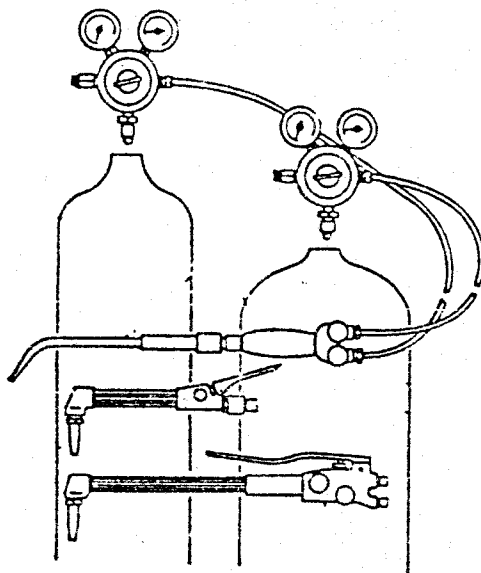


PERPUSTAKAAN IKIP PADANG  
KOLEKSI BIDANG ILMU  
TEKNIK DIPINJAMKAN  
KHUSUS DIPAKAI DALAM PERPUSTAKAAN

## Seri Las Asetilin

### Buku II

PENGELASAN LOGAM LAIN, Pengerasan  
Permukaan, Kawat Pengisi, Bahan Tambah  
dan Pemeriksaan Benda-benda yang dilas



MILIK UPT. PERPUSTAKAAN  
- IKIP - PADANG -

Disusun oleh

Drs. Agamuddin, M.Ed.

Dosen FPTK IKIP Padang

Fakultas Pendidikan Teknologi dan Kejuruan  
Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan

**PADANG**

1984

## KATA PENGANTAR

Buku ini merupakan lanjutan dan Buku Seri Las Asetilin; Perlengkapan, Istilah, Simbol Kumpuh dan Teknik Pengelasan. Dalam buku kedua ini, dibahas masalah Pengelasan Logam Lain (selain mild steel), Pengerasan permukaan, kawat pengisi dan bahan tambah serta pemeriksaan/pengujian benda-benda yang dilas. Buku ini juga sebagian besar diadaptasikan dari buku Gas Welding and Cutting yang disusun oleh Bourbousson PHM, dan ditambah dengan sumber-sumber dari buku lain.

Sebagaimana pada buku pertama, maka pada buku kedua ini ada beberapa istilah-istilah asing yang tetap dipertahankan, karena penterjemahan ke Bahasa Indonesia bisa menimbulkan salah kaprah (misalnya istilah bronze welding, brazing).

Semoga buku ini dijadikan salah satu sumber dalam bidang Kerja Flat, Las dan Tempa, khususnya di bidang Pekerjaan Las Asetilin.

Padang, November 1984  
FPTK IKIP Padang

PENYUSUN

MILIK PERPUSTAKAAN IKIP PADANG	
DITERIMA TGL	30 - 1 - 1985
SUMBER/HARGA	Hadiah
KOLEKSI	KJ
No. INVENTARIS	158/HP/85 - 50 [2]
KLASIFIKASI	671.522 Aya 50

## DAFTAR ISI

BAB		HALAMAN
	KATA PENGANTAR . . . . .	i
	DAFTAR ISI . . . . .	ii
	DAFTAR GAMBAR . . . . .	iii
	DAFTAR TABEL . . . . .	iv
I.	PENGELASAN LOGAM-LOGAM LAIN (SELAIN MILD STEEL). .	1
	A. PENGELASAN BESI TUANG . . . . .	1
	B. PENGELASAN PERUNGGU (BRONZE WELDING). . . . .	5
	C. PENGELASAN TEMBAGA . . . . .	11
	D. PENGELASAN ALUMINIUM . . . . .	14
	E. PENGELASAN LOGAM MONEL . . . . .	16
	F. PENGELASAN BAJA NIKEL . . . . .	18
	G. PENGELASAN BAJA TAHAN KARAT (STAINLESS STEEL) .	19
II.	HARDSURFACING DAN STELLITING . . . . .	21
	A. HARDSURFACING . . . . .	21
	B. STELLITING . . . . .	22
III.	KAJAT PENGISI DAN BAHAN TAMBAH (FILLER RODS AND WELDING FLUXES) . . . . .	25
	A. KAJAT PENGISI (FILLER RODS) . . . . .	25
	B. BAHAN TAMBAH (WELDING FLUXES) . . . . .	30
IV.	PENGUJIAN DAN PEMERIKSAAN LAS (WELDING TESTING AND INSPECTION) . . . . .	33
	PENUTUP . . . . .	52
	DAFTAR PUSTAKA . . . . .	53

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR	HALAMAN
1. Pengelasan besi tuang dengan teknik leftward welding . . . . .	4
2. Persiapan kampuh untuk bronze welding . . . . .	6
3. Sudut miring brander dan kawat pengisi dalam pengelasan perunggu (bronze welding). . . . .	7
4. Bronze welding terhadap besi tuang dengan teknik leftward welding . . . . .	8
5. Bronze welding untuk bahan tembaga . . . . .	10
6. Persiapan kampuh pada pengelasan tembaga . . . . .	12
7. Pengelasan aluminium dengan teknik leftward welding . . . . .	15
8. Persiapan kampuh untuk pengelasan logam monel . . . . .	17
9. Persiapan dan langkah dalam mengelas baja nikel . . . . .	19
10. Mesin untuk percobaan tarik . . . . .	35
11. Diagram beban tarik . . . . .	35
12a Reduced specimen . . . . .	37
12b Radius reduced specimen . . . . .	37
13. Cruciform test specimen . . . . .	38
14. Alat percobaan pukul Izod . . . . .	39
15. Persiapan benda percobaan untuk percobaan Izod. . . . .	40
16. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung penampang melintang . . . . .	41
17. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung penampang memanjang . . . . .	41
18. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung pada percobaan lengkung penampang tegak . . . . .	42
19. Persiapan benda percobaan untuk percobaan takik sambungan fillet. . . . .	42
20. Percobaan patah (nick break test) . . . . .	43
21. Persiapan sebuah benda yang akan melalui pemeriksaan macro etch . . . . .	46

## DAFTAR TABEL

TABEL	HALAMAN
1. Kawat pengisi dan pemakaiannya . . . . .	6
2. Kawat pengisi untuk pengelasan baja lunak dan besi tempa (mild steel dan wrought iron) . . . .	26
3. Kawat pengisi untuk pengelasan baja tahan karat (stainless steel) . . . . .	27
4. Kawat pengisi untuk pengelasan Besi Tuang (Cast Iron) . . . . .	28
5. Kawat pengisi untuk pengelasan aluminium dan aluminium-aluminium campuran (aluminium dan aluminium alloys) . . . . .	29
6. Kawat pengisi untuk pengelasan Magnesium campuran (Magnesium alloys). . . . .	30

## BAB I

### PENGELASAN LOGAM-LOGAM LAIN

#### A. PENGELASAN BESI TUANG

##### Sebutkan Jenis-jenis dari Besi Tuang (Cast Iron) Secara Umum

Ada 3 (tiga) jenis besi tuang yang umum dikenal yaitu, besi tuang kelabu, besi tuang putih dan besi tuang yang dapat ditempa.

##### Apa Perbedaan Sifat Mekanik Antara Besi Tuang Kelabu dan Besi Tuang Putih

Besi tuang kelabu sifatnya lebih lunak dan lebih kenyal dari besi tuang putih. Dengan kata lain besi tuang putih itu sendiri bersifat keras dan rapuh.

##### Apa yang Menyebabkan Terjadinya Perbedaan Sifat Mekanik, Antara Besi Tuang Kelabu dan Besi Tuang Putih

Sifat mekanik yang lebih baik dari besi tuang kelabu, disebabkan adanya unsur karbon yang bebas, yang terpisah dari unsur-unsur lain selama proses pendinginan. Jika proses pendinginan dilakukan terlempau cepat, maka karbon-karbon besi (iron carbide) tidak mungkin dapat terurai menjadi ferrite dan graphite, sehingga ini akan menghasilkan bahan yang rapuh dan keras yang dinamakan besi tuang putih. Karena itu, seorang tukang las, hendaknya tahu dengan pasti bahwa logam yang cair (deposited metal) pada proses pengelasan akan mempunyai sifat seperti besi tuang kelabu.

##### Apa Persiapan Kampuh yang Harus Dilakukan Untuk Pengelasan Besi Tuang Ini?

Kampuh-kampuh yang akan dilas hendaknya dipotong, hingga mempunyai bentuk V bersudut  $90^{\circ}$  pada salah satu sisi, jika tebal bahan tidak melebihi 9 mm. Bila tebal bahan besar

dari 9 mm, maka kampuh itu harus berbentuk double V. Permukaan yang akan dilas harus bersih dan bebas dari karat, lapisan minyak atau kotoran lain. Sebelum pengelasan dimulai, maka bahan yang akan dilas juga perlu dipanaskan lebih dulu.

Apa Sebabnya Pemanasan Pendahuluan Sebelum Pengelasan Berlangsung itu (Preheating) Perlu Dilakukan?

Pemanasan pendahuluan antara lain berfungsi untuk mencegah terjadinya retakan maupun perubahan bentuk (distorsi), yang disebabkan oleh terjadinya ekspansi maupun kontraksi sewaktu bahan itu dilas. Selanjutnya, proses pemanasan/pendinginan yang berlangsung agak lama serta bertahap itu, juga menyebabkan terbentuknya sifat besi tuang kelabu, dan bukannya besi tuang putih.

Apa alat yang Dipergunakan untuk Pemanasan Pendahuluan Itu?

Besi tuang yang akan dilas dapat dipanaskan, baik dengan menggunakan brander las, api dapur tempa atau lainnya, tergantung terutama kepada ukuran benda yang akan dilas.

Berapa Temperatur yang Perlu Dicapai dalam Pemanasan Pendahuluan Itu?

Besi tuang hendaknya dipanaskan hingga berwarna merah tua, atau sekitar  $600^{\circ} - 700^{\circ}\text{C}$ .

Bagaimana Cara Melindungi Permukaan Benda yang Penting (Machined Surfaces), dari Terjadinya Oksidasi Selama Pemanasan Pendahuluan dan Pengelasan?

Bagian-bagian yang penting yang perlu dilindungi tersebut dapat dilapisi dengan menggunakan cairan campuran graphite dan minyak pelumas atau gemuk. Hati-hatilah karena dibutuhkan pengawasan keselamatan kerja, bila kita sampai menggunakan bahan tersebut dalam mengelas.

Apa .....

MILIK UPT. PERPUSTAKAAN  
- IKIP - PADANG -

### Apa Jenis Nyala yang Dipakai untuk Mengelas Besi Tuang?

Nyala api yang dipakai adalah nyala netral (normal); pastikanlah bahwa tidak ada kelebihan oksigen (pembentukan nyala oksidasi) sewaktu pengelasan berjalan.

### Apakah diperlukan Sejenis Bahan Tambah (Flux) dalam Mengelas Besi Tuang?

Betul, untuk mengelas besi tuang diperlukan bahan tambah (flux) yang cocok. Bahan tambah ini hendaknya terbuat dari bahan alkaline forates. Bahan tersebut mempunyai sifat untuk melarutkan oksid yang terbentuk, hingga suatu lapisan terak (slag coating) terbentuk di atas permukaan rigi las, yang dapat mencegah kontak antara udara luar dengan logam yang sedang mencair. Bahan tambah ini juga berfungsi untuk memudahkan mengalirnya kawat pengisi yang cair.

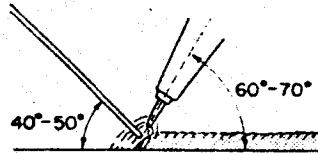
### Apa Pula Jenis Kawat Pengisi (Filler Rod) untuk Mengelas Besi Tuang Ini?

Kawat pengisi yang paling sesuai dipakai adalah kawat pengisi yang mengandung unsur silicon yang tinggi, yang sangat berfungsi dalam pembentukan sifat besi tuang kelabu tadi.

### Bagaimana Teknik dalam Mengelas Besi Tuang Itu?

Teknik yang dipakai adalah teknik leftward, nyala konis dari api las hendaknya berjarak 3 - 4 mm dari permukaan logam yang mencair. Kawat pengisi dicelupkan dengan teratur ke dalam bahan tambah (tidak boleh terlempau banyak bahan tambah) untuk mengalirkan logam cair, terlempau banyak bahan tambah, justru menimbulkan lobang-lobang (blow holes) hingga melemahkan sambungan. Kawat pengisi hendaknya sedikit ditekan ke bagian yang dilas untuk memungkinkan terangkatnya oksid dan lapisan terak ke permukaan. Brander hanya digerakkan sedikit-sedikit saja, sedang kawat pengisi secara ter-





Gambar 1. Pengelasan besi tuang dengan teknik leftward welding.

atur digerakkan pula memutar, dengan tujuan untuk mencegah terperangkapnya lapisan terak dalam logam yang mencair.

#### Bagaimana Proses Pendinginan Sesudah Pengelasan Selesai?

Lapisan terak maupun oksida yang terbentuk dapat dibersihkan dengan memakai alat pengikis (scrap) atau sikat kawat, tapi jangan sekali-kali menggunakan palu terak.

Benda yang dilas harus didinginkan perlahan-lahan, ini dapat dilakukan dengan menutup benda di dalam selimut asbes, atau membenamkannya dalam kapur, abu dan sebagainya. Juga dapat dilakukan dengan meletakkannya dalam ruangan dapur yang tertutup. Semua usaha tersebut bertujuan untuk mencegah kontak dengan udara.

#### Bagaimana Cara Mengelas Besi Tuang yang Dapat Ditempa?

Struktur dari besi tuang yang dapat ditempa, membuatnya tidak bisa dilas dengan teknik yang baru diterangkan tadi. Jika teknik itu dipakai, maka akan berakibat bahan itu akan menjadi keras tetapi rapuh. Metode yang normal dipakai untuk besi tuang ini adalah metode pengelasan perunggu (bronze).

• B. PENGELASAN .....

## B. PENGELASAN PERUNGGU (BRONZE WELDING)

### Apa yang Dimaksud dengan Pengelasan Perunggu Itu?

Pada pengelasan perunggu (bronze welding) adalah pengelasan yang menggunakan teknik leftward untuk menambahkan cairan logam yang kaya dengan unsur tembaga (copper) ke permukaan benda yang dipanaskan (dipanaskan, tapi tidak sampai mencair). Titik cair dari kawat pengisi biasanya adalah 800° sampai 900°C.

### Apakah Proses Pengelasan Perunggu sama dengan Proses Fusion Welding?

Tidak. Sama halnya dengan solder dan brazing, maka pada pengelasan perunggu tidak terjadi proses seperti pada fusion welding, karena dalam hal ini logam utama (parent metal) tidak sampai mencair.

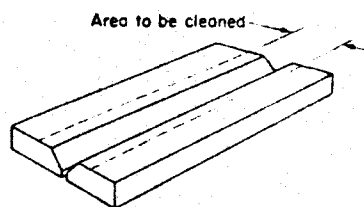
### Apa Perbedaan Bronze Welding (Pengelasan Perunggu) dengan Solder Brazing?

Proses pekerjaan adalah sama, hanya pada bronze welding bagian-bagian yang disambungkan itu tidak perlu merapat betul.

### Bagaimana Persiapan Kampuh untuk Bronze Welding Ini?

Kampuh yang akan dilas lebih dulu harus dibuat berbentuk V tunggal atau ganda, baik dengan mesin maupun tangan. Pinggiran sepanjang bakal jalur las juga hendaknya dibundarkan untuk mencegah terjadinya pemanasan yang berlebihan pada ujung yang tajam tersebut yang dapat menimbulkan penguapan unsur seng (zinc volatilisation) sewaktu proses pengelasan.

Seperti halnya pada soldering dan brazing, kekuatan dari sambungan tergantung kepada ikatan yang baik antara kawat (bahan) pengisi dengan logam utama. Dari itu, maka permukaan yang akan dilas beserta permukaan sekitarnya harus dibersihkan sebaik-baiknya sebelum dilas (gambar 2).



Gb. 2. Persiapan kempuh untuk bronze welding.

Apakah Dibutuhkan Sejenis Bahan Tambah (Flux) untuk Pengelasan Perunggu Ini?

Perlu, dalam hal ini bahan yang umum dipakai adalah borax.

Apa Jenis dari Kawat Pengisi yang Digunakan dalam Pengelasan Perunggu?

Dalam tabel berikut ini dapat dilihat beberapa jenis kawat pengisi serta pemakaiannya;

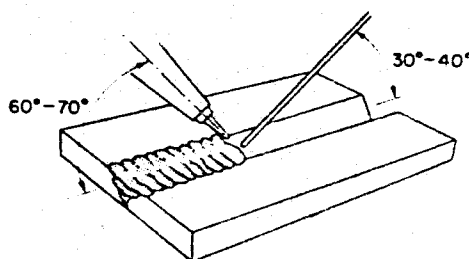
Tabel 1. Kawat pengisi dan pemakaiannya

Kawat pengisi	Bahan yang dilas
- Silicon bronze	Baja lunak, baja yang dilapis, tembaga.
- Manganese bronze	Tembaga, besi tuang, besi-besi yang dapat ditempa.
- Medium nickel dan bronze yang mengandung nickel tinggi	Besi tuang, besi yang dapat ditempa.

Apa Teknik yang Digunakan dalam Pengelasan Perunggu Ini?

Gunakan teknik leftward welding, dengan nyala yang agak cenderung ke nyala oksidasi (nyala normal, lalu ditambah oksigennya sedikit), bahan dipanaskan, hingga sekedar mencapai temperatur sedikit di atas titik cair kawat pengisi (gambar 3).

Bila temperatur itu sudah tercapai, kawat pengisi yang sudah diolesi dengan flux didekatkan di atas sambungan yang dilas, hingga kawat itu mencair dan menyatu dengan bahan yang dilas. Bila dibutuhkan, pada sambungan itu dilakukan penambahan kawat sampai beberapa kali. Jangan sampai sambungan itu dipanaskan terlalu jauh di atas (titik cair kawat pengisi), sebab ini akan menyebabkan tidak sempurnanya sambungan.



Gb. 3. Sudut miring brander dan kawat pengisi dalam pengelasan perunggu (bronze welding).

Apa Persiapan Kampuh yang Diperlukan pada Pengelasan Perunggu?

Pinggiran plat harus dibevel, hingga sambungan nanti membentuk sudut  $90^{\circ}$ , pinggiran itu selanjutnya dibunderkan, dan dibersihkan termasuk bagian-bagian sekitarnya, seperti yang diperlihatkan dalam gb. 1.

Berapa Temperatur Pemanasan Pendahuluan Terhadap Sambungan dalam Pengelasan Perunggu Ini?

Jika memungkinkan, bahan yang akan dilas itu dipanaskan hingga mencapai  $450^{\circ}\text{C}$ , sebelum pengelasan dimulai.

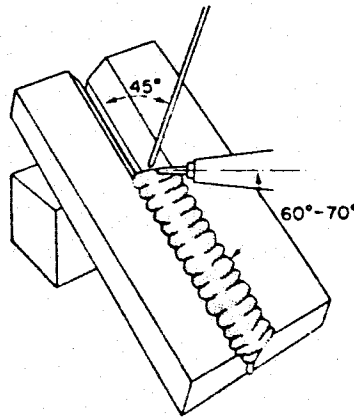
Apa Jenis Bahan Tambah yang Dipakai?

Yang biasa dipakai adalah bahan tambah yang terdiri dari bahan utama borax.

Bagaimana Teknik Mengelas Besi Tumpang dengan Sistem Pengelasan Ferunggu (Bronze Welding) Itu?

Gunakan teknik leftward welding, dengan nyala api agak

cenderung ke nyala oksidasi. Kawat pengisi yang sudah diolesi bahan tambah, dicairkan di atas sambungan, hingga membentuk lapisan tipis saja dulu (tinning). Letakkan benda itu dalam posisi miring sebelum pengelasan sesungguhnya berlangsung (gb. 4).



Gb. 4. Bronze welding terhadap besi tuang dengan teknik leftward welding.

Bila kita melakukan pengelasan pada posisi vertikal, sebaiknya digunakan 2 operator las yang bekerja serentak pada tiap sisi benda. Ini akan menghemat waktu, bahan, dan mengurangi resiko terjadinya distorsi atau retak pada benda.

Dalam situasi bagaimana, maka Bronze Welding Tepat Dipakai dalam Mengelas Logam?

Bila kita ingin distorsi yang terjadi seminimum mungkin atau bila bahan terlalu tipis atau terlalu tebal.

Apa masalahnya Bila Kita Mengelas Plat Baja yang Dilapisi (Galvanized Steel Plate, atau Seng Plat)?

Jika kita mengelas dengan sistem fusion welding terhadap galvanized steel plate, sejumlah asap tebal yang beracun akan timbul, hinggamembahayakan operator las. Pengelasan juga akan merusak lapisan pada plat tersebut (lapisan seng), hingga merusak daya tahan terhadap korosi.

### Bagaimana Cara Mengatasinya?

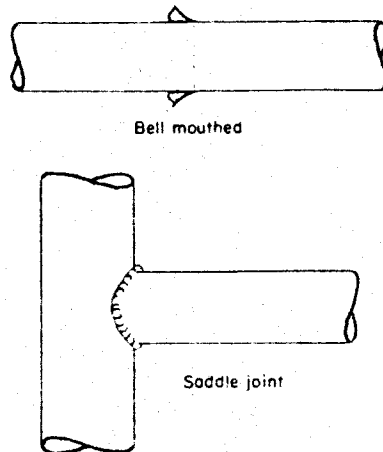
Untuk mengelas bahan tersebut, maka kita harus menggunakan teknik bronze welding, karena akan menghasilkan sambungan yang kuat, tahan korosi dan kerusakan terhadap lapisan bisa dikurangi.

### Apa Langkah yang Dilakukan untuk Melakukan Bronze Welding pada Galvanized Steel?

Benda yang akan dilas hendaknya dilas sementara (tack) atau diikat dalam alat khusus (jig). Plat-plat tebal maupun pipa-pipa harus dibevel hingga sambungan mempunyai sudut antara  $60^{\circ}$  s.d.  $80^{\circ}$ . Pinggiran ini hendaknya diberi selapis bahan tambah yang disebut silver-copper flux. Brander dan tip dipilih yang paling kecil, dengan nyala api adalah nyala yang sedikit oksidasi. Nyala api diarahkan ke kawat pengisi, dan bila kawat mencair titikkan di atas sambungan (proses tinning). Kawat pengisi yang dipakai hendaknya jenis silicon bronze. Jika pengelasan selesai, cucilah benda tersebut dengan air untuk membuang sisa-sisa bahan tambah. Ingat, benda harus sudah betul-betul dingin sebelum dicuci.

### Bagaimana Teknik Mengelas Tembaga dengan Sistem Bronze Welding

Brander yang dipakai hendaknya yang berukuran kecil, tetapi cukup untuk memanaskan bahan yang dilas. Nyala api adalah nyala oksidasi dan kawat pengisi dari jenis silicon bronze dengan bahan tambah borax. Prosedur pengelasan sama dengan yang dilakukan pada pengelasan besi tuang. Persiapan kempuh juga sama. Khusus untuk sambungan pipa, lurus, dan sambungan T, lihat pada gb. 5. (di sebelah)



Gb. 5. Bronze Welding untuk bahan tembaga.

Depatkah Metode Bronze Welding Digunakan untuk Mengelas Bahan Aluminium Bronze?

Depat. Dalam hal ini, digunakan bahan tambah (flux) yang mengandung unsur-unsur fluorides, silicon, aluminium, dan potassium.

Bagaimana Persiapan Kampuh untuk Mengelas Bahan Aluminium Bronze dengan Metode Bronze Welding Itu?

Bagian yang akan dilas haruslah dibersihkan memakai sikat kawat maupun dikikir, untuk membuang lapisan oksid pada permukaan itu. Untuk tebal bahan yang kurang dari 4 mm, dapat digunakan kampuh butt (I), tetapi bila lebih tebal harus digunakan/disiapkan kampuh berbentuk V.

Bagaimana Teknik Pengelasannya?

Plat/bahan yang dilas tidak perlu diikat memakai klem atau penjepit lain, sebab ini dapat menimbulkan retakan sewaktu proses pendinginan, pengelasan harus dilakukan sekaligus sampai selesai, tidak boleh diputus-putus pengerjaannya. Pemilihan jenis nyala harus hati-hati, karena nyala yang kecil menyebabkan bahan yang dilas terlalu cepat membeku kembali, sedangkan nyala yang besar akan menyebabkan hangusnya

bahan. Nyala hendaknya distel ke nyala netral, dan teknik yang dipakai adalah teknik leftward. Sudut kemiringan brander waktu mulai (start) adalah  $80^{\circ}$  dan sesudah pengelasan berjalan dikurangi menjadi  $60^{\circ}$  -  $70^{\circ}$ . Pemanasan pendahuluan terhadap logam dasar sangat penting, selain itu selama pengelasan berlangsung, sebagian besar permukaan/bagian sekeliling daerah yang dilas harus dijaga supaya tetap panas untuk mencegah terjadinya retak. Kawat pengisi ditambahkan ke bahan dasar yang sedang dilas, sambil menggoreskannya sekali-akali pada tempat tersebut untuk mencegah terperangkapnya gas dalam rigi las.

### C. PENGELASAN TEMBAGA

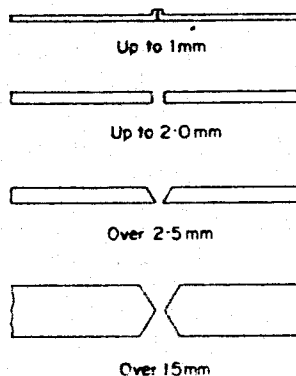
#### Kenapa Tembaga yang Sudah Dibuangkan Oksidnya (Deoxidised Copper) Lebih Mudah untuk Dilas?

Tembaga yang masih mengandung oksid (tembaga kasar) sulit untuk dilas, hingga membutuhkan operator yang berketramilannya tinggi. Jalur yang dilas biasanya akan langsung retak bila bagian itu dibengkokkan. Itu disebabkan adanya oksid pada bahan tersebut. Sedangkan tembaga yang sudah dihilangkan oksidnya dapat dibengkokkan sampai  $180^{\circ}$  tanpa terjadi retak-retak, bahan ini juga lebih kuat dan tahan terhadap korosi.

#### Bagaimana Persiapan Kampuh yang Dibutuhkan dalam Pengelasan Tembaga?

Bagian yang akan dilas itu harus dibersihkan sebaik-baiknya dan bentuk kampuh serta tebal plat dapat dilihat pada gambar 6.





**Gb. 6. Persiapan kempuh pada pengelasan tembaga**

**Bagaimana Cara Menyetel Bahan yang Akan Dilas Tembaga Itu?**

Disebabkan terjadinya ekspansi yang tinggi akibat pemanasan, maka perlu diadakan penyetelan yang sebaik-baiknya terhadap kempuh yang akan dilas itu, agar penutup gap antara pinggiran bahan yang dilas dapat menutup sempurna. Dalam hal ini, plat hendaknya distel dengan jarak kira-kira 10 mm, untuk setiap 1 meter panjang jalur yang akan dilas.

**Kenapa Kadang-kadang Dibutuhkan untuk Menggunakan Sebuah Backing Strip/Plat Penguat dalam Mengelas Tembaga Ini?**

Karena tembaga mempunyai kekuatan yang sangat kecil pada temperatur tinggi, maka perlu ditupang (support) bagian yang sedang dilas itu dengan menggunakan sebuah backing strip. Untuk mencegah terbuangnya panas antara atau ke backing strip itu, maka kadang-kadang dianjurkan untuk memasang lapisan asbes antara benda yang dilas dengan bilah penguat itu.

**Perluakah Diadakan pemanasan pendahuluan sebelum mengelas Tembaga?**

Tembaga mempunyai koefisien daya hantar panas yang tinggi, sehingga pemanasan pendahuluan ke bagian yang dilas

maupun ke bagian di sekitarnya sangat perlu, supaya tidak banyak panas yang diserap dari tempat yang dilas itu. Jika tidak, berkurangnya panas itu dapat menyebabkan proses pengelasan tidak akan sempurna.

Apa jenis kawat pengisi dan bahan tambah dalam mengelas Tembaga?

Kawat pengisi yang dipakai haruslah dari jenis yang tidak mengandung oksid lagi (deoxidised type), ia juga harus mengandung bahan perak (silver) untuk membantu pencairan yang sempurna dari kawah las. Penggunaan bahan tambah sebenarnya tidak begitu penting, tapi bila ternyata masih diperlukan, dapat digunakan bahan tambah borax.

Brander mana, serta nyala apa yang digunakan dalam pengelasan Tembaga ini?

Brander yang dipakai adalah yang kapasitasnya setingkat lebih tinggi dari brander yang dipakai pada pengelasan plat baja pada tebal yang sama, sedangkan nyala api adalah nyala yang agak bersifat karburasi.

Kelebihan oksigen pada nyala api akan menimbulkan terbentuknya lapisan oksid yang menyebabkan kerapuhan bahan, sedang terlampau banyak asetelin dapat menimbulkan terjadinya gelembung-gelembung gas yang menimbulkan pori-pori dalam bahan (porosity).

Apa langkah-langkah dalam pengelasan Tembaga ini?

Dengan api brander yang distel ke nyala karburasi, dan posisi benda agak dimiringkan, pastikan bahwa nyala konis berada kira-kira 8 mm, dari kawah las. Ini untuk memastikan berkurangnya gas di sekitar kawah las itu yang berarti pencegahan terjadinya oksidasi.

Di sini digunakan teknik leftward welding dan brander digerakkan sedikit ke kiri dan ke kanan (sideways motion).

Kawat pengisi hendaknya selalu berada dalam nyala api, sedangkan kawah las tidak boleh terganggu oleh sentuhan benda lain, kecuali kawat pengisi yang mencair tadi. Jika kawat pengisi itu sulit mencair, maka dapat digunakan teknik rightward welding. Pengelasan pada posisi vertikal yang menggunakan seorang atau dua operator akan memberikan hasil pengelasan yang baik sekali.

Apa yang perlu dilakukan terhadap sambungan yang sudah dilas?

Sejumlah pukulan yang ringan dengan menggunakan palu terhadap sambungan yang baru dilas selagi temperturnya masih di atas  $600^{\circ}\text{C}$  akan dapat menambah kekuatan sambungan itu, tetapi pukulan harus dihentikan begitu temperatur sudah turun (bila warna sambungan itu sudah menjadi kehitaman).

#### D. PENGELASAN ALUMINIUM

Depatkah aluminium dilas dengan gas asetilin?

Aluminium beserta campuran-campurannya dapat dilas bila operator las tahu tentang masalah-masalah yang perlu diatasi dalam pekerjaan ini. Oksid aluminium, baik yang berbentuk lapisan luar pada logam itu maupun yang baru terbentuk sewaktu pemanasan, mempunyai titik cair yang sangat tinggi, dan jika tidak dibuang akan berserakan (terpencar-pencar) selama pengelasan, hingga dapat menimbulkan rapuhnya sambungan.

Bagaimana persiapan yang harus dilakukan sebelum mengelas aluminium murni?

Permukaan/pinggiran yang akan dilas harus dibersihkan dari minyak/gemuk atau kotoran lain, dengan menggunakan sikat kawat. Plat yang tebalnya sampai dengan 1 mm ditekuk tepinya hingga membentuk sudut  $90^{\circ}$  dan ini dapat dilas tanpa menggunakan kawat pengisi. Untuk plat yang tebalnya di atas 3 mm, pinggiran yang akan dilas perlu dibevel hingga membentuk sudut V sebesar  $90^{\circ}$  (antara kedua plat), untuk yang tebalnya di atas 6 mm, dibutuhkan kampuh double V yang masing-

masing bersudut  $90^{\circ}$ . Dalam pengelasan juga dibutuhkan sebuah backing strip untuk menopang logam yang mencair itu.

Apa jenis bahan tambah (flux) dan kawat pengisi yang dipakai

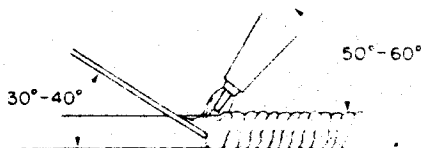
Kawat pengisi harus terdiri dari aluminium murni atau mengandung 5% silicon aluminium. Bahan tambah (flux) terdiri dari campuran antara sodium chloride sebagai bahan utama ditambah campuran sebanyak 0 - 30% lithium chloride, di samping ini dapat juga dipakai campuran bahan yang terdiri dari 0,6% potassium chloride atau 5 - 15% potassium flouride. Bahan tambah ini diletakkan ke kawat pengisi yang sudah dipanaskan terlebih dulu (varnish coating). Kebanyakan bahan tambah dapat merusakkan sambungan las itu.

Bagaimana stelan nyala api untuk las aluminium ini?

Nyala api hendaknya distel ke nyala netral atau sedikit karburasi.

Apa teknik yang dipakai?

Gunakan teknik leftward welding dengan sudut brander dan kawat pengisi seperti tampak pada gambar 7. Ujung nyala konis persis bereds di atas rigi las. Selagi pengelasan berlangsung, bahan akan bertambah panasnya, ini berarti kecepatan pengelasan harus ditingkatkan, dan sejalan dengan ini sudut brander harus diperkecil pula.



Gb. 7. Pengelasan aluminium dengan teknik leftward welding.

Apa yang perlu dilakukan terhadap benda yang baru dilas itu?

Karena bahan tambah (flux) dapat menimbulkan karat (corrosive), maka semua bekas-bekasnya harus dihilangkan dengan menggunakan air yang panas, atau menggunakan air yang panas-panas kuku yang dicampur dengan larutan 5% nitric acid. Pukulan yang ringan terhadap bahan yang baru disambung (dalam keadaan panas) maupun proses annealing dapat menambah kekuatan dari sambungan.

Apa bedanya pengelasan aluminium campuran yang dituang dengan pengelasan aluminium murni?

Hanya sedikit perbedaan dalam teknik pengelasan aluminium campuran itu, dengan teknik yang baru diterangkan tadi. Selain penggunaan kawat pengisi dan bahan tambah yang tepat, maka pada tuangan aluminium campuran ini diperlukan proses pemanasan pendahuluan.

**E. PENGELASAN LOGAM MONEL**

Apa yang dimaksud dengan logam monel?

Logam monel merupakan campuran antara tembaga dan nikel. Tepatnya logam campuran ini mengandung 67% nikel dan 33% tembaga.

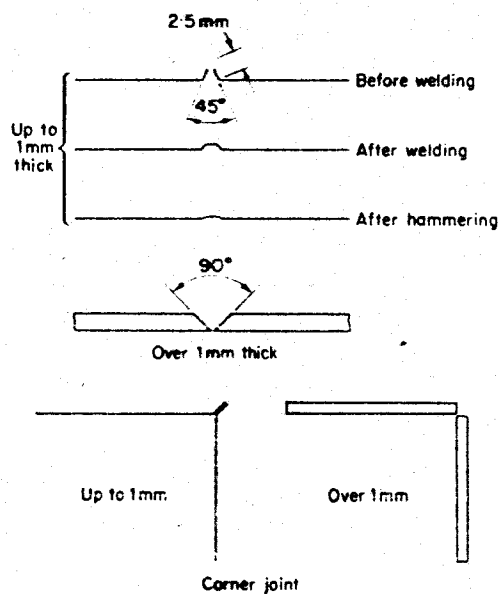
Bagaimana persiapan dalam pengelasan logam ini?

Pinggiran plat yang akan dilas dipersiapkan lebih dulu seperti tampak pada gambar 8.

Untuk plat yang tebalnya kurang dari 1 mm, pinggiran itu ditekuk ke atas masing-masing selebar 2,5 mm, hingga kedua pinggiran membentuk sudut  $45^{\circ}$ . Pinggiran ini dipanaskan sampai cair tanpa kawat pengisi tambahan. Bentuk yang agak cembung akibat pengelasan dapat diratakan dengan menggunakan palu rata. Bila tebal plat lebih dari 1 mm, dibutuhkan pembentukan bevel seperti tampak pada gambar 8. Pada gambar itu juga dapat dilihat aplikasi dari sambungan sudut (corner joint) untuk bahan logam monel ini.

Apa jenis kawat pengisi dan bahan tambah untuk pengelasan logam logam monel ini?

Kawat pengisi dapat terbuat dari bahan logam monel itu sendiri atau bahan nikel, dengan tebal yang sama dengan tebal plat yang akan dilas itu. Sebagai bahan tambah (flux) digunakan bubuk boric acid, atau bentuk pasta dari campuran bubuk boric acid dengan alkohol.



671-522  
 Aga  
 S1

Gb. 8. Persiapan kampuh untuk pengelasan logam Monel.

Bagaimana stelan nyala api?

Tip yang terpasang pada brander harus setingkat lebih besar kapasitasnya dari yang digunakan untuk bahan baja dengan tebal yang sama, dan nyala api distel ke nyala yang agak karburasi.

Bagaimana cara pengelasan logam monel ini?

Untuk mengelas logam monel digunakan teknik leftward welding. Dalam mengelas kampuh V harus dipastikan bahwa bagian yang di dalam mencair lebih dulu, jika bagian yang di

MILIK UPT PERPUSTAKAAN  
 - IKIP - PADANG -

Apa jenis kawat pengisi dan bahan tambah (flux) yang dipakai?

Kawat pengisi yang dipakai dapat diambilkan dari bahan yang sama dengan bahan yang akan dilas. Walaupun bahan tambah di sini tidak begitu penting, tapi dalam hal terjadi kesulitan dalam pengikatan bahan, dapat digunakan bahan tambah botectic yang terdapat dalam bentuk pasta berwarna abu-abu, dan mempunyai titik cair sebesar kira-kira  $910^{\circ}\text{C}$ .

Bagaimana penyetelan nyala api brander untuk pengelasan bahan ini?

Nyala api yang digunakan adalah nyala yang agak karburasi (nyala normal/netral yang ditambah sedikit gas asetilinya). Sewaktu pengelasan nyala ini harus dikontrol dengan baik, karena jika terjadi kelebihan gas oksigen akan menyebabkan terjadinya pori-pori dalam bahan yang dilas (porosity), kalau kelebihan gas oksigen itu terlampau banyak (nyala oksidasi), maka akan menyebabkan bahan menjadi rapuh.

Bagaimana teknik pengelasan baja tahan karat ini?

Teknik yang dipakai adalah teknik leftward welding, dengan nyala konis dari api brander dijaga agar tetap rapat dengan kawah las (lihat gb. 7). Pelaksanaan pengelasan sama dengan cara yang dilakukan dalam pengelasan bahan baja biasa. Penambahan kawat pengisi tidak boleh berlebihan dari yang dibutuhkan, yang akan menyebabkan terjadinya rigi las yang tidak teratur, sedangkan brander dijalankan dengan gerakan ke samping yang minimum saja.

## BAB II

### HARDSURFACING DAN STELLITING

#### A. HARDSURFACING

##### Apa yang dimaksud dengan hardsurfacing?

Hardsurfacing artinya adalah mengeraskan permukaan. Untuk selanjutnya hardsurfacing akan disebut dengan pengerasan permukaan. Suatu permukaan yang sangat keras dapat dibuat terhadap lapisan luar (permukaan) dari baja, baja campuran, logam monel dan besi tuang dengan jalan menggunakan proses pengelasan asetilin. Paedah dari proses ini adalah bahwa proses ini dapat dilakukan baik pada benda-benda yang masih baru maupun yang sudah aus. Permukaan benda tersebut dapat dikeraskan, sehingga tahan terhadap aus maupun korosi dengan cara yang relatif membutuhkan biaya yang murah.

##### Sebutkan 2 metode dalam pengerasan permukaan itu

Yang pertama, mengenai proses melekatkan sejumlah kawat pengisi (filler metal) yang bahan (unsur-unsurnya) sejenis dengan bahan benda yang akan dikeraskan. Metode ini banyak dipakai pada penebalan permukaan poros, roda-roda gigi dan lain-lain, tujuan utama adalah untuk mengganti permukaan yang sudah aus.

Pada metode kedua, digunakan kawat pengisi khusus, yaitu yang mengandung bahan-bahan seperti silicon, mangan, carbon atau chromium. Kawat pengisi di sini memberikan kekerasan yang sesuai dengan yang dibutuhkan, ketahanan terhadap korosi dan ketahanan terhadap aus.

##### Bagaimana teknik yang digunakan dalam menambahkan (depositing) kawat pengisi yang sejenis bahannya dengan benda yang akan dikeraskan?

Proses ini sama dengan proses pengelasan pada baja biasa (mildsteel). Dalam hal ini digunakan teknik leftward



welding dengan nyala api netral/normal. Logam yang ditambahkan itu diletakkan (dilaskan) ke permukaan benda sedikit sedikit setiap waktu, jadi dalam hal ini kita melakukan beberapa kali pengelasan untuk mendapatkan ketebalan yang dibutuhkan. Sewaktu pengelasan berlangsung, harus diperhatikan dan dicegah hal-hal yang dapat menimbulkan terjadinya distorsi maupun kontraksi. Bagi benda-benda yang besar, sebaiknya dilakukan pemanasan pendahuluan, hingga nantinya pendinginan dapat berlangsung dengan teratur bila pengelasan sudah selesai.

**Apa teknik yang dipakai dalam pengelasan kawat pengisi khusus tadi?**

Dalam pengelasan kawat pengisi khusus (yang mengandung unsur-unsur seperti silikon, mangan, carbon atau chromium), nyala api yang digunakan adalah nyala karburasi. Persentase gas asetilin yang banyak dan mengandung unsur karbon di dalamnya dapat memperendah titik cair dari benda kerja yang sedang dilas (indikasi dari peristiwa ini adalah timbulnya semacam peluh/sweat pada permukaan). Dalam situasi begini, kawat pengisi ditambahkan ke permukaan benda tersebut yang memungkinkan pencemaran terhadap lapisan baru itu oleh bahan dari benda, dapat diatasi semaksimal mungkin. Permukaan yang dilapis dengan teknik ini mempunyai kekerasan yang tinggi, hingga untuk membentuknya kembali dibutuhkan pengerjaan lanjutan menggunakan mesin gerinda. Jika bahan yang ditambahkan itu mengandung unsur karbon yang tinggi, maka ini dapat dikerjakan dengan mesin dengan cara yang sederhana/normal saja, dan hendaknya sesudah itu dilakukan semacam heat treatment yang akan dapat memberikan kekerasan yang diinginkan terhadap permukaan benda.

Dapatkan .....

**Dapatkan kita melakukan pelapisan dengan jenis bahan dari besi tuang?**

Dapat. Dalam hal ini kita menggunakan bahan tambah dan kawat pengisi yang tepat. Dalam hal ini digunakan kawat pengisi dari bahan besi tuang silikon (silicon cast iron). Ini akan menghasilkan suatu permukaan yang mempunyai sifat besi tuang putih. Lapisan besi tuang ini dilekatkan ke permukaan benda dengan pengelasan kawat pengisi menurut cara yang umum. Untuk mendapatkan sifat besi tuang putih yang keras itu, maka benda yang baru selesai dilas dicelupkan ke dalam air atau cairan pendingin lain, agar pendinginan berlangsung secara cepat.

**Apa teknik yang digunakan dalam pekerjaan mengerasakan benda yang terbuat dari besi tuang?**

Karena bahan yang terbuat dari besi tuang tidak akan menghasilkan sejenis peluh/buih (sweat) yang akan mencegah pengaruh bahan utama terhadap bahan pelapis, maka pada pertama kalinya kita harus melapis permukaan dengan menggunakan nyala normal. Kemudian barulah lapisan kedua dilaskan ke atas permukaan lapisan pertama itu. Pada saat pengelasan kedua ini, dimana kita menggunakan nyala karburasi, akan terjadi penurunan titik cair dari lapisan pertama yang membuatnya seakan berpeluh (sweat), yang sesungguhnya berfungsi untuk melindungi lapisan kedua dari pencemaran yang diakibatkan oleh bahan-bahan yang terdapat dalam benda kerja yang sedang dilapis itu.

**B. STELLITING**

**Apa yang dinamakan Stellite?**

Stellite adalah salah satu campuran yang paling banyak dipakai sebagai logam penambah (kawat pengisi). Ia merupakan campuran dari cobalt, chromium, carbon dan tungsten. Bahan ini bersifat rapuh, mempunyai ketahanan yang sangat baik

terhadap aus dan korosi, walaupun pada temperatur yang tinggi. Stellite dalam hal ini berarti pekerjaan untuk melapisi stellite itu untuk tujuan mengerasakan permukaan benda kerja.

Apa persiapan terhadap permukaan yang akan dilapisi dengan Stellite itu?

Pertama sekali permukaan itu harus dibersihkan dari segala kotoran seperti karat, minyak dan lain-lainnya. Selanjutnya benda kerja juga harus dipanaskan seluruhnya sebelum pengelasan dimulai (pemanasan pendahuluan), untuk mengurangi kemungkinan terjadinya retakan akibat panas yang tinggi.

Bagaimana penyetelan nyala api las?

Nyala api harus distel ke nyala karburasi. Nozzle (tip) yang digunakan harus satu ukuran lebih besar dari nozzle yang digunakan untuk pengelasan baja pada tebal yang sama, sedang nyala karburasi yang dibuat adalah karburasi yang lembut saja. Persentase asetilin yang terlalu sedikit dapat menyebabkan timbulnya buih dan gelembung-gelembung pada bahan stellite itu, hingga lapisan akan berlobang-lobang. Sedangkan persentase yang terlampaui banyak akan menyebabkan banyaknya unsur karbon yang diserap oleh lapisan itu. Panas yang terlalu tinggi (akibat kelebihan gas oksigen) juga menimbulkan kontaminasi/pencemaran dari bahan benda kerja terhadap bahan stellite, hingga mempengaruhi mutu kekerasan yang dihasilkannya.

Bagaimana teknik pengelasan yang digunakan?

Brander dan kawat pengisi dipegang hingga masing-masing membentuk sudut antara 25 s.d. 35° terhadap permukaan yang dilas, sedangkan ujung nyala konis tidak boleh sampai menyentuh permukaan yang dilas itu. Begitu bahan benda kerja mulai kelihatan seakan berpeluh (sweat), maka kawat pengisi mulai

ditambahkan sehingga akan bersatu dengan benda yang dilas itu.

**Apa yang harus dilakukan setelah selesai proses Stellingting?**

Setiap benda yang baru selesai dilas (stellingting) itu, harus didinginkan secara perlahan-lahan sekali, untuk mencegah terjadinya retakan pada benda maupun lapisan stellingtingnya.

**Dapatkah proses stellingting dilakukan pada besi tuang?**

Logam stellingting dapat dilepaskan ke bahan yang terbuat dari besi tuang. Untuk pengelasannya, terlebih dulu benda kerja juga harus dibersihkan sebaik-baiknya dan mengalami pemanasan pendahuluan secukupnya, yaitu sampai besi tuang itu berwarna merah kehitaman (dull red heat).

**Bagaimana teknik pengelasan stellingting terhadap besi tuang ini?**

Di sini digunakan jenis kawat pengisi dan nyala api yang sama dengan yang digunakan dalam proses stellingting bahan yang terbuat dari baja tadi. Pada pengelasan pertama dilekatkan lapisan yang tipis saja dulu, yang fungsinya sekedar untuk melindungi lapisan kedua yang terbuat dari bahan stellingting dari kontaminasi bahan benda kerja yang terbuat dari besi tuang itu.

### BAB III

#### KAWAT PENGISI DAN BAHAN TAMBAH (FILLER RODS AND WELDING FLUXES)

##### A. KAWAT PENGISI (FILLER RODS)

Apa informasi yang biasa dituliskan pada setiap kotak kawat pengisi dalam perdagangan?

Hendaknya setiap kotak kawat pengisi memuat informasi tentang;

- nama perusahaan pembuat,
- kode/nomor standarisasi yang dilengkapi dengan keterangan kegunaan dari kawat pengisi tersebut,
- kode perdagangan dari kawat jenis tersebut,
- ukuran dan jumlah isi, dan
- nomor spesifikasi dari jenis tersebut.

Kotak dari kawat pengisi itu harus dibuat sedemikian rupa, hingga dapat melindungi isinya dari kerusakan berupa pengaruh lingkungan sekitarnya, yang akan menurunkan mutunya selama penyimpanan maupun transportasi.

Bagaimana ukuran kawat pengisi yang umum itu?

Kawat pengisi yang diameternya kurang dari 2,5 mm, dibuat dengan panjang 500 mm atau mencapai 1 meter. Kawat pengisi yang diameternya 2,5 mm atau lebih mempunyai panjang 1 meter.

Bagaimana kondisi yang dituntut dari perusahaan pembuat?

Kawat pengisi harus dibuat dengan permukaan yang halus, yang bebas dari hal-hal yang tidak sempurna seperti karat, minyak atau zat-zat lain yang dapat mempengaruhi kualitas las. Untuk kawat pengisi yang terbuat dari bahan ferritic steel, biasanya diberi lapisan luar (coating) pelindung dari bahan tembaga. Berat lapisan ini tidak lebih dari 0,4% kali berat bahan utama kawat pengisi itu.

Apakah kawat .....

Apakah kawat pengisi yang cocok untuk pengelasan mild steel, wrought iron, stainless steel, cast iron, copper dan copper alloys, aluminium dan aluminium alloys, dan magnesium alloys?

Ferhatikanlah tabel-tabel berikut yang memuat bahan kawat pengisi, pemakaian dan titik cairnya. Setiap bahan kawat pengisi disertai dengan nomor standarisasi menurut British Standard.

Tabel 2. Kawat pengisi untuk pengelasan baja lunak dan besi tempa (mild steel dan wrought iron)

Kawat pengisi	Pemakaian	Titik cair dalam °C
Low carbon mild steel BS 1453 A 1	Untuk pengelasan-pengelasan yang umum bagi mild steel dan wrought iron.	1490
Silicon manganese steel BS 1452 A 2	Pengerasan dapat dilakukan dalam minyak. Pengelasan baja dimana dituntut sifat mekanik yang tinggi.	1450
Medium tensile steel BS 1453 A 3	Pengelasan struktur-struktur baja khususnya plat-plat kapal.	1400
3% nickel steel BS 1453 A 4	Untuk reperasi bahan baja nickel dengan komposisi yang sama. Dapat dikeraskan (hardned) maupun di temper.	1450
Wear resisting alloy BS 1453 A 5	Untuk pelapisan bahan-bahan ferro yang berfungsi agar tahap terhadap keausan yang besar yang diakibatkan beban-beban kejutan dan gesekan.	1320
Carbon molybdenum alloy BS 1453 A 6	Pengelasan ketel-ketel dan pipa-pipa pemanas lanjut, serta perlengkapan yang harus menahan temperatur serta tekanan tinggi.	1450

Tabel 3. Kawat pengisi untuk pengelasan baja tahan karat (stainless steel).

Kawat pengisi	Pemakaian	Titik cair dalam °C
Stainless steel (niobium bearing) BS 1453 347S96 311S94 318S96 BS 2901 347S96 311S94 318S96	Untuk pengelasan baja tahan karat (austenit) yang mempunyai kualitas yang sama.	1440
Stainless steel (molybdenum bearing) BS 1453 316S96 318S96 BS 2901 316S96 318S96	Untuk pengelasan baja tahan karat yang (austenit) yang mengandung bahan molybdeum.	1430
Stainless steel (tahan panas) BS 1453 313S94 BS 2901 313S94	Pengelasan baja tahan karat baja-baja tahan panas.	1460

**Catatan :** Ini hanya sebagian dari kawat pengisi jenis stainless steel. Jenis-jenis lain masih banyak, yang dapat dipilih sesuai dengan keperluan.

Tabel 4. Kawat pengisi untuk pengelasan  
Besi Tuang (Cast Iron)

Kawat pengisi	Pemakaian	Titik cair dalam °C
High silicon cast iron BS 1453 B1	Untuk pengelasan besi tuang berkualitas tinggi yang membutuhkan pengerjaan lanjutan dengan mesin.	1150
Cast Iron BS 1453 B3	Untuk pengelasan besi tuang yang membutuhkan lapisan lebih keras dari yang dihasilkan B1 tadi, misalnya untuk lapisan dudukan ketup.	1150
Nickel cast iron BS 1453 B3	Untuk pengelasan nickel cast iron maupun besi-besi tuang campuran lain, dimana dibutuhkan suatu kekuatan serta ketahanan terhadap aus yang tinggi.	1150
Copper Silver alloy BS 1453 C1	Untuk pengelasan tembaga arsenic, non arsenic, tembaga biasa maupun tembaga yang sudah dihilangkan oksigennya (deoxidised copper).	1068
Brass filler rod BS 1453 C2 BS 1845 C26	Untuk bronze welding terhadap plat tembaga, pipa tembaga dan pengelasan kuningan (brass).	875
Nickel bronze BS 1453 C5 BS 1845 C28	Untuk bronze welding terhadap baja atau besi yang dapat ditempa, melapisi kembali atau pengelasan biasa terhadap tembaga, nickel maupun seng campuran yang komposisinya sama.	960
Manganes bronze BS 1453 C4 BS 1845 C28	Untuk pengelasan non fusion maupun bronze welding terhadap besi yang dapat ditempa, maupun besi tuang. Juga dapat dipakai untuk tujuan melapisi permukaan yang telah aus.	895

Copper phosphorus .....



Copper phosphorus brazing alloy BS 1845 CP3	Untuk membrazing tembaga, kuningan, dan komponen-komponen alat-alat kelistrikan. Tidak cocok untuk pengelasan besi tuang maupun baja.	705
Strip brazing spelter BS 1845 CZ1	Untuk segala jenis brazing, kecuali untuk aluminium.	880
Aluminium bronze BS 2901 : Part 3 C13.	Untuk pengelasan aluminium bronze yang harus menahan beban kejutan, lelah dan asam-asam yang dapat mengikis bahan.	1040

Tabel 5. Kawat pengisi untuk pengelasan aluminium dan aluminium-aluminium campuran (aluminium dan aluminium alloys)

Kawat pengisi	Pemakaian	Titik cair dalam °C
Aluminium murni BS 1453 G18 BS 2901 : Part 4 G18	Untuk pengelasan plat, pipa maupun profil-profil aluminium murni lainnya.	650
Aluminium alloy (5% silicon) BS 1453 NG21 BS 1845 AL4	Untuk pengelasan aluminium murni dan aluminium tuangan yang tidak mengandung seng.	630
Aluminium alloy (10% silicon) BS 1453 NG2 BS 1845 AL2	Untuk mengelas aluminium campuran yang mengandung silicon yang tinggi atau membrazing aluminium-aluminium campuran.	585
Aluminium alloy (5% magnesium) BS 1453 NG6 BS 2901 : Part 4 NG6.	Untuk pengelasan komponen-komponen campuran ringan dalam M.G.5	640

Tabel 6. Kawat pengisi untuk pengelasan  
Magnesium campuran (Magnesium alloys)

Kawat pengisi	Pemakaian	Titik cair dalam °C
Magnesium alloy (1 - 2% mangan) BS 1453 D2 BS 2901 : Part 4 D2	Untuk pengelasan campuran-campuran magnesium ke DTD 118A dan campuran-campuran nya.	635
Magnesium alloy (10% aluminium) BS 1453 D1 BS 2901 : Part 4 D1	Pengelasan campuran-campuran magnesium yang mempunyai tipe yang sama.	635

#### B. BAHAN TAMBAH (WELDING FLUXES)

##### Apa yang dimaksud dengan bahan tambah (welding fluxes)?

Bahan tambah atau disebut flux adalah bahan yang ditambahkan ke daerah yang sedang dilas untuk mencegah terjadinya oksidasi dari logam yang sedang mencair. Ini sering dibutuhkan karena banyak dari logam yang sewaktu dipanaskan, dalam persinggungan dengan udara luar atau oksigen dapat menimbulkan terjadinya oksid, yang menyebabkan kualitas yang jelek serta kekuatan yang rendah dari sambungan. Pada hakekatnya flux berfungsi untuk melarutkan oksid-oksida yang terbentuk itu. Tidak ada satu bahan tambahpun yang cocok untuk segala jenis logam, dan karena itu kita harus menggunakan bahan tambah yang dibuat khusus untuk logam tertentu yang akan dilas.

##### Apa bahan tambah yang cocok untuk pengelasan baja tahan karat?

Untuk pengelasan baja tahan karat digunakan bahan tambah yang dinamakan botectic yaitu suatu bahan yang dibuat berbentuk pasta berwarna abu-abu dengan titik cair sebesar lebih

kurang  $910^{\circ}\text{C}$ . Untuk tujuan bronze welding bagi baja tahan kerat digunakan bahan tambah steel bronze suatu bahan berupa bubuk berwarna putih dengan titik cair sebesar  $860^{\circ}\text{C}$ . Bahan tambah ini hendaknya dipakai sesedikit mungkin. Ujung kawat pengisi semula dipanaskan dan lalu dicelupkan ke dalam bahan tambah (flux) tersebut. Cara lain dengan merobah bentuknya menjadi berbentuk pasta hingga dapat dioleskan ke bagian yang akan dilas.

Apa bahan tambah yang dipakai pada pengelasan besi tuang?

Cast iron dan High Carbon Steel merupakan nama dari campuran yang digunakan sebagai bahan tambah dalam pengelasan besi tuang. Berbentuk bubuk berwarna abu-abu dengan titik cair lebih kurang  $850^{\circ}\text{C}$ , bahan ini dipakai dalam kombinasi dengan kawat pengisi yang terdiri dari bahan super silicon, untuk pengelasan besi tuang dan high carbon steel untuk pengelasan bahan high carbon steel. Umumnya bahan tambah untuk pengelasan besi tuang mengandung bahan sodium, potassium atau alkaline borates lain, carbonat, bicarbonat atau campuran-campuran lain yang mampu mengikat terak oksid pada besi tuang itu. kawat pengisi yang telah dipanaskan secukupnya, dan baru kemudian diletakkan ke bagian sambungan yang akan dilas yang juga telah dipanaskan sebelumnya. Setelah pengelasan selesai, oksid dan kelebihan bahan tambah dapat dibersihkan dengan menggunakan kikir. Ini dilakukan sebelum benda kerja menjadi dingin. Jika benda telah mendingin, maka kita harus membersihkan dengan gerinda, karena oksid dan bahan tambah sudah mengeras.

Apa bahan tambah yang digunakan dalam mengelas tembaga atau tembaga campuran?

Untuk mengelas tembaga, digunakan bahan tambah yang bernama copper silver, suatu bahan tambah berbentuk pasta putih dengan titik cair kira-kira  $850^{\circ}\text{C}$ . Ini dikombinasikan

dengan kawat pengisi yang terdiri dari bahan copper silver campuran. Unibronze, suatu bahan berbentuk bubuk berwarna putih dengan titik cair sekitar  $875^{\circ}\text{C}$ , dapat digunakan untuk pengelasan kuningan (brass), atau untuk melakukan bronze welding terhadap tembaga; unibronze ini juga dapat dipakai untuk pengelasan tembaga campuran yaitu dengan memakai kawat pengisi dengan bahan phosphor bronze. Juga dapat dipakai untuk melakukan bronze welding terhadap besi-besi tuang atau besi-besi yang dapat ditempa, ataupun pelapisan permukaan-permukaan benda yang telah aus. Unibronze juga dapat dipakai untuk membantu dalam mengelasakan bahan Bronzotectic sebelum dilakukan proses Stelliteing, maupun untuk membronze welding segala macam baja, khususnya baja tahan karat.

Aluminium bronze, suatu bubuk berwarna putih dengan titik cair sekitar  $940^{\circ}\text{C}$  digunakan untuk melakukan bronze welding terhadap aluminium, dimana dipakai kawat pengisi dengan bahan dari aluminium bronze. Bahan-bahan tambah tersebut harus dioleskan sebaik-baiknya terhadap bagian yang akan dilas. Jika pengelasan hanya akan dilakukan dari satu sisi pada suatu sambungan, maka bahan tambah juga harus dioleskan pada sisi dimana tidak dilakukan pengelasan.

**Apa bahan tambah yang dipakai dalam pengelasan aluminium dan aluminium campuran?**

Digunakan bahan tambah bernama alotectic, bahan berbentuk putih dengan titik cair sekitar  $570^{\circ}\text{C}$ . Aluminium brazing flux, suatu bubuk putih dengan titik cair sekitar  $548^{\circ}\text{C}$ , cocok dipakai untuk membrazing aluminium dan aluminium campuran yang mengandung magnesium maksimal sebanyak 2%. Dalam pemakaian, bahan tambah ini lebih dulu dioleskan ke bagian benda kerja yang akan dilas, juga sebagian bahan ini dilekatkan ke kawat pengisi. Setelah bahan tambah ini mencair dan mengalir di dalam celah maupun permukaan yang akan dilas dengan sempurna, barulah bahan benda kerja dan kawat pengisi diceairkan hingga keduanya bersatu dengan baik.

## BAB IV

### PENGUJIAN DAN PEMERIKSAAN LAS (WELDING TESTING, AND INSPECTION)

#### Apa yang disebut dengan test piece itu?

Test piece didefinisikan sebagai bagian dari suatu sambungan las, yang dipotong dari suatu struktur las atau bagian yang telah dilaskan satu sama lain menurut suatu cara pengelasan tertentu.

#### Apa pula yang disebut dengan test specimen?

Test specimen atau bisa disebut benda percobaan adalah sebagian dari test piece tadi, yang diperoleh dengan jalan memotong test piece itu sendiri, dan dipersiapkan untuk tujuan pengujian.

#### Bagaimana cara mempersiapkan test piece dari benda yang telah dilas?

Metode yang digunakan dalam mempersiapkan sebuah test piece adalah dengan cara dimana harus dihindarkan terjadinya perubahan bentuk atau sifat dari test piece itu. Bagian yang dinamakan test specimen diperoleh dengan memotong test piece dengan mesin. Jika bagian itu harus dipotong dengan api las, maka harus dilebihkan dari panjang/ukuran yang dibutuhkan untuk pengujian. Kelebihan itu selanjutnya dipotong dengan alat mesin atau lainnya, agar test specimen itu bebas dari kelainan-kelainan yang disebut di atas tadi.

#### Sebutkan jenis-jenis dari pengujian yang paling dasar!

Ada dua jenis/kategori, yaitu pengujian destructive dan pengujian non destructive.

#### Apa yang dimaksud dengan pengujian secara destructive?

Pengujian secara destructive adalah cara dimana test piece atau test specimen itu mengalami kerusakan.

**Sebutkan jenis-jenis pengujian destructive itu**

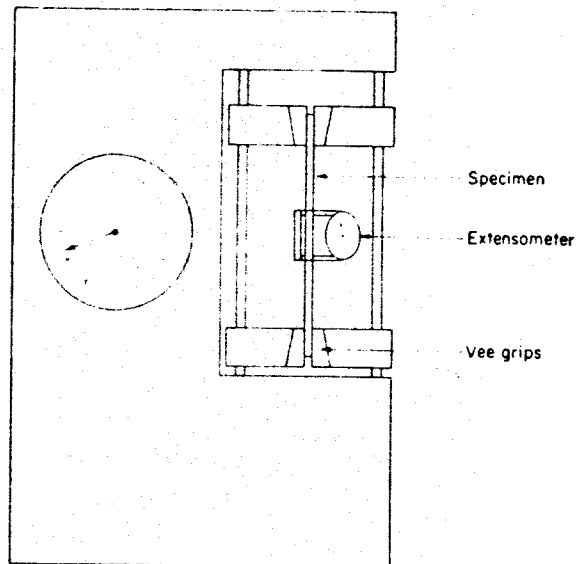
Pengujian secara destructive yang banyak dilakukan adalah pengujian tarik (tensile test), pengujian pukul (impact test), pengujian lengkung (bend test), pengujian takik (fracture test) pengujian patah (nick break test), pengujian kekerasan (hardness test), dan pengujian tentang penetrasi dengan jalan larutan etsa (macro etchexamination).

**Apa yang dimaksud dengan percobaan tarik (tensile test)?**

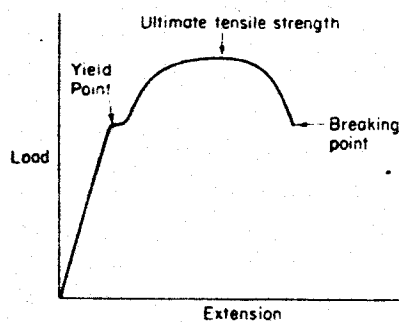
Dalam percobaan tarik itu, test specimen mengalami suatu gaya tarik hingga test specimen cenderung akan bertambah panjangnya. Informasi yang didapat dari test ini meliputi angka tegangan tarik maksimum (ultimate tensile stress), titik/besar tarikan dimana bahan mulai berubah bentuk (the yield stress point), tegangan batas elastis (the elastic limit stress), persentase perpanjangan bahan (regangan) dan persentase pengurangan besar penampang dari bahan yang dites.

**Bagaimana cara pelaksanaan pengujian tarik itu?**

Pengujian tarik biasanya dilakukan dengan menggunakan suatu mesin tarik (gb. 10). Mesin ini terdiri pada dasarnya atas dua alat penjepit yang dapat bergerak memisah. Salah satu dari alat penjepit ini dipasang pada alas mesin, sedang yang satu lagi terletak di bagian atas, dapat digerakkan (biasanya menggunakan tekanan hidrolis). Gaya yang dibutuhkan untuk menggerakkan alat penjepit bagian atas dapat dicatat pada suatu alat pengukur yang telah dikalibrasi. Benda kerja dijepit dalam kedua alat penjepit tersebut dan kemudian sebuah alat yang bernama extensometer dipasangkan pada benda tersebut untuk mengukur perpanjangan yang terjadi selama pengetesan. Angka yang muncul pada alat pengukur gaya dan extensometer ini kemudian diolah untuk menghasilkan suatu diagram beban tarik (load extension) gambar 11.



Gb. 10. Mesin untuk Percobaan Tarik



Gb. 11. Diagram beban tarik

Apa informasi yang dapat diperoleh dari diagram beban tarik itu?

Suatu diagram beban tarik yang didasarkan kepada data hasil percobaan tarik itu dapat memberikan informasi tentang:

1. Batas elastisitas (elastic limit load), suatu titik yang menunjukkan batas gaya tertentu, dimana bila suatu benda ditarik dengan gaya tersebut akan terjadi perubahan panjang. Bila gaya ini dihilangkan, perpanjangan ini akan tetap ada. Dengan kata lain benda tidak akan kembali ke panjang semula.

2. Titik lumer (yield point), yaitu suatu batas di atas batas elastisitas tadi. Walau pada daerah ini tidak dilakukan lagi penambahan gaya, tetapi suatu pertambahan panjang pada benda kerja tersebut tetap terjadi.
3. Batas gaya tarik maksimum (the ultimate tensile load), yaitu besar gaya maksimum yang dapat ditahan oleh benda.
4. Beban patah (the fracture load), yaitu suatu besar beban (gaya) tertentu, dimana benda akan mengalami patah/putus bila mendapat beban/gaya tersebut.

**Bagaimana hubungan antara angka-angka yang didapat dari percobaan ini dengan praktek sehari-hari?**

Karena beban yang diperoleh dari percobaan ini berhubungan dengan ukuran dari bahan tertentu, maka di sini perlu ditetapkan suatu standar (kriteria). Standar dari beban itu disebut dengan tegangan (stress).

**Apa definisi dari tegangan (stress) itu?**

Tegangan didefinisikan sebagai beban (gaya) untuk setiap unit luas penampang. Untuk menghitung tegangan, dapat digunakan dengan jalan menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Tegangan} = \frac{\text{Besarnya beban (dalam M.N)}}{\text{Luas penampang (dalam m}^2\text{)}}$$

Harga dari tegangan yang diperoleh dari percobaan, sudah tentu dapat berlaku untuk benda lain dari bahan yang sama.

**Apa yang dimaksud dengan persentase perpanjangan, dan bagaimana cara menghitungnya?**

Persentase perpanjangan atau regangan dari bahan adalah perbandingan antara panjang bahan saat mengalami putus akibat beban tarik dengan panjang bahan sebelum ditarik, atau;

$$\text{Persentase perpanjangan} = \frac{\text{Panjang bahan setelah ditarik}}{\text{Panjang bahan sebelum ditarik}} \times 100\%$$



**Apa yang dimaksud dengan persentase pengecilan penampang dan bagaimana cara menghitungnya?**

Persentase pengecilan penampang adalah suatu angka yang menunjukkan berapa besar pengecilan penampang yang terjadi akibat beban tarik yang diberikan.

$$\text{Persentase pengecilan penampang} = \frac{\text{Pengurangan luas penampang}}{\text{Luas penampang semula}} \times 100\%$$

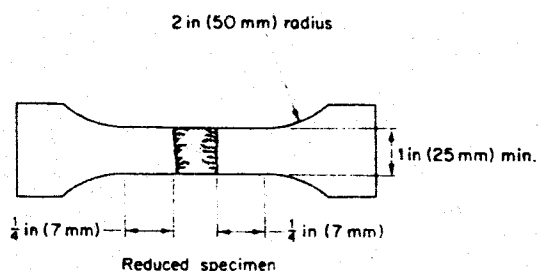
Pengurangan luas penampang berarti luas penampang semula dikurangi dengan luas penampang saat terjadi putus akibat tarikan.

**Apa yang dimaksud dengan transverse tensile test specimen?**

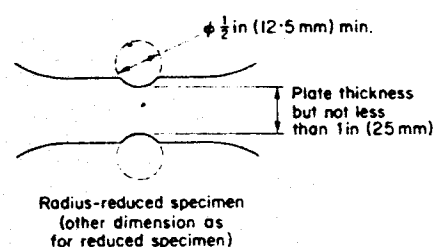
Ini adalah suatu test specimen khusus yang diambilkan (dipotong) dari benda yang akan diselidiki, dan digunakan untuk menentukan besar kekuatan (gaya) tarik dalam arah melintang.

**Apa yang dimaksud dengan reduced specimen dan radius reduced specimen?**

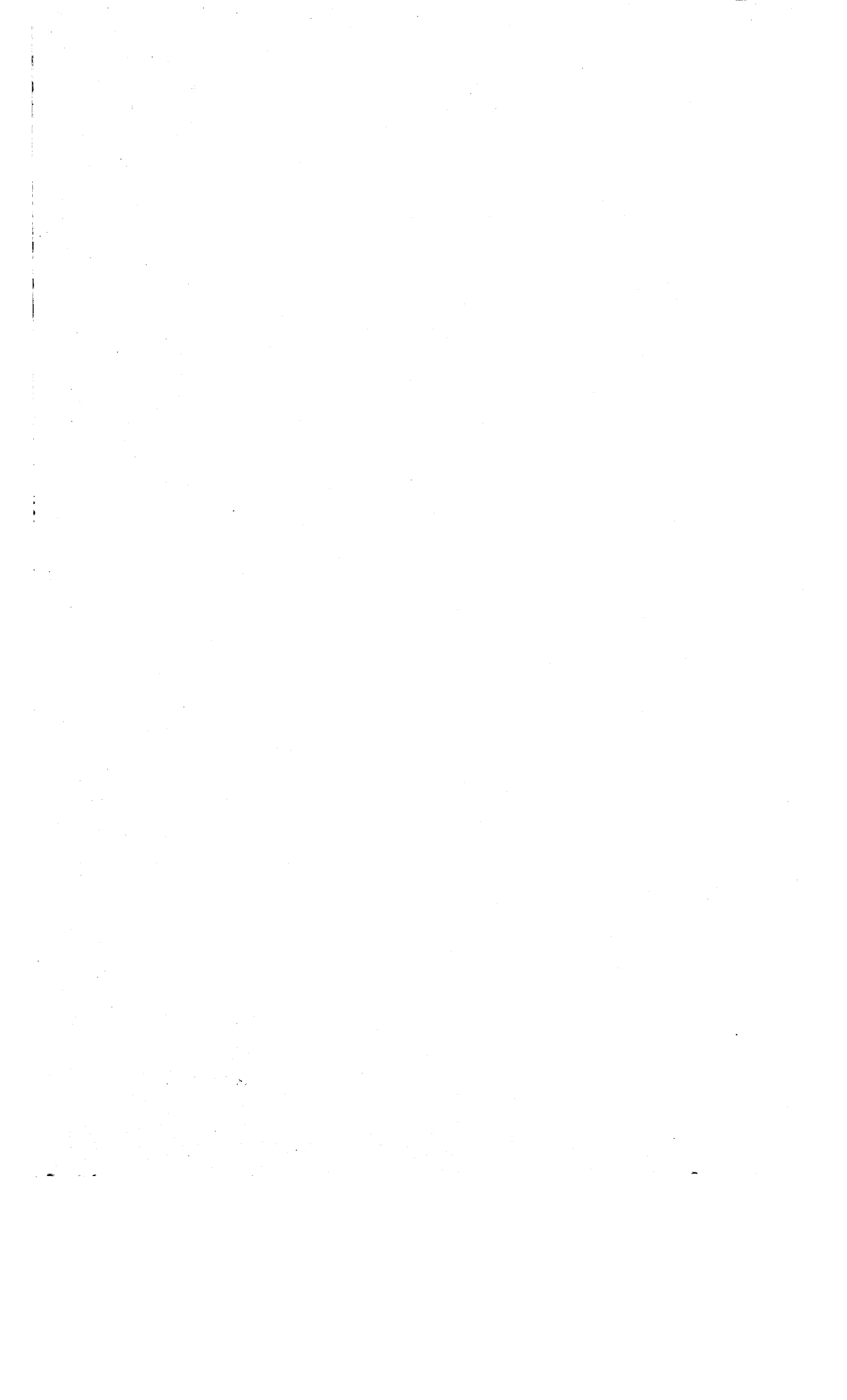
Kedua benda tersebut diperlihatkan pada gambar 12. Gb. 12a memperlihatkan reduced specimen, yaitu suatu test specimen yang sudah dikerjakan/dipersiapkan, hingga mempunyai spesifikasi ukuran seperti tampak pada gambar tersebut. Gb. 12b memperlihatkan suatu bentuk dari radius reduced specimen dengan spesifikasi ukurannya. Pembentukan itu ditujukan untuk persiapan sebelum diadakan percobaan tarik. Dalam hal ini, maka bentuk radius reduced specimen lebih banyak digunakan dalam percobaan tarik.



Gb. 12a. Reduced specimen



Gb. 12b. Radius reduced specimen.



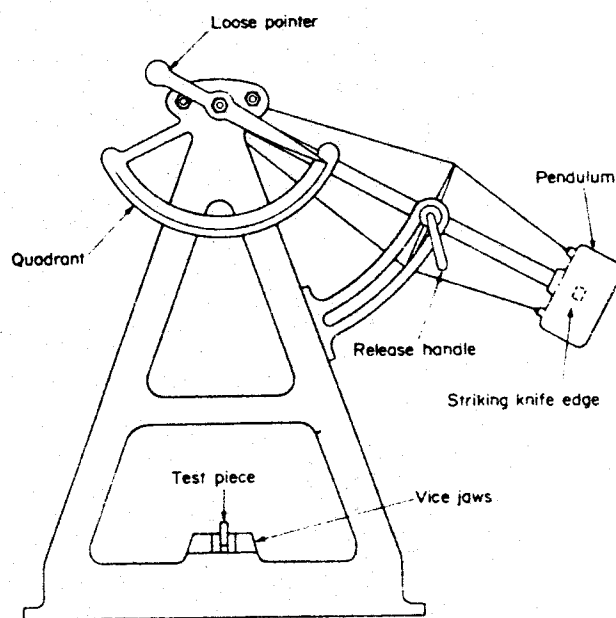
sitas, titik lumer, batas gaya tarik maksimum, regangan dan persentase pengecilan bahan dari bahan tersebut.

**Apa gunanya percobaan pukul (impact test)?**

Percobaan atau pengujian pukul dapat memberikan ukuran tentang ketegaran (toughness) dari bahan yang diuji.

**Bagaimana cara pelaksanaan pengujian pukul Izod (Izod impact test)?**

Alat percobaan untuk Izod impact test diperlihatkan dalam gambar 14.



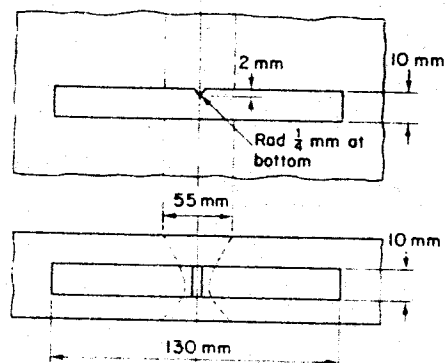
Gb.14. Alat percobaan pukul Izod

Benda percobaan (specimen/test piece) diikat dengan posisi tegak. Pendulum (alat pemukul) dinaikkan hingga ketinggian tertentu, dan kemudian dilepaskan. Begitu pendulum ini memukul benda yang diuji, maka sebagian gayanya akan terpakai untuk membengkokkan atau mematahkan benda percobaan itu. Gaya tersebut (gaya yang hilang untuk menghasilkan bengkokan/patahan benda percobaan) diukur berdasarkan ketinggian pendulum waktu naik lagi pada sisi yang satu lagi dari alat tersebut. Angka Izod di-

berikan berdasarkan gaya yang hilang ini dan mempunyai satuan newton meter. Percobaan Izod cenderung memberikan hasil-hasil yang bervariasi dan di sini faktor-faktor dalam persiapan specimen adalah sangat penting.

Bagaimana cara persiapan benda percobaan (specimen) dalam percobaan Izod itu?

Spesifikasi ukuran dari specimen diperlihatkan dalam gambar 15. Semua ukuran, terutama takikan (notch) harus dikerjakan dengan teliti sekali, sebab ini sangat besar pengaruhnya kepada angka Izod yang didapat nanti.



Gb.15. Persiapan benda percobaan untuk percobaan Izod.

Apa informasi yang dapat diperoleh dari suatu percobaan lengkung (bend test)?

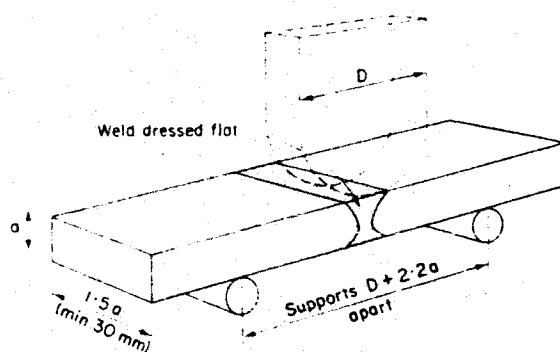
Percobaan lengkung (bend test) dapat membantu kita untuk mengetahui kondisi dari weld metal, weld junction dan heat affected zone sewaktu menerima beban (istilah-istilah tersebut dijelaskan dalam buku Seri Les Asetilin: Perlengkapan, Istilah Simbol Kampuh dan Teknik Pengelasan).

Percobaan ini juga dapat memberikan ukuran tentang kekenyalan dari weld zone (daerah yang dipengaruhi oleh pengelasan)

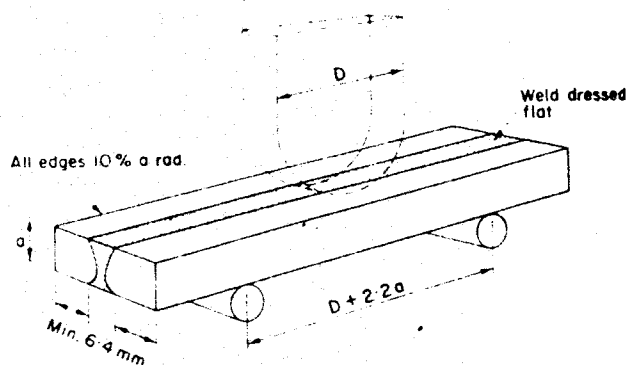
**Bagaimana pelaksanaan percobaan lengkung itu?**

- Ada tiga jenis percobaan lengkung yang dilakukan yaitu;
1. percobaan lengkung penampang melintang (transverse bend test)
  2. percobaan lengkung penampang memanjang (longitudinal bend test)
  3. percobaan lengkung penampang tegak (side bend test).

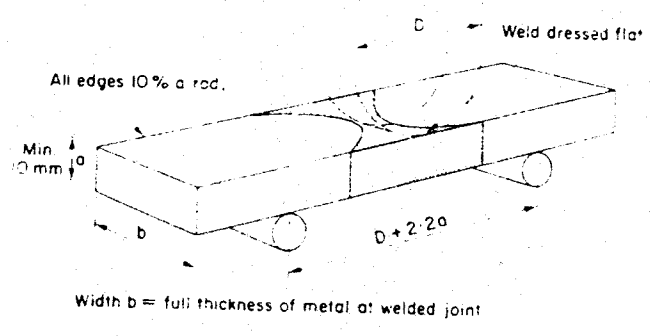
Ukuran/spesifikasi dari benda percobaan diperlihatkan berturut-turut pada gambar 16, 17 dan 18.



Gb. 16. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung penampang melintang.



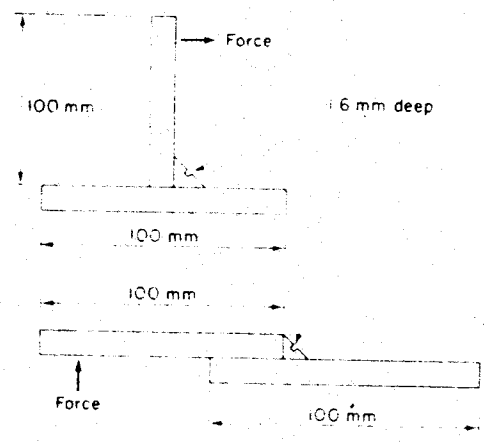
Gb. 17. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung penampang memanjang.



Gb.18. Ukuran benda percobaan pada percobaan lengkung penampang tegak.

Apa yang dinamakan percobaan tekuk pada las fillet (fillet weld fracture test)?

Percobaan tekuk biasanya digunakan untuk menguji sambungan fillet. Pada dasarnya percobaan ini bertujuan untuk mengetahui ada/tidak adanya terjadi retakan (fracture) akibat proses pengelasan terhadap bahan. Benda percobaan dipersiapkan hingga mempunyai spesifikasi seperti diperlihatkan pada gambar 19.



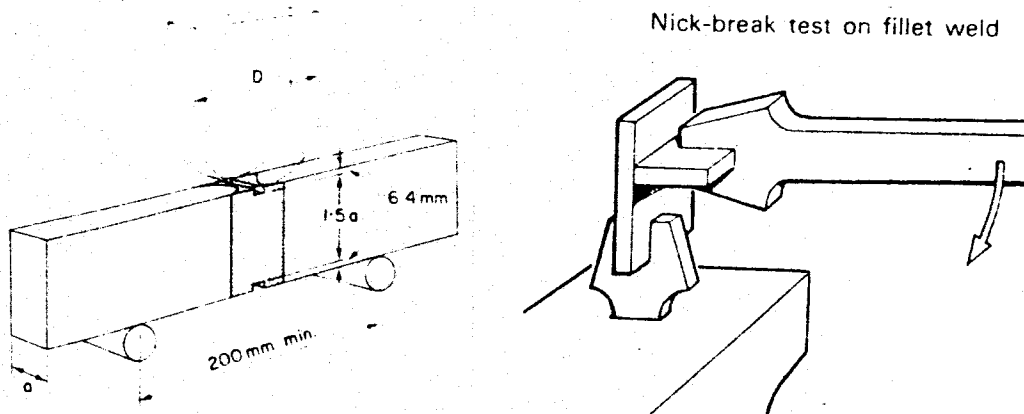
Gb.19. Persiapan benda percobaan untuk percobaan tekuk sambungan fillet.

Dalamnya takikan pada pengelasan itu (throat thickness) harus

lebih kecil dari tebal plat. Dalamnya takikan dinyatakan pada gambar dengan tanda 1,6 mm deep. Selanjutnya benda kerja itu dipatahkan, dengan jalan memukul atau membengkokkannya pada bagian yang dilas fillet itu.

Apa yang dimaksud dengan percobaan patah (nick break test)?

Percobaan patah (nick break test), bertujuan untuk mematahkan sambungan las untuk menyelidiki retakan-retakan dalam permukaan. Benda percobaan dalam hal ini dipatahkan sepanjang garis sumbu dari kampuh las, baik dengan pukulan atau bengkokan. Gambar 20 memperlihatkan spesifikasi dari benda percobaan dan arah pukulan/bengkokan



Gb. 20. Percobaan patah (nick break test).

Apa tujuan dari percobaan kekerasan (hardness test)?

Percobaan kekerasan bertujuan untuk memberikan petunjuk tentang ketahanan bahan terhadap keausan. Ini merupakan pengujian yang sangat penting terutama terhadap benda-benda yang baru saja dilapisi dengan jalan pengelasan (built up), dan akan menerima beban yang bersifat gesekan.

Percobaan ini juga akan mengungkapkan sifat fisik dari daerah yang dipengaruhi oleh panas (heat affected zone). Pada baja karbon rendah, baja karbon tinggi dan besi tuang, logam pengelasan itu (weld metal) dapat menjadi bersifat liat dan

keras, sedangkan daerah sekelilingnya (heat affected zone) atau daerah yang membatasi logam las dengan bahan benda yang utama (weld junction) menjadi keras tapi rapuh. Percobaan kekerasan ini akan dapat mengungkapkan tentang betul salahnya teknik pengelasan yang dipakai, atau apakah sebelum pengelasan dilakukan ada diadakan pemanasan pendahuluan terlebih dahulu atau tidak.

#### Apa jenis/metode percobaan kekerasan yang sering dilakukan?

Yang banyak dilakukan antara lain adalah percobaan kekerasan menurut Brinnell, Rockwell, Vickers, dan Shore.

#### Bagaimana cara percobaan kekerasan Brinnell?

Dalam percobaan ini, permukaan yang diuji ditekan dengan menggunakan suatu bola baja. Luas bagian yang menjadi cekung akibat tekanan bola itu diukur, begitu juga beban/gaya yang digunakan. Hasil bagi kedua angka yang didapat menentukan angka Brinnell.

Diameter bola adalah 10 mm, sedangkan besar gaya adalah 3000 kg. Baja lunak (mild steel) mempunyai angka Brinnell sebesar 130, sedangkan baja berkarbon tinggi yang telah dikeraskan mempunyai angka Brinnell lebih kurang 550. Dalam percobaan ini, kita harus memperhitungkan kekerasan dari bahan sebelumnya. Sebagai contoh, karena kekerasan dari bola baja yang digunakan adalah 550, maka bahan yang akan diuji kekerasannya tentu harus yang kecil dari 550 tersebut.

#### Apa yang dinamakan percobaan Rockwell?

Percobaan ini hampir sama dengan percobaan Brinnell. Untuk bahan yang mempunyai kekerasan (angka Brinnell) kurang dari 200, digunakan sebuah bola baja dengan diameter  $1/16"$ . Jika kekerasan dari bahan diperkirakan lebih besar dari 200 menurut angka Brinnell itu, maka dalam percobaan digunakan suatu konis terbuat dari intan dengan sudut  $120^{\circ}$ . Bola baja atau konis intan ini ditekan. Penetrasi dari bola atau konis tersebut



akan memberikan besarnya angka Rockwell. Dalam percobaan Vickers, prinsip kerja adalah sama, tetapi di sini digunakan suatu intan berbentuk piramid.

**Apa yang dimaksud dengan percobaan Scleroscope Shore?**

Pada percobaan ini, yang diselidiki adalah juga masalah kekerasan bahan. Di sini digunakan suatu palu (hammer) yang terbuat dari baja yang sudah dikeraskan, dan mempunyai ujung yang runcing dan berfungsi untuk menandai permukaan benda percobaan. Palu ini nantinya dijatuhkan dari ketinggian 250 mm. Jika palu ini sudah menyentuh benda yang sedang diuji, palu akan memantul kembali ke atas. Tinggi pantulan dari palu inilah (rebound) yang akan menentukan besarnya angka Scleroscope. Angka ini diperlihatkan oleh skala yang terdapat pada mesin.

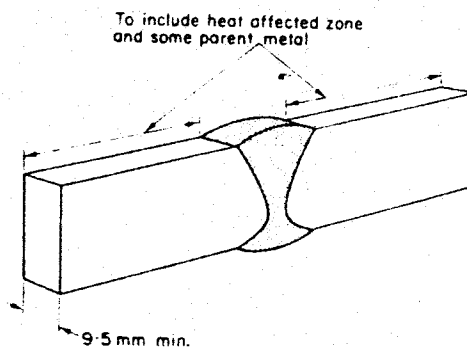
**Apa yang dinamakan pemeriksaan macro etch?**

Percobaan pemeriksaan dengan macro etch bertujuan untuk menemukan retakan, terak las, lobang-lobang maupun struktur yang kasar dari bahan. Caranya adalah dengan memotong bagian yang akan diperiksa, lalu digosok sampai halus dengan menggunakan kikir dan amplas yang halus. Selanjutnya ke atas permukaan yang telah dihaluskan itu diteteskan cairan etsa.

**Bagaimana mempersiapkan benda yang akan diuji dengan pemeriksaan macro etch itu?**

Mula-mula benda yang akan diperiksa itu dikikir menggunakan kikir kasar untuk menghilangkan bekas-bekas pengerjaan sampai permukaannya rata. Selanjutnya digunakan kikir halus, sehingga permukaan itu betul-betul licin. Agar lebih halus, digosok lagi menggunakan amplas yang halus sekali. Gambar 21 memperlihatkan suatu kempuh V yang dipersiapkan untuk pemeriksaan macro etch.

Gb.21. ....



Gb.21. Persiapan sebuah benda yang akan melalui pemeriksaan macro etch.

Terdiri dari bahan apa cairan untuk macro etch (etching fluid)

Cairan ini terdiri dari campuran zat kimia tertentu. Untuk itu dipakai campuran berikut:

1. campuran 10 - 15 ml% nitric acid (berat jenis 1,42) dengan 85 - 90 ml% alkohol, bila dipakai untuk memeriksa bahan yang terbuat dari baja ferrit.
2. campuran 40 ml hydrochloric acid (berat jenis 1,16 - 1,18) dengan 30 ml nitric acid (berat jenis 1,42) dan 30 ml air untuk pemeriksaan bahan yang terbuat dari baja austenit.

Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan non destructive?

Pada pemeriksaan ini, benda kerja tidak sampai mengalami kerusakan seperti halnya yang dilakukan pada pemeriksaan destructive. Jika benda yang diperiksa memenuhi persyaratan setelah diperiksa, benda itu dapat dipakai. Tapi bila ada kesalahan/kekurangan yang ditemukan dari percobaan, maka dapat dilakukan pengerjaan, perbaikan hingga benda itu selanjutnya dapat digunakan.

Sebutkan jenis-jenis .....

MILIK UPT PEI PUST KAM  
- IKIP - PADANG

Sebutkan jenis-jenis pemeriksaan non destructive yang banyak dilakukan.

Pemeriksaan non destructive yang banyak dilakukan misalnya adalah pemeriksaan visual, pemeriksaan magnetic, pemeriksaan akustik (acoustic), pemeriksaan dengan sinar X dan pemeriksaan dengan beban (application of load).

Faktor-faktor apa saja yang bisa diperiksa secara visual?

Faktor-faktor yang dapat diperiksa secara visual misalnya adalah:

1. ketepatan jenis nyala api yang digunakan,
2. ketepatan sudut brander dan kawat pengisi, serta teknik pengelasan (leftward atau rightward) yang dipakai,
3. kedalaman pencairan dan penetrasi dan kondisi rigi las yang dihasilkan.

Observasi terhadap faktor-faktor tersebut dapat memberikan indikasi tentang kekuatan serta kekerasan dari pengelasan.

Setelah pengelasan selesai, apa pemeriksaan visual yang harus dilakukan?

Setiap selesai pengelasan, kita harus memeriksa hal-hal berikut:

1. apakah bahan benda kerja dengan kawat pengisi bersatu dengan baik?
2. apakah ada terdapat undercut pada pinggiran rigi/jalur las (fusion line)?
3. apakah terjadi penetrasi yang baik?
4. apakah tinggi rigi las (reinforcement) cukup?
5. apakah ada bekas-bekas dari penggunaan nyala yang tidak tepat?
6. apakah ukuran-ukuran telah ditentukan dalam spesifikasi lasnya telah tercapai?

Apa yang .....

**Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan secara magnetik?**

Pemeriksaan secara magnetik didasarkan kepada fakta, bahwa bila suatu benda dijadikan bermuatan magnet, maka suatu garis gaya magnet yang melintang dari kutub utara ke kutub selatan akan tergambar pada benda. Bila ada suatu retakan dalam benda, maka akan terlihat dari adanya bagian garis mag gaya magnet yang terputus.

**Bagaimana melakukan pemeriksaan secara magnetik ini?**

Benda yang akan diperiksa haruslah mempunyai permukaan yang telah dihaluskan. Benda tersebut lalu dijadikan bermuatan magnet dengan menggunakan suatu coil bermuatan listrik atau dengan meletakkannya di atas suatu benda yang mempunyai tenaga magnet yang kuat. Kemudian suatu campuran dari pengikiran besi dengan paraffin dioleskan ke permukaan benda tersebut. Jika terdapat suatu retakan dalam benda tersebut, maka serbuk besi tadi akan mengumpul pada pinggiran retakan, sehingga adanya retakan tersebut dapat diketahui segera.

**Apa kelemahan dari metode tersebut tadi?**

Benda kerja yang diperiksa harus bisa dijadikan magnet. Masalah yang timbul adalah bentuk dari permukaan luar benda yang harus sedemikian rupa, agar pemasangan coil maupun benda bermagnet kuat dapat dilakukan. Selanjutnya pada pemeriksaan ini dituntut agar permukaan benda itu harus bersih serta dipolis. Juga dengan metode ini, maka kita hanya dapat mengetahui retakan yang terjadi di permukaan benda saja.

**Adakah cara pemeriksaan dengan sistem magnet lain untuk mendeteksi retakan?**

Ya, di sini digunakan suatu alat deteksi yang terdiri dari suatu lilitan kawat (search coil). Benda kerja yang diperiksa, mula-mula juga diberi kekuatan magnet, selanjutnya search coil tadi yang dihubungkan ke sebuah alat Galvanometer, dilalukan di atas permukaan benda itu. Jika terdapat retakan dalam

benda itu, maka perubahan dari garis gaya magnet akan menyebabkan suatu perubahan arus listrik yang mengalir di dalam search coil, dan ini dapat dilihat dari Galvanometer tadi. Kelebihan dari metode yang memakai alat tersebut di atas adalah benda kerja tidak perlu diperhalus lagi permukaannya, dan juga karena mampu mendeteksi retakan yang terdapat di bawah permukaan luar benda yang diselidiki itu.

Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan pennebusan (penetrasi testing)?

Metode ini juga bertujuan untuk mendeteksi adanya retakan. Pada metode ini, suatu cairan yang mempunyai daya penetrasi disapukan ke permukaan benda yang diperiksa itu. Kelebihan cairan yang tinggal di luar lalu dibersihkan. Selanjutnya ke atas bagian tersebut ditaburkan bubuk kapur. Sisa-sisa cairan penetrasi yang tinggal pada benda tadi akan meresap pada bubuk kapur ini, sehingga dengan itu kita dapat mengetahui ada tidaknya retakan.

Bagaimana pelaksanaan pemeriksaan dengan sinar X?

Pada cara ini, benda kerja yang diperiksa diletakkan antara suatu tabung/sumber sinar X dengan sejenis film. Selanjutnya sinar X tadi dipancarkan, hingga menembus benda tersebut dan di terima oleh lembaran film tadi. Bila benda tersebut mempunyai kepadatan yang baik (tidak ada retakan), maka foto yang didapat pada film tadi juga akan memperlihatkan gambaran yang sama. Bila ada bagian benda yang retak, ini akan mempengaruhi jumlah sinar X yang dilewatkan ke film tadi, dan ini akan terlihat pada gambar yang dihasilkan. Kelainan-kelainan seperti adanya lubang, pori-pori, retakan, akan memperlihatkan suatu bayangan/bercak hitam pada foto itu.

Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan ultrasenic (ultrasonic testing)?

Metode ini didasarkan kepada adanya perbedaan antara bunyi yang melewati suatu lapisan, benda yang padat dan benda yang

mempunyai lobang, pori atau retakan. Di sini digunakan suatu gelombang suara berfrekuensi tinggi (ultra) yang tidak dapat didengar oleh pendengaran biasa. Gelombang suara ini diubah menjadi getaran mekanik menggunakan suatu alat yang mengandung kristal quartz. Kemudian gelombang suara ini dilewatkan ke benda yang diperiksa. Setelah melewati benda, getaran mekanik ini akan dapat tergambar pada semacam layar yang disebut cathode ray tube, yang mempunyai skala untuk tinggi dan jarak (bentuk kordinat). Jika benda itu baik kepadatannya, suatu gambaran dari getaran akan terlukis pada layar itu, dengan dimensi tertentu. Bila benda itu tidak baik kepadatannya (ada lobang, pori, atau retakan), maka ini mempengaruhi jalannya getaran di dalam benda. Ini akan terlukis pada layar dengan adanya lebih dari satu gambar. Selanjutnya tinggi dan lebar dari gambar tersebut itu juga dapat memberikan indikasi tentang ukuran dan posisi dari lobang atau retakan itu.

**Apa saja yang dapat dideteksi dari pemeriksaan ultrasonic itu?**

Dari pemeriksaan ultrasonic akan dapat dideteksi adanya lobang, pori-pori, retakan, adanya bahan non logam dan terak dalam bahan, adanya proses fusi antara bahan dan kawat pengisi yang tidak sempurna.

**Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan akustik?**

Jika suatu benda (logam) dipukul dengan palu, maka akan timbul bunyi mendinging, dan nada dari bunyi ini tidak sama antara benda yang kepadatan baik dengan benda yang tidak baik kepadatannya. Berdasarkan inilah kita memeriksa keadaan bahan suatu benda. Untuk membedakan bunyi itu dengan baik, dapat digunakan sebuah alat stetoscope.

**Apa yang dimaksud dengan pemeriksaan pemberian beban (application of load testing)?**

Untuk beberapa benda yang dikerjakan dengan las, misalnya, ketel-ketel, dapat diuji dengan memberikan beban tekanan terha-

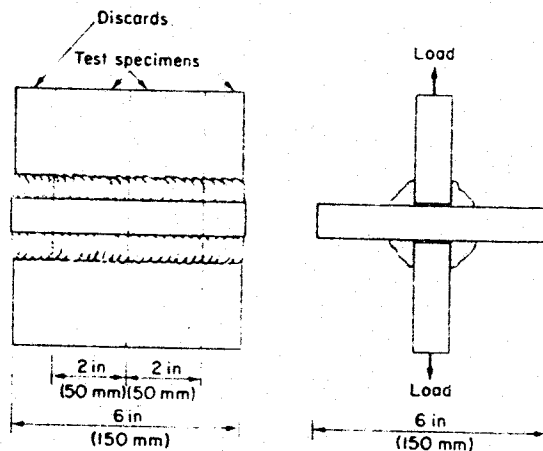
dap ketel itu. Dengan ini kita misalnya dapat mendeteksi kemungkinan adanya kebocoran pada sambungan-sambungannya.

Contoh yang dapat kita lihat adalah suatu percobaan hidrolis terhadap suatu ketel. Pada percobaan ini, ke dalam ketel dipompakan sejumlah air, sehingga di dalam ketel terdapat tekanan yang tingginya mencapai  $1\frac{1}{2}$  - 2 kali tekanan kerja ketel. Jika terdapat suatu kesalahan dalam pengelasan, maka akan diperoleh beberapa indikasi, misalnya terjadi penurunan tekanan yang cepat, menyemburnya air dan sebagainya. Dalam hal ini akibat yang terjadi itu tidak sampai membahayakan sipemeriksa, dan ketel tersebut juga tidak mengalami kerusakan.

Beban yang lain yang bisa diberikan adalah berbentuk beban tarik atau tekanan agar kita dapat melihat sifat benda/sambungan waktu mengalami beban itu, dalam hal ini tentu percobaan dibatasi agar tidak sampai merusak benda yang sedang diuji itu, sebagaimana yang terjadi dalam percobaan-percobaan **destructive**.

Apa yang dimaksud dengan cruciform test specimen?

Cruciform test specimen adalah suatu test specimen yang dipersiapkan/dibentuk seperti yang tampak pada gb. 13. Test specimen ini digunakan untuk menentukan kekuatan tarik dari sambungan tipe fillet. Gambar memperlihatkan spesifikasi ukuran dari test specimen tersebut yang dalam hal ini digunakan untuk pengujian suatu sambungan T fillet.



Gb.13. Cruciform test specimen.

Apa pula yang dimaksud dengan all weld specimen?

Ini adalah suatu specimen (contoh benda) yang seluruhnya berasal/terdiri dari logam yang dilaskan (kawat pengisi), dan berguna untuk menyelidiki kekuatan tarik dari kawat pengisi tersebut. Untuk memperolehnya, mula-mula pada sebuah blok besi padu dibuat suatu alur. Kemudian alur ini diisi kembali dengan kawat pengisi hingga membentuk deposited weld metal. Selanjutnya blok besi tempat deposited metal itu menempel dibuangkan, hingga tinggalah deposited weld metal, yaitu segumpal logam yang seluruhnya terdiri dari bahan kawat pengisi tadi. Gumpalan logam yang selanjutnya dipersiapkan untuk percobaan tarik itulah yang disebut all weld specimen.

Apa yang dapat diperoleh dari suatu percobaan tarik?

Di sini kita akan dapat menentukan besarnya batas elasti-



## PENUTUP

Dengan ini selesai pulalah buku kedua Seri Las Asetilin yang membahas secara singkat masalah Pengelasan Logam-logam lain (selain mild steel), pengerasan permukaan, kawat pengisi dan bahan tambah serta pemeriksaan/pengujian benda-benda kerja.

Selanjutnya, akan diusulkan buku ketiga yang akan memuat masalah-masalah tentang pemotongan dengan las. Uraian yang singkat pada beberapa bab jelas harus dilengkapi dengan membaca literatur-literatur lain. Ini misalnya dalam bab tentang pemeriksaan/pengujian benda kerja. Untuk itu, kelak akan diusahakan buku tersendiri tentang pemeriksaan terhadap benda kerja.

Semoga saja buku kedua ini juga dapat memenuhi sebagian harapan para mahasiswa, maupun pembaca lain yang berminat dalam bidang las asetilin.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bell.J, Copleston F.W, Edwards D.P. 1977. General Welding and Cutting for Engineering Craftsmen. The Engineering Industry Training Board; Watford U.K
- Bainbridge C.G. 1977. Welding, Teach Yourself Books. David Mc. Kay Co. Inc: New York.
- Bourbousson P.H.M. 1973. Gas Welding and Cutting. Hazell Watson and Viney Ltd, Alleysbury, Bucks: U.K
- Davies, A.C. 1979. The Science and Practice of Welding. Cambridge University Pres: Cambridge U.K
- Smith F.J.M. 1978. Basic Fabrication and Welding Engineering. Wing Tai Cheung Printing Co. Ltd: Hongkong.