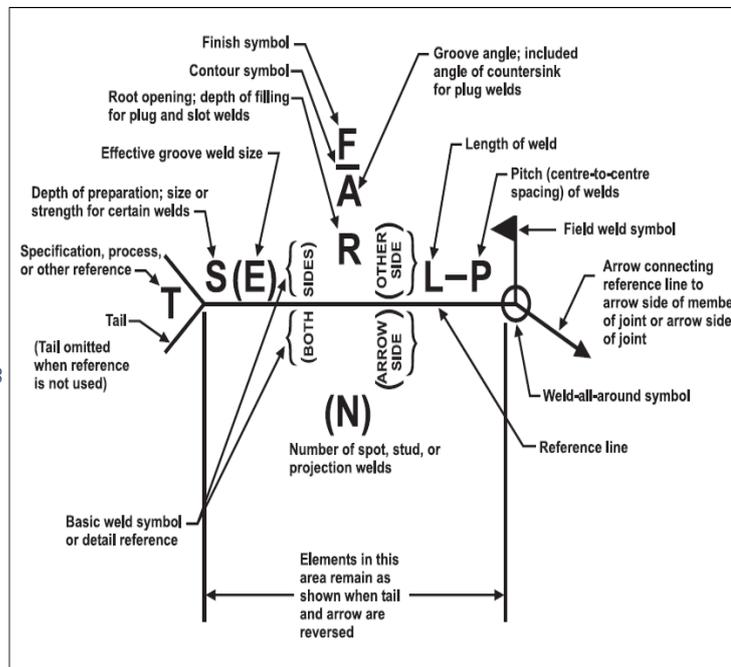
Tabel 8. Simbol las tambahan

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 29. Simbol pengelasan

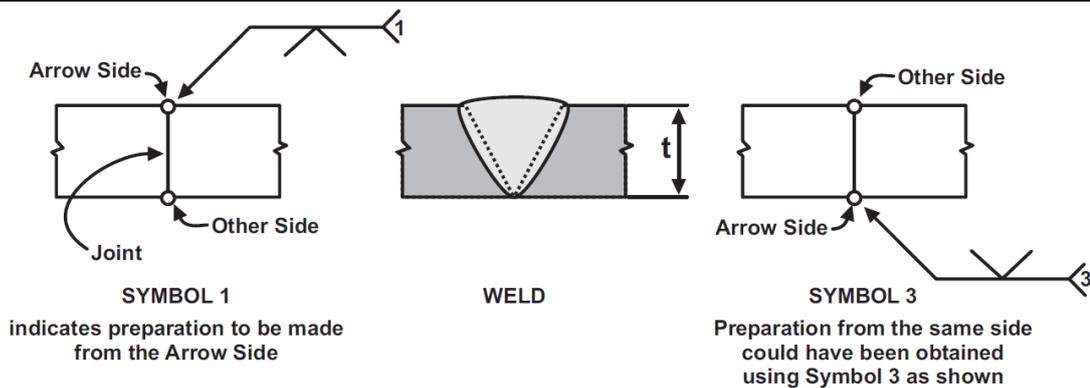


(Sumber: CWB, 2006:89)

Berikut adalah beberapa contoh penempatan simbol las

a. Las *butt joint*

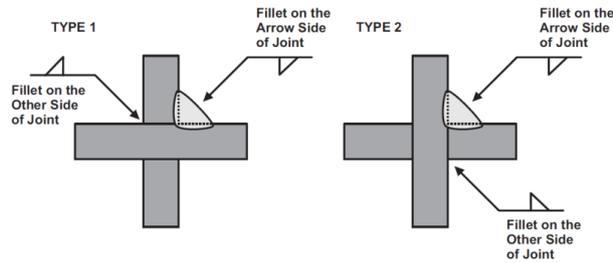
Gambar 30. Simbol las butt joint



(Sumber: CWB, 2006:90)

b. Las fillet joint

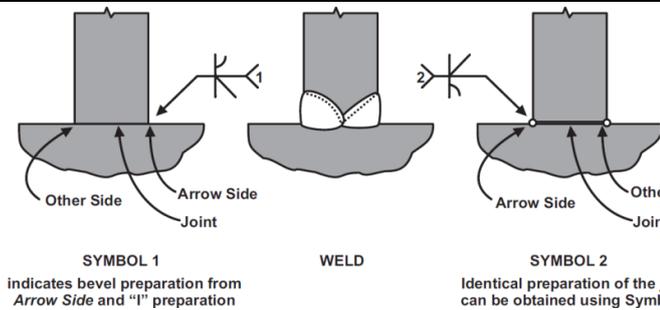
Gambar 31. Simbol las fillet joint



(Sumber: CWB, 2006:91)

c. Las T-Joint

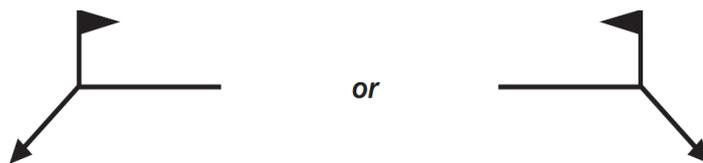
Gambar 32. Simbol las T joint



(CWB, 2006:94)

d. Las di lapangan (field weld)

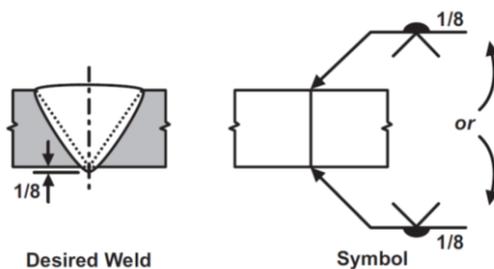
Gambar 33. Simbol field weld



(Sumber: CWB, 2006:95)

e. Las kontur

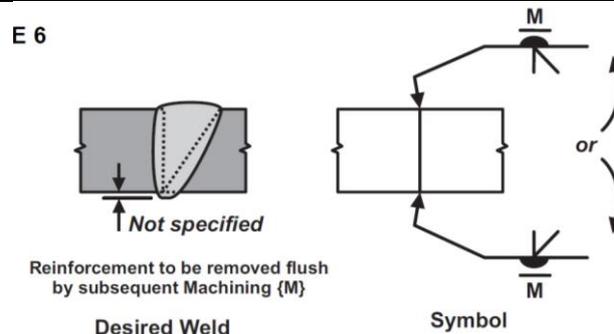
Gambar 34. Simbol las kontur



(Sumber: CWB, 2006:96)

f. *Finishing las*

Gambar 35. Simbol finishing las



(Sumber: CWB, 2006:96)

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

Tabel 9. Penerapan Simbol las

No	Jenis Las	Simbol Las
1	Las tumpul flens tunggal , simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Penempatan simbol dapat diberikan pada sisi panah dan di balik panah	
2	Las tumpul alur tunggal , simbolnya dua garis tegak. Misalkan celah akar 2 mm	
3	Las tumpul alur persegi , simbolnya berupa dua garis tegak. Misalkan celah akar 2 mm	

No	Jenis Las	Simbol Las
4	<p>Las tumpul alur V, 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</p>	
5	<p>Las tumpul alur V ganda, 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</p>	
6	<p>Las tumpul alur tirus tunggal, 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,</p>	
7	<p>Las tumpul alur J tunggal, simbolnya berupa garis tegak dan ¼ lingkaran. Misalkan las tumpul alur J tunggal dengan dalam alur 28 mm, sudut alur 35°, jari-jari akar 13 mm, celah akar 2</p>	

No	Jenis Las	Simbol Las
mm		
8	Las tumpul alur J ganda, simbolnya berupa garis tegak dan $\frac{1}{4}$ lingkaran pada dua sisi. Misalkan las tumpul alur J ganda dengan dalam alur 24 mm, sudut alur 35° , jari-jari akar 13 mm, celah akar 3 mm	
9	Las tumpul alur U tunggal, simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Misalkan las tumpul alur U tunggal dengan sudut alur 25° , jari-jari akar 6 mm, dengan celah akar 0 mm	
10	Las tumpul alur U ganda, simbolnya berupa garis tegak dan setengah lingkaran. Misalkan las tumpul alur U tunggal dengan dalam alur 25 mm, sudut alur 25° , jari-jari akar 6 mm, dengan celah akar 0 mm	
11	Las tumpul terbuka V, simbolnya berupa dua $\frac{1}{4}$ lingkaran untuk V tunggal dan dua $\frac{1}{2}$ lingkaran untuk V ganda.	
12	Las tumpul tertutup V, simbolnya berupa garis tegak dan $\frac{1}{4}$ lingkaran untuk V tunggal, garis tegak dan $\frac{1}{2}$ lingkaran	

No	Jenis Las	Simbol Las
	untuk V ganda	
13	Las sudut berlanjut, simbolnya berupa segitiga siku-siku. Misalkan untuk panjang kaki 6 mm dan untuk panjang las 500 mm	
14	Las sudut terputus, 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	
15	Manik, simbolnya berupa tinggi lengkungan sama dengan $\frac{1}{2}$ jari-jari. Misalkan las manik dengan tebal lapisan 6 mm, lebar 50 mm dan panjang 100 mm	
16	Las Isi, simbolnya berupa garis miring yang	

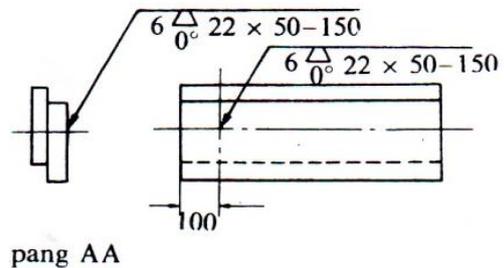
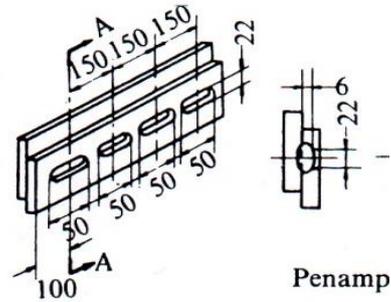
No

Jenis Las

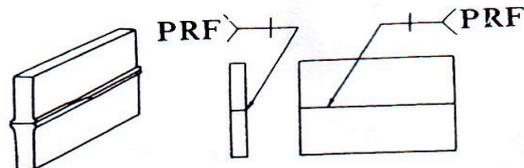
Simbol Las

membuat sudut 60°
terhadap garis datar.
Misalkan

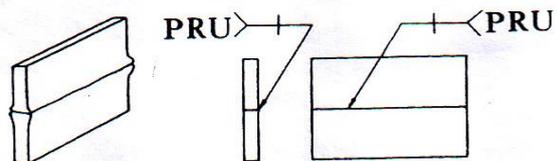
untuk las isi memanjang
dengan lebar 22 mm,
panjang 50 mm, jarak 150 mm,
sudut alur 0° dan
dalam lasan 6 mm



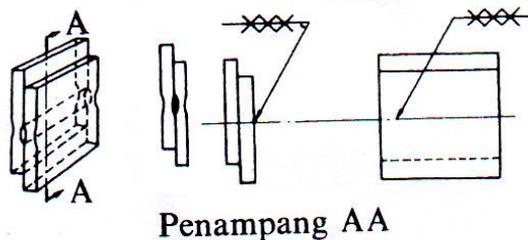
- 17 **Las pijar**, simbolnya
berupa pembubuhan
tulisan PRF pada ujung
akhir garis tanda.

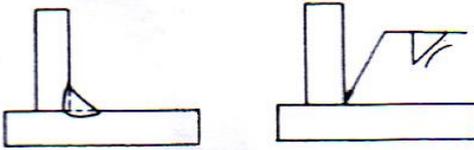
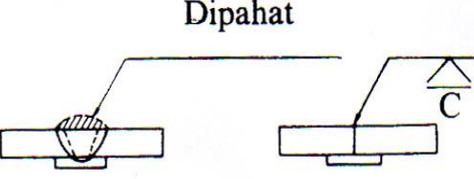
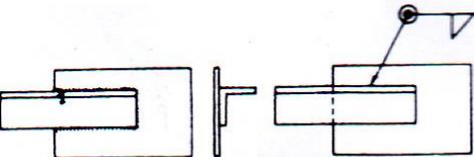


- 18 **Las lantak**, simbolnya
berupa pembubuhan
tulisan PRU pada ujung
akhir garis tanda.



- 19 **Las tumpang**, simbolnya
berupa huruf XXX



No	Jenis Las	Simbol Las
20	Las sudut kontur, simbolnya berupa penambahan garis pada tanda pengelasan. Garis lurus untuk kontur datar, garis cekung untuk kontur cekung	
21	Penyelesaian akhir hasil las, 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	Pengelasan di lapangan, 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 pemuaiian dengan rumus

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

Dimana:

L_t = Panjang akhir (mm)

L_o = Panjang awal (mm)

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

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

Contoh misalkan sebuah besi dengan panjang 200 dipanaskan sampai suhu 1000°C , ditanyakan berapa panjang akhirnya:

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

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

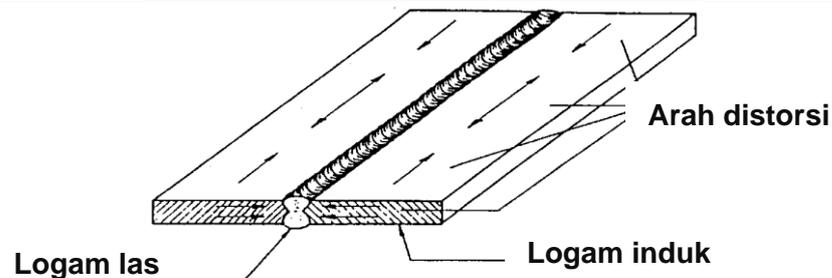
Penyebab distorsi dalam dunia industri pengelasan utamanya disebabkan oleh tegangan sisa, pengelasan dan pemotongan dengan api. Tegangan sisa ditinggalkan dari proses-proses pembuatan logam induk. Tegangan sisa yang ada dalam bahan logam induk akan menjadi masalah apabila menerima panas dari pengelasan 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 6.11)

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

Gambar 36. Distorsi memanjang

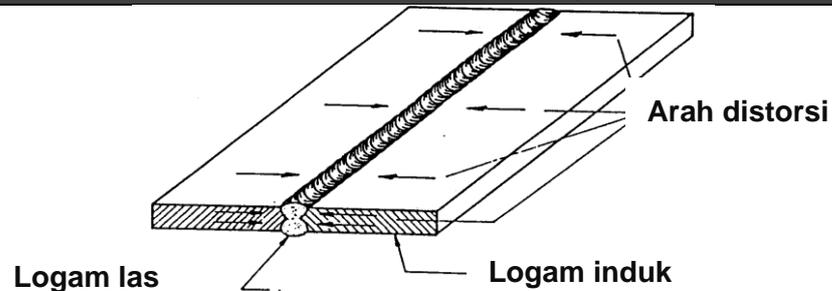


(Sumber: Sukaini, 2013:171)

b. Distorsi melintang (gambar 6.12)

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 37. Distorsi melintang

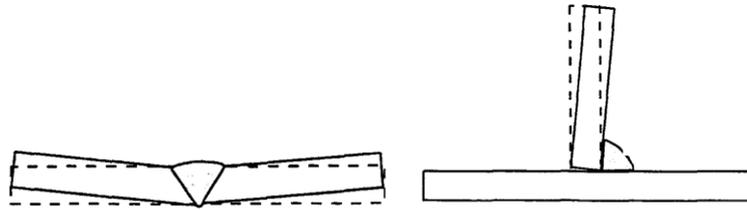


(Sumber: Sukaini, 2013:170)

c. Distorsi menyudut (gambar 6.13)

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

Gambar 38. Distorsi menyusut



(Sumber: Sukaini, 2013:171)

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

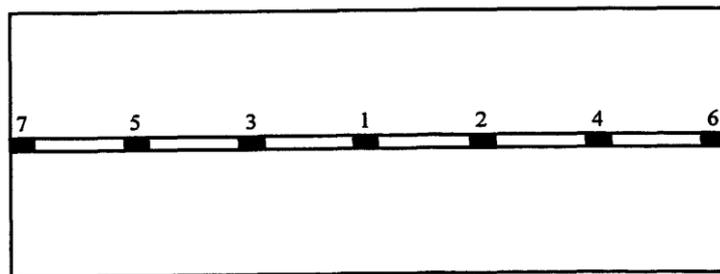
a. Perencanaan yang baik

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 6.14 menunjukkan cara memberikan las catat dengan melakukan selang-seling las catat.

Gambar 39. Las catat

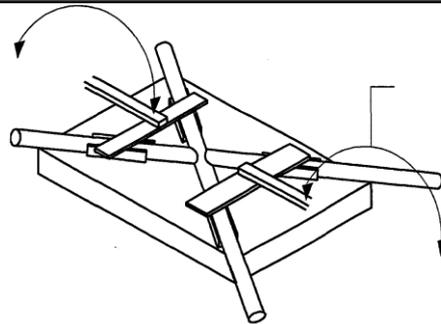


(Sumber: Sukaini, 2013:175)

- 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 40. Alat bantu las

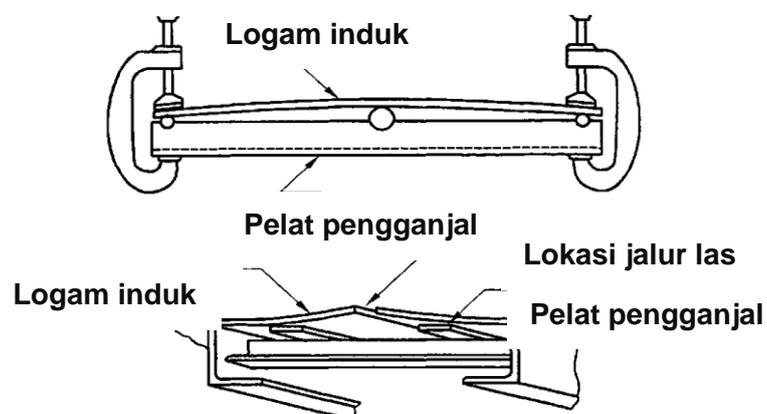


(Sumber: Sukaini, 2013:175)

- d. Pengaturan letak bahan (*pre setting*)

Pengaturan letak bahan (gambar 6.16) dapat dilakukan dengan cara memberikan pelat penganjal 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 41. Pengaturan letak bahan



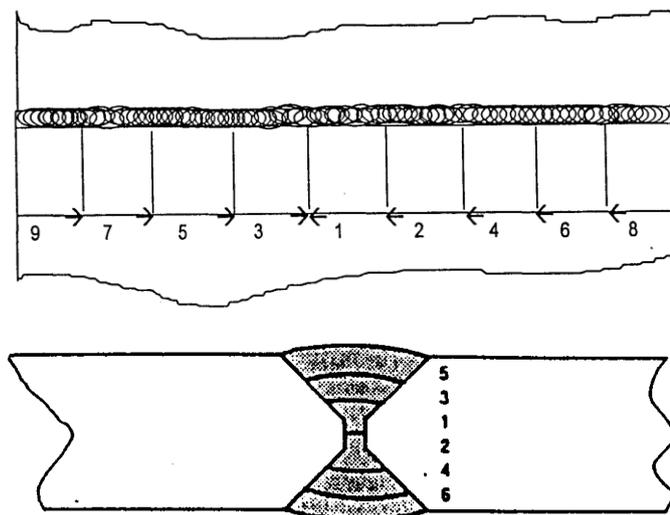
(Sumber: Sukaini, 2013:176)

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 42. Pengaturan jalur las

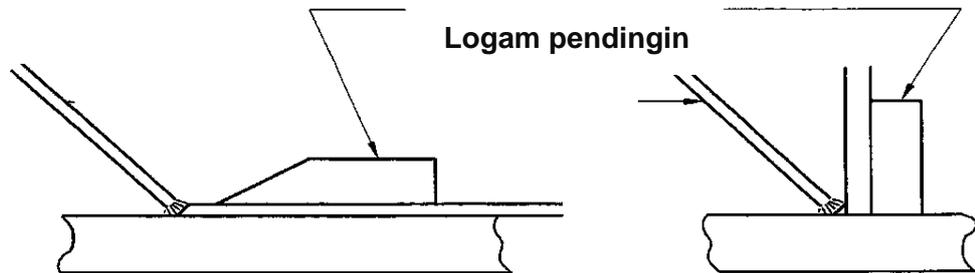


(Sumber: Sukaini, 2013:177)

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 43. Penggunaan logam pendingin

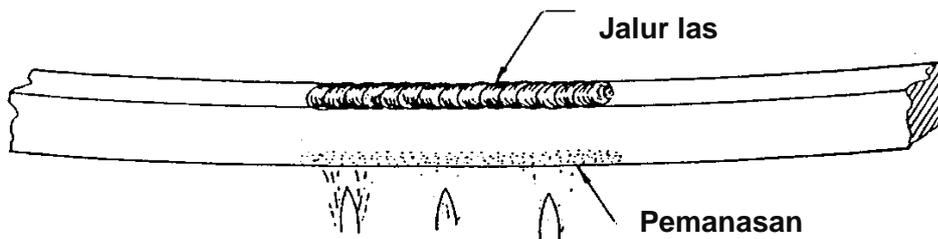


(Sumber: Sukaini, 2013:178)

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 6.19 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 44. Perbaikan distorsi dengan pemanasan



(Sumber: Sukaini, 2013:179)

Teknik yang kedua adalah dengan penempatan 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, 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 **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 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. Jelaskan posisi-posisi pengelasan dan kodenya berdasarkan AWS!
2. Gambarkan ilustrasi posisi-posisi tersebut!
3. Analisis 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 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. Jelaskan 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 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. Jelaskan macam-macam distorsi pada pengelasan yang anda ketahui!
2. Analisis 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 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. Analisis tindakan pencegahan distorsi sebelum pengelasan!
2. Analisis tindakan pencegahan distorsi selama pengelasan!
3. Analisis 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 GTAW.

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 (α), sudut (β), *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. Pemuaihan 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°, 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°C, ditanyakan berapa panjang akhirnya?
5. Jelaskan teknik pencegahan distorsi pada saat pengelasan.
6. Analisis 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

No	Kode Posisi Pengelasan	Ilustrasi gambar	Posisi badan dan gerakan tangan welder

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 4

PRAKTEK PENGELASAN RIGI-RIGI LAS GTAW

A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat *WPS* dan lembar kerja peserta diklat dapat melakukan pengelasan rigi-rigi las *GTAW* pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.24.5 Mengelas sambungan tumpul (*butt*) 1G dan 2G pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

1. Rigi-rigi las pengelasan *GTAW* tanpa bahan pengisi pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dibuat dengan benar.
2. Rigi-rigi las pengelasan *GTAW* dengan bahan pengisi pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dibuat dengan benar.

C. Uraian Materi

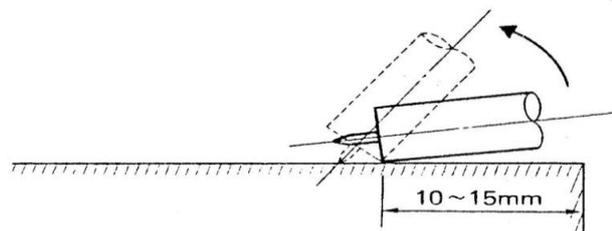
Bahan Bacaan 1 : Pembuatan rigi-rigi las pengelasan GTAW tanpa bahan pengisi.

Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dan hal-hal penting yang harus dilakukan meliputi :

1. Persiapan mesin dan elektroda:
 - 1) Perawatan ujung elektroda, untuk pengelasan pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah gerinda ujung elektroda hingga runcing.
 - 2) Pemasangan elektroda pada *torch*, pasang elektroda sampai ujungnya keluar kira kira 5 mm dari *Nozzle*.
 - 3) Penyetelan mesin las, yakinkan bahwa masing masing saklar dan dial terpasang pada posisi yang diharapkan.
 - 4) Setel tombol pemilihan AC / DC ke DC.
 - 5) Setel banyaknya aliran gas pada 5 l / menit.

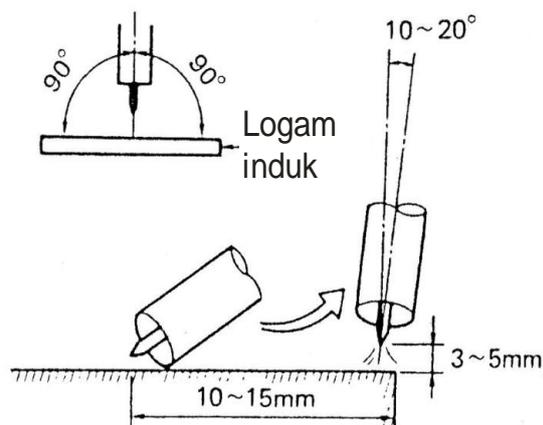
- 6) Setel arus pengelasan sekitar 80-90 A.
2. Penyalan busur las
 - a. Letakkan *nozzle* sekitar 10-15mm didepan titik awal las.
 - b. Pakai helm pelindung.
 - c. Tegakkan *torch* sedikit.
 - d. Jangan sentuhkan elektroda pada benda kerja.
 - e. Tekan tombol *torch*.

Gambar 45. Penyalan busur



3. Penempatan Torch ke posisi awal las
 - 1) Arahkan balik *torch* ke ujung awal las.
 - 2) Pegang *torch* pada posisi tegak 90° terhadap permukaan benda kerja dan dimiringkan sekitar 10° - 20° terhadap arah garis pengelasan.
 - 3) Jaga panjang busur sekitar 3-5 mm.
 - 4) Lelehkan ujung awal pengelasan.

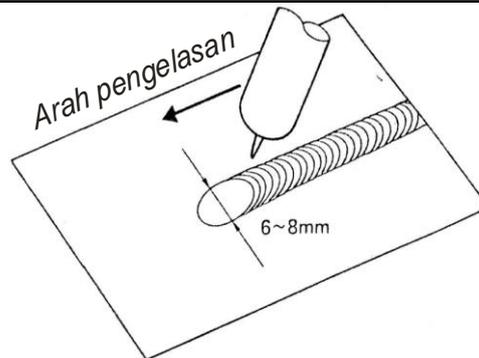
Gambar 46. Permulaan pengelasan



4. Pelelehan logam

- 1) Jaga lebar pelelehan logam sekitar 6-8 mm.
- 2) Lelehkan sepanjang garis pengelasan.

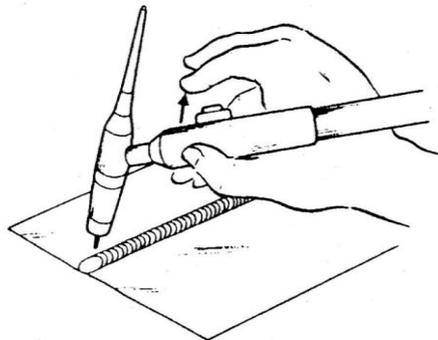
Gambar 47. Pelelehan



5. Mematikan busur

- 1) Lepas jari anda dari saklar *torch*.
- 2) Jangan gerakkan *torch* dari kawah las selama periode after flow (aliran gas akhir).

Gambar 48. Mematikan busur



6. Pemeriksaan

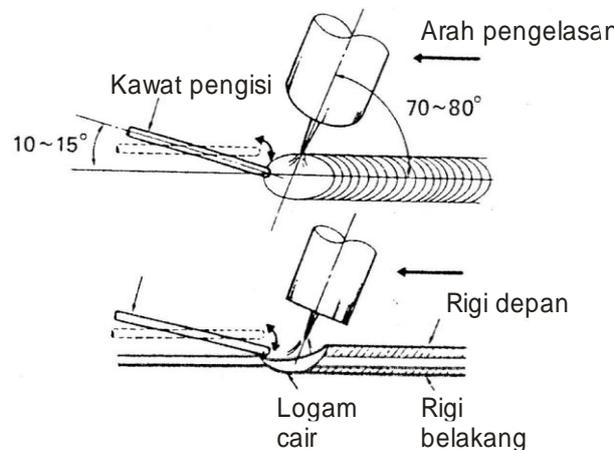
- 1) Periksa dan pastikan apakah bentuk dan lebar pelelehan rata.
- 2) Periksa dan pastikan apakah bentuk las-lasan atau lelehan bagian belakang rata.
- 3) Periksa dan pastikan apakah permukaan las teroksidasi.

Bahan Bacaan 2 : Pengisian dan las manik-manik

Tahapan-tahapan yang perlu dilakukan dan hal-hal penting yang harus dilakukan meliputi :

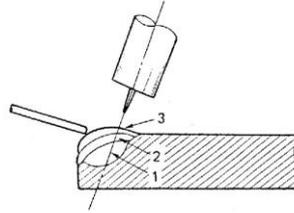
1. Runcingkan ujung elektroda
2. Pasang elektroda pada *torch*
3. Setel mesin las pada kondisi yang dikehendaki
4. Nyalakan busur
5. Pengelasan
 - 1) Letakkan kawat pengisi ke depan ujung api dari elektroda tungsten.
 - 2) Setelah meletakkan dengan panjang yang optimal, angkat sedikit kawat pengisi.
 - 3) Ulangi secara terus menerus untuk membuat lagi las-lasan sehingga terbentuk manik-manik las.
1. Peletakan kawat pengisi pada sudut kira-kira 10° - 15° terhadap benda kerja.

Gambar 49. Pengisian kawah las



6. Pengisian kawah las
 - a. Matikan busur ketika sampai pada ujung akhir las.
 - b. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi.
 - c. Matikan busur.
 - d. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi secukupnya.
 - e. Ulangi lagi sampai tingginya las lasan sama dengan tinggi las-lasan sebelumnya

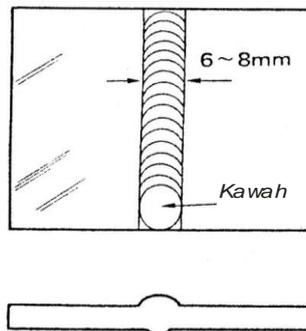
Gambar 50. Gambar 50. Mematikan busur



7. Pemeriksaan

- a. Periksa bentuk alur las dan keragamannya.
- b. Periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan.
- c. Periksa apakah ada takik dan *overlap* pada hasil las.
- d. Periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

Gambar 51. Pemeriksaan las



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 **Pengelasan Rigi-Rigi Las GTAW** 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 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.

Aktivitas 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 anda diminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-02.P anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-7** mengenai Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*.

E. Rangkuman

Proses pengelasan rigi-rigi las tanpa bahan pengisi pada pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah. Arus yang digunakan arus *DC*, dengan besar arus disesuaikan dengan tebal benda kerja. Arah pengelasan adalah arah maju (dari kiri ke kanan). Hasil kawah yang diharapkan adalah lebar 6-8 mm. Proses latihan dilakukan berulang-ulang sampai bisa.

Proses pengelasan rigi-rigi las dengan bahan pengisi pada pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah. Bahan pengisi yang digunakan seri ER 70S. Arus yang digunakan arus *DC*, dengan besar arus disesuaikan dengan tebal benda kerja. Arah pengelasan adalah arah maju (dari kiri ke kanan). Hasil kawah yang diharapkan adalah lebar 6-8 mm. Proses latihan dilakukan berulang-ulang sampai bisa.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las *GTAW* tanpa bahan pengisi
2. Analisis proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las *GTAW* tanpa bahan pengisi
3. Jelaskan persiapan pengelasan rigi-rigi las *GTAW* dengan bahan pengisi
4. Analisis proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las *GTAW* 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 GTAW**? 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 Lembar Kerja Pengelasan Rigi-Rigi Las GTAW tanpa Bahan Pengisi

A. Tujuan Praktikum

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las tanpa bahan pengisi pada pelat baja lunak, Anda 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
- 7. Membuat Rigi Las tanpa Bahan pengisi pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

1. Menyiapkan mesin las *GTAW/TIG* dan perlengkapannya
2. Menyiapkan alat bantu las
3. Menyiapkan alat pelindung diri
4. Menyiapkan Lembar Kerja
5. Menyiapkan pelat baja lunak ukuran 100 x 200 x 2 mm (1 buah)

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 *torch* 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

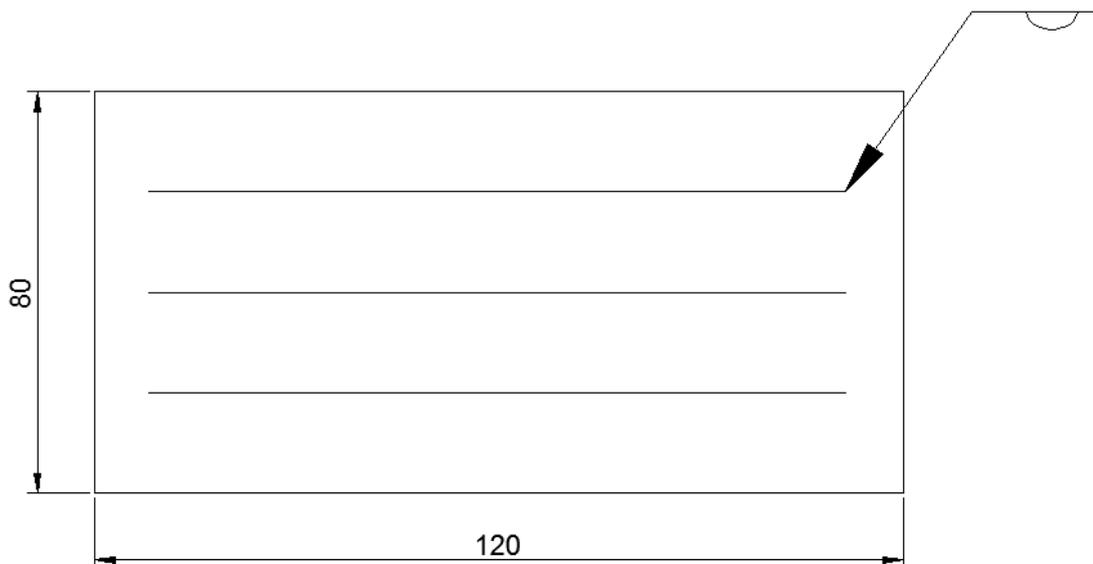
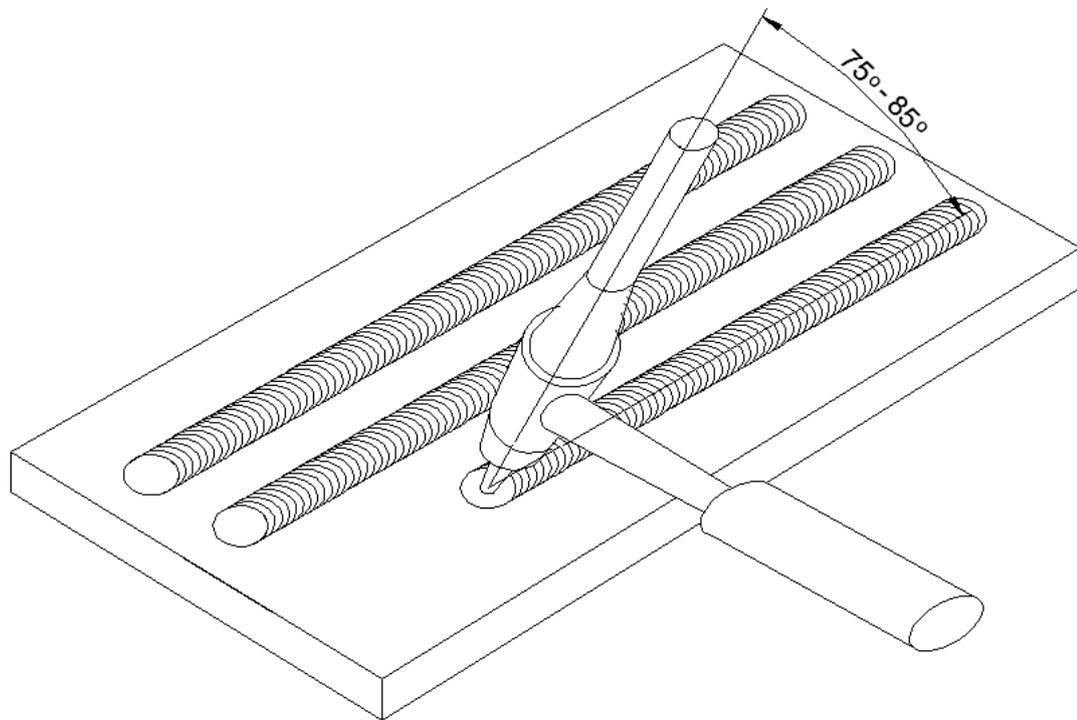
D. Proses Kerja

- 1 Menyiapkan peralatan las *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 5 *CFH*
- 3 Mengatur ampere diantara 80 - 90 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja $\pm 2\text{mm}$
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 75° - 85° terhadap jalur las
- 7 Melakukan pengelasan sesuai dengan *wps*/lembar kerja/gambar kerja
- 8 Memeriksa hasil las dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan
- 9 Membersihkan semua peralatan yang telah digunakan dan menyimpan kembali pada tempatnya, memosisikan 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 | Penetrasi | Maks. Rata dengan permukaan bawah |
| 5 | 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 : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. LEMBAR PENILAIAN

Melaksanakan Pengelasan Rigi-Rigi Las GTAW tanpa Bahan Pengisi

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las tanpa bahan pengisi 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Membuat Rigi Las tanpa Bahan Pengisi pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW/TIG dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	Lembar Kerja disiapkan			
5	Pelat baja lunak ukuran 100 x 200 x 2 mm (1 buah) disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum memulai pengelasan			
3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			

4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja disiapkan			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur diantara 5 <i>CFH</i>			
3	Ampere diantara 80 - 90 amp diatur			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur pada $\pm 2\text{mm}$			
6	Sudut pembakar diatur diantara 75° - 85° terhadap jalur las			
7	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps</i> /lembar kerja/gambar kerja			
8	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan			
9	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, saklar <i>ON/OFF</i> diposisikan pada posisi <i>OFF</i> , katup gas ditutup sampai tekanan menunjukkan "0"			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Lebar jalur las	5 mm, tol +1, -0		
2	Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks 5%		
4	Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 5%		
5	Penetrasi	Maks. Rata dengan permukaan bawah		
6	Kebersihan	Tidak ada percikan		

		dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

Form LK-02.P Lembar Kerja Pengelasan Rigi-Rigi Las GTAW dengan Bahan Pengisi

A. Tujuan Praktikum

Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las dengan bahan pengisi 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Membuat Rigi Las dengan Bahan pengisi pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

- 1 Menyiapkan mesin las GTAW/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 80 x 120 x 2 mm (1 buah)
- 6 Menyiapkan bahan pengisi 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 *torch* 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

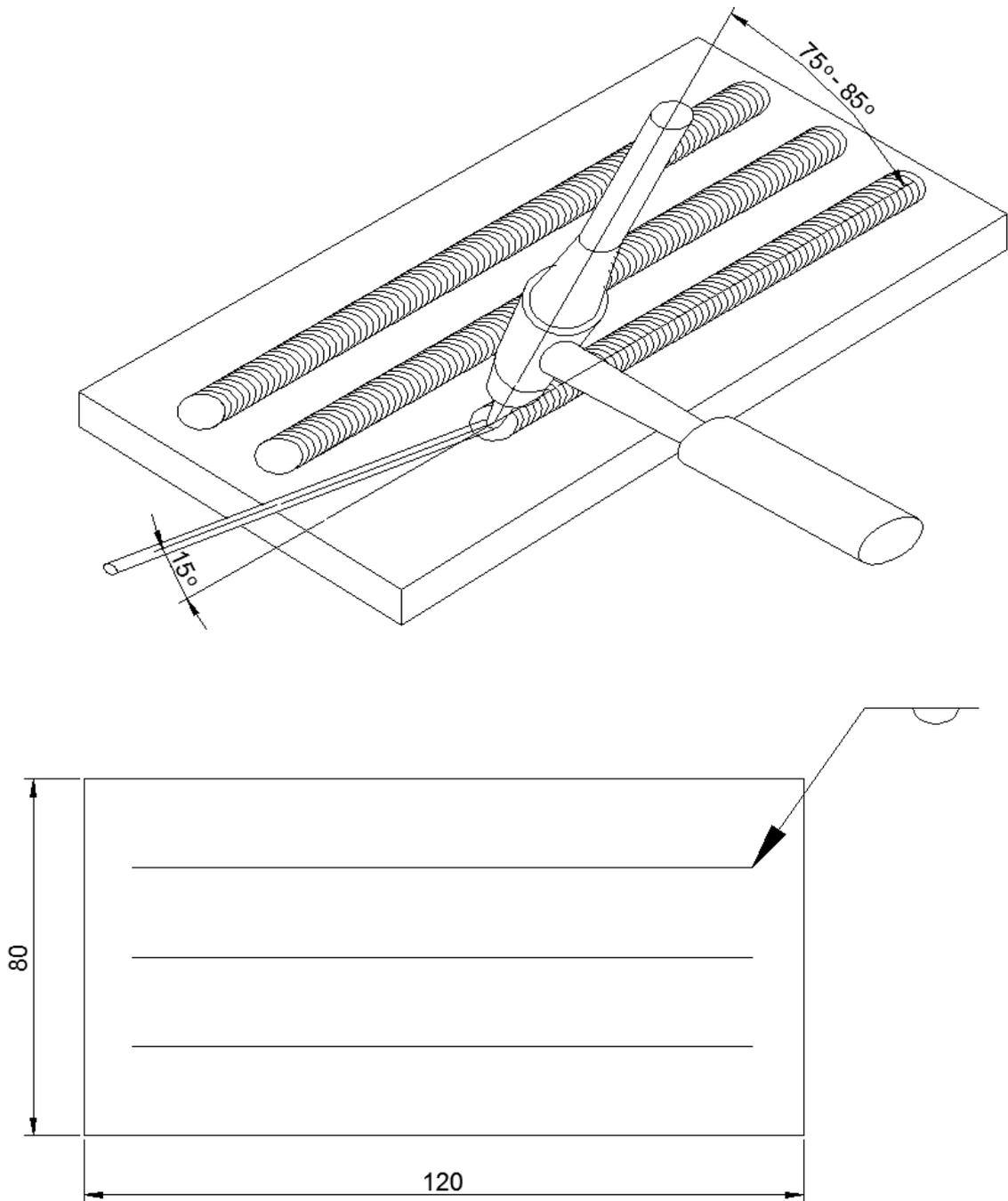
D. Proses Kerja

- 1 Menyiapkan peralatan las *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 5 *CFH* disesuaikan dengan tebal pelat
- 3 Mengatur ampere diantara 80 – 90 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja $\pm 2\text{mm}$
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 75° - 85° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan pengisi 15°
- 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

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
2.
3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. LEMBAR PENILAIAN

Melaksanakan Pengelasan Rigi-Rigi Las *GTAW* dengan Bahan Pengisi

- Nama Peserta** :
- Tujuan** : Setelah mempelajari dan berlatih membuat rigi las dengan bahan pengisi 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 *torch*
 6. Menyalakan busur las
 - 7. Membuat Rigi Las dengan Bahan Pengisi pada Pelat Baja Lunak**
 8. Memeriksa hasil las
- Petunjuk** : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

PERSIAPAN				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las <i>GTAW/TIG</i> dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	<i>WPS/</i> Jobsheet/Gambar kerja disiapkan			
5	Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (1 buah) disiapkan			
6	Bahan pengisi baja lunak Ø 2,4 mm Disiapkan			
SIKAP KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum memulai pengelasan			
3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang disiapkan dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur diantara 5 <i>CFH</i>			
3	Ampere diatur diantara 80 - 90 amp			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur ± 2mm			
6	Sudut pembakar diatur diantara 75°-85° terhadap jalur las			
7	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps/</i> lembar kerja/gambar kerja			

8	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan				
9	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, memposisikan saklar <i>ON/OFF</i> pada posisi <i>OFF</i> , menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"				
HASIL					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Lebar jalur las	5 mm, tol +1, -0			
2	Kelurusan jalur las	Penyimpangan maks 5%			
4	Pencairan	Bagian yang tidak mencair maks. 5%			
5	Penetrasi	Maks. Rata dengan permukaan bawah			
6	Kebersihan	Tidak ada percikan dan terak las yang menempel pada daerah pengelasan			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus					
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....
Penilai

NIP.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 5

PRAKTEK PENGELASAN SAMBUNGAN TUMPUL (BUTT JOINT) 1G DAN 2G GTAW PADA PELAT BAJA LUNAK DAN ATAU STAINLESS STEEL

A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat lembar kerja peserta diklat dapat melakukan pengelasan sambungan tumpul (butt) 1G dan 2G pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

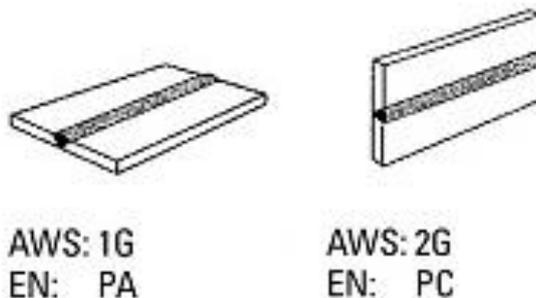
20.24.5 Mengelas sambungan tumpul (butt) 1G dan 2G pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

1. Sambungan tumpul (butt) 1G pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dapat dilas dengan baik.
2. Sambungan tumpul (butt) 2G pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dapat dilas dengan baik.

C. Uraian Materi

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

Gambar 52. Sambungan Tumpul 1G dan 2G



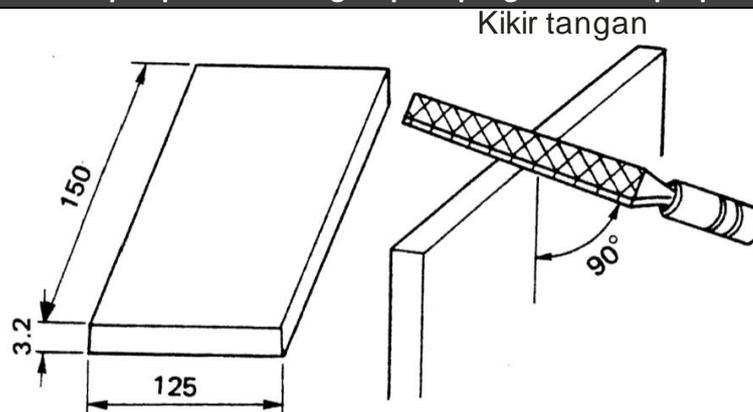
Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam mengelas sambungan tumpul 1G dan 2G adalah meliputi :

1. Persiapan Bahan

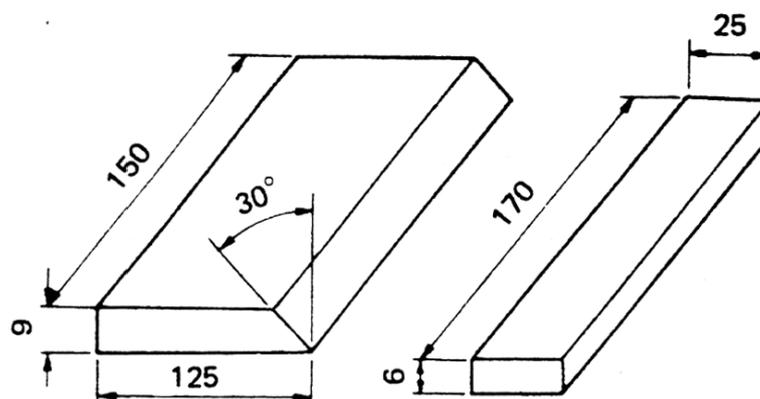
Sebagai langkah persiapan, perhatikan hal-hal berikut ini :

- a. Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
- b. Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
- c. Berikan bevel 3° pada salah satu sisi penahan belakang.
- d. Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
- e. Kikir kampuh 30° untuk kampuh V.

Gambar 53. Persiapan permukaan logam pada pengelasan tumpul posisi datar



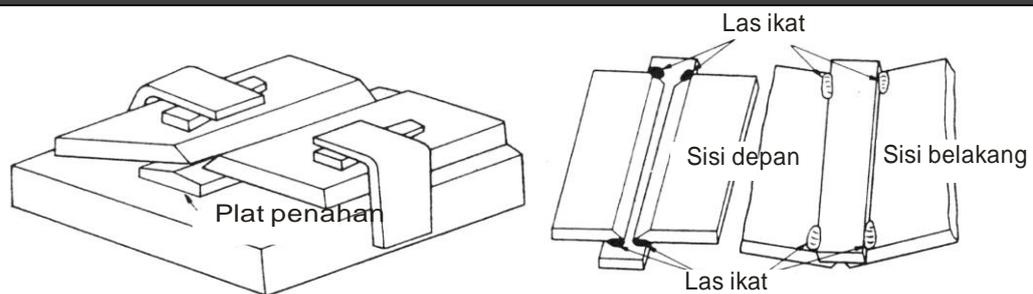
Gambar 54. Persiapan awal pengelasan tumpul kampuh V posisi datar dengan penahan belakang



f. Pemberian las ikat

- 1) Tempelkan kedua logam dasar diatas lempengan penahannya.
- 2) 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 55. Pemberian las ikat



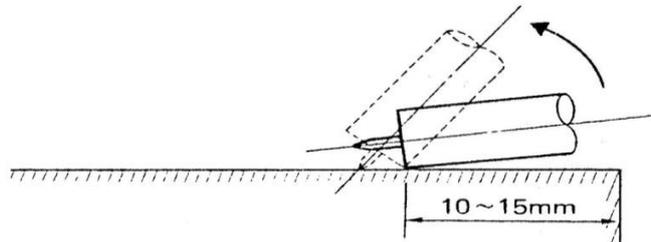
2. Persiapan mesin dan elektroda:

- a. Perawatan ujung elektroda, untuk pengelasan pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah gerinda ujung elektroda hingga runcing.
- b. Pemasangan elektroda pada *torch*, pasang elektroda sampai ujungnya keluar kira kira 5 mm dari *Nozzle*.
- c. Penyetelan mesin las, yakinkan bahwa masing masing saklar dan dial terpasang pada posisi yang diharapkan.
- d. Setel tombol pemilihan *AC / DC* ke *DC*.
- e. Setel banyaknya aliran gas sesuai jenis dan ketebalan bahan.
- f. Setel arus pengelasan sesuai jenis dan ketebalan bahan.

3. Penyalan busur las

- a. Letakkan *nozzle* sekitar 10-15mm didepan titik awal las.
- b. Pakai helm pelindung.
- c. Tegakkan *torch* sedikit.
- d. Jangan sentuhkan elektroda pada benda kerja.
- e. Tekan tombol *torch*.

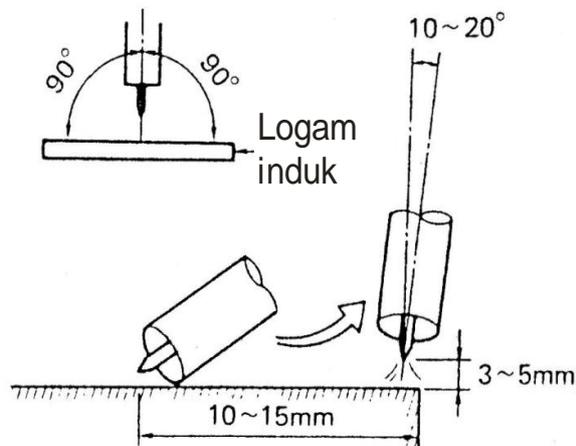
Gambar 56. Penyalaan busur



4. Penempatan Torch ke posisi awal las

- Arahkan balik *torch* ke ujung awal las.
- Pegang *torch* pada posisi tegak 90° terhadap permukaan benda kerja dan dimiringkan sekitar 10° - 20° terhadap arah garis pengelasan.
- Jaga panjang busur sekitar 3-5 mm.
- Lelehkan ujung awal pengelasan.

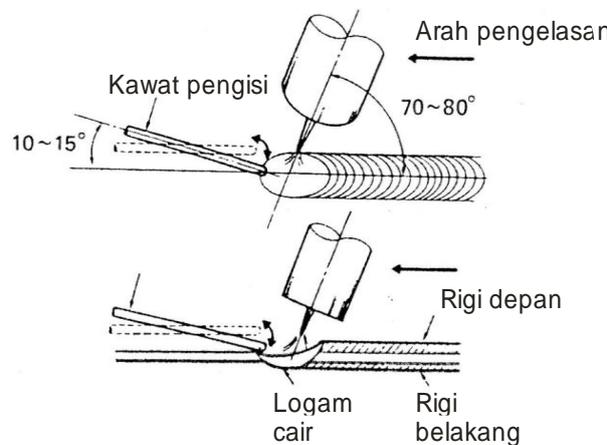
Gambar 57. Permulaan pengelasan



5. Pengelasan

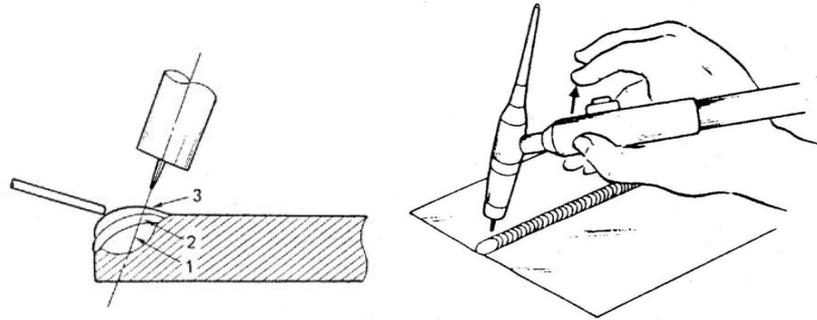
- Letakkan kawat pengisi ke depan ujung api dari elektroda tungsten.
- Setelah meletakkan dengan panjang yang optimal, angkat sedikit kawat pengisi.
- Ulangi secara terus menerus untuk membuat lagi las-lasan sehingga terbentuk manik-manik las.
- Peletakan kawat pengisi pada sudut kira-kira 10° - 15° terhadap benda kerja.

Gambar 58. Pengisian kawah las



6. 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



7. Pemeriksaan

- a. Periksa bentuk alur las dan keragamannya.
- b. Periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan.
- c. Periksa apakah ada takik dan overlap pada hasil las.
- d. Periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

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 **Pengelasan sambungan tumpul (*butt joint*) 1G dan 2G GTAW pada pelat baja lunak dan *Stainless Steel*** 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 1 : Pengelasan Sambungan Tumpul (Butt joint) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau Stainless Steel (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 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 sambungan tumpul (*butt joint*) 2G GTAW pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

Aktivitas 2 : Pengelasan Sambungan Tumpul (Butt joint) 2G GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau Stainless Steel (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 anda diminta 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 GTAW pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel*

E. Rangkuman

Pengelasan sambungan tumpul 1G dan 2G GTAW pada pelat baja lunak dan *Stainless Steel* merupakan keterampilan dasar pengelasan sambungan pada

proses las *GTAW*. Agar mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu diperhatikan tahapan persiapan material, persiapan mesin, proses las catat, pengisian kawah las dan proses mematikan *torch*. Setelah pengelasan sambungan dilakukan maka diakhiri dengan pemeriksaan baik secara visual maupun test *DT* dan *NDT*.

F. Tes Formatif

1. Analisis persiapan pengelasan sambungan tumpul 1G las *GTAW*!
2. Analisis proses pengelasan dan pemeriksaan hasil pengelasan sambungan tumpul 1G las *GTAW*!
3. Gambarkan ilustrasi posisi pengelasan sambungan tumpul 2G las *GTAW*!
4. Gambarkan ilustrasi proses pengelasan sambungan tumpul 2G las *GTAW*!

Lembar Kerja KP-07

LK - 00

1. Apa saja hal-hal yang harus dipersiapkan oleh anda sebelum mempelajari materi pembelajaran **Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G dan 2G *GTAW* pada Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel***? 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.P Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak

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 dengan gas argon pada regulator
3. Mengatur aliran gas argon
4. Menajamkan elektroda
5. Memasang dan mengatur jarak elektroda pada *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Mengelas Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

- 1 Menyiapkan mesin las *GTAW/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 80 x 120 x 2 mm (2 buah)
- 6 Menyiapkan bahan pengisi 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 *torch* 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

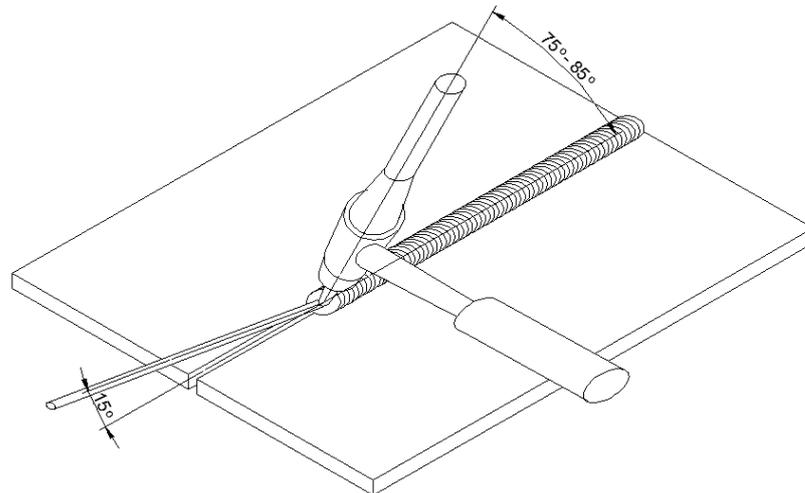
D. Proses Kerja

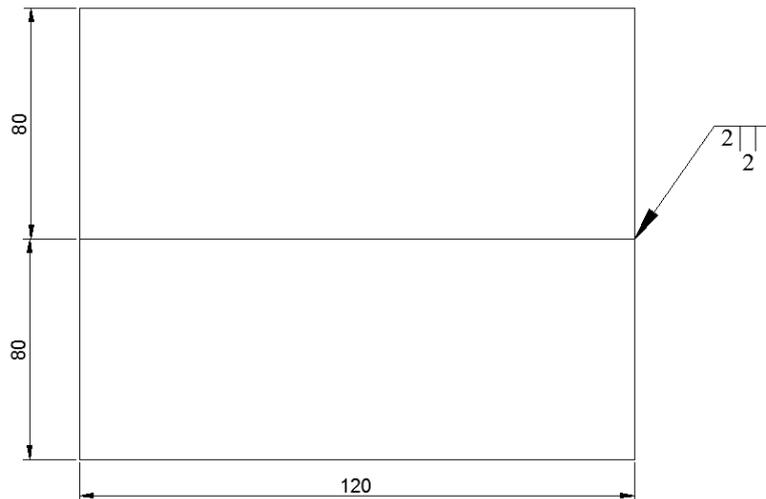
- 1 Menyiapkan peralatan las *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 8 – 10 *Cfh* disesuaikan dengan tebal pelat
- 3 Mengatur ampere diantara 80-140 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja \pm 2mm
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 75° - 85° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan pengisi 15°
- 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 : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.

3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. LEMBAR PENILAIAN

Melaksanakan Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih mengelas sambungan tumpul (*Butt Joint*) 1G GTAW 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Melaksanakan Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 1G GTAW pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW/TIG dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	WPS/Jobsheet/Gambar kerja disiapkan			
5	Pelat baja lunak ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah) disiapkan			
6	Bahan pengisi baja lunak Ø 2,4 mm Disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum memulai pengelasan			

3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
P R O S E S K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang disiapkan dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur diantara 8-10 <i>CFH</i>			
3	Ampere diatur diantara 80 - 140 amp			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur $\pm 2\text{mm}$			
6	Sudut pembakar diatur diantara 75° - 85° terhadap jalur las			
7	Sudut bahan pengisi 15°			
8	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps</i> /lembar kerja/gambar kerja			
9	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan			
10	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, memosisikan saklar <i>ON/OFF</i> pada posisi <i>OFF</i> , menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"			
H A S I L				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus					
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

Form LK-03.P Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 2G GTAW pada Pelat *Stainless Steel*

A. Tujuan Praktikum

Setelah mempelajari dan berlatih membuat sambungan tumpul 2G 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 *torch*
6. Menyalakan busur las

7. **Mengelas Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 2G GTAW pada Pelat *Stainless Steel***
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

- 1 Menyiapkan mesin las *GTAW/TIG* dan perlengkapannya
- 2 Menyiapkan alat bantu las
- 3 Menyiapkan alat pelindung diri
- 4 Menyiapkan *WPS/Jobsheet/Gambar kerja*
- 5 Menyiapkan pelat *Stainless Steel* ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah)
- 6 Menyiapkan bahan pengisi *Stainless Steel* 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 *torch* 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 *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 10 – 15 *Cfh* disesuaikan dengan tebal pelat
- 3 Mengatur ampere diantara 80 -120 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja ±

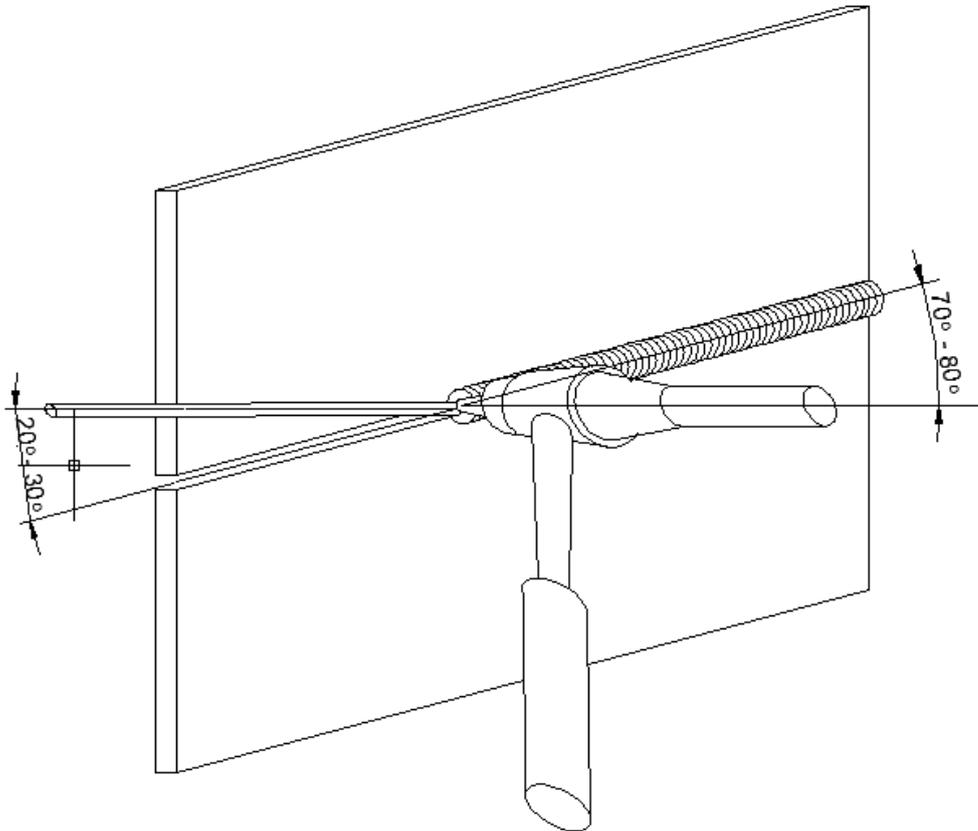
2mm

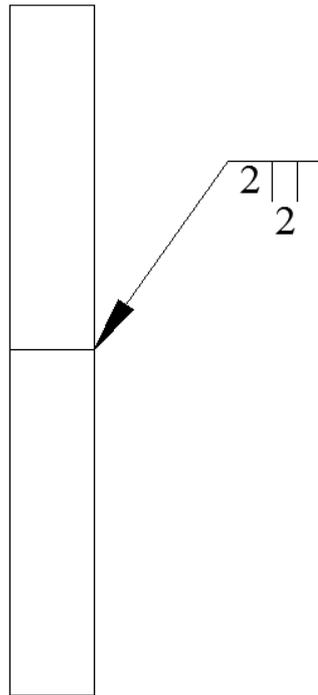
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 75° - 85° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan pengisi 15°
- 8 Melakukan pengelasan sesuai dengan *wps*/lembar kerja/gambar kerja
- 9 Memeriksa hasil las dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan
- 10 Membersihkan semua peralatan yang telah digunakan dan 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 : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)
2.
3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. LEMBAR PENILAIAN

Melaksanakan Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 2G GTAW pada Pelat *Stainless Steel*

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih mengelas sambungan tumpul (*Butt Joint*) 2G GTAW 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Melaksanakan Pengelasan Sambungan Tumpul (*Butt joint*) 2G GTAW pada Pelat *Stainless Steel***
8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW/TIG dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	WPS/Jobsheet/Gambar kerja disiapkan			
5	Pelat <i>Stainless Steel</i> ukuran 80 x 120 x 2 mm (2 buah) disiapkan			
6	Bahan pengisi <i>Stainless Steel</i> Ø 2,4 mm Disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum			

	memulai pengelasan			
3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
P R O S E S K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang disiapkan dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur diantara 10-15 <i>CFH</i>			
3	Ampere diatur diantara 80 – 120 amp			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur $\pm 2\text{mm}$			
6	Sudut pembakar diatur diantara 75° - 85° terhadap jalur las			
7	Sudut bahan pengisi diatur 15° terhadap jalur las			
8	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps</i> /lembar kerja/gambar kerja			
9	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan			
10	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, memosisikan saklar <i>ON/OFF</i> pada posisi <i>OFF</i> , menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"			
H A S I L				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus					
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 6

PRAKTEK PENGELASAN SAMBUNGAN SUDUT (FILLET JOINT) 1F DAN 2F GTAW PADA PELAT BAJA LUNAK DAN ATAU STAINLESS STEEL

A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat lembar kerja peserta diklat dapat melakukan pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F dan 2F GTAW pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*.

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.24.6 Mengelas sambungan sudut (*fillet joint*) pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* posisi 1F dan 2F.

1. Sambungan sambungan sudut (*fillet joint*) 1F pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dapat dilas dengan baik.
2. Sambungan sambungan sudut (*fillet joint*) 2F pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* dapat dilas dengan baik.

C. Uraian Materi

Di bawah ini adalah gambar sambungan sudut (*fillet joint*) 1F dan 2F

Gambar 60. Sambungan sudut 1F dan 2F



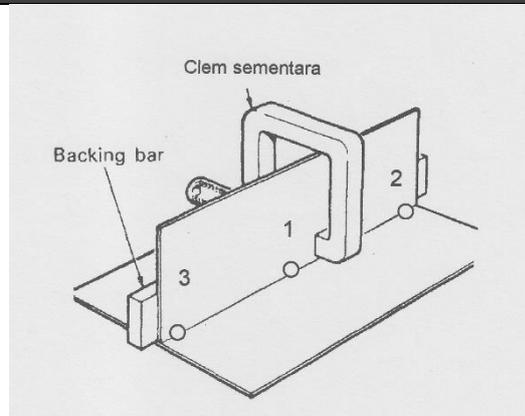
Tahapan-tahapan yang harus dilakukan dalam mengelas sambungan tumpul 1G dan 2G adalah meliputi :

1. Persiapan Bahan

Sebagai langkah persiapan, perhatikan hal-hal berikut ini :

- a. Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
- b. Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
- c. Berikan bevel 3° pada salah satu sisi penahan belakang.
- d. Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
- e. Kikir kampuh 30° untuk kampuh V.
- f. Pemberian las ikat
- g. Tempelkan kedua logam dasar diatas lempengan penahannya.
- h. Diantara dua logam itu, berikan celah 4 mm.
- i. Berikan las ikat pada bagian belakang logam dengan penahannya dengan hati-hati jangan sampai merusak pengelasan bagian depan.
- j. Pastikan jika ada perubahan posisi hanya $\pm 3^\circ$.

Gambar 61. Pemberian las ikat



2. Persiapan mesin dan elektroda :

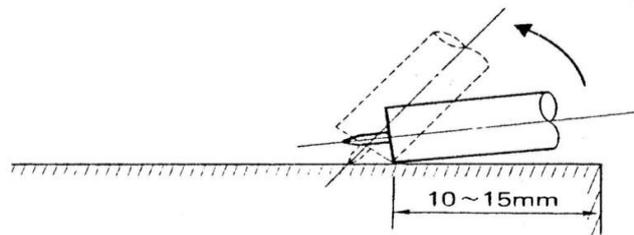
- a. Perawatan ujung elektroda, untuk pengelasan pelat baja lunak menggunakan elektroda tungsten 2% thorium dengan kode warna merah gerinda ujung elektroda hingga runcing.
- b. Pemasangan elektroda pada *torch*, pasang elektroda sampai ujungnya keluar kira kira 5 mm dari *Nozzle*.

- c. Penyetelan mesin las, yakinkan bahwa masing masing saklar dan dial terpasang pada posisi yang diharapkan.
- d. Setel tombol pemilihan *AC / DC* ke *DC*.
- e. Setel banyaknya aliran gas sesuai jenis dan ketebalan bahan.
- f. Setel arus pengelasan sesuai jenis dan ketebalan bahan.

3. Penyalaaan busur las

- a. Letakkan *nozzle* sekitar 10-15mm didepan titik awal las.
- b. Pakai helm pelindung.
- c. Tegakkan *torch* sedikit.
- d. Jangan sentuhkan elektroda pada benda kerja.
- e. Tekan tombol *torch*.

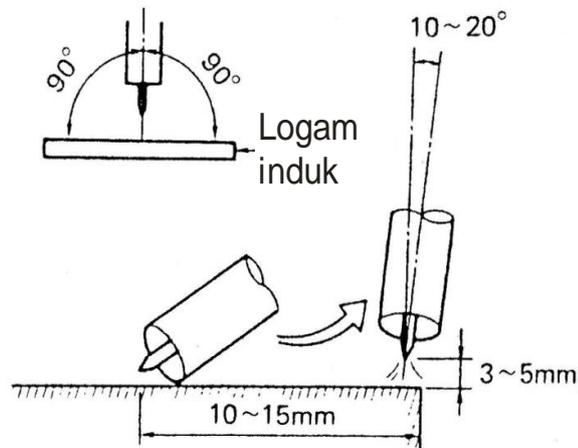
Gambar 62. Penyalaaan busur



4. Penempatan Torch ke posisi awal las

- a. Arahkan balik *torch* ke ujung awal las.
- b. Pegang *torch* pada posisi tegak 90° terhadap permukaan benda kerja dan dimiringkan sekitar 10°- 20° terhadap arah garis pengelasan.
- c. Jaga panjang busur sekitar 3-5 mm.
- d. Lelehkan ujung awal pengelasan.

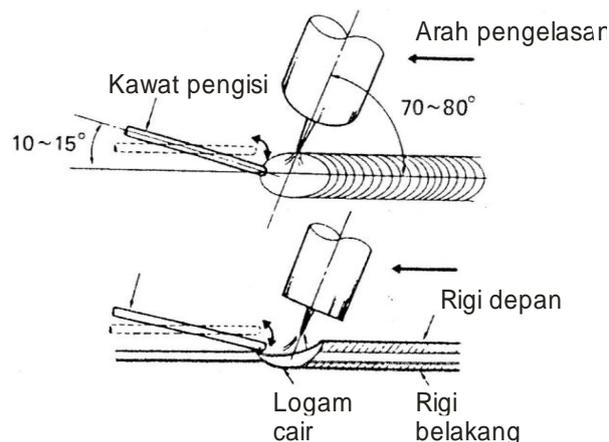
Gambar 63. Permulaan pengelasan



5. 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.
- Peletakan kawat pengisi pada sudut kira-kira 10° - 15° terhadap benda kerja.

Gambar 64. Pengisian kawah las

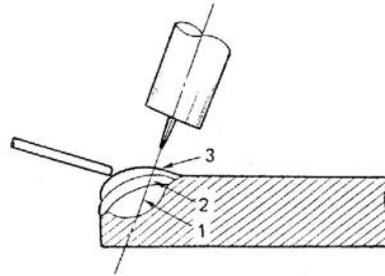


6. Pengisian kawah las

- Matikan busur ketika sampai pada ujung akhir las.

- b. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi.
- c. Matikan busur.
- d. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi secukupnya.
- e. Ulangi lagi sampai tingginya las lasan sama dengan tinggi las-lasan sebelumnya

Gambar 65. Mematikan busur



7. Pemeriksaan

- a. Periksa bentuk alur las dan keragamannya.
- b. Periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan.
- c. Periksa apakah ada takik dan overlap pada hasil las.
- d. Periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

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 **Pengelasan sambungan sudut (fillet joint) 1F dan 2F GTAW pada pelat baja lunak dan Stainless Steel** 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 1 : Pengelasan Sambungan Sudut (Fillet Joint) 1F GTAW 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 GTAW 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 sambungan sudut (*fillet joint*) 2F GTAW pada *Stainless Steel*.

Aktivitas 2 : Sambungan Sudut (Fillet Joint) 2F GTAW pada Pelat Stainless Steel (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 pengelasan sambungan sudut (*fillet joint*) 2F GTAW pada *Stainless Steel*. Setelah selesai anda diminta melakukan penilaian sendiri terhadap proses praktikum dan melaporkan kegiatan praktikum. Setelah melaksanakan LK-02.P anda dapat melanjutkan ke **Kegiatan Pembelajaran KP-9** mengenai Pemeriksaan Hasil Las GTAW

E. Rangkuman

Pengelasan sambungan sudut 1F dan 2F *GTAW* pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel* merupakan keterampilan dasar pengelasan sambungan pada proses las *GTAW*. Agar mendapatkan hasil yang maksimal maka perlu diperhatikan tahapan persiapan material, persiapan mesin, proses las catat, pengisian kawah las dan proses mematikan *torch*. 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 *GTAW*!
2. Analisis parameter apa saja yang harus ada pada pengelasan sambungan sudut 1F las *GTAW* pada pelat baja lunak dan atau *Stainless Steel*!
3. Gambarkan persiapan *tack weld* pengelasan sambungan sudut 2F las *GTAW*!
4. Analisis parameter apa saja yang harus ada pada pengelasan sambungan sudut 2F las *GTAW* 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 GTAW** pada **Pelat Baja Lunak dan atau *Stainless Steel***? 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 Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F GTAW 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 aliran gas argon
4. Menajamkan elektroda
5. Memasang dan mengatur jarak elektroda pada *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Mengelas Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F GTAW pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

- 1 Menyiapkan mesin las GTAW/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 pengisi 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 *torch* 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

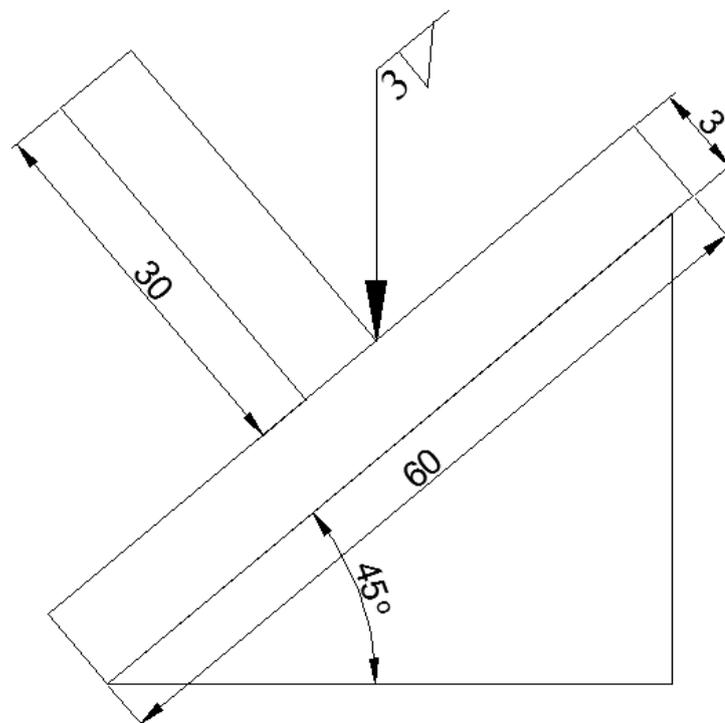
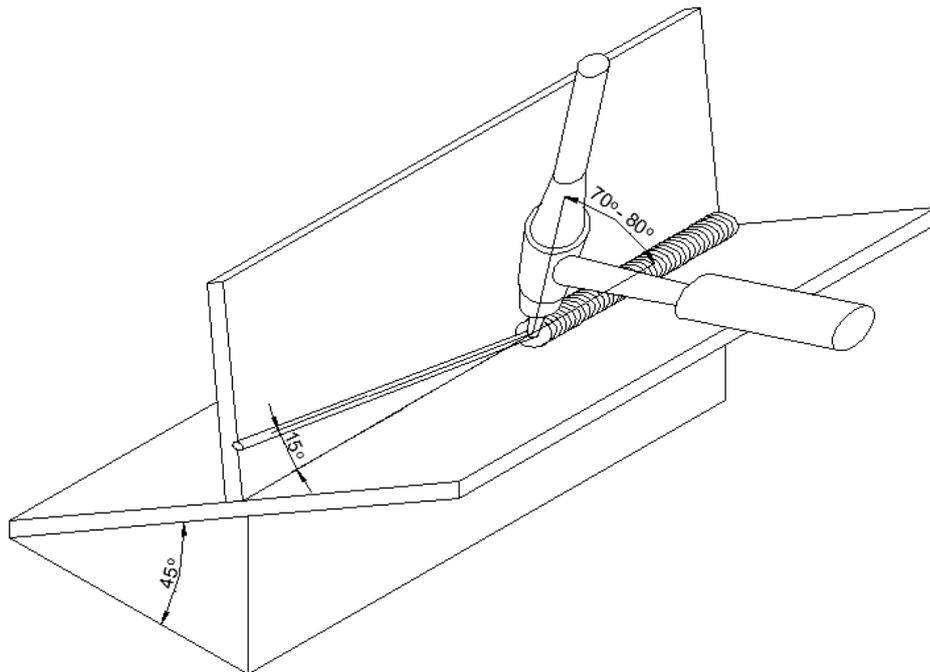
D. Proses Kerja

- 1 Menyiapkan peralatan las *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 8 – 10 *Cfh* disesuaikan dengan tebal pelat
- 3 Mengatur ampere diantara 140-170 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja \pm 2 mm
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 70° - 80° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan pengisi 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 : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. Lembar Penilaian

Melaksanakan Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F GTAW pada Pelat Baja Lunak

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih mengelas sambungan sudut (*Fillet Joint*) 1G GTAW 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Melaksanakan Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 1F GTAW pada Pelat Baja Lunak**
8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW/TIG dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	WPS/Jobsheet/Gambar kerja disiapkan			
5	Pelat pelat baja lunak ukuran 60 x 120 x 3 mm (1 buah) disiapkan			
	Pelat pelat baja lunak ukuran 30 x 120 x 3 mm (2 buah) disiapkan			
6	Bahan pengisi pelat baja lunak Ø 2,4 mm Disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket

1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum memulai pengelasan			
3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang disiapkan dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur diantara 8 - 10 <i>CFH</i>			
3	Ampere diatur diantara 140 – 170 amp			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur ± 2 mm			
6	Sudut pembakar diatur diantara 70° - 80° terhadap jalur las			
7	Sudut bahan pengisi diatur 10° - 20° terhadap jalur las			
8	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps</i> /lembar kerja/gambar kerja			
9	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan			
10	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, memosisikan saklar <i>ON/OFF</i> pada posisi <i>OFF</i> , menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus					
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

Form LK-02.P Lembar Kerja Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Mengelas Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW pada Pelat *Stainless Steel***
8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

- 1 Menyiapkan mesin las *GTAW/TIG* 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 pengisi *Stainless Steel* 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 *torch* 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

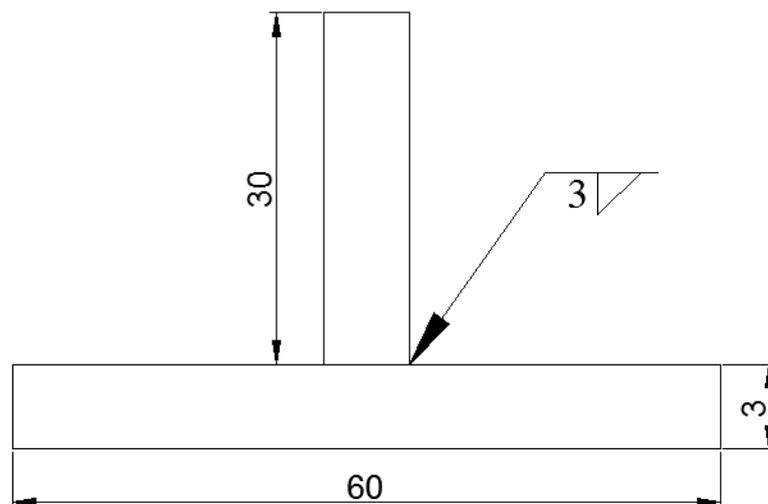
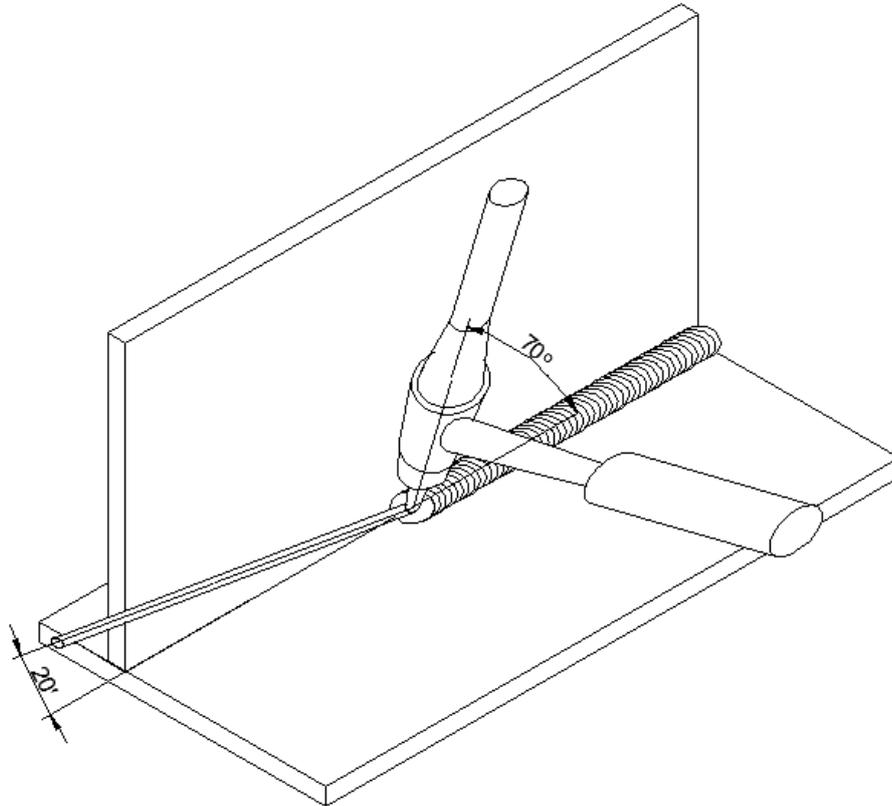
D. Proses Kerja

- 1 Menyiapkan peralatan las *GTAW/TIG*, sambungan slang dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja
- 2 Memeriksa kembali pemasangan regulator, mengatur tekanan kerja/alir diantara 10 *Cfh* disesuaikan dengan tebal pelat
- 3 Mengatur ampere diantara 110 - 140 amp
- 4 Membersihkan permukaan benda kerja yang akan dilas dan menempatkannya sesuai posisi pengelasan/gambar kerja
- 5 Menyalakan busur las, mengatur jarak elektroda dengan permukaan benda kerja \pm 2mm
- 6 Mengatur sudut pembakar diantara 70°-80° terhadap jalur las
- 7 Mengatur sudut bahan pengisi 15°
- 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 : _____

I Bahan

1. (Sebutkan bahan praktikum yang digunakan terutama elektroda tungsten)
2.
3. Dst.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)

2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. Lembar Penilaian

Melaksanakan Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW pada Pelat *Stainless Steel*

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih mengelas sambungan sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. **Melaksanakan Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW pada Pelat *Stainless Steel***
8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Mesin las GTAW/TIG dan perlengkapannya disiapkan			
2	Alat bantu las disiapkan			
3	Alat pelindung diri disiapkan			
4	WPS/Jobsheet/Gambar kerja disiapkan			
5	Pelat pelat <i>Stainless Steel</i> ukuran 60 x 120 x 3 mm (1 buah) disiapkan			
	Pelat pelat <i>Stainless Steel</i> ukuran 30 x 120 x 3 mm (2 buah) disiapkan			
6	Bahan pengisi <i>Stainless Steel</i> Ø 2,4 mm Disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket

1	Elektroda digunakan sesuai dengan tebal bahan			
2	Kebocoran-kebocoran gas diperiksa sebelum memulai pengelasan			
3	Peletakan dan posisi <i>torch</i> diperhatikan terhadap lingkungan kerja dan benda kerja			
4	Bekerja dengan bersih dan rapi			
5	Benda-benda yang mudah terbakar dan berpotensi menimbulkan berbahaya dijauhkan dari lokasi kerja			
6	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
PROSES KERJA				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Peralatan las <i>GTAW/TIG</i> , sambungan slang disiapkan dan konektor arus listrik yang menghubungkan dengan benda kerja			
2	Pemasangan regulator diperiksa kembali, tekanan kerja/alir diatur ± 10 CFH			
3	Ampere diatur diantara 110 - 140 amp			
4	Permukaan benda kerja yang akan dilas dibersihkan dan ditempatkan sesuai posisi pengelasan/gambar kerja			
5	Busur las dinyalakan, jarak elektroda dengan permukaan benda kerja diatur ± 2 mm			
6	Sudut pembakar diatur diantara 70° - 80° terhadap jalur las			
7	Sudut bahan pengisi diatur 15° terhadap jalur las			
8	Pengelasan dilakukan sesuai dengan <i>wps</i> /lembar kerja/gambar kerja			
9	Hasil las diperiksa dengan mengacu kepada kriteria yang ditentukan			
10	Semua peralatan yang telah digunakan dibersihkan dan disimpan kembali pada tempatnya, memosisikan saklar <i>ON/OFF</i> pada posisi <i>OFF</i> , menutup katup gas sampai tekanan menunjukkan "0"			
HASIL				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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			
WAKTU					
No	Aspek yang dinilai (Indikator)		Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan ≤ 150 menit				
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....					

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.



KEGIATAN PEMBELAJARAN 7

PEMERIKSAAN HASIL LAS GTAW

A. Tujuan

Setelah proses diklat, dengan melihat *WPS* peserta diklat dapat menentukan inspeksi pengelasan dan pengujian hasil lasan dengan tepat

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

20.20.7 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 penyetulan (*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, pengerindaan 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

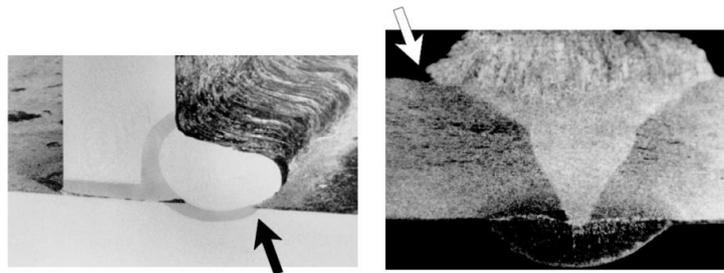
- a. *Visual test (VT)*
 - *Radiography Test (RT)*
 - *Penetrant Test (PT)*
 - *Ultrasonic Test (UT)*
 - *Particle Magnetic (MT)*

- *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.

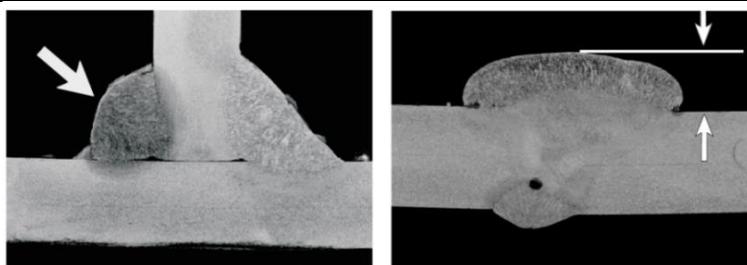


Gambar 10.1 Cacat *overlap* (Sumber CWB, 2006:424)

- b. *Excessive*

Excessive ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las membuat takikan pada las *multi-pass*

Gambar 66. Cacat *excessive*

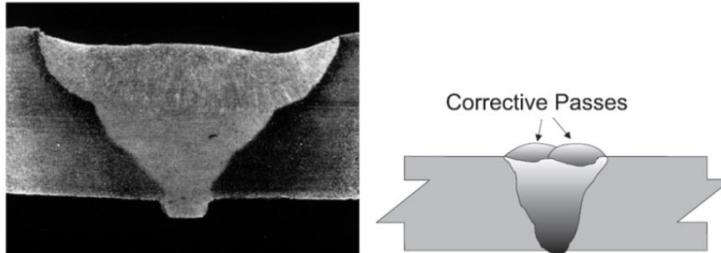


(Sumber CWB, 2006:425)

c. *Underfill*

Underfill ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las kurang mengisi kampuh.

Gambar 67. Cacat underfill

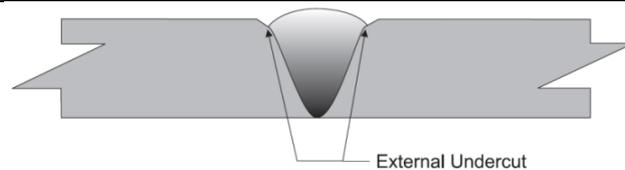


(Sumber CWB, 2006:427)

d. *Undercut*

Undercut ialah suatu kondisi hasil las di mana logam base/induk cacat pada sisi las (termakan logam las)

Gambar 68. Cacat undercut

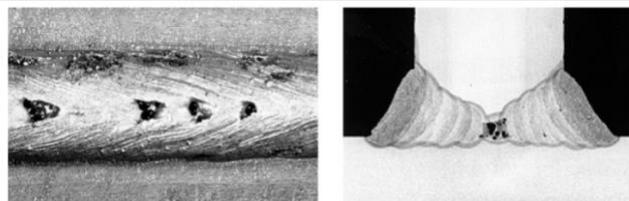


(Sumber CWB, 2006:427)

e. *Porosity*

Porosity ialah suatu kondisi hasil las di mana di dalam logam las terdapat rongga akibat udara terperangkap.

Gambar 69. Cacat porosity

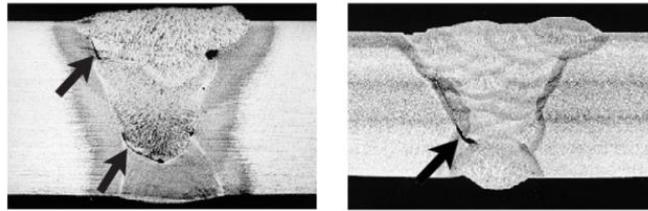


(Sumber CWB, 2006:434)

f. *Incomplete fusion*

Incomplete fusion ialah suatu kondisi hasil las di mana logam las dengan logam base tidak "fus" dengan baik.

Gambar 70. Cacat incomplete fusion

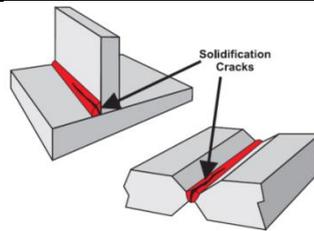


(Sumber CWB, 2006:441)

g. *Cracking*

Cracking ialah suatu kondisi hasil las dimana terdapat retakan pada logam las.

Gambar 71. Cacat cracking



(Sumber CWB, 2006:445)

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 **Pemeriksaan Hasil Las GTAW** 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 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. Jelaskan cacat lasan yang ada pada jalur lasan!
2. Gambarkan ilustrasi cacat lasan tersebut!
3. Analisis juga 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 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 *destructive test* dan *non destructive test*. 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. Analisis perbedaan *destruktif test* dan *non destruktif test*?
3. Jelaskan macam-macam cacat lasan!
4. Analisis bagaimana 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 GTAW**? 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 pengisi 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. Melakukan pengelasan pada pelat baja lunak dengan proses *GTAW*

8. Memeriksa hasil las

B. Persiapan Alat dan Bahan

1. Menyiapkan penetrant satu 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-spot 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

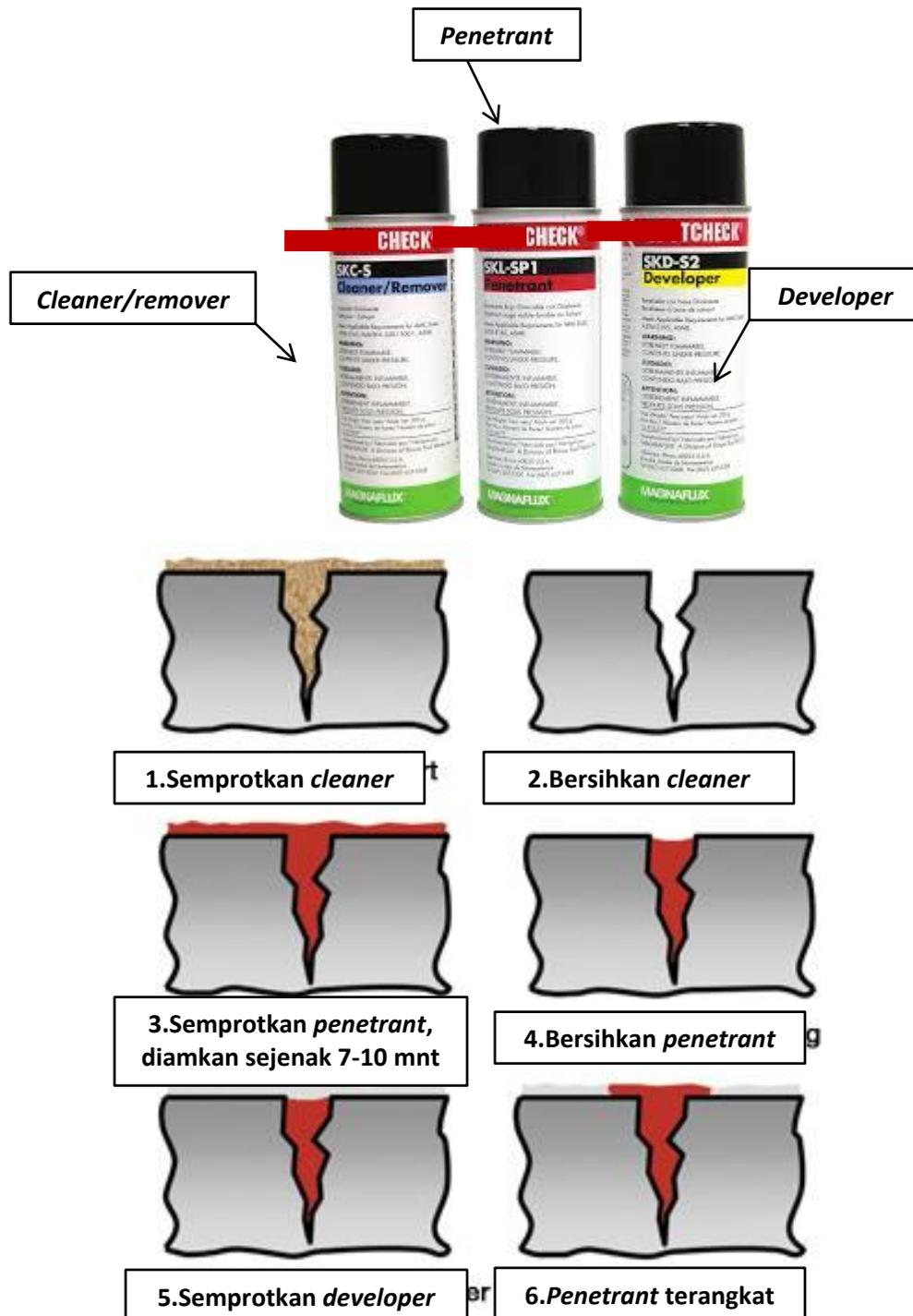
E. Hasil Kerja

- 1 Benda uji yang sudah teridentifikasi lokasi dan jumlah cacat *crack* nya misalkan seperti gambar di bawah ini



(Sumber: www.premierndtservices.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.

II Peralatan

1. (Sebutkan peralatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

III Keselamatan Kerja

1. (Sebutkan peralatan keselamatan kerja yang digunakan)
2.
3. Dst.

IV Proses Kerja

1. (Uraikan tahapan kerja yang digunakan)
2.

3. Dst.

V Hasil Kerja

1. (Uraikan hasil kerja yang diinginkan)

2.

3. Dst.

VI Gambar Kerja

H. Lembar Penilaian

Melaksanakan Pemeriksaan Hasil Las Menggunakan Cairan Penetrant

Nama Peserta :

Tujuan : Setelah mempelajari dan berlatih memeriksa hasil las menggunakan cairan penetrant, 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 *torch*
6. Menyalakan busur las
7. Melaksanakan Pengelasan Sambungan Sudut (*Fillet Joint*) 2F GTAW pada Pelat *Stainless Steel*

8. Memeriksa hasil las

Petunjuk : Tuliskan centang (√) untuk kemampuan peserta tes yang teramati pada waktu tes kinerja

P E R S I A P A N				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Penetrant satu set (<i>cleaner/remover; penetrant</i>) disiapkan			
2	Lap bersih disiapkan			
3	Sikat baja dan kertas ampelas disiapkan			
4	Benda uji disiapkan			
5	<i>Wps/jobsheet</i> /gambar kerja disiapkan			
S I K A P K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
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	Alat dan tempat kerja dibersihkan setelah selesai bekerja			
P R O S E S K E R J A				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Jalur las benda uji dibersihkan dari kotoran berupa karat dengan sikat baja dan kertas ampelas			
2	<i>Cleaner/remover</i> diaplikasikan pada jalur las benda uji			
3	Jalur las dibersihkan dengan lap bersih			
4	<i>Penetrant</i> diaplikasikan pada jalur las benda uji, diamkan dengan lamanya (<i>dwell time</i>) sesuai bahan biasanya antara 7-10 menit.			
5	Cairan <i>penetrant</i> dibersihkan dari jalur las menggunakan lap, jika perlu <i>cleaner/remover</i> disemprotkan pada kain lap kemudian kembali jalur las dibersihkan kembali sehingga cairan jalur las bersih dari cairan <i>penetrant</i>			
6	<i>Developer</i> diaplikasikan pada jalur las, biarkan sampai cairan <i>penetrant</i> yang berada dalam			

	celah crack timbul ke permukaan			
7	Jalur las diamati, spot-spot berwarna sesuai dengan warna penetrant diperhatikan. Foto untuk dianalisis.			
8	Praktikum selesai, benda uji dibersihkan menggunakan <i>remover</i> dan kain lap			
9	Peralatan praktikum dibersihkan dan diletakan kembali pada tempatnya semula			
H A S I L				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Benda uji yang sudah teridentifikasi lokasi dan jumlah cacat <i>crack</i> nya			
WAKTU				
No	Aspek yang dinilai (Indikator)	Ya	Tidak	Ket
1	Waktu pengerjaan \leq 120 menit			
Keterangan: Penilaian Lulus → A = Unggul B = Baik Tidak Lulus				
Dari hasil penilaian peserta uji, maka dengan ini penilai menyatakan peserta uji.....				

Bandung,.....20....

Penilai

NIP.

G. Kunci Jawaban Test Formatif

Kegiatan Pembelajaran KP-2

1. 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. 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. 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. 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+CO₂ 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. Tabel APD berdasarkan jenis pekerjaan

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			

No	Jenis APD	Jenis Pekerjaan			
		<i>Welder</i>	<i>Fitter</i>	<i>Brander</i>	Op. gerinda
10.	Welding Respirator	X			
11.	Selubung tangan	X			
12.	Toxid respirator		X	X	X

Kegiatan Pembelajaran KP-3

1. Mesin las *GTAW* mempunyai dua sistem pendinginan yaitu pendinginan udara dan pendinginan air. Secara skematik mesin las *GTAW* 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. *torch*.

2. *Torch* berfungsi untuk memegang elektroda tidak terumpan dengan kolet dan menyalurkan gas pelindung melalui nozel keramik berbagai ukuran

3. Bagian-bagian kepala *torch* diantaranya
 - a. Nosel gas
 - b. Badan kolet
 - c. Kolet
 - d. Tungsten
 - e. Tutup kepala *torch*

4. Tahapan pemasangan *Torch* Las *GTAW/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 *torch* dipasang dan dikencangkan.
5. Regulator berfungsi untuk mengetahui tekanan botol dan mengatur tinggi rendahnya tekanan gas yang akan digunakan.
 6. Ada dua macam regulator las *GTAW* yang dibedakan dari flowmeternya. Yang pertama berbentuk manometer dan yang kedua berbentuk gelas pengukur dengan bola baja sebagai indikatornya.

Kegiatan Pembelajaran KP-4

1. Elektroda pada pengelasan *GTAW* berfungsi sebagai penghasil dan pengarah busur listrik, tetapi tidak berfungsi sebagai bahan pengisi. Berbeda dengan elektroda pada pengelasan *SMAW* dan *GMAW* yang berfungsi selain penghasil dan pengarah busur listrik juga sebagai bahan pengisi. Oleh karena itu elektroda pada *SMAW* dan *GMAW* dinamakan *consumable electrode* sedangkan elektroda *GTAW* dinamakan *non consumable electrode*.
2. Penggunaan pengelasan *GTAW* dengan tungsten murni harganya murah dan memberikan busur yang stabil dengan gas pelindung argon maupun helium. Begitu pun pada arus bolak-balik efek reftifier tidak ada. Tungsten murni dapat digunakan pengelasan pada *DCRP*. Akan tetapi tungsten murni juga mempunyai kelemahan berupa daya nyala rendah, kurang awet dan muatan arus rendah. Tungsten paduan memiliki keuntungan lebih awet, muatan arus tinggi dan daya nyala lebih baik, sementara kelemahannya adalah lebih mahal, dengan arus bolak-balik ada *rectifier* dan stabilitas busur rendah.

Sedangkan Thoriated tungsten merupakan elektroda yang sangat umum digunakan di amerika dan negara lainnya. Untuk paduan thorium 2% diberi kode warna merah. Kelebihannya adalah memberi keuntungan pada saat

mulainya penyalaan busur dan menghasilkan kapasitas arus listrik yang kuat, bila dibandingkan dengan tungsten murni. Thorium akan menambah emisi elektron pada elektroda, dapat digunakan pada ukuran diameter elektroda yang kecil. Dapat digunakan untuk pengelasan arus *DC* pada material baja karbon, *Stainless Steels*, paduan nikel dan titanium.

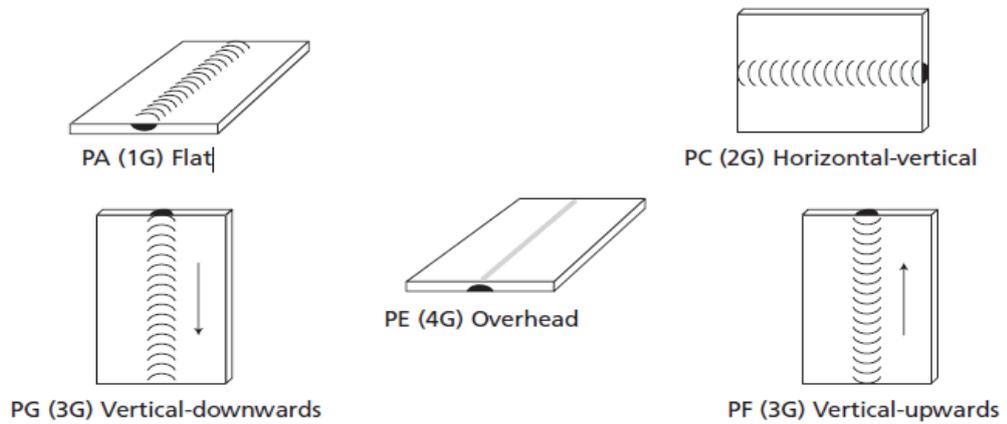
3. Untuk menajamkan ujung elektroda dengan menggunakan mesin gerinda dan pada saat menggerinda tidak boleh langsung dengan mulut pembakar akan tetapi harus dibuka dahulu batang elektroda tersebut baru diruncingkan. Meruncingkan elektroda memerlukan cara khusus yaitu secara vertikal terhadap roda gerinda selain secara manual terdapat alat gerinda khusus yang memudahkan *welder helper* mengasah elektroda tungsten.
4. ER70S-2 digunakan sebagai bahan pengisi pada pengelasan baja karbon; ER308 digunakan sebagai bahan pengisi pada pengelasan logam *Stainless Steel*; dan ER4043 digunakan sebagai bahan pengisi pada pengelasan.
5. Argon memberikan busur energi yang padat, energi yang terkonsentrasi di dalam area busur. Hal ini menghasilkan lapisan las yang sempit, dan mencapai kemurnian busur 99,9%. Las menggunakan gas pelindung ini dapat digunakan untuk berbagai macam logam: *mild steels*, *Stainless Steels*, alumunium dan paduan magnesium.

Gas campuran 75% He dan 25% Ar, digunakan untuk pengelasan bahan las yang berbeda jenis. Komposisi helium yang besar digunakan untuk meningkatkan suhu pemanasan gas sehingga digunakan untuk bahan las alumunium dan tembaga. Rambatan panas yang dihasilkan terlalu cepat sehingga bahan lebih cepat mencair. Hasil penetrasi menjadi lebar dan dalam

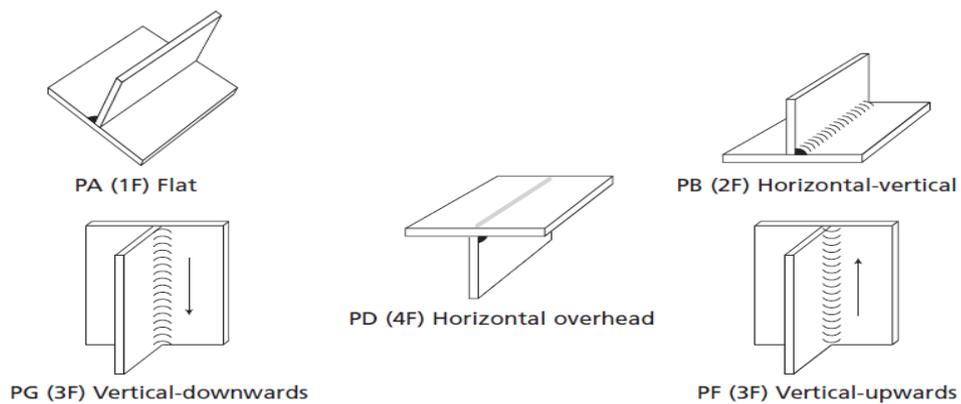
6. Hubungannya semakin tebal logam maka semakin besar aliran gas, begitu juga dengan diameter nosel yang semakin besar maka semakin besar pula aliran gas.

Kegiatan Pembelajaran KP-5

1. Posisi pengelasan untuk *butt joint* dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



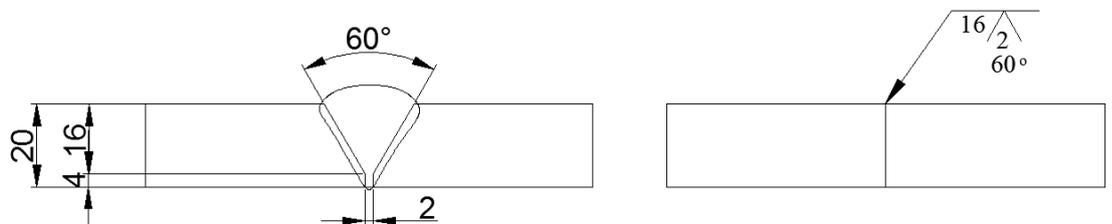
Sedangkan posisi untuk fillet joint dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



2. Analisis dan gambar simbol las untuk:

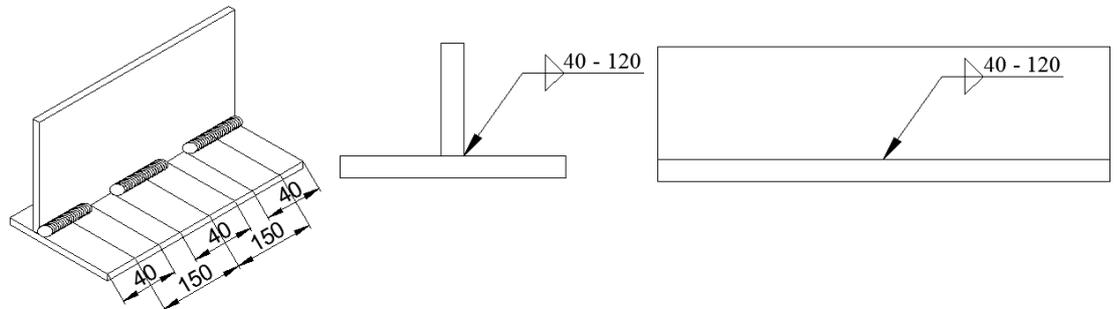
- a. Las tumpul alur V dengan tebal 20 mm, dalam alur 16 mm, sudut alur 60°, dan celah akar 2 mm

Jawaban



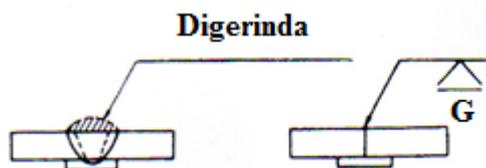
- b. Las sudut terputus, las sudut dua sisi dengan panjang lasan 40 mm dan jarak lasan 120 mm

Jawaban



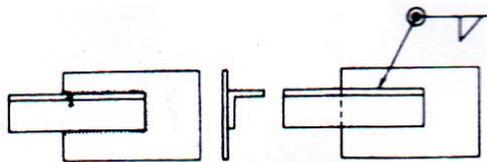
- c. Penyelesaian akhir hasil las, dengan gerinda (Grinding)

Jawaban



- d. Pengelasan di lapangan

Jawaban



3. 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. $L_t = 300(1 + 0,000012 \times 1000) = 303,6mm$

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. Persiapan pengelasan rigi-rigi las *GTAW* tanpa bahan pengisi
 - 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 *torch*, 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. Proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las *GTAW* tanpa bahan pengisi
 - a. Penyalaan busur las
Letakkan *nozzle* sekitar 10-15mm didepan titik awal las, pakai helm pelindung, tegakkan *torch* sedikit, jangan sentuhkan elektroda pada benda kerja, dan tekan tombol *torch*.
 - b. Penempatan *Torch* ke posisi awal las
Arahkan balik *torch* ke ujung awal las, pegang *torch* pada posisi tegak 90° terhadap permukaan benda kerja dan dimiringkan sekitar 10°- 20° 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. Mematikan busur
Lepas jari anda dari saklar *torch*, dan jangan gerakkan *torch* dari kawah las selama periode *after flow* (aliran gas akhir).
 - e. 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. Persiapan pengelasan rigi-rigi las *GTAW* dengan bahan pengisi!
- a. Runcingkan ujung elektroda
 - b. Pasang elektroda pada *torch*
 - c. Setel mesin las pada kondisi yang dikehendaki
 - d. Nyalakan busur
4. Proses pengelasan dan pemeriksaan hasil rigi-rigi las *GTAW* dengan bahan pengisi!
- 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, peletakan kawat pengisi pada sudut kira-kira 10°-15° 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.

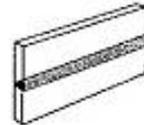
Kegiatan Pembelajaran KP-7

1. Persiapan pengelasan sambungan tumpul 1G las GTAW
 - a. Siapkan dua logam dasar dengan kampuhnya
 - b. Siapkan satu potong logam penahan bagian belakang.
 - c. Berikan bevel 3° pada salah satu sisi penahan belakang.
 - d. Hilangkan kotoran bagian belakang logam dasar tersebut dengan kikir tangan.
 - e. Kikir kampuh 30° 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. Proses pengelasan dan pemeriksaan hasil pengelasan sambungan tumpul 1G las GTAW!
 - a. Letakkan kawat pengisi ke depan ujung api dari elektroda tungsten.
 - 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°-15° terhadap benda kerja.
 - e. Matikan busur ketika sampai pada ujung akhir las.
 - f. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi.
 - g. Matikan busur.
 - h. Nyalakan busur lagi dan tambahkan lagi kawat pengisi secukupnya.
 - i. Ulangi lagi sampai tingginya las lasan sama dengan tinggi las-lasan sebelumnya
 - j. Periksa bentuk alur las dan keragamannya.
 - k. Periksa dan pastikan apakah lebar dan tinggi las-lasan optimal atau sudah memenuhi persyaratan.

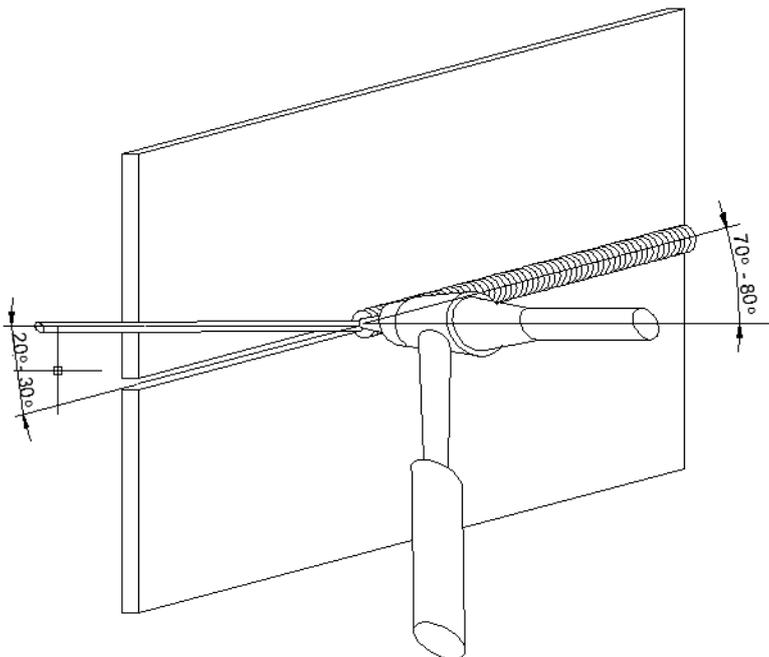
- l. Periksa apakah ada takik dan *overlap* pada hasil las.
- m. Periksa apakah kawah las terisi penuh atau kurang dari yang dipersyaratkan.

3. Gambar ilustrasi posisi pengelasan sambungan tumpul 2G las GTAW



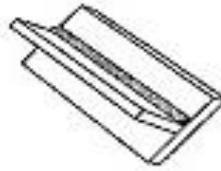
AWS: 2G
EN: PC

4. Gambar ilustrasi proses pengelasan sambungan tumpul 2G las GTAW



Kegiatan Pembelajaran KP-8

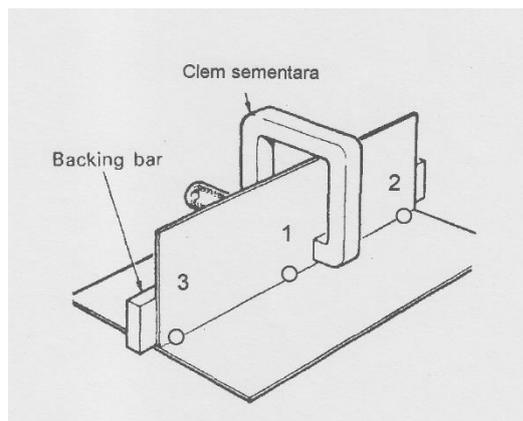
1. Gambar ilustrasi posisi pengelasan sambungan sudut 1F las GTAW



AWS: 1F
EN: PA

2. Parameter pengelasan sambungan sudut 1F las *GTAW* pada pelat baja lunak
 - a. Polaritas *DC*
 - b. Tungsten 2% Thorium
 - c. Bahan pengisi seri ER-70S-x
 - d. Tekanan kerja diantara 8 – 10 *CFH*
 - e. Arus diantara 140 – 170 A

3. Gambar persiapan *tack weld* pengelasan sambungan sudut 2F las *GTAW*



4. Parameter pengelasan sambungan sudut 2F las *GTAW* pada pelat *Stainless Steel*
 - a. Polaritas *DC*
 - b. Tungsten 2% Thorium
 - c. Bahan pengisi seri ER-4043
 - d. Tekanan kerja 10 *CFH*
 - e. Arus diantara 110 – 140 A

Kegiatan Pembelajaran KP-9

1. 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. Destruktif tes merupakan salah satu cara menguji hasil lasan dengan cara merusak benda uji, misalkan dengan uji bending atau pukul takik. Sedangkan non destruktif tes teknik pemeriksaan hasil las tanpa merusak benda uji, misalkan *penetrant* dan ultrasonic.

3. Macam-macam cacat lasan

- a. *Overlap*
- b. *Excessive*
- c. *Undercut*
- d. *Underfill*
- e. *Porosity*
- f. *Incomplete fusion*
- g. *Cracking*

4. Cara memeriksa hasil lasan menggunakan cairan penetrant!

- 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.



PENUTUP

Akhirnya mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam memfasilitasi peserta diklat dalam meningkatkan dan mengembangkan keprofesionalannya dalam bidang pengelasan dengan menggunakan proses *GTAW*, terutama memiliki keterampilan mampu melakukan proses pengelasan pelat sambungan tumpul dan sambungan sudut dengan proses las *GTAW* 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 GTAW*, 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 GTAW*. 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 [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: www.tungsten-heavy-metal.com [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: www.chinatungsten.com [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: Sumber: www.arc-zone.com [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: free-ed.net [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: www.indonetworks.co.id [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: www.atikerkaynak.com.tr [2 November 2015].
- _____, (2015). _____. [Online] Tersedia: www.premierndtservices.com [2 November 2015].



GLOSARIUM

Kata-kata yang perlu anda ketahui. Anda akan mempelajari istilah dan kata teknik pada saat anda mempelajari Teknik Pengelasan. Tambahkan kata kata baru pada daftar ini untuk membantu anda mengingatnya.

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
<i>Angular Misalignment</i>	<i>Misalignment between two welded pieces such that their surface planes are not parallel or not at the intended angles.</i>	Ketidak lurusan antara dua benda kerja yang dilas, misalnya kedua permukaan tidak sejajar atau tidak pada sudut yang diharapkan.
<i>Arc Flash</i>	<i>An injury caused by ultra-violet radiation from the arc when the arc is struck in front of unprotected eyes.</i>	Luka yang disebabkan oleh radiasi ultra violet dari busur listrik pada saat busur listrik digoreskan dihadapan mata telanjang.
<i>Bauxite</i>	<i>The ore from which aluminum is made.</i>	Bijih (ore) untuk pembuatan aluminum.
<i>Bead</i>	<i>A run of weld metal deposited on a surface but not forming part of a joint.</i>	Rigi las atau sebaris logam yang diendapkan pada permukaan logam dan membentuk sebuah sambungan las.
<i>Burn back</i>	<i>Fusing of the wire electrode to the contact tip.</i>	Fusing dari elektroda kawat ke ujung kontak.
<i>Butt joint</i>	<i>A joint between the ends or edges of two pieces of material making an angle</i>	Sambungan antara 2 sisi benda kerja , sehingga satu sama lain

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>to one another of 135° to 180° inclusive in the region of the joint.</i>	membentuk sudut 135 ⁰ sampai 180 ⁰ diseputar sambungan.
<i>Butt weld</i>	<i>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.</i>	Sebuah pengelasan yang sambungan lasnya memanjang pada kedua ujung perpanjangan satu atau lebih permukaan.
<i>Classification</i>	<i>A means of identifying electrode wires and indicating physical and mechanical properties of the weld metal.</i>	Pengidentifikasi kawat elektroda dan pengindikasikan properti fisik dan mekanik dari logam las.
<i>Contact tip</i>	<i>A short tube fitted to a GMAW gun to pass electrical current to or from the wire.</i>	Pipa pendek dipasangkan pada pistol GMAW untuk mengalirkan arus listrik ke atau dari kawat.
<i>Corner joint</i>	<i>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.</i>	Sambungan antara sisi-sisi dua benda kerja yang membentuk sudut satu sama lain dengan sudut diatas 30 ⁰ , tetapi kurang dari 135 ⁰ diseputar sambungan.
<i>Cracking</i>	<i>A fracture in the weld or parent metal which could cause the component to fail.</i>	Patahan pada logam las atau induk yang dapat menyebabkan kerusakan pada komponen.
<i>Current</i>	<i>The movement or flow of electricity through a</i>	Pergerakan atau aliran listrik melewati

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>circuit.</i>	rangkaian.
<i>Defect</i>	<i>An imperfection or group of imperfections, which may reduce the strength of the weld.</i>	Ketidak sempurnaan atau kumpulan ketidak sempurnaan yang dapat mengurangi kekuatan pengelasan.
<i>Deposition rate</i>	<i>The weight of metal deposited in a unit of time.</i>	Berat logam yang disimpan dalam suatu waktu tertentu.
<i>Depth of fusion</i>	<i>The depth of the weld from the fusion face.</i>	Kedalaman pengelasan dari permukaan yang dicairkan.
<i>Dilution</i>	<i>The alteration of composition of the metal deposited from a filler wire or electrode due to mixing with the melted parent material.</i>	Terganggunya komposisi endapan logam bahan isian atau elektroda , sehingga tercampur dengan material induk yang meleleh.
<i>Distortion</i>	<i>The change of shape in a metal as a result of restricted or uneven expansion and contraction.</i>	Perubahan bentuk pada logam sebagai hasil dari ekspansi dan kontraksi yang terbatas atau tidak rata.
<i>Distortion</i>	<i>A change of shape from that originally intended.</i>	Perubahan bentuk dari bentuk asli yang diharapkan.
<i>Electrode negative</i>	<i>Arc welding using direct current in which the</i>	Las busur yang menggunakan arus

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>electrode is connected to the negative pole of the DC welding power source.</i>	searah dengan elektroda dihubungkan ke terminal negatip dari sumber tenaga yang berarus searah.
<i>Filler rod</i>	<i>Filler metal in rod form which is added to the molten pool to form a weld bead.</i>	Logam pengisi dalam bentuk batangan yang ditambahkan kedalam lelehan logam untuk membentuk rigi las.
<i>Fillet weld</i>	<i>A weld that is approximately triangular in cross section.</i>	Pengelasan yang penampang potongannya membentuk pertigaan.
<i>Flat position</i>	<i>A position of welding where-in welding is performed from the upper side of the joint and the weld face is approximately horizontal.</i>	Posisi pengelasan yang pengelasannya dilakukan pada permukaan atas sambungan dan muka rigi las pada posisi horisontal
<i>Flowmeter</i>	<i>A gas flow measuring device connected to the regulator to adjust operating flow rates.</i>	Peralatan pengukur aliran gas yang dihubungkan pada regulator untuk mengatur kecepatan aliran pengoperasian.
<i>Fumes</i>	<i>Gases formed by welding or allied processes.</i>	Gas yang terbentuk selama proses pengelasan.

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
<i>Gas shield</i>	<i>A layer of gas surrounding the weld zone used to exclude the atmosphere.</i>	Lapisan gas diseputar lokasi pengelasan bertujuan untuk menyingkirkan udara atmosfir.
<i>GMAW</i>	<i>Gas metal arc welding.</i>	Pengelasan Gas Metal Arc.
<i>GTAW</i>	<i>Gas tungsten arc welding</i>	Pengelasan Gas Tungsten Arc
<i>Gun (GMAW)</i>	<i>Hand held device also known as a welding torch.</i>	Peralatan yang dipegang pada tangan yang juga dikenal dengan nyala api/las.
<i>HAZ (heat affected zone)</i>	<i>The zone of a weld adjacent to the fusion zone. This section of the metal is not melted during welding but is metallurgically changed by the heat of the welding.</i>	Zona dari pengelasan yang berdekatan dengan zona peleburan. Bagian dari logam ini tidak mencair saat pengelasan tetapi secara metalurgi berubah karena panas dari pengelasan.
<i>Heat Affected Zone (HAZ)</i>	<i>The portion of parent metal which has not been melted but has been metallurgically affected by the heat of welding or cutting.</i>	Bagian logam induk yang dilas dan tidak ikut meleleh, tetapi secara metalurgi terpengaruh oleh panas pengelasan atau pemotongan.
<i>Inert gas</i>	<i>Shielding gas consisting principally of argon, helium or a mixture of the two which protects the weld from the</i>	Gas pelindung yang terdiri dari argon, helium atau campuran keduanya, digunakan untuk melindungi lokasi pengelasan dari udara

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>atmosphere.</i>	atmosfir
<i>Joint</i>	<i>The junction of members or edges of members which have been joined or which are to be joined.</i>	Sambungan bagian-bagian atau sisi-sisi benda kerja yang disambungkan menjadi satu atau akan disambung.
<i>Joint penetration</i>	<i>The minimum depth of fusion into the joint excluding reinforcement.</i>	Kedalaman minimum lelehan yang masuk kesambungan tidak termasuk penguat reinforcement
<i>Lack of fusion</i>	<i>A lack of union or bonding between the weld and parent metal.</i>	Kurangnya penyatuan/ persekutuan antara las (weld) dengan logam induk.
<i>Lack of fusion</i>	<i>Lack of union in a weld between:</i> <i>(a) Weld metal and parent metal</i> <i>(b) Weld metal and weld metal</i>	Ketidak sempurnaan penggabungan antara : a) Logam yang dilaskan dan logam induk. b) Logam yang dilaskan dengan logam yang dilaskan
<i>Lack of penetration</i>	<i>Failure of the weld deposit to fully fuse the root of the joint.</i>	Kegagalan dari simpanan las untuk sepenuhnya melebur akar dari sambungan.
<i>Lack of penetration</i>	<i>A joint penetration which is less than that specified</i>	Penetrasi sambungan yang kurang dari

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>in the acceptance criteria.</i>	spesifikasi yang diterima.
<i>Lack of reinforcement</i>	<i>A depression or concavity in the weld face.</i>	Depresi atau terjadi pencekungan pada muka las.
<i>Leg length</i>	<i>In a fillet weld: the distance from the root of weld to the toe of the weld</i>	Pada las fillet, jarak antara bagian akar (root) dan pinggir rigi las (toe).
<i>Liner</i>	<i>Supply conduit nylon liner that the aluminum wire electrode feeds through.</i>	Saluran suplai penggaris nilon dimana kawat elektroda aluminum memakamkan melewatinya.
<i>Over roll</i>	<i>An overflow of molten weld metal onto the surface of unmelted parent metal.</i>	Kelebihan aliran dari logam las molten terhadap permukaan logam induk yang tidak dapat dicairkan.
<i>Parent metal</i>	<i>Metal to be joined by welding.</i>	Logam yang akan disambung dengan las.
<i>Porosity</i>	<i>A cluster of small rounded gas holes under 1.5 mm in diameter.</i>	Pengelompokkan lubang gas bulat kecil dibawah diameter 1.5mm.
<i>Procedure sheet</i>	<i>A sheet listing the details for control of all the stages of a welded structure.</i>	Lembaran yang berisi daftar rincian pengontrolan semua tahapan dari struktur yang akan dilakukan pengelasan.
<i>Rectifier</i>	<i>A power source developed to supply direct current (DC) for</i>	Sumber daya yang dibangkitkan untuk mensuplai arus searah

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
	<i>welding from an alternating (AC) mains power supply.</i>	untuk pengelasan dari suplai daya bolak balik.
<i>Regulator</i>	<i>A device used for reducing cylinder pressure to a constant working pressure.</i>	Kelengkapan yang digunakan untuk menurunkan tekanan silinder ke tekanan kerja yang konstan
<i>Reinforcement</i>	<i>Weld metal lying outside the plane joining the toes.</i>	Logam lasan yang memanjang diluar bidang sambungan dibagian sisi toe.
<i>Respirator</i>	<i>A device fitting closely over the mouth and nose, sealing out atmospheric contaminants, while providing clean air for breathing.</i>	Kelengkapan yang dipasang menutup mulut dan hidung dan dengan sisi rapat terhadap wajah , untuk mencegah kotoran atsmosfir, tidak masuk kedalam pernapasan
<i>Safety glasses</i>	<i>Glasses provided with a filter to absorb or reflect harmful radiation and glare.</i>	Kacamata yang dilengkapi dengan filter untuk menyerap atau memantulkan radiasi sinar berbahaya.
<i>Shielding gas</i>	<i>Shielding gas consisting of argon or helium or a mixture of the two and does not support combustion.</i>	Gas berpelindung yang terdiri dari argon atau helium atau campuran dari keduanya dan tidak mendukung pembakaran.

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
<i>Toe</i>	<i>The junction between a weld face and the parent metal or between weld faces.</i>	Sambungan antara permukaan rigi las pada logam induk atau rigi las dengan rigi las lainnya.
<i>Tungsten electrode</i>	<i>A non-filler metal electrode used in GTAW.</i>	Elektroda bukan sebagai logam pengisi yang digunakan pada las GTAW
<i>Underbead cracking</i>	<i>Cracking in the heat affected zone of a weld.</i>	Keretakan yang terjadi karena pengaruh panas Zona pengelasan.
<i>Undercut</i>	<i>A channel or groove at the toe of a weld.</i>	Saluran atau aluran pada ujung dari las.
<i>Undercut</i>	<i>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.</i>	Alur halus tajam disepanjang sisi rigi las dan logam induk atau endapan logam las sebelumnya . Alur ini dapat berbentuk alur memanjang atau terputus-putus.
<i>Variables</i>	<i>The welding conditions controlled by the welding operator.</i>	Kondisi pengelasan yang dikontrol oleh operator pengelasan.
<i>Vertical position</i>	<i>The position of welding wherein the line of the weld root is approximately vertical.</i>	Posisi pengelasan dengan akar rigi las membentuk garis mendekati atau vertical

TRADE WORD	ENGLISH	BAHASA INDONESIA
<i>Voltage</i>	<i>The electrical pressure in an electrical circuit.</i>	Tekanan listrik pada rangkaian listrik.
<i>Weld axis</i>	<i>A line through the length of the weld which is perpendicular to and at the geometric center of its cross section.</i>	Garis tembus sepanjang rigi las yang letaknya secara geometris ditengah penampang melintang rigi las.
<i>Welding helmet</i>	<i>A rigid protector provided with a filter lens, worn on the head or held by the hand, through which welding is viewed.</i>	Alat pelindung yang kaku yang dilengkapi dengan lensa penyaring , dipakai di kepala atau dipegang tangan dan dari lensa penyaring tersebut prosed pengelasan dilihat.
<i>Wire speed</i>	<i>A measure of the amount of wire (meters/min) fed into a welding arc; also related to current control because increasing the wire feed speed will proportionally increase the current.</i>	Pengukuran dari jumlah kawat (meter/ menit) yang dimakamkan pada busar (arc) pengelasan, juga berhubungan dengan kontrol arus karena menaikkan kecepatan pemakanan kawat akan secara proporsional menaikkan arus.

