

KODE MODUL

M5.6A



**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK LAS**

MENYOLDER DENGAN KUNINGAN DAN ATAU PERAK



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

KODE MODUL

M5.6A



**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
BIDANG KEAHLIAN TEKNIK MESIN
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK LAS**

MENYOLDER DENGAN KUNINGAN DAN ATAU PERAK

**PENYUSUN
TIM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA**

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

KATA PENGATAR

Modul dengan judul “**Menyolder Dengan Kuningan Dan Atau Perak**” ini digunakan sebagai panduan pembelajaran yang telah memenuhi standar kompetensi pada mata diklat Pekerjaan Las dan Fabrikasi Logam di SMK jurusan Teknik Mesin.

Setelah menyelesaikan pembelajaran dengan menggunakan modul ini diharapkan Peserta Diklat dapat menyolder dengan kuningan dan atau perak. Modul ini mencakup 3 kegiatan belajar yaitu menyiapkan bahan dan perlengkapan, mengoperasikan peralatan dan menyolder dengan kuningan dan atau perak. Modul ini dilengkapi pula dengan tugas dan tes formatif yang harus dikerjakan oleh Peserta Diklat sehingga Peserta Diklat memiliki kompetensi sesuai standar yang diharapkan.

Demikianlah, penulis berharap agar modul ini dapat digunakan untuk membantu proses pembelajaran khususnya pada mata diklat Pekerjaan Las dan Fabrikasi Logam di SMK-SMK di seluruh Indonesia.

Yogyakarta, Desember 2004
Penyusun,

Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

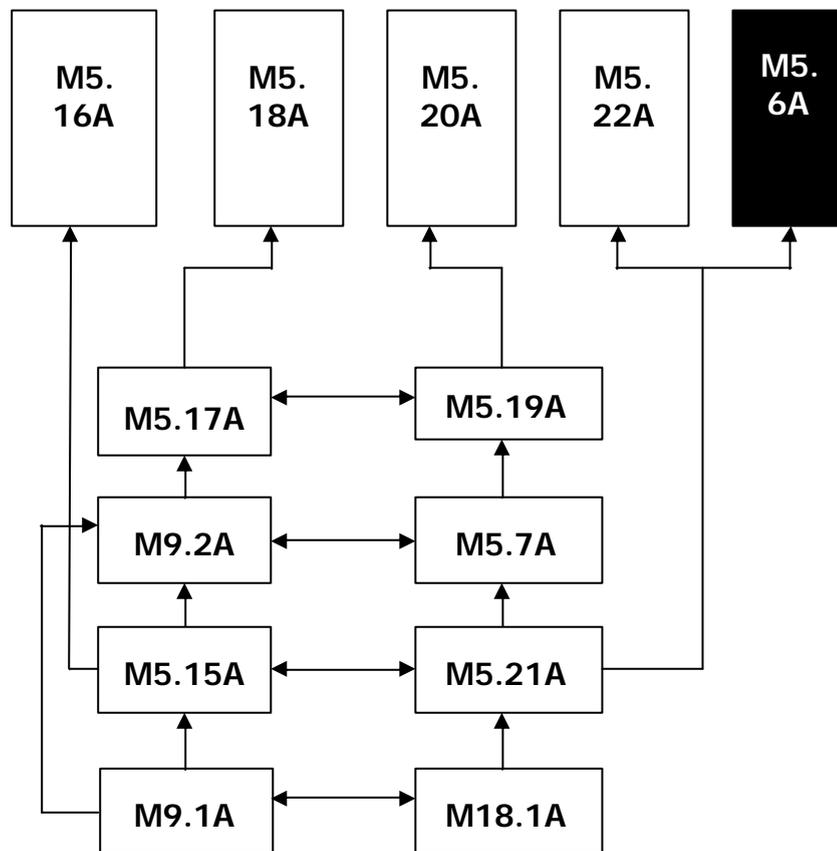
DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL	I
HALAMAN FRANCIS	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL.....	vi
GLOSSARIUM.....	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. DESKRIPSI.....	1
B. PRASYARAT	1
C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	1
1. Bagi Peserta Diklat	1
2. Peran Guru	2
D. TUJUAN AKHIR	3
E. KOMPETENSI	4
F. CEK KEMAMPUAN	6
BAB II PEMELAJARAN.....	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT	7
B. KEGIATAN BELAJAR.....	8
1. Kegiatan Belajar 1 Menyiapkan Bahan Dan Perlengkapan	8
a. Tujuan Kegiatan	8
b. Uraian Materi	8
c. Rangkuman.....	26
d. Tugas.....	26
e. Tes Formatif.....	26

f. Kunci Jawaban Tes Formatif	27
g. Lembar kerja.....	28
2. Kegiatan Belajar 2 Menyolder Dengan Kuningan Dan Atau Perak .	29
a. Tujuan Kegiatan	29
b. Uraian Materi	29
c. Rangkuman.....	33
d. Tugas.....	33
e. Tes Formatif.....	33
f. Kunci Jawaban Tes Formatif	34
g. Lembar kerja.....	35
 BAB III EVALUASI.....	 36
A. PERTANYAAN.....	36
B. KUNCI JAWABAN.....	36
C. KRITERIA KELULUSAN	37
 BAB IV PENUTUP.....	 38
DAFTAR PUSTAKA	39

PETA KEDUDUKAN MODUL

Diagram ini menunjukkan tahapan atau tata urutan kompetensi yang diajarkan dan dilatihkan kepada peserta didik dalam kurun waktu yang dibutuhkan serta kemungkinan multi exit-multi entry yang dapat diterapkan.



Keterangan:

M9.1A	Menggambar dan Membaca Sketsa
M18.1A	Menggunakan Perkakas Tangan
M9.2A	Membaca Gambar Teknik
M5.15A	Mengelas dengan proses las busur metal manual
M5.21A	Mengelas dengan proses las oksiasetilena
M5.7A	Memotong dengan panas dan gouging secara manual.
M5.17A	Mengelas dengan proses las gas metal
M5.19A	Mengelas dengan proses las tungsten
M5.6A	Menyolder dengan kuningan dan atau perak
M5.22A	Mengelas tingkat lanjut dengan proses las oksasi-asetilena
M5.16A	Mengelas tingkat lanjut dengan proses las busur metal manual
M5.18A	Mengelas tingkat lanjut dengan proses las gas metal.
M5.20A	Mengelas tingkat lanjut dengan proses las tungsten

GLOSSARIUM

- Brazing* : menyolder
- Fluks : bahan pelumer atau pembersih
- Adhesi* : gaya tarik-menarik antara solder dengan rongga atau pori-pori permukaan bahan dasar.

BAB I PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI JUDUL

Menyolder adalah cara penyambungan bahan logam melalui proses pemanasan dengan bahan pengisi atau perekat (*solder*), yang mempunyai titik lebur di bawah titik lebur *bahan dasar* yang akan disambungkan (dilekatkan). Bahan dasar yang disambungkan pada proses ini tidak ikut melebur, sambungan terjadi hanya akibat perekatan bahan solder pada bidang penyolderan. Setelah menyelesaikan modul ini, diharapkan Peserta Diklat memiliki keterampilan menyolder dengan kuningan dan atau perak.

B. PRASYARAT

Kemampuan awal Peserta Diklat sebelum mempelajari modul "Menyolder Dengan Kuningan Dan Atau Perak" yaitu peserta diklat telah memahami prosedur mengelas.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Petunjuk penggunaan modul bagi Peserta Diklat :

- a. Peserta Diklat harus menyelesaikan modul-modul yang menjadi prasarat pembelajaran modul ini.
- b. Lakukan kegiatan pembelajaran secara berurutan dari kegiatan belajar 1 dan 2.
- c. Pelajari dan pahami setiap uraian materi dengan seksama.
- d. Jawablah pertanyaan pada soal-soal sub bab F, cek kemampuan, jika Peserta Diklat dapat menyelesaikan maka dianggap telah menyelesaikan modul ini.

- e. Persiapkan alat dan bahan yang digunakan antara lain: alat-alat utama las oksiasetilin, kawat las, klem (penjepit), palu besi, dan tang penjepit.
- f. Lakukan setiap kegiatan dengan teliti dan hati-hati.
- g. Hasil akhir dari seluruh kegiatan belajar dalam modul ini adalah sambungan tumpang dan sambungan fillet.
- h. Prosedur sertifikasi
 - ? Ijazah
Mengacu pada undang-undang Sistem Pendidikan Nasional, SMK yang telah diakreditasi diberi wewenang menyelenggarakan ujian dan memberikan ijazah yang diterbitkan oleh Departemen Pendidikan Nasional kepada Peserta Diklat yang dinyatakan lulus ujian sebagai pengakuan terhadap penyelesaian pada jenjang pendidikan SMK dan atau prestasi belajar Peserta Diklat.
 - ? Sertifikasi kompetensi
Sertifikasi kompetensi diberikan kepada Peserta Diklat yang lulus uji kompetensi yang diselenggarakan oleh SMK/lembaga diklat yang terakreditasi sebagai penyelenggara uji kompetensi.

2. Peran Guru:

- a. Membantu Peserta Diklat dalam merencanakan proses belajar
- b. Membimbing Peserta Diklat melalui tugas-tugas pelatihan yang dijelaskan dalam tahap belajar
- c. Membantu Peserta Diklat dalam memahami konsep dan praktik baru dalam menjawab pertanyaan Peserta Diklat mengenai proses belajar Peserta Diklat
- d. Membantu Peserta Diklat untuk menentukan dan mengakses sumber tambahan lain yang diperlukan untuk belajar

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

D. TUJUAN AKHIR

Setelah menyelesaikan pembelajaran dengan modul ini, Peserta Diklat diharapkan memiliki keterampilan mengoperasikan peralatan solder (brazing) dan sambungan tumpang pelat baja karbon dan sambungan fillet pelat tembaga dengan kuningan dan atau perak dengan metode sikap yang benar.

E. KOMPETENSI

SUB –KOMPE- TENSI	KRITERIA KINERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1. Menyiapkan bahan dan perlengkapan	<ul style="list-style-type: none"> ? Kebutuhan-kebutuhan pekerjaan ditentukan berdasarkan spesifikasi dan atau instruksi ? Bahan-bahan disiapkan secara benar menggunakan peralatan dan teknik-teknik yang sesuai ? Bahan–bahan dipasang/ ditempatkan secara benar sesuai spesifikasi yang dibutuhkan ? Pencegahan distorsi dan penanganan yang penanganan yang sesuai dapat diidentifikasi ? Perlengkapan pemanas dipasang dan disetel secara aman dan benar sesuai dengan prosedur operasi standar ? Bahan-bahan yang benar dan sesuai dipikirkan dan disiapkan ? Percobaan dilakukan dan periksa dengan teliti sesuai kebutuhan 	<ul style="list-style-type: none"> ? Persiapan bahan dan perlengkapan ? Pengisntalan semua komponen menggunakan perkakas dan prosedur yang benar ? Pemeriksaan setiap sambungan komponen dari kemungkinan kebocoran gas ? Pengaturan tekanan kerja, mengatur nyala api las dan memilih ukuran tip 	<ul style="list-style-type: none"> ? Mengevaluasi semua dokumen yang terkait dengan penyiapan bahan dan peralatan ? Menafsirkan gambar kerja dan spesifikasinya ? Memilih jenis dan ukuran bahan, kualitas dan fluksi sesuai dengan gambar dan spesifikasi ? Mengidentifikasi perlengkapan pemanas untuk pekerjaan brezing ? Mengidentifikasi metode pencegahan setiap jenis distorsi ? Memilih fluksi sesuai dengan prosedur pemakaian 	<ul style="list-style-type: none"> ? Mengidentifikasi spesifikasi sambungan brezing ? Mengidentifikasi persiapan bahan yang diperlukan untuk melakukan pengelasan ? Mengidentifikasi metoda pemasangan/ penempatan bahan-bahan yang dibrezing ? Memahami permukaan bahan dan kawat las menggunakan peralatan dan teknik yang benar ? Memahami cara merakit bahan sesuai dengan spesifikasi ? Memahami prosedur-prosedur untuk memperkecil distorsi pada bahan-bahan yang dibrezing ? Memahami cara memeriksa kebocoran pada sambungan menyalakan pemanas dan mengaturnya lagi ? Memahami teknik penyolderan ? Memahami cara memeriksa hasil penyolderan 	<ul style="list-style-type: none"> ? Memasang peralatan solder (brezing) ? Menyalakan pemanas dan mengatur nyala sesuai dengan kebutuhan ? Mengatur tekanan kerja ? Mrngatur nyala api las ? Melakukan percobaan

<p>2. Brazing dan/ atau patriperak</p>	<ul style="list-style-type: none"> ? Proses yang benar dan sesuai ditetapkan sesuai spesifikasi ? Bahan-bahan digunakan secara benar dan teknik-teknik yang sesuai ? Bahan yang disambung dipakai secara benar dan jumlah yang diperlukan sesuai pekerjaan/ spesifikasi ? Normalisasi temperature bahan digunakan teknik-teknik yang benar dan sesuai 	<ul style="list-style-type: none"> ? Penyolderan dengan kuningan ? Penyolderan dengan perak 		<ul style="list-style-type: none"> ? Memahami semua dokumen yang terkait dengan brazing dan patriperak ? Memahami perkakas, prosedur dan teknik brazing dari patriperak ? Memahami teknik menyolder dengan bahan tambah kuningan dan perak ? Memahami prosedur dan teknik untuk penggunaan fluksi dan bahan ? Memahami efek penggunaan bahan yang tidak sesuai ? Memahami prosedur-prosedur untuk normalisasi temperature bahan yang disambung ? Memahami penggunaan teknik-teknik yang tidak sesuai dalam menormalisasi temperature sambungan 	<ul style="list-style-type: none"> ? Memasang peralatan solder (brazing) ? Menyalakan pemanas dan mengatur nyala sesuai dengan kebutuhan ? Mengatur tekanan kerja ? Mengatur nyala api las ? Melakukan percobaan
--	---	---	--	---	---

F. CEK KEMAMPUAN

Berilah tanda (x) pada tabel dibawah ini dengan pilihan “ya” atau “tidak” dengan sikap jujur dan dapat dipertanggungjawabkan untuk mengetahui kemampuan awal yang telah siswa miliki.

No	Sub Kompetensi	Pernyataan	Dapat melakukan pekerjaan dengan kompeten		Jika “Ya” Kerjakan
			ya	tidak	
1	Macam-macam Penyolderan	Mengetahui pengertian dan syarat umum menyolder			Tes formatif 1
2	Proses Penyolderan	Mengetahui proses penyolderan dari awal sampai akhir			Tes formatif 2
		Dapat melakukan proses penyolderan			Tes formatif 3

Jika jawaban siswa “tidak” maka pelajari modul ini dengan seksama.

BAB II PEMELAJARAN

A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT

Setiap melakukan kegiatan belajar, peserta diklat diwajibkan mengisi tabel di bawah ini dan meminta tanda tangan guru sebagai persetujuan.

JENIS KEGIATAN	TANGGAL	WAKTU	TEMPAT BELAJAR	ALASAN PERUBAHAN	TANDA TANGAN GURU
Menyiapkan bahan dan perlengkapan					
Menyolder dengan kuningan dan atau perak					

B. KEGIATAN BELAJAR

1. Kegiatan Belajar 1

Menyiapkan Bahan Dan Perlengkapan

a. Tujuan Belajar 1

- Peserta Diklat mulai mengenal dan dapat menyiapkan bahan serta perlengkapan untuk proses penyolderan yang sesuai dengan spesifikasi dan sikap yang benar
- Peserta Diklat dapat mengoperasikan peralatan dengan benar ketika menyolder dengan kuningan dan atau perak untuk proses penyolderan yang sesuai dengan spesifikasi yang ada.
- Peserta Diklat dapat menafsirkan gambar kerja dengan benar, sehingga proses pengelasan sesuai dengan gambar yang ada dan hasil yang diinginkan terpenuhi.
- Peserta Diklat dapat mengidentifikasi perlengkapan pemanas untuk pekerjaan brazing, mengidentifikasi metode pencegahan setiap jenis distorsi dan dapat mengatur tekanan kerja yaitu mengatur nyala api api las mdan memilih ukuran tip dengan benar.
- Peserta Diklat dapat memeriksa hasil penyolderan dengan benar.

b. Uraian materi 1

Dalam proses penyolderan diperlukan beberapa peralatan yang dapat digunakan untuk penyambungan suatu logam. Peralatan yang diperlukan antara lain alat-alat utama las oksiasetilin, kawat las, klem (penjepit), palu besi, alat pemegang atau penyangga dan tang penjepit.

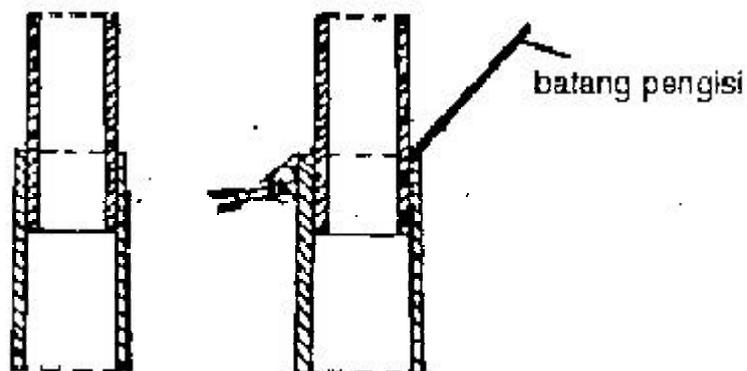
Proses pengikatan dalam penyolderan ini berlangsung pada permukaan logam dasar yang akan disambungkan. Pada proses

pengikatan ini disalurkan banyak energi panas sehingga solder mulai meleleh, menjaring bidang-bidang penyolderan, merambat masuk ke dalam celah penyolderan dengan efek kapileritas celah, mengeras di bidang penyolderan, dan mengikat erat badan dasar yang disambungkan.

Proses pengikatan dalam penyolderan ini berlangsung pada permukaan logam dasar yang akan disambungkan. Pada proses pengikatan ini disalurkan banyak energi panas sehingga solder mulai meleleh, menjaring bidang-bidang penyolderan, merambat masuk ke dalam celah penyolderan dengan efek kapileritas celah, mengeras di bidang penyolderan, dan mengikat erat badan dasar yang disambungkan.

Ikatan erat yang terjadi ditimbulkan oleh adanya:

- *Adhesi* (gaya tarik-menarik antara solder dengan rongga atau pori-pori permukaan bahan dasar).
- Pembentukan ikatan antara solder dan logam dasar.



Gambar 1. Bahan solder terisap rongga (celah sambungan) karena adanya daya kapiler

1). PERSYARATAN MENYOLDER

Agar diperoleh hasil ikatan yang baik, ada beberapa syarat yang harus dipenuhi dalam pekerjaan menyolder, antara lain :

a). Bidang solder harus bersifat logam murni (mengkilap).

- ? Pada bidang solderan yang mengkilap, solder akan merambat dengan baik.
- ? Apabila bidang solderan kotor, misalnya ada cat, karat, lemak, kotoran, keringat tangan, dan lapisan oksid, maka akan berakibat penggelembungan solder yang cair dan menghalangi ikatan.
- ? Harus menggunakan bahan pelumer (fluks). Bahan pelumer disalurkan sebelum dan selama proses penyolderan. Gunanya untuk melarutkan lapisan oksid yang selalu ada pada permukaan bahan dasar dan bahan solder secara kimiawi, dan mengubahnya menjadi terak cair, juga mencegah pembentukan oksid baru selama penyolderan.

b). Suhu pemanasan harus tetap.

- ? Suhu pemanasan harus sesuai dengan ketentuan jenis soldernya. Jika suhu terlalu rendah, solder cair akan membentuk butiran bola dan akan merembes. Jika suhu terlalu tinggi solder akan menguap.
- ? Suhu terendah pada bidang penyolderan yang masih memungkinkan perembesan dan pengikatan solder cair disebut *suhu Izerja*. Suhu kerja ini berada di bawah titik lebur bahan dasar.

c). Besar celah harus tetap.

? Besar celah penyambungan sangat menentukan kekuatan ikatan solder. Celah penyolderan hendaknya dibuat sempit, agar didapat efek isap yang baik oleh celah dan pori-pori bahan dasar. Semakin encer solder, harus semakin sempit pula celah. Solder dari tembaga dan perak yang encer menuntut celah yang lebih sempit dibanding yang dibutuhkan oleh kuningan dan solder lunak yang kental.

Dalam proses penyolderan bahan pelumer (fluks) sangat diperlukan. Bahan pelumer disalurkan sebelum dan selama proses penyolderan. Gunanya untuk melarutkan lapisan oksid yang selalu ada pada permukaan bahan dasar dan bahan solder secara kimiawi, dan mengubahnya menjadi terak cair, juga mencegah pembentukan oksid baru selama penyolderan. Suhu pemanasan dan besar celah harus tetap, oleh sebab itu perlu dicek ketika proses penyolderan berlangsung. Penggunaan fluks yang tepat adalah :

- Fluks harus dapat mengatasi oksid pada awal dan selama proses penyolderan.
- Fluks dapat ditambah air murni hingga berbentuk pasta dan dapat dicatkan pada permukaan yang akan disambung.
- Penyolderan dilakukan saat fluks masih lembab
- Pemakaian fluks dapat juga dilakukan dengan cara mencelupkan bahan tambah yang masih panas pada fluks.

Fluks bisa didapat dalam bentuk lapisan yang dibalutkan pada batang pengisi atau bisa dalam bentuk serbuk dan pasta.



Gambar 2. Macam-macam merek fluks

Untuk menghasilkan sambungan yang baik, perlu diperhatikan bahwa fluks-fluks untuk pengelasan satu logam tidak boleh digunakan untuk logam lain. Jadi, dalam memilih fluks, yang perlu diperhatikan adalah:

- Jenis logam yang disambung.
- Jenis proses penyambungan (*soldering* atau *brazing*).
- Suhu penyambungan.

Untuk mempermudah pengenalan fluks, beberapa perusahaan produsen fluks telah memberikan kode singkat sebagai berikut:

- F = bahan pembersih fluks
- S = untuk logam berat
- L = untuk logam ringan
- W = untuk soldering
- H = untuk brazing

Ketentuan kerja penyolderan

- Sebelum dilakukan penyambungan, pemakaian benda kerja harus dibersihkan dan diberikan bahan pembersih (fluks).

- Setelah penyambungan selesai, sisa bahan pembersih di luar daerah yang disolder atau dibrazing harus dibersihkan
 - Hindari bahan pembersih mengenai kulit tubuh.
 - Tempat kerja harus memiliki sirkulasi udara yang baik.
- Perlengkapan keselamatan kerja juga perlu disiapkan ketika akan melakukan penyolderan, antara lain baju praktik, helm dan kaca mata pengaman, sarung tangan, dsb.

2). MACAM-MACAM PENYOLDERAN

Pekerjaan menyolder dibedakan menjadi *solder lunak* dan *solder keras*.

a). Solder lunak (*braze welding*)

Solder lunak adalah proses penyolderan yang menggunakan bahan tambah dari logam lunak, logam cair ini harus mencair pada suhu di bawah 450°C. Penyolderan ini diterapkan apabila diperlukan:

- jalur sambungan yang kedap,
- tidak terlalu pejal, dan
- tidak untuk menerima suhu yang tinggi.

Logam penyambung (*solder*) lunak

Jenis logam penyambung (*solder*) untuk penyolderan lunak, yang digunakan untuk menyambung logam-logam besar dikelompokkan menjadi menjadi tiga yaitu :

A : Solder lunak timbel - timah dan timah - timbel

B : Solder lunak timah - timbel dengan tambahan tembaga atau perak.

C : Solder lunak istimewa.

b). Solder keras (*brazing*)

Solder keras adalah proses penyolderan yang menggunakan bahan tambah dari logam-logam yang agak keras (perak, kuningan, tembaga, dan sebagainya), dan logam solder mencair pada suhu di atas 450°C.

Solder keras diterapkan apabila diinginkan ikatan yang lebih kokoh dan tahan terhadap suhu tinggi bila dibanding dengan ikatan solder ringan.

2.1 Bahan solder keras untuk logam berat

Banyak sekali jenis bahan penyambung untuk solder keras, sesuai dengan banyaknya jenis logam dasar yang disambung. Bahan penyambung dari *tembaga* dan *perak* adalah yang lebih banyak pemakaiannya. Ada empat macam bahan solder keras tembaga, yaitu sebagai berikut:

2.1.1 Solder keras tembaga

- Terbuat dari tembaga tungku lebur (FCu) dan (SF-Cu).
- Sifatnya sangat mudah dibentuk, menghasilkan jalur sambungan yang kedap, tahan asam, karat, dan suhu.
- Pemakaiannya: menyolder celah sambungan antara baja dan baja:
- Bahan pelumer (*fluks*) yang cocok: FSH₃.

2.1.2 Solder keras tembaga - timah (solder perunggu)

- Terbuat dari tembaga dan timah dengan sedikit fospor.
- Pemakaian: untuk penyolderan keras pipa baja.
- Bahan pelumer yang cocok: FSH₃.

2.1.3 Solder keras tembaga - seng (solder kuningan)

- Terbuat dari tembaga dan seng dengan sedikit campuran silisium, timah, mangan, dan besi. Untuk

keperluan khusus, ada juga yang dicampur perak dan nikel.

- Sifatnya: memiliki daya regang tinggi, kekuatan batas menengah, kekerasan rendah, dan merupakan bahan solder keras yang paling banyak dipakai.
- Pemakaian: menyolder macam-macam celah dan celah sambungan.
- Bahan pelumer yang cocok: FSH₂, tapi bahan pelumer ini tidak cocok untuk penyolderan logam keras.

2.1.4 Solder keras tembaga - nikel - seng

- Terbuat dari tembaga, nikel, dan seng dengan sedikit sisipan silisium.
- Sifatnya: menghasilkan sambungan berkekuatan panas, kekuatan tarik tinggi hingga 800 N/mm².
- Pemakaian: untuk penyolderan celah (0,5-0,3 mm) dan penyolderan celah sambungan baja, nikel, paduan nikel, besi tuang.
- Bahan pelumer yang cocok: FSH₂.

2.1.5 Bahan solder keras perak

Solder keras perak distandarisasikan terdiri atas tembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni), dan lain-lain. Beberapa jenis ada yang mengandung kadmium (Cd) untuk menurunkan titik lebur. Makin tinggi kandungan Cd, makin rendah suhu kerja solder. Suhu kerja paling rendah 610°C dimiliki jenis solder L-Ag 40 Cd.

Sifat-sifat dari solder perak ini adalah:

- sangat encer dan mengalir dengan kecepatan tinggi ke dalam celah,

- jalur hasil penyambungan sangat kuat, liat, tahan karat, dan putih,
- dengan memperhatikan sifat jenis solder ini, solder perak cocok untuk penyolderan keras berbagai logam berat.

Dalam melakukan penyolderan juga diperlukan suatu alat yang dapat melindungi terutama pada tangan yaitu alat pemegang atau penyangga, sehingga pekerjaan menyolder aman dilakukan.

3). ALAT PEMEGANG ATAU PENYANGGA

Adapun penggunaan alat pemegang atau penyangga adalah sebagai berikut :

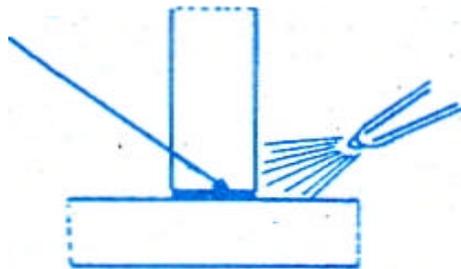
- a). Usahakan benda kerja selalu disangga selama proses penyolderan atau menggunakan pemegang (penepat).
- b). Benda kerja tidak boleh bergeser dari posisinya selama bahan tambah belum membeku.

4). PEMAKAIAN LOGAM TAMBAH (BAHAN PENGISI)

- a). Bahan pengisi jangan dimasukkan ke sisi-sisi sambungan. Untuk pepaduan bahan pengisi yang baik, suhu pemanasan harus tercapai dengan benar. Hal ini ditandai dengan mengalirnya bahan pengisi secara tipis dan bersih.
- b). Jatuhkan lelehan bahan pengisi ke atas sambungan yang telah diberi fluks.
 - Bila bahan pengisi setelah menempel pada sambungan berbentuk bala, berarti suhunya masih rendah.
 - Kalau terjadi seperti itu, teruskan pemanasan sampai bahan tambah mengalir seperti air di atas kaca bersih.

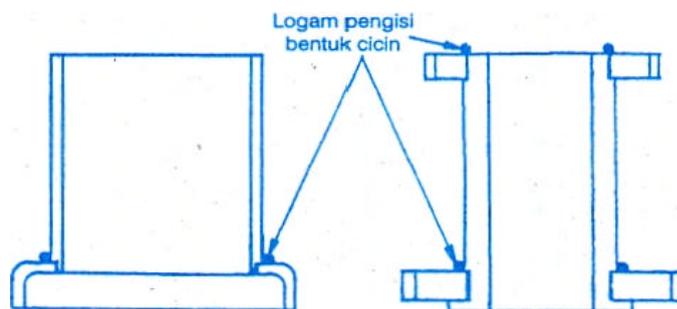
- c). Bila suhu telah tercapai, lelehan bahan tambah dan api langsung ke sepanjang sambungan sehingga penyolderan berlangsung dari tekanan api gas.
- d). Bila menyolder keras pada sambungan panjang, bahan tambah diayun ke depan, step demi step menggunakan nyala api. Bahan tambah akan meleleh bila permukaan sambungan sudah mencapai suhu penyolderan keras.

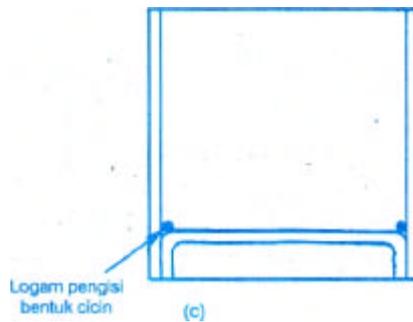
Pada permukaan sambungan yang luas, hasil terbaik akan tercapai bila menyisipkan bahan tambah di antara dua bagian yang disambung.



Gambar 3. Penyisipan bahan tambah pada permukaan sambungan yang luas

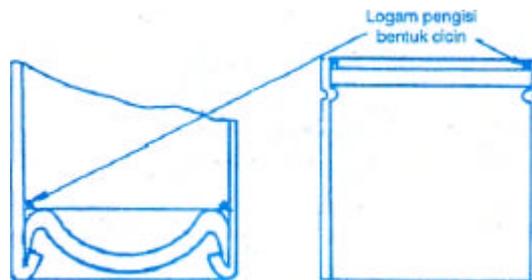
Logam pengisi yang disisipkan, dibentuk sesuai dengan bentuk bidang permukaan sambungan.



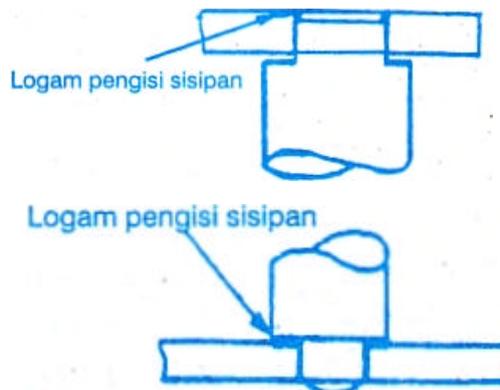


Gambar 4. Penempatan bahan pengisi pada posisi jlens

Gambar tersebut memperlihatkan beberapa contoh cara penempatan bahan pengisi pada benda kerja.



Gambar 5. Penempatan bahan pengisi pada pelipatan

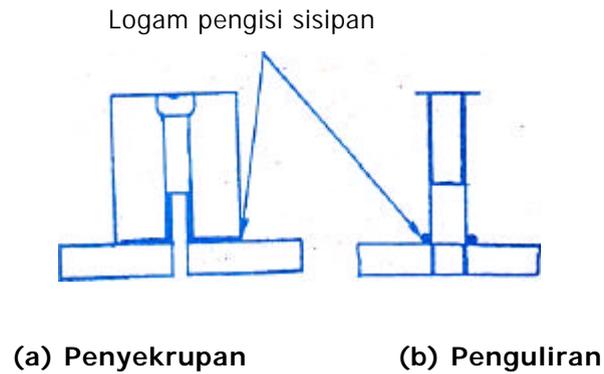


Gambar 6. Penempatan bahan pengisi pada kelingan

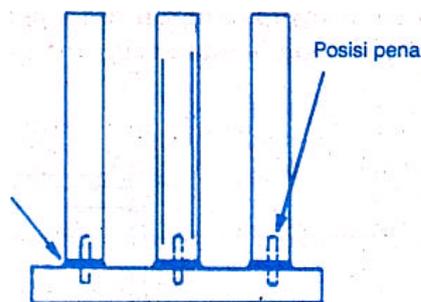
5). PEMBERSIHAN SETELAH PENYOLDERAN

Fluks yang tertinggal dapat dihilangkan dengan mudah memakai air panas.

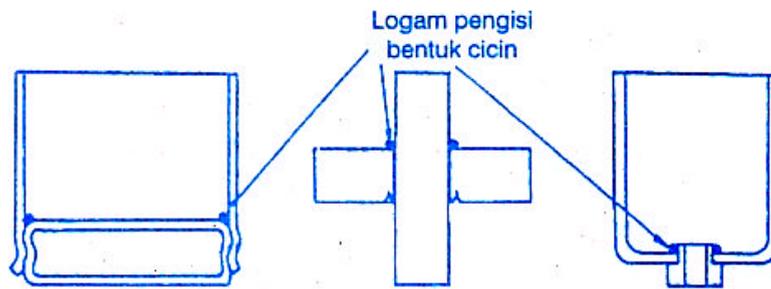
- a). Cara terbaik adalah mencelupkan benda kerja yang panas ke dalam air atau menyikatnya dengan sikat basah
- b). Pada pematiran keras yang luas, pembersihan sering dilakukan dengan digosok.



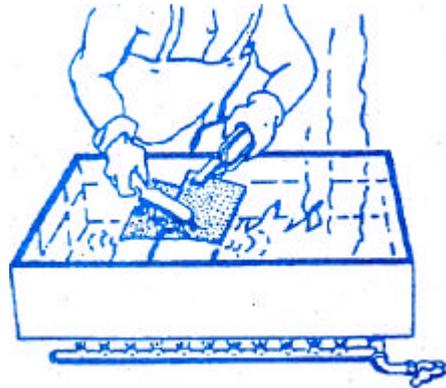
Gambar 7. Penempatan bahan pengisi pada penyekrupan dan penguliran



Gambar 8 . Penempatan bahan pengisi pada pena-pena posisi



Gambar 9. Penempatan bahan pengisi pada pengeponan



Gambar 10. Membersihkan benda kerja setelah penyolderan

6). TAHAP-TAHAP PENYOLDERAN

Adapun tahap-tahap dalam mengoperasikan peralatan penyolderan antara lain :

a). Persiapan kerja las

1.1 Menyetel regulator, tekanan gas yang dianjurkan:

- Tekanan gas oksigen : 2,5 bar (kg/cm^2), untuk semua ukuran mulut pembakar.
- Tekanan gas asetilin : 0,5 bar (kg/cm^2), disesuaikan dengan besar kecilnya pipa pembakar.

Perhatian:

Untuk asetilin, tekanan maksimum 1,5 bar (kg/cm^2).

1.2 Memasang selang asetilin dan oksigen pada pembakar.

1.3 Memasang mulut pembakar

- memilih mulut pembakar yang sesuai dengan proses pengerjaan.
- Memasang mulut pembakar harus erat, jangan sampai ada yang bocor.

b). Menyalakan dan mengatur api las

- Arahkan pipa pembakar ke tempat yang aman.
- Buka kran oksigen kira-kira setengah putaran.
- Buka kran asetilin kira-kira seperempat putaran.
- Gunakan korek api las untuk menyalakan pembakar.
- Atur komposisi dan volume api las yang dikehendaki.
- Api las siap digunakan.

c). Memadamkan api las

- Tutuplah kran asetilin, aliran asetilin terputus, sehingga api las padam.
- Tutuplah kran oksigen, aliran oksigen terputus.
- Penutupan kran jangan dipaksakan.

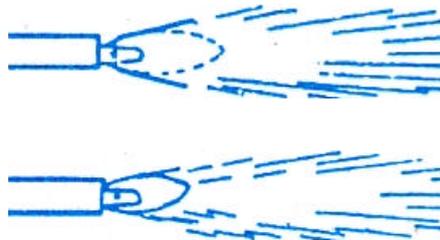
d). Penutupan kerja las

- Padamkan api las.
- Tutuplah kran-kran tabung gas.
- Buanglah sisa-sisa gas melalui pipa pembakar.
- Sekrup pengatur tekanan gas dikendorkan.
- Lepaskan mulut pembakar dan bersihkan.
- Gulunglah selang saluran gas dan amankan.

7). PEMANASAN

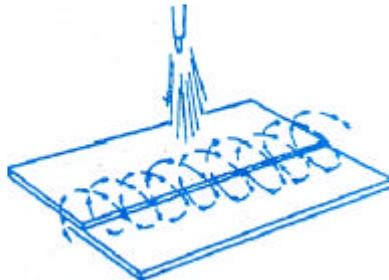
- a). Pemanasan dapat dilakukan dengan pipa hembus atau alat pembakar lainnya.

- b). Untuk patri keras *stainless steel*, gunakan nyala api netral. Sedangkan untuk logam lainnya, gunakan nyala api karburasi.



Gambar 11. Nyala api netral dan nyala api karburasi

- c). Pembakar atau pipa hembus harus digerakkan melingkar dan api bagian luarnya saja yang mengenai benda kerja.

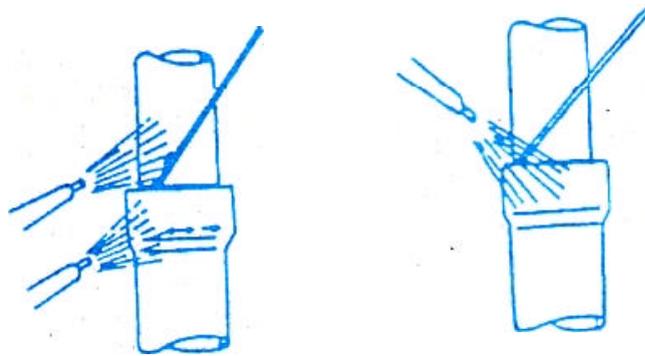


Gambar 12. Gerakan pembakar atau pipa hembus

- d). Bila ketebalan pelat tidak sama, maka pelat yang tebal harus diberikan panas yang lebih dibanding bahan yang tipisnya. Hal ini dimaksudkan agar suhu pemanasan kedua benda tersebut dapat tercapai bersamaan.
- e). Hindarkan panas yang berlebihan, karena akan berakibat logam bertambah tidak mengalir lancar dan akan menimbulkan bintik bintik.

8). PEMANASAN PADA SOLDER KERAS

Nyala api pemanasan harus dikenakan pada logam induk, bukan langsung pada bagian sambungan . Bila pemanasan langsung pada sambungan dan bahan tambah sekaligus, maka bahan tambah akan meleleh sebelum sambungan mencapai suhu penyolderan . Kesalahan ini akan berakibat daya lekat penyolderan kurang kuat.

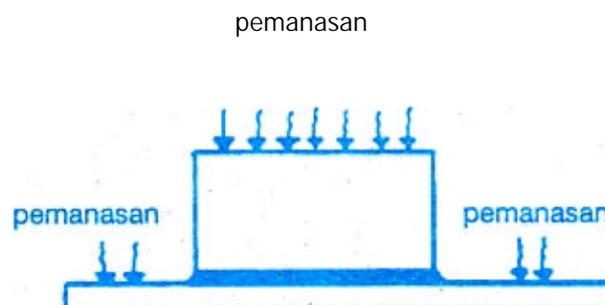


(a) Cara pemanasan pada solder keras yang benar

(b) Cara pemanasan pada solder keras yang salah

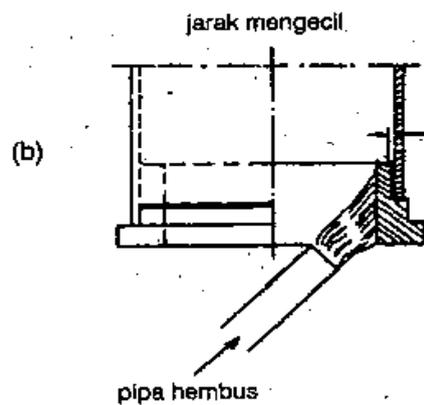
Gambar 13 . Cara pemanasan pada solder Izeras

Kedua bagian yang akan disambung harus mencapai suhu penyolderan dalam waktu yang bersamaan: Bagian yang tebal harus diberikan panas yang lebih daripada bagian yang tipis.



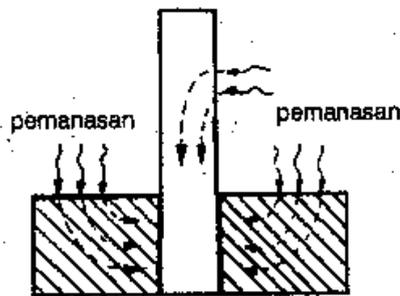
Gambar 14. Pemanasan yang seimbang

Pemanasan dari luar selalu berakibat celah akan membesar, sebab bagian luar mengembang lebih besar daripada yang di dalam. Sebaliknya pemanasan dari dalam akan memperkecil celah, karena bagian dalam memuai lebih besar daripada yang di luar.



Gambar 15. Pemanasan dari luar dan dari dalam

Gambar memperlihatkan contoh cara pemanasan yang baik. Dengan cara ini, pemanasan akan merambat dengan baik ke sambungan.



Gambar 16. Cara pemanasan yang baik

9). BENTUK SAMBUNGAN UNTUK SOLDER ATAU BRAZING

Bentuk dasar sambungan untuk *solder* atau *brazing* adalah seperti ditunjukkan gambar berikut.



(a) Sambungan tumpang



(b) Sambungan yang diluruskan



(c) Sambungan tumpul



(d) Sambungan flens

Gambar 17. Bentuk sambungan untuk solder atau brazing

Tabel 1. Penanganan bentuk sambungan yang baik dan tidak baik

Bentuk sambungan yang baik	Bentuk sambungan yang tidak baik

c. Rangkuman 1

Peralatan yang dapat digunakan untuk penyolderan antara lain: alat-alat utama las oksiasetilin, kawat las, klem (penjepit), palu besi, dan tang penjepit. Bahan pelumer atau pembersih (fluks) juga diperlukan untuk melarutkan lapisan oksid dan mencegah pembentukan oksid baru selama penyolderan. Perlengkapan keselamatan kerja juga perlu disiapkan ketika akan melakukan penyolderan. Dalam mengoperasikan peralatan penyolderan dilakukan dengan urutan-urutan sebagai berikut: persiapan kerja las, menyalakan dan mengatur api las, memadamkan api las, dan penutupan kerja las.

d. Tugas 1

1. Buatlah kliping mengenai peralatan dan bahan penyolderan
2. Buatlah laporan singkat mengenai peralatan dan bahan penyolderan yang ada di tempat praktik.
3. Siapkan peralatan menyolder secara berurutan dari yang paling sedikit peranannya.
4. Siapkan bahan-bahan untuk menyolder sesuai dengan jenis soldernya.
5. Buatlah pertanyaan sebanyak-banyaknya pada materi peralatan dan bahan penyolderan yang kurang dimengerti.

e. Tes formatif 1

- a). Sebutkan peralatan dan bahan yang diperlukan untuk menyolder?
- b). Apakah kegunaan pelumer atau pembersih (fluks) dalam proses penyolderan?

- c). Mengapa keselamatan kerja perlu diperhatikan ketika melakukan penyolderan?
- d). Bagaimana tahapan dalam mengoperasikan peralatan ketika akan menyolder?

f. Kunci jawaban formatif 1

1. Peralatan dan bahan yang digunakan untuk menyolder
 - ? Peralatan las oksiasetilin
 - ? Bahan pelumer atau pembersih
 - ? Perlengkapan keselamatan kerja
2. Kegunaan pelumer atau pembersih
bahan pelumer atau pembersih (fluks) juga diperlukan untuk melarutkan lapisan oksid dan mencegah pembentukan oksid baru selama penyolderan.
3. Keselamatan kerja perlu diperhatikan ketika menyolder karena untuk menjaga terjadinya hal-hal yang tidak diinginkan seperti terjadinya kecelakaan kerja.
4. Tahapan dalam mengoperasikan peralatan ketika akan menyolder adalah :
 - Persiapan kerja las ; menyetel regulator, memasang selang asetilin dan oksigen, memasang mulut pembakar
 - menyalakan dan mengatur api las
 - memadamkan api las
 - penutupan kerja las.

g. Lembar kerja 1

1. Alat dan Bahan

- a). Peralatan las oksiasetilin
- b). Bahan pelumer atau pembersih
- c). Perlengkapan keselamatan kerja

2. Kesehatan dan Keselamatan kerja

- a). Gunakan pakaian praktik dan pelengkapannya.
- b). Ikuti petunjuk kerja sesuai dengan prosedur yang ada, jika tidak jelas konsultasikan dengan instruktur.
- c). Dilarang bersenda gurau dengan Peserta Diklat lain disaat melakukan penyolderan.
- d). Gunakan alat atau perlengkapan sesuai dengan fungsinya.
- e). Tempatkan semua peralatan dan bahan ditempat yang tersedia dan aman.

3. Langkah Kerja

- a). Catat semua peralatan dan bahan yang diperlukan.
- b). Kuasai betul cara kerja yang akan dilakukan.
- c). Spesifikasikan peralatan atau perlengkapan sesuai dengan urutan fungsinya.
- d). Pakailah sarung tangan kulit untuk melindungi tangan.
- e). Gunakan bahan yang tersedia sesuai dengan fungsinya.
- f). Letakkan kembali peralatan dan bahan pada tempat semula setelah selesai digunakan.

2. Kegiatan Belajar 2

Menyolder dengan kuningan dan atau perak

a. Tujuan Belajar 2

- Peserta Diklat dapat menyolder dengan kuningan dan atau perak untuk proses penyolderan yang sesuai dengan spesifikasi dan sikap yang benar
- Peserta Diklat dapat menggunakan bahan-bahan dengan benar sesuai ketentuan yang ada untuk penyolderan dengan kuningan dan atau perak.
- Peserta Diklat dapat menggunakan teknik-teknik yang tepat dalam penyolderan dengan kuningan dan atau perak.

b. Uraian materi 2

Dalam menyolder (brazing) dengan kuningan dan atau perak yang perlu diperhatikan adalah adanya pemilihan bahan – bahan yang sesuai seperti pemilihan fluks (bahan pelumer). Pada solder keras tembaga-seng (solder kuningan) fluks yang digunakan FSH_2 . Selain itu Bahan campuran yang digunakan adalah sedikit campuran silisium, timah, mangan, dan besi, dapat dicampur dengan perak. Sifat dari solder kuningan ini adalah memiliki daya renggang tinggi, kekuatan batas menengah, kekerasan rendah, dan merupakan bahan solder keras yang banyak dipakai untuk berbagai keperluan. Pemakaian menyolder pada macam-macam celah dan celah sambungan.

Sedangkan pada solder keras perak distandarisasikan terdiri atas tembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni) dan lain-lain. Beberapa jenis ada yang mengandung kadmium (Cd) untuk menurunkan titik lebur. Makin tinggi

kandungan Cd, makin rendah kerja suhu solder. Suhu kerja paling rendah 610⁰C.

Adapun sifat-sifat solder keras perak yaitu ; sangat encer dan mengalir dengan kecepatan tinggi dalam celah, jalur hasil penyambungan sangat kuat, liat, tahan karat dan putih, dengan memperhatikan sifatnya, solder keras perak sangat cocok untuk penyolderan keras berbagai logam berat.

A. PROSES PENYAMBUNGAN

Dalam menyambung / menyolder dengan kuningan dan atau perak yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Sambungan mempunyai kampuh (celah) yang sesuai (cocok)

Hasil penyolderan atau brazing akan meningkat kekuatannya jika celah sambungan kecil dan rata. Cairan logam pengisi harus mengisi celah dengan kekuatan kapilernya.

2. Sambungan mempunyai permukaan yang bersih
 - Permukaan yang akan disambung harus bersih dan bebas dari lapisan oksid
 - Kotoran, oli, gemuk dan lainnya harus dicuci atau dibersihkan dengan bahan pelarut atau pembersih lainnya.
 - Bersihkan permukaan dari oksid dengan ampelas, sikat baja, benang baja, dan lain-lain.
 - Pembersihan harus dilakukan sebelum proses penyambungan dimulai.

B. PROSES PENYOLDERAN DENGAN KUNINGAN DAN ATAU PERAK

1. Proses Penyolderan Kuningan
 - a. Siapkan semua bahan-bahan yang diperlukan seperti ; campuran silisium, timah, mangan, dan besi.
 - b. Takar komposisi bahan yang diperlukan sesuai dengan ukuran yang tepat.
 - c. Siapkan fluks, sesuaikan dengan jenis yang tepat untuk digunakan pada solder kuningan.
 - d. Mulai menyetel regulator, dan mengatur tekanan gas.
 - e. Pasanglah selang aselitin, dan oksigen pembakar dilanjutkan dengan memasang mulut pembakar
 - f. Nyalakan api las dan mengatur suhu, diusahakan suhu pemanasan selalu tetap.
 - g. Penyolderan siap dilakukan, jangan lupa gunakan pengaman ketika akan menyolder.
 - h. Setelah selesai melakukan penyolderan kuningan, bersihkan hasil solderan dengan cara mencelupkan hasil solderan yang masih panas ke dalam air atau disikat dengan sikat basah.
 - i. Kembalikan peralatan pada tempatnya dan bersihkan tempat seperti semula.
2. Proses Penyolderan Perak
 - a. Siapkan semua bahan-bahan yang diperlukan seperti; tembaga (Cu), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni)
 - b. Takar komposisi bahan yang diperlukan sesuai dengan ukuran yang tepat.

- c. Siapkan fluks, sesuaikan dengan jenis yang tepat untuk digunakan pada solder kuningan.
- d. Mulai menyetel regulator, dan mengatur tekanan gas.
- e. Pasanglah selang asetilin, dan oksigen pembakar dilanjutkan dengan memasang mulut pembakar
- f. Nyalakan api las dan mengatur suhu, diusahakan suhu pemanasan selalu tetap.
- g. Penyolderan siap dilakukan, jangan lupa gunakan pengaman ketika akan menyolder.
- h. Setelah selesai melakukan penyolderan kuningan, bersihkan hasil solderan dengan cara mencelupkan hasil solderan yang masih panas ke dalam air atau disikat dengan sikat basah.
- i. Kembalikan peralatan pada tempatnya dan bersihkan tempat seperti semula.

C. HAL-HAL YANG PERLU DIHINDARI DALAM PENYOLDERAN KUNINGAN DAN ATAU PERAK

Dalam menyolder dengan menggunakan kuningan dan atau perak yang perlu dihindari antara lain;

- Pemakaian komposisi atau takaran bahan yang tidak sesuai, hal ini dapat mengakibatkan hasil brazing tidak sempurna.
- Pemakaian fluks secara sembarangan, tidak sesuai dengan jenisnya, dimana dapat mengakibatkan sambungan kurang baik.
- Panas yang berlebihan, karena dapat menghambat proses penyolderan, dimana logam mengalir tidak lancar dan akan menimbulkan bintik-bintik.

- Tidak membersihkan hasil solderan setelah selesai menyolder, hal ini mengakibatkan kotoran yang menempel pada benda yang habis disolder akan tetap melekat, dan susah dibersihkan jika terlalu lama dibiarkan bahkan bisa mengeras.

c. Rangkuman 2

Dalam proses penyolderan dengan kuningan dan atau perak yang perlu diperhatikan adalah adanya campuran bahan-bahan yang sesuai. Pada solder kuningan bahan-bahan yang digunakan antara lain ; campuran silisium, timah, mangan, dan besi. Sedangkan pada solder perak bahan yang digunakan antara lain ; tembaga (CU), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni). Faktor utama yang perlu diperhatikan ketika akan menyolder adalah mempersiapkan seluruh bahan dan peralatan yang diperlukan.

d. Tugas 2

1. Carilah bahan-bahan untuk solder kuningan
2. Carilah bahan-bahan untuk solder perak
3. Bedakan sifat-sifat dari bahan-bahan untuk solder kuningan dan solder perak
4. Bedakan jenis fluks untuk solder perak dan solder kuningan
5. Siapkan peralatan menyolder
6. Buatlah pertanyaan sebanyak-banyaknya mengenai solder kuningan dan solder perak.

e. Tes formatif 2

1. Sebutkan bahan yang diperlukan untuk menyolder kuningan?
2. Sebutkan bahan yang diperlukan untuk menyolder perak?

3. Fluks jenis apakah yang sesuai untuk penyolderan kuningan atau perak?
4. Bagaimana proses penyolderan dengan kuningan
5. Bagaimana Proses Penyolderan dengan perak?
6. Apa yang harus dihindari dalam menyolder kuningan maupun perak?

f. Kunci jawaban formatif 2

1. Bahan yang diperlukan untuk penyolderan kuningan yaitu campuran silisium, timah, mangan, dan besi.
2. Bahan yang diperlukan untuk penyolderan perak yaitu tembaga (CU), perak (Ag), seng (Zn), mangan (Mn), nikel (Ni)
3. Fluks yang digunakan adalah jenis FSH₂.
4. Proses penyolderan kuningan yaitu siapkan semua bahan, takar komposisi bahan, siapkan fluks, siapkan semua peralatan menyolder, bersihkan setelah selesai menyolder.
5. Proses penyolderan perak yaitu siapkan semua bahan, takar komposisi bahan, siapkan fluks, siapkan semua peralatan menyolder, bersihkan setelah selesai menyolder.
6. Yang perlu dihindari dalam penyolderan perak atau kuningan yaitu pemakaian komposisi bahan yang tidak sesuai, pemakaian fluks yang kurang tepat, panas yang berlebihan, tidak menjaga kebersihan.

g. Lembar kerja 2

1. Alat dan Bahan

- a. Peralatan las
- b. Bahan pelumer atau pembersih
- c. Bahan solder kuningan
- d. bahan solder perak
- e. Perlengkapan keselamatan kerja

2. Kesehatan dan Keselamatan kerja

- a. Gunakan pakaian praktik dan pelengkapannya.
- b. Ikuti petunjuk kerja sesuai dengan prosedur yang ada, jika tidak jelas konsultasikan dengan instruktur.
- c. Dilarang bersenda gurau dengan Peserta Diklat lain disaat melakukan penyolderan.
- d. Gunakan alat atau perlengkapan sesuai dengan fungsinya.
- e. Tempatkan semua peralatan dan bahan ditempat yang tersedia dan aman.

3. Langkah Kerja

- a. Catat semua peralatan dan bahan yang diperlukan
- b. Siapkan semua bahan yang diperlukan
- c. Takar semua bahan sesuai ukurannya.
- d. Kuasai betul cara kerja yang akan dilakukan.
- e. Spesifikasikan peralatan atau perlengkapan sesuai dengan urutan fungsinya.
- f. Pakailah sarung tangan kulit untuk melindungi tangan.
- g. Gunakan bahan yang tersedia sesuai dengan fungsinya.
- h. Letakkan kembali peralatan dan bahan pada tempat semula setelah selesai digunakan.

BAB III EVALUASI

A. PERTANYAAN

1. Sebutkan peralatan dan bahan yang diperlukan ketika akan melakukan penyolderan !
2. Langkah-langkah apa saja yang dipersiapkan untuk pengoperasian peralatan dalam penyolderan !
3. Langkah-langkah apa saja yang perlu dilakukan untuk penyolderan dengan perak atau kuningan !

B. KUNCI JAWABAN

1. Peralatan dan bahan yang diperlukan dalam penyolderan antara lain:
 - a. alat-alat utama las oksiasetilin, kawat las, klem (penjepit), palu besi, dan tang penjepit.
 - b. Bahan pelumer (fluks)
 - c. Perlengkapan keselamatan kerja
2. langkah-langkah dalam pengoperasian peralatan penyolderan antara lain:
 - a. Persiapan kerja las; menyetel regulator, memasang selang asetilin dan oksigen pada pembakar, memasang mulut pembakar
 - b. Menyalakan dan mengatur api las
 - c. Memadamkan api las; tutuplah kran asetilin, dan kran oksigen.
 - d. Penutupan kerja las: padamkan api las, tutup kran tabung gas, buang sisa-sisa pembakar, sekrup pengatur tekanan

gas, lepaskan dan bersihkan mulut pembakar dan gulung selang dan amankan.

3. Langkah-langkah penyolderan perak atau kuningan adalah
 - a. Siapkan bahan perak atau kuningan, sesuaikan dengan jumlah kebutuhannya.
 - b. Siapkan bahan pelumer (fluks) yang sesuai
 - c. Siapkan peralatan yang dibutuhkan
 - d. Mulai melakukan penyolderan
 - e. Setelah selesai menyolder bersihkan fluks yang menempel pada perak atau kuningan
 - f. Bersihkan seluruh peralatan dan tempat.

C. KRITERIA KELULUSAN

Aspek	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Teori Pendukung kerja		1		Syarat lulus nilai minimal 70 dan skor setiap aspek minimal 7
Langkah kerja		4		
Ketepatan kerja dan ketelitian		4		
Ketepatan waktu		1		
Nilai Akhir				

Kategori kelulusan:

- 70 – 79 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja dengan bimbingan.
 80 – 89 : Memenuhi kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.
 90 – 100 : Di atas kriteria minimal. Dapat bekerja tanpa bimbingan.

BAB IV PENUTUP

Peserta Diklat diharapkan dapat mempelajari dan memahami semua materi yang ada didalam modul . Peserta Diklat dapat melanjutkan untuk mempelajari modul selanjutnya jika dinyatakan lulus dalam mempelajari modul ini. Apabila ada Peserta Diklat yang tidak lulus, maka dapat mengulang dan mengkaji kembali isi modul ini, selanjutnya diperbolehkan untuk mempelajari modul berikutnya.

Apabila Peserta Diklat telah mampu mengkaji, mempelajari dan mempraktekan uraian materi dalam modul ini dan dinyatakan lulus, maka Peserta Diklat dapat memperoleh sertufikasi sebagai tanda kelulusannya.

DAFTAR PUSTAKA

Sugiyono, **Las Gas Teori dan Praktik**, IKAPI, Alfabeta, Bandung.

Mercer William, Barneth E Ralph, **Welding Skill and Technology**, Airco welding products, Amerika.

Kennedy A. Gower, **Welding Technology**, Bobs Merril Educational Publishing, Indianapolisa.