



*Modul Pembelajaran
Center Of Excellence Welding di SMK*

DASAR-DASAR PENGELASAN



SMK
BISA-HEBAT
SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF



Modul Pembelajaran
Center Of Excellence Welding di SMK

DASAR-DASAR PENGELASAN



Modul Pembelajaran Center of Excellence Welding di SMK Dasar-Dasar Pengelasan

Pengarah:

Dr. Ir. M Bakrun, MM
Direktur Pembinaan SMK

Penanggung Jawab

Arie Wibowo Khurniawan, S.Si. M.Ak.
Kasubdit Program dan Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Ketua Tim

Arfah Laidiah Razik, S.H, M.A
Kepala Seksi Evaluasi, Direktorat Pembinaan SMK

Tim Penyusun

Ir. Slamet Subagyo, IWE
Meidhi Alkibzi
Hernita
Dimas Raditya Trilaksono
Lilis Listriana

Editor

Mohamad Herdyka
Adik Apriliyadi
Muhammad Abdul Majid

Desain dan Tata Letak

Ari

Penerbit

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan

ISBN :

ISBN 978-602-5517-31-0



Kata Pengantar



Sejak pertengahan tahun 1990-an, kemitraan antara SMK dan DU/DI telah menjadi salah satu fokus utama dari kebijakan pembangunan Pendidikan Kejuruan di Indonesia. Landasan paradigmatis di belakang hal ini adalah konsep link and match yang bertitikberat pada keselarasan dan relevansi antara SMK dengan perkembangan pasar kerja dan DU/DI. Salah satu strategi untuk menerapkan konsep link and match adalah Pendidikan Sistem Ganda yang memadukan secara sistematis dan sinkron program pendidikan di sekolah dan program penguasaan keahlian yang diperoleh melalui kegiatan bekerja langsung di dunia kerja, untuk mencapai suatu tingkat keahlian profesional tertentu. PSG merupakan strategi proaktif yang mendekatkan peserta didik ke dunia kerja. Saat ini, keterlibatan DU/DI dalam pembangunan Pendidikan Kejuruan secara sistematis, aktif, dan efektif makin mendesak untuk dilaksanakan. Pendidikan Kejuruan masih sering dianggap belum bisa memenuhi kebutuhan DU/DI dan oleh sebab itu kurang relevan¹. Selain perlu berorientasi pada perkembangan ekonomi makro serta kebijakan pembangunan nasional, Pendidikan Kejuruan makin dituntut untuk mencetak lulusan yang memiliki kompetensi selaras dengan dinamika DU/DI sebagai penyedia lapangan kerja.

Berbagai kegiatan sudah dilakukan untuk menyelaraskan Pendidikan Kejuruan dengan kebutuhan DU/DI umumnya dapat dikategorikan menjadi: (i) pengembangan/pemetaan kompetensi; (ii) pelaksanaan pembelajaran; dan (iii) evaluasi hasil pembelajaran.

Program Bantuan Penyelarasan Kerja Sama Industri bidang Pengelasan 2018 ini merupakan manifestasi dari upaya Direktorat untuk membentuk dan mempersiapkan lulusan SMK yang memiliki kompetensi keahlian yang unggul sehingga siap untuk bekerja dan terserap industri. Program ini secara spesifik ingin membekali peserta didik SMK agar mampu dan ahli dalam bidang keahlian pengelasan. Program ini muaranya adalah ter-standarisasinya siswa SMK dengan sertifikasi pada level II. Sasaran dari kegiatan ini berjumlah 1000 siswa yang tersebar di 25 sekolah sasaran. Program ini didahului dengan dilakukannya pelatihan kepada guru-guru. Dari keahlian yang didapat oleh guru-guru ini kemudian dilakukan diseminasi kepada peserta didik di setiap sekolah masing-masing.

Program kerja ini memiliki implikasi yang sangat positif baik dalam hal penguatan kompetensi siswa maupun guru. Pada akhirnya harapan ke depan, tidak hanya dalam bidang pengelasan saja yang akan di ekstensifikasi dan dilakukan masifikasi standarisasi keahlian. Bidang lain pun akan terus dikembangkan sehingga para siswa bisa tersertifikasi dan secara otomatis akan dilirik oleh industri. Sebaliknya pula, Industri ke depannya juga akan berkolaborasi untuk memajukan pendidikan kejuruan di Indonesia untuk mewujudkan masa depan vokasi di Indonesia yang lebih baik.

Jakarta, 28 November 2018


Dr. I. Bakrun, MM



UMUM

i.	Pengertian / Definisi tentang Las.....	1
ii.	Macam-macam Jenis Sambungan.....	2
iii.	Klasifikasi Pengelasan Berdasarkan Cara Kerja	3
iv.	Sumber Energi Pengelasan	4
v.	Daya Listrik Arus Las.....	4

I. SUMBER LISTRIK UNTUK PENGELASAN

1.1	Macam Listrik.....	5
1.2	Arus Listrik untuk Pengelasan.....	6
1.3	Sambungan Kabel	7
1.4	Macam-macam Mesin Las	8
1.5	Diagram Statis Mesin Las	11
1.6	Diagram Dinamis Mesin Las	12

II. TEKNOLOGI PENGELASAN LAS BUSUR LISTRIK MANUAL (MMA)

2.1	Busur Listrik (Penyalan)	13
2.2	Proses Pencairan Elektroda.....	14
2.3	Diagram Statis Pengelasan dan Penggunaannya	17
2.4	Pembelokan Busur Listriknya (Arc Blow).....	20
2.5	Tanda Pengenal Mesin Las	22

III. MATERIAL

3.1	Klasifikasi Baja Menurut DIN 17100	25
3.2	Bahan Tambah (Electroda).....	25

IV. KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

4.1	Bahaya Listrik dan Pengaruhnya.....	35
4.2	Bahaya Cahaya dan Sinar	36
4.3	Sarana Pelindung Tubuh.....	37
4.4	Tempat Kerja.....	38
4.5	Peningkatan Keadaan Berbahaya pada Listrik	39
4.6	Keselamatan Kerja pada Ruang Kerja yang Sempit.....	40
4.7	Bahaya Bising	41
4.8	Bahaya Penanganan Alat dan Peralatan	43
4.9	Tempat Kerja.....	44
4.4	Tempat Kerja.....	44
4.4	Tempat Kerja.....	44

V. PERSIAPAN PENGELASAN

5.1	Bentuk Penampang dan Nama Kampuh Las.....	45
5.2	Posisi Pengelasan	46
5.3	Teknik Mengelas	47

VI. KUALITAS PENGELASAN

6.1	Kesalahan (Cacat) Luar/Dalam	48
-----	------------------------------------	----

6.2	Pengujian Hasil Lasan (DT)	49
6.3	Pengujian dengan Sinar X (Rontgen)	53
6.4	Pengujian dengan Ultra Sonik.....	55
VII.	DEFORMASI DAN TEGANGAN SISA	
7.1	Penyebaran Panas.....	56
7.2	Pemuaian	57
7.3	Tegangan Sisa dan Perubahan Bentuk	58
7.4	Penyusutan dalam Kampuh Las	59
7.5	Tegangan dalam Kampuh Las	59
7.6	Perubahan Bentuk (Deformasi) Akibat Penyusutan.....	60
7.7	Contoh-contoh Urutan Pengelasan yang Benar dan Usaha Mengatasi Perubahan Bentuk.....	61
VIII.	KONSTRUKSI DAN DESIGN LAS	
8.1	Macam-macam Sambungan Las	64
8.2	Macam Bentuk Kampuh Las	65
8.3	Symbol-symbol Tambahan	66
8.4	Symbol-symbol Pelengkap.....	67
8.5	Tebal Kampuh Las (Ukuran "a")	67
8.6	Penyusutan Tanda Gambar	68
8.7	Welding Procedure Specification	71
IX.	MACAM JENIS PENGELASAN DAN PEMAKAIAN EKONOMISNYA.....	72
X.	PELATIHAN DAN KUALIFIKASI PERSONAL	
10.1	Uji Personal Pengelasan.....	79
10.2	Jalur Pendidikan dan Pelatihan	86
10.3	Skema Kualifikasi	88
10.4	Kesetaraan (Akademik, Vokasi, Kompetensi dan KKNl)	89
XI.	PROSES PEMOTONGAN THERMIS (THERMAL CUTTING)	
11.1	Proses Pemotongan dengan Oxy-Acetylen	91
	• Pencairan – Pembakaran Proses Pemotongan Oxy-Acetylen	92
	• Material yang Cocok untuk Dipotong	93
	• Spuyer / Semprotan.....	93
	• Penampang/Irisan dari Pemotongan.....	93
	• Kesalahan-kesalahan Pemotongan dan Penyebabnya.....	93
11.2	Gouging	93
	• Gouging dengan Oxy-Acetylen	93
	• Gouging Electric Arc dengan Udara.....	94
11.3	Proses Pemotongan dengan Plasma.....	95
XII.	METALURGIE LAS	
12.1	Proses Fabrikasi / Penuangan Baja	100
12.2	Type-type Penuangan.....	101
12.3	Unsur-unsur Campuran / Paduan pada Baja	102

12.4	Effek Unsur-unsur Paduan pada Pengelasan	103
	a) Kecenderungan sifat keras pada Baja, akibat pengelasan	
	b) Resiko/Bahaya Retak pada Sambungan Las, Akibat Adanya Zona Segregasi	
	c) Sifat Penuaan (Aging) pada Sambungan Las	
12.5	Rangkuman	106
	a) Kesesuaian Pengelasan terhadap Baja	
	b) Resiko/Bahaya yang akan Terjadi Akibat Unsur Paduan yang Tak Diharapkan di sekitar Kampuh Las	

XIII. LATIHAN-PRAKTEK (PRACTICAL-TRAINING)

13.1	Practical Training (Level 1) --- 142 Jam	107
	• Latihan Praktek E 1	
	• Latihan Praktek E 2	
13.2	Practical Training (Level 2) --- 150 Jam	110
	• Latihan Praktek E 3	
	• Latihan Praktek E 4	
13.3	Practical Training (Level 3) --- 217 Jam	114
	• Latihan Praktek E 5	
	• Latihan Praktek E 6	

XIV. LITERATUR

14.1	STANDARD, REGULASI DAN PEDOMAN-PEDOMAN YANG PENTING	
	• Keselamatan dan Kesehatan pada Proses Pengelasan pada Umumnya ..	113
	• Keselamatan pada Peralatan Gas Supply, Las Karbit, Pemotongan, Brazing/Solder	117
	• Peralatan Las Busur Manual, MIG/MAG, Las TIG	120

i. PENGERTIAN TENTANG PENGELASAN

Mengelas adalah :

Klasifikasi pengelasan dilakukan berdasarkan cara kerjanya

a. Pengelasan cair

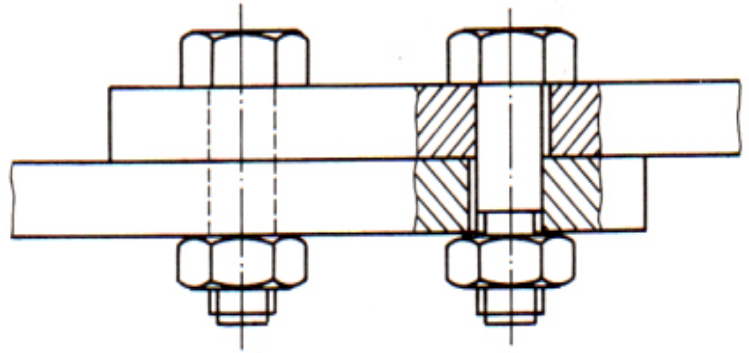
b. Pengelasan tekan

c. Pematrian

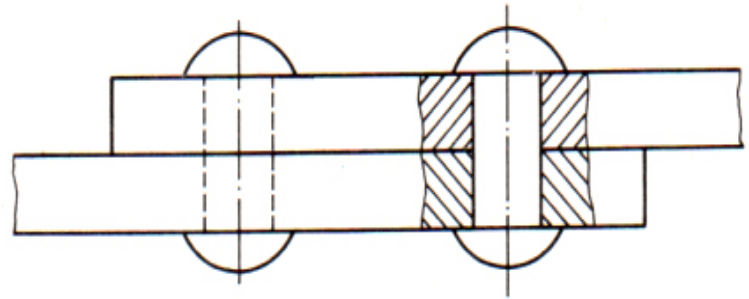
Di samping untuk menyambung, las gas juga digunakan untuk :

ii. Macam-macam Sambungan

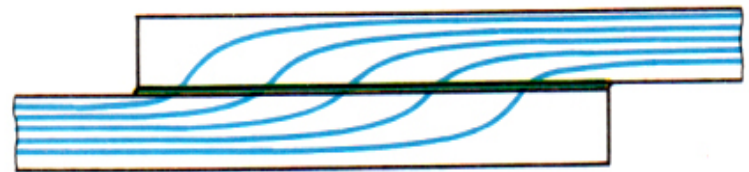
a. Sambungan Baut



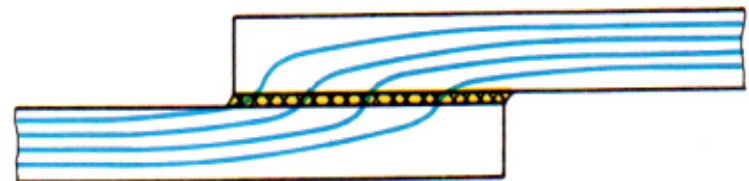
b. Sambungan Keling



c. Sambungan Lem



d. Sambutan Patri/Solder

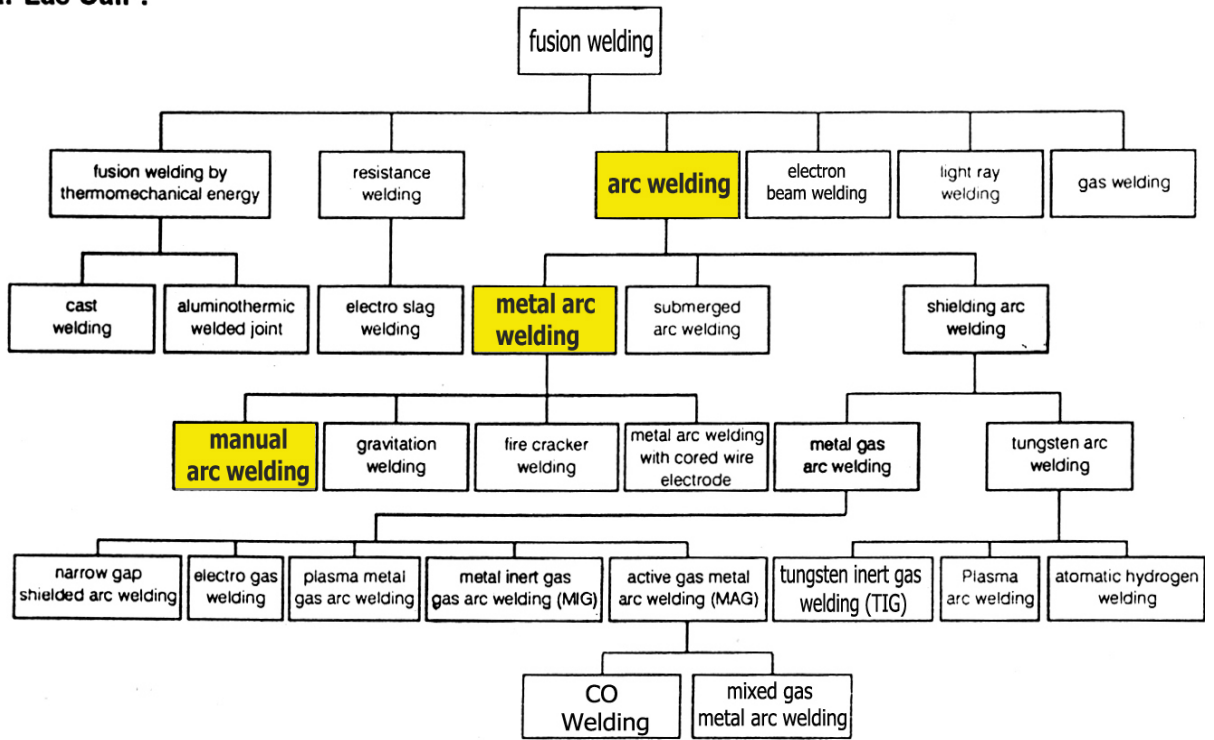


e. Sambungan

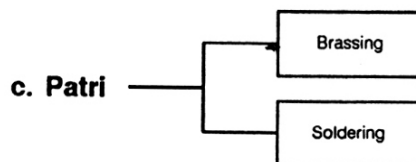
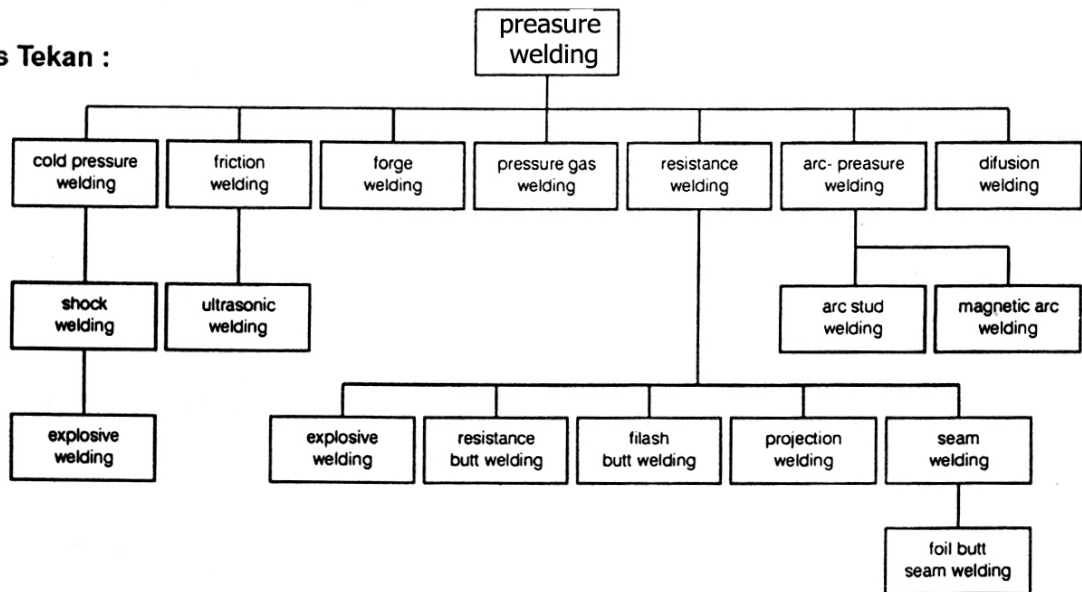


ii. Ikhtisar Klasifikasi Pengelasan menurut Cara Kerjanya

a. Las Cair :



b. Las Tekan :

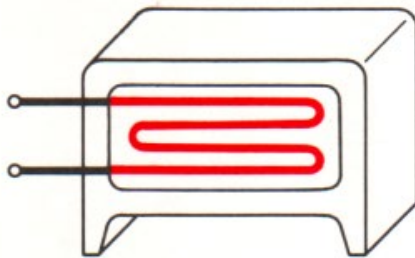


iv. Sumber Energi untuk Pengelasan

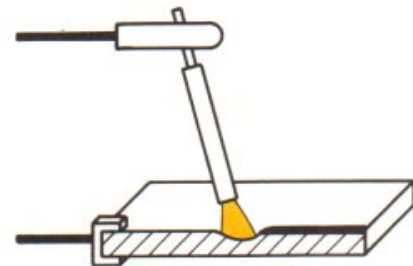
Energi	Las Tekan	Las Cair
Gerakan	Las Gesek Las Eksplosif	-
Cairan		Las tuang cair
Arus Listrik	Las Titik Las Rol Las Tekan Tumpul	Las electro slag
_____	Las Tekan Busur	Las busur listrik Metal shield gas Wolfram shield gas Las di bawah serbuk Las plasma
Sinar		Las sinar laser Las sinar elektron

v. Tenaga Arus Listrik

a. Daya _____

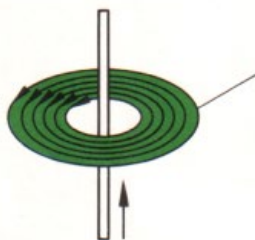


Contoh : Pemanas, setrika

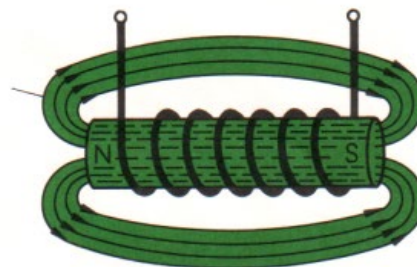


Contoh : Busur api listrik

b. Daya _____

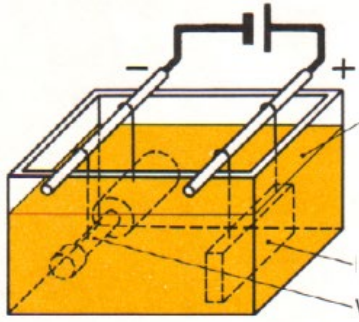


Contoh : Arus listrik yang mengalir dalam kabel

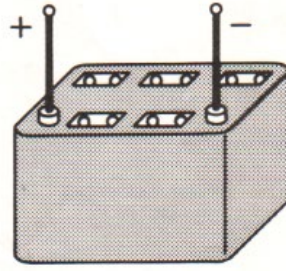


Contoh : Elektromagnet

c. Daya _____



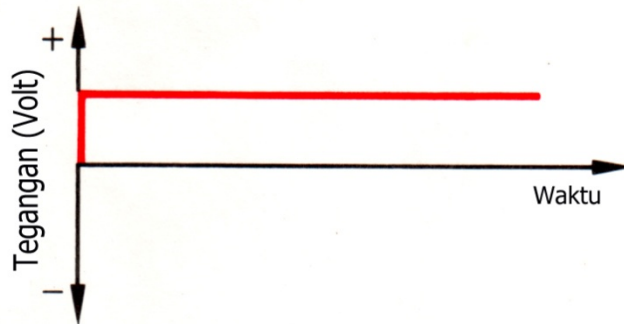
Contoh : Bak Verchrom



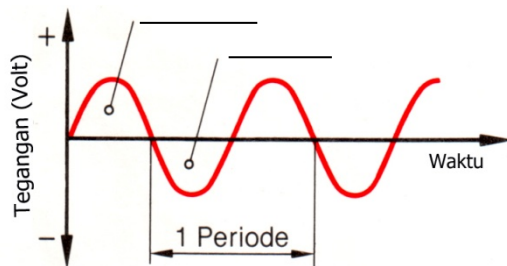
Contoh : Akku

1.1 Macam Arus Listrik

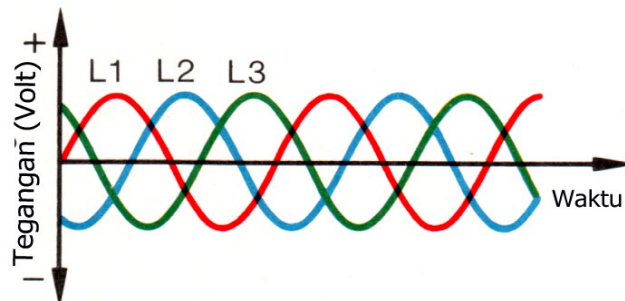
a. Arus _____



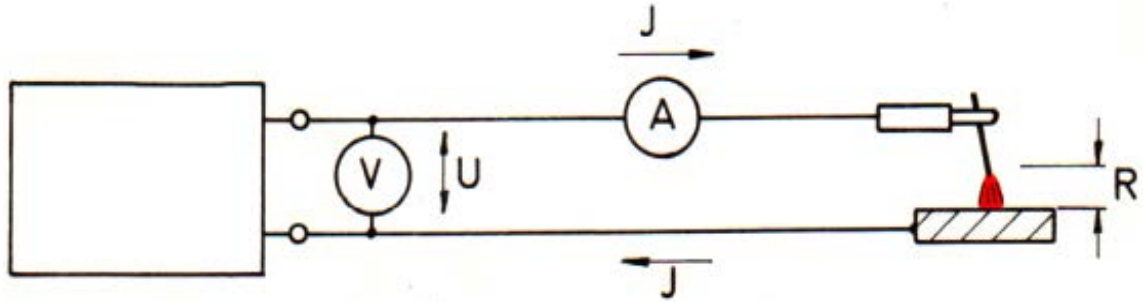
b. Arus _____



c. Arus _____



1.2 Arus Listrik untuk Pengelasan

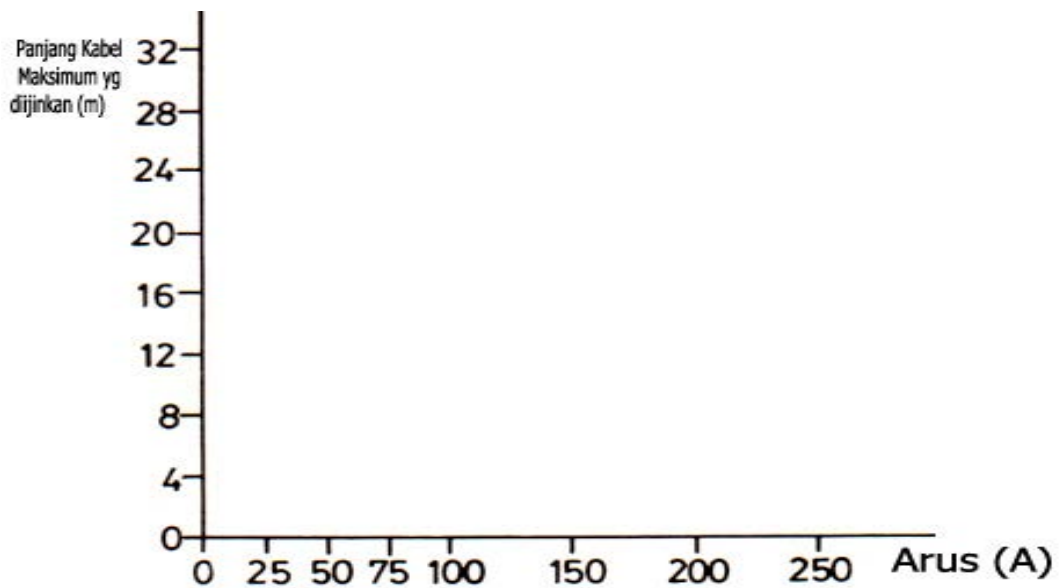


a. Besaran dan Simbol Arus Listrik

BESARAN	SIMBOL HURUF	SATUAN
Tegangan		V (Volt)
Arus		A (Ampere)
tahanan	R	

b. Panjang Kabel

Dari diagram dilihat hubungan antara kemampuan mesin las dan panjang kabel yang diijinkan. Untuk ini kerugian energi yang diijinkan sebesar 6%.



c. Penampang dan Diameter Luar Kabel Las



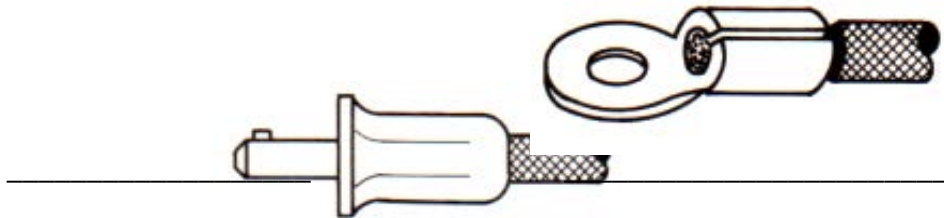
Luas penampang kabel (mm ²) :	25	35	50	70	95
Diameter luar D (mm) :	13,5	14,5	16	18,5	20

Keterangan :

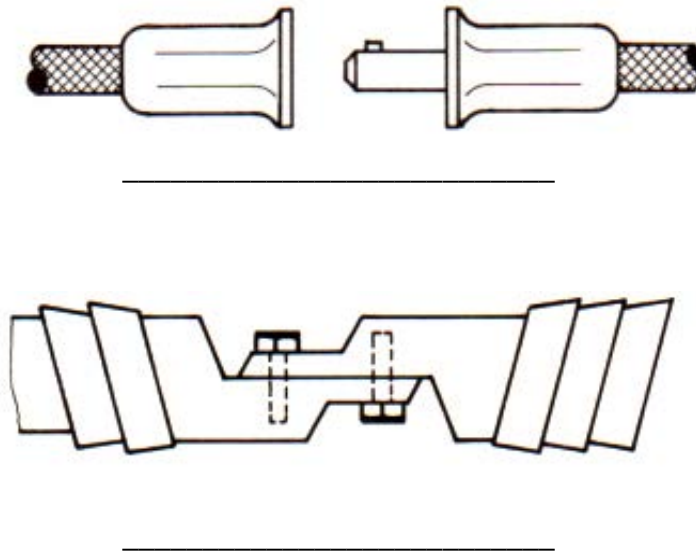
- Untuk kabel las yang panjang dan arus pengelasan yang besar diperlukan : _____
- Untuk kabel las yang panjang dan arus pengelasan yang besar diperlukan : _____

1.3 Sambungan Kabel

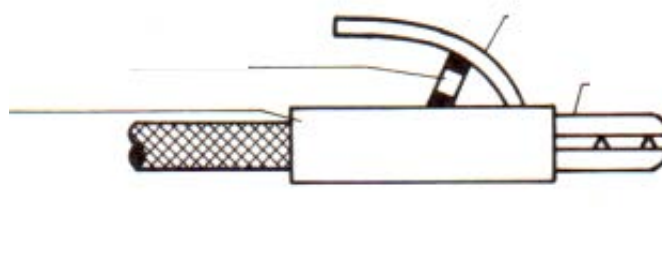
- a. Sambungan kabel pada mesin las



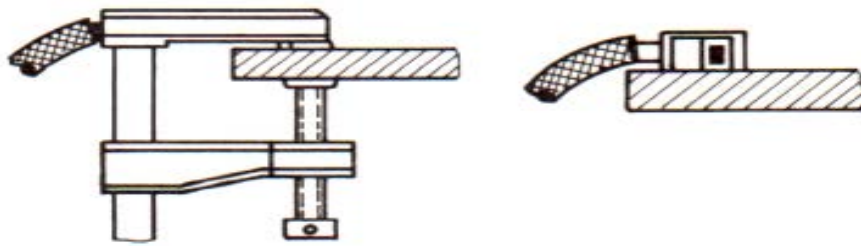
- b. Sambungan kabel untuk perpanjangan (extention cable)



- c. Sambungan kabel pada pemegang elektroda

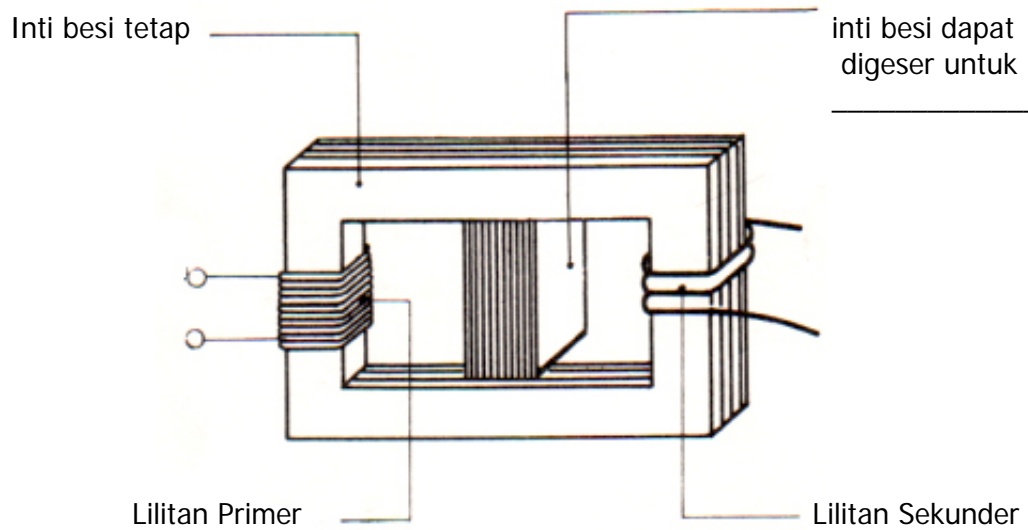


d. Sambungan Kabel pada Klem Benda Kerja

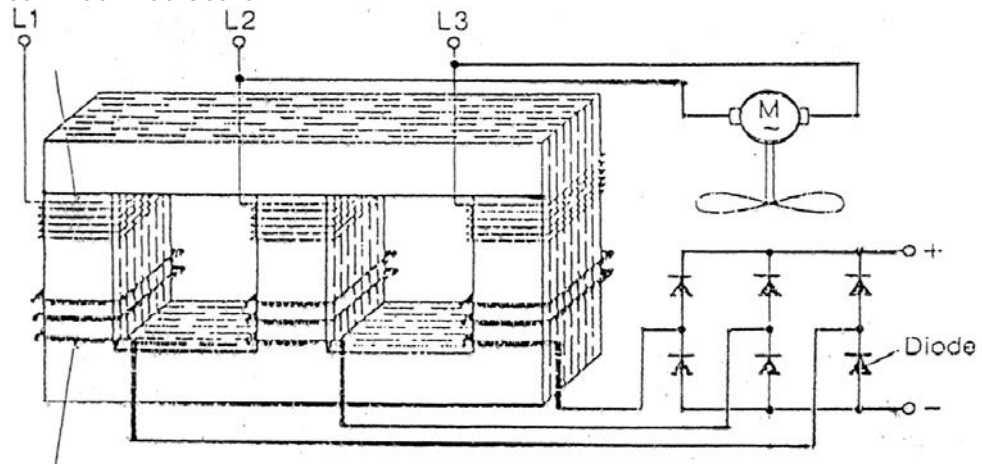


1.4 Macam-macam Mesin Las

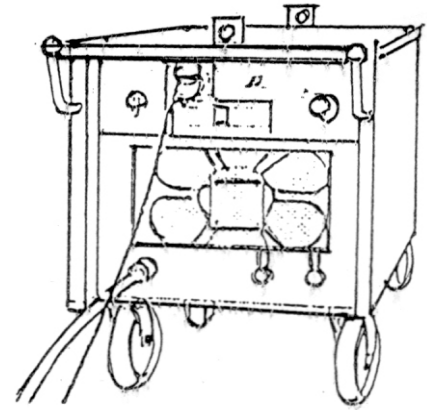
a. Mesin Las Tranformator



b. Mesin Las Arus Searah

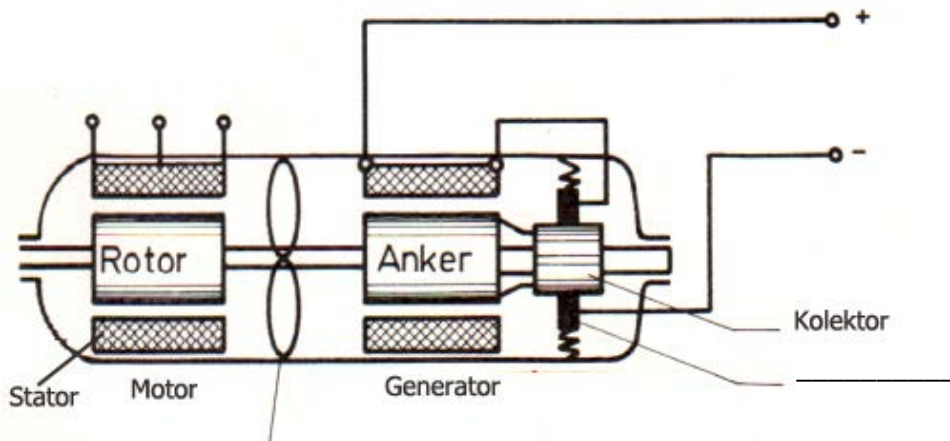


Mesin las arus searah ini terdiri dari transformator dari penyearah arus (diode). Melalui penyearah arus ini arus rangka (AC) diubah menjadi searah (DC). Jenis mesin las ini biasanya dihubungkan dengan jaringan listrik umum.

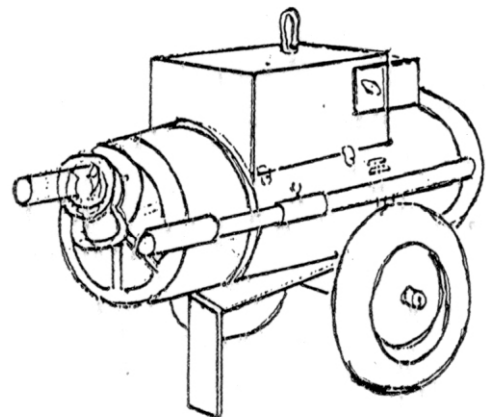


Simbol untuk mesin las arus searah _____

c. Mesin Las Rotary converter Generator.
(mesin las Generator)



Mesin las generator membangkitkan arus searah untuk pengelasan. Arus listrik ini dibangkitkan oleh generator arus searah yang digerakkan oleh sebuah motor listrik.



Simbol untuk mesin las arus searah _____

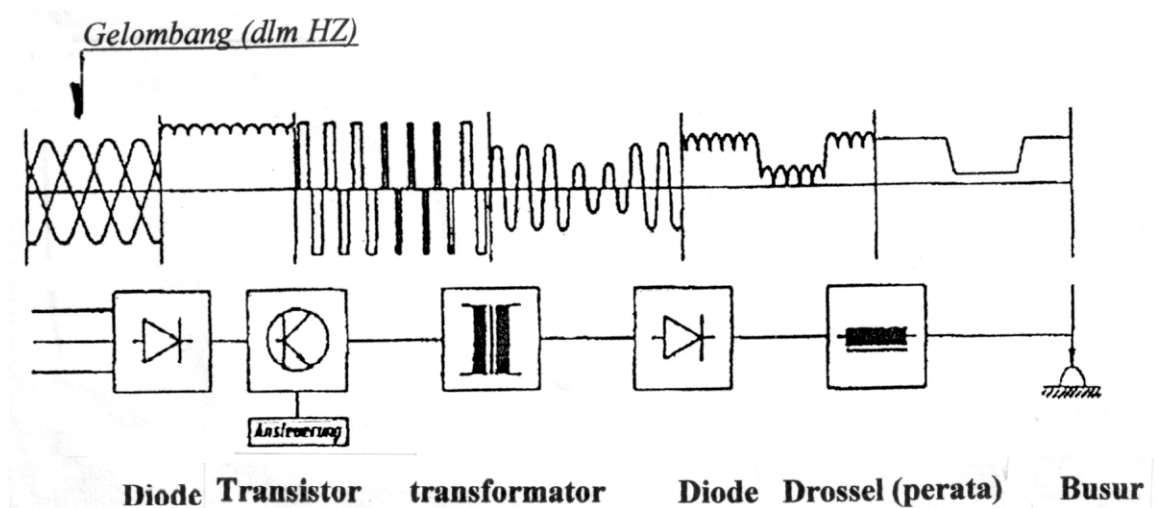
d. Inverter Welding

Macam / jenis Inverter welding merupakan pengembangan dari macam mesin las yang konvensional (Transformator), di sini lebih banyak mengembangkan control teknologi mesin las, khususnya Digital Inverter control welding Power Source.

Ada 2 (dua) macam/jenis tehnologi digital inverter control mesin las Inverter yaitu :

- 1) *Transistor Dwi kutub gerbang terisolasi (IGBT = Insulated Gate Bipolar Transistor)* sebuah piranti semi konduktor, baru yang berfungsi sebagai komponen saklar untuk aplikasi catu daya.
- 2) *Metal Oxide Semi Konduktor FET (MOSFET)* adalah suatu jenis FET Yang mempunyai satu drain, satu source dan satu/dua input impedance yang sangat tinggi, perbedaan di sini adalah gate yang terisolasi oleh satu bahan Oksida

Fungsi dan Struktur Las Inverter



1.5 Diagram Statis Mesin Las

a. Diagram statis dengan kurva menurun

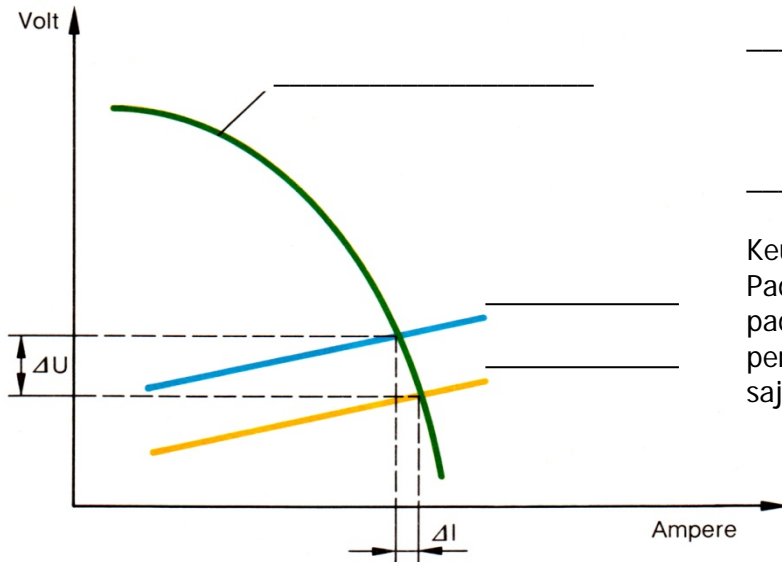


Diagram jenis ini dipakai untuk Mesin-mesin las :

Keuntungannya :
 Pada busur yang pendek maupun pada busur yang panjang perubahan kuat arusnya besar saja.

b. Diagram statis dengan kurva mendatar/rata

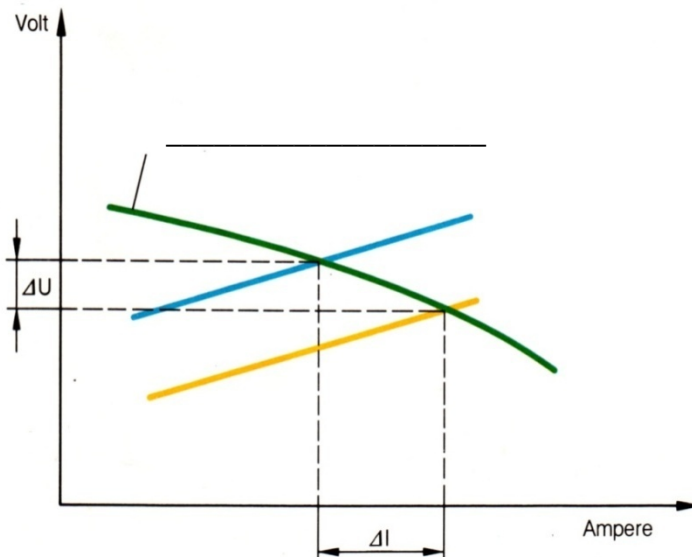


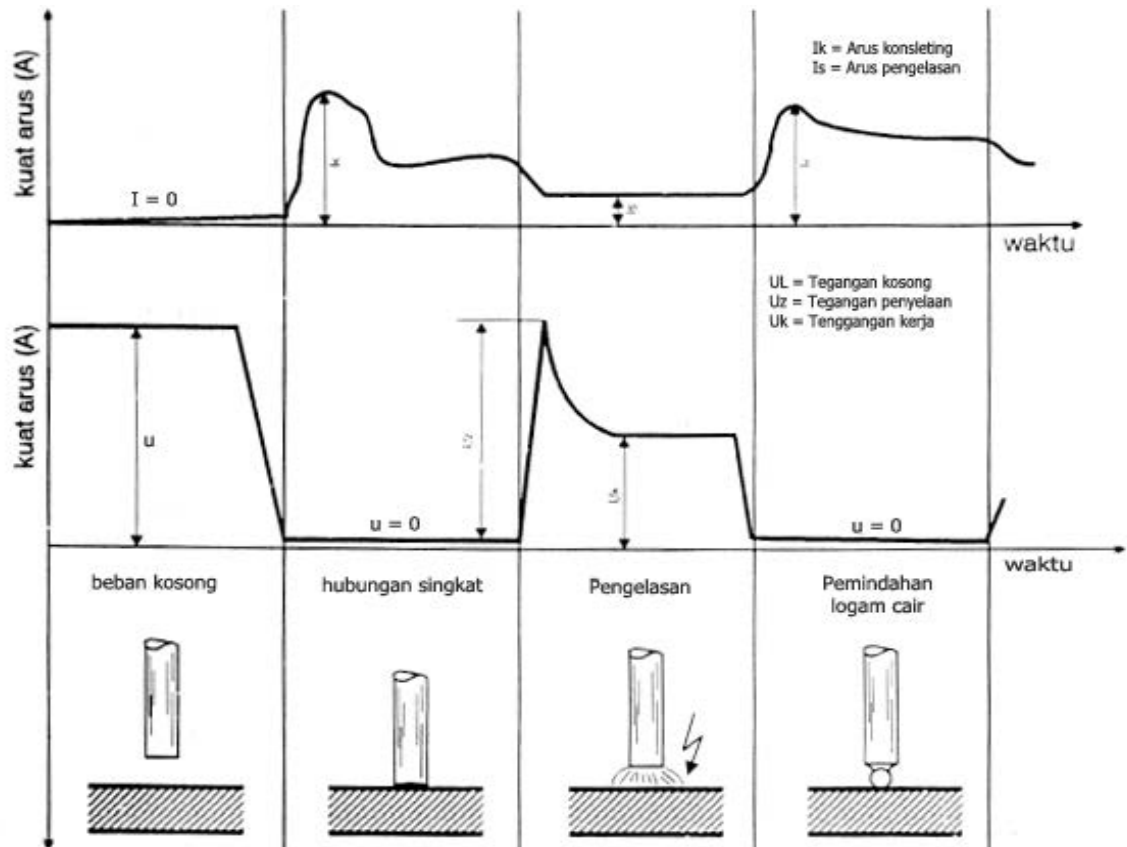
Diagram jenis ini dipakai untuk Mesin-mesin las :

Keuntungannya :
 Pada busur yang pendek maupun pada busur yang panjang Perubahan kuat arusnya hanya kecil saja.

Pada mesin las dengan diagram jenis ini hanya diperlukan satu penyetelan, karena panjang busur akan diatur secara otomatis (dengan pengatur dalam)

1.6 Diagram Dinamis Mesin Las

Untuk mengelas diperlukan mesin las yang baik, karena dalam proses pengelasan berlangsung pembebanan yang besar, baik yang kontinu maupun yang berkala. Pembebanan ini disebabkan oleh terulang-ulangnya lingkaran (siklus) kegiatan, yaitu tegangan kosong, hubung singkat (konsleting), tegangan kerja dan pemindahan logam cair. Lingkaran kegiatan ini berlangsung sangat cepat. Lingkaran kegiatan ini dilukiskan dalam diagram yang disebut diagram dinamis mesin las



Jalannya proses :

Pada saat elektroda dan benda kerja tidak bersentuhan, di antara mereka terdapat tegangan kosong (U_L) yang cukup tinggi (sekitar 60 volt) dan kuat arus (I) mendekati nol. Pada saat elektroda disentuh benda kerja, terjadilah hubung singkat (konsleting) dimana tegangan (U) mendekati nol dan kuat arus hubung singkat (I_k) besar. Ini berlangsung hanya sebentar, dan akan berakhir bila kuat arus telah mencapai yang ditetapkan.

Bila elektroda di tarik ke atas sedikit, terbentuklah tegangan penyalan (U_z) yang disertai loncatan busur berlangsung sampai tegangan menjadi normal, yaitu tegangan kerja (U_k) dan kuat arus cenderung turun mendekati kuat arus yang ditetapkan.

Selanjutnya proses pemindahan logam terjadi. Dengan terputusnya aliran listrik, tegangan kembali menjadi hampir nol ($U = 0$). Ia kemudian naik lagi. Di sini kemungkinan penyalan busur listrik dapat segera dilaksanakan.

Berilah tanda silang pada jawaban yang saudara anggap benar

1. Apakah nama satuan listrik untuk kuat arus ?
 - a. Volt
 - b. Ampere
 - c. Ohm
 - d. Watt

2. Energi panas untuk pengelasan listrik diperoleh dari....
 - a. Reaksi kimia
 - b. Muatan listrik
 - c. Aliran listrik
 - d. Tahanan listrik

3. Jenis mesin las menghasilkan arus searah adalah....
 - a. Mesin las Transformator
 - b. Mesin las unformer/generator
 - c. Mesin las MAG/MIG
 - d. Mesin las WIG

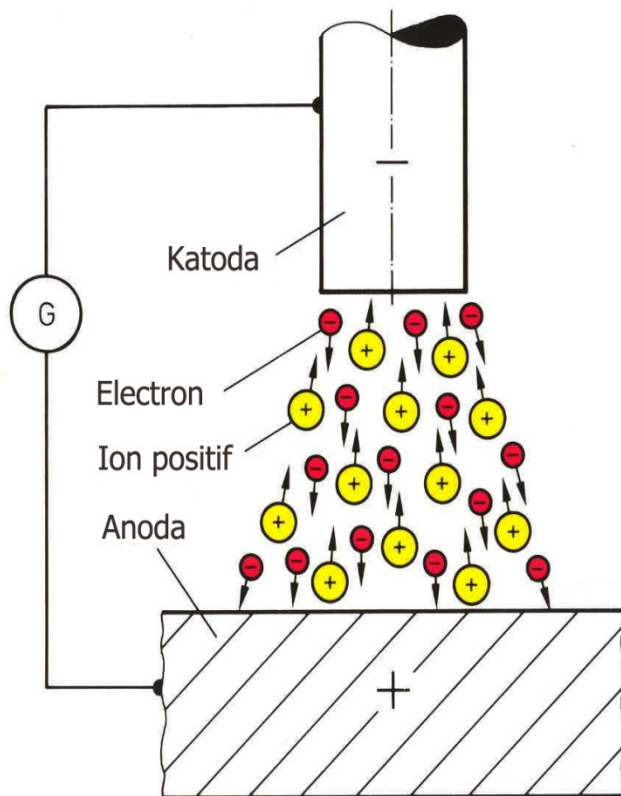
4. Apa sebabnya orang tidak dapat mengelas langsung dengan listrik dari jaringan umum (PLN), karena tegangan pada jaringan umum....
 - a. Tidak tetap
 - b. Terlalu tinggi berbahaya untuk pengelasan
 - c. 220 V/380 V adalah terlalu rendah
 - d. Tidak boleh dibebani dengan tegangan-tegangan maksimal yang terjadi pada pengelasan

5. Salah satu komponen (bagian alat) di bawah ini merupakan milik mesin las Rotary Converter generator....
 - a. Spul sekunder
 - b. Unit penyalat
 - c. Anker
 - d. Inti besi

2.1 Penyalaan Busur Listrik

Penggunaan busur listrik sebagai sumber panas dari pengelasan dengan tangan (elektroda). Proses terjadinya elektroda ini sangat rumit. Untuk memudahkan pemahaman tentang itu, isi/lengkapi teks di bawah ini :

Busur listrik adalah jembatan listrik antara _____ dan _____ penyalaan busur listrik terjadi pabila kawat/elektroda didekatkan benda kerja. Pada saat elektroda menyentuh benda kerja itulah terjadi hubungan singkat (kontsluiting). Kuat arus naik, sehingga daerah persinggungan tersebut mencair, dan ada sebagian yang menguap.



Proses penyalaan busur terjadi karena pada ujung elektroda (biasanya sebagai kutub minus) terdapat timbunan _____ yang bergerak.

Tegangan pada sirkuit arus menyebabkan ia bergerak dengan kecepatan tinggi menuju permukaan benda kerja yang banyak mengandung timbunan _____ (kutub positif).

Dalam perjalanannya itu ia berjumpa dengan _____ dan bersama-sama menuju permukaan benda kerja (kutub positif, anoda)

Di permukaan benda kerja terjadilah pertemuan tiga unsur tersebut yang dinamakan _____

Pertemuan ini mengakibatkan timbulnya energi ionisasi yang sangat panas sehingga mampu mencairkan logam tersebut _____

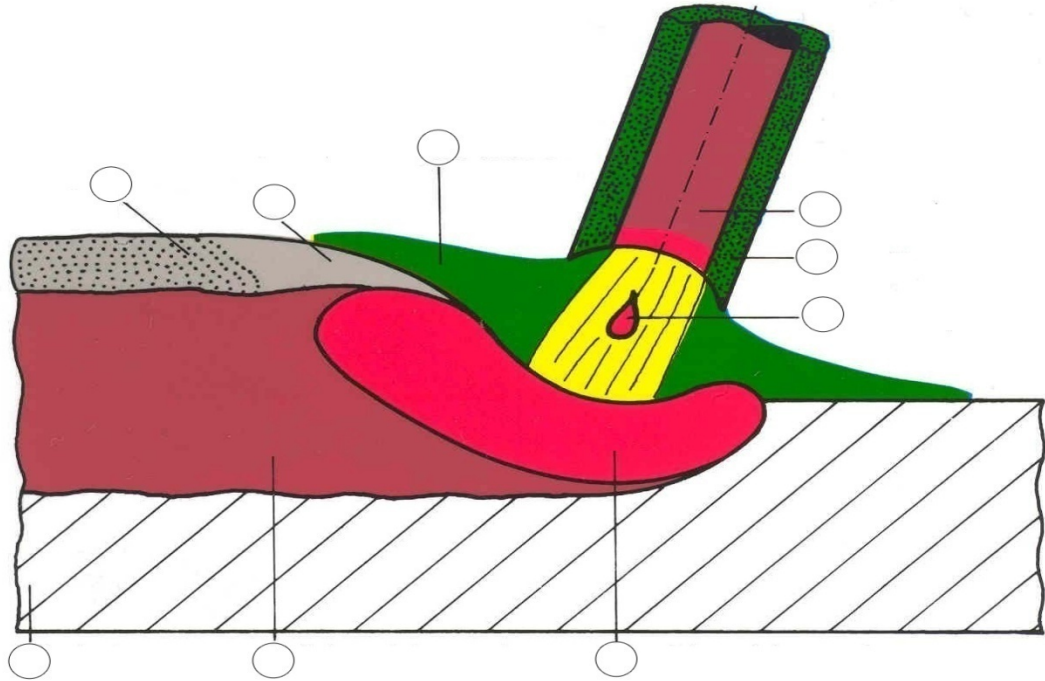
Temperatur dari busur listrik tergantung dari berbagai pengaruh, sehingga tidak dapat dipastikan untuk patokan.

- Temperatur daerah penyalaan 4.500°C
- Temperatur inti busur 12.000°C

Sifat-sifat busur listrik :

- Menghantarkan listrik.
- Merupakan tahanan listrik yang akan menjadi lebih besar pada saat busur bertambah panjang.
- Sifat terpadu (di kelilingi medan magnet).
- Dapat menyimpang jika dipengaruhi medan magnet lain.
- Menghasilkan sinar, gas, dan uap dan sehingga juru las harus diberi pengaman/pelindung.
- Biasanya akan menekan pada kawah cairan las.

- | | |
|------------------|---------------------|
| 1. Logam induk | 6. Lonceng gas |
| 2. Kampuh las | 7. Pemindahan logam |
| 3. Bak lasan | 8. Selubung |
| 4. Terak (padat) | 9. Kawat ini |
| 5. Terak cair | |



2.2 Proses Pencairan Elektroda

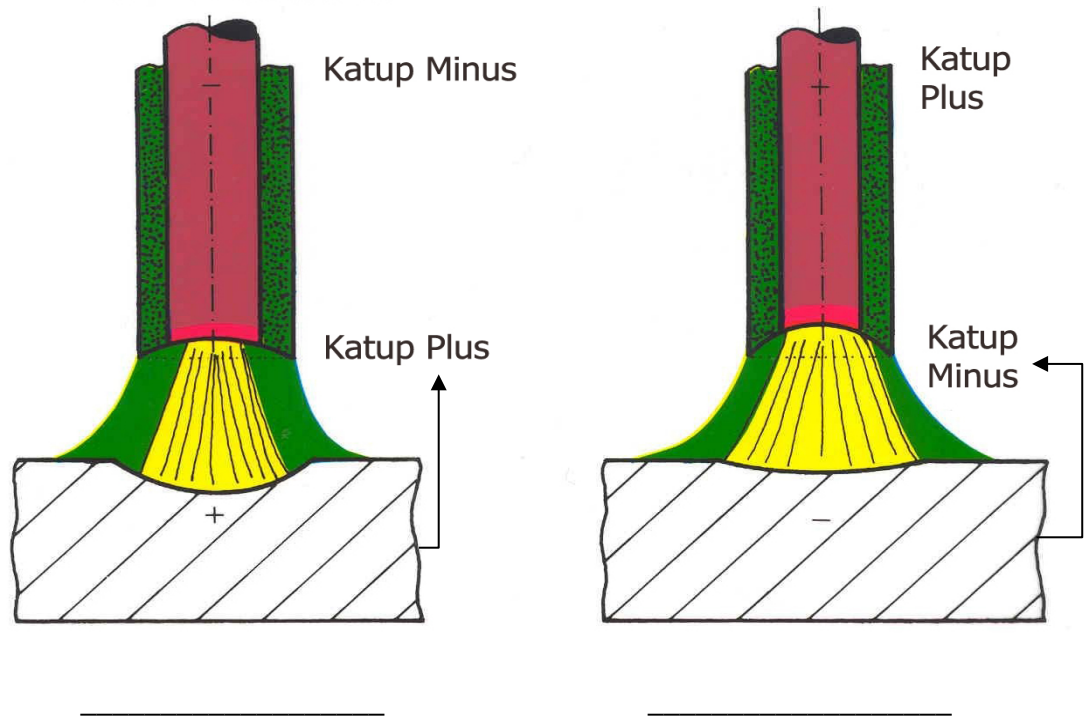
Macam-macam busur listrik

a. Busur listrik arus searah (DC)

Busur listrik searah biasanya dipakai pada mesin-mesin las arus searah. Polaritas (plus-minus kutub) dapat ditukar/diubah)

1. Direct Current Electrode Negative Polarity (DCEN)

Ujung elektroda di sini bermuatan elektron (-), sedang benda kerjanya bermuatan ion positif (+). Pada proses ini benturan ionisasi terjadi di permukaan benda kerja, sehingga permukaan benda kerja tersebut tertekan beban panas yang tinggi. Proses ini baik untuk pengerjaan yang tebal dan yang memerlukan penetrasi yang dalam.



2. Direct Current electrode positive Polarity (DCEP)

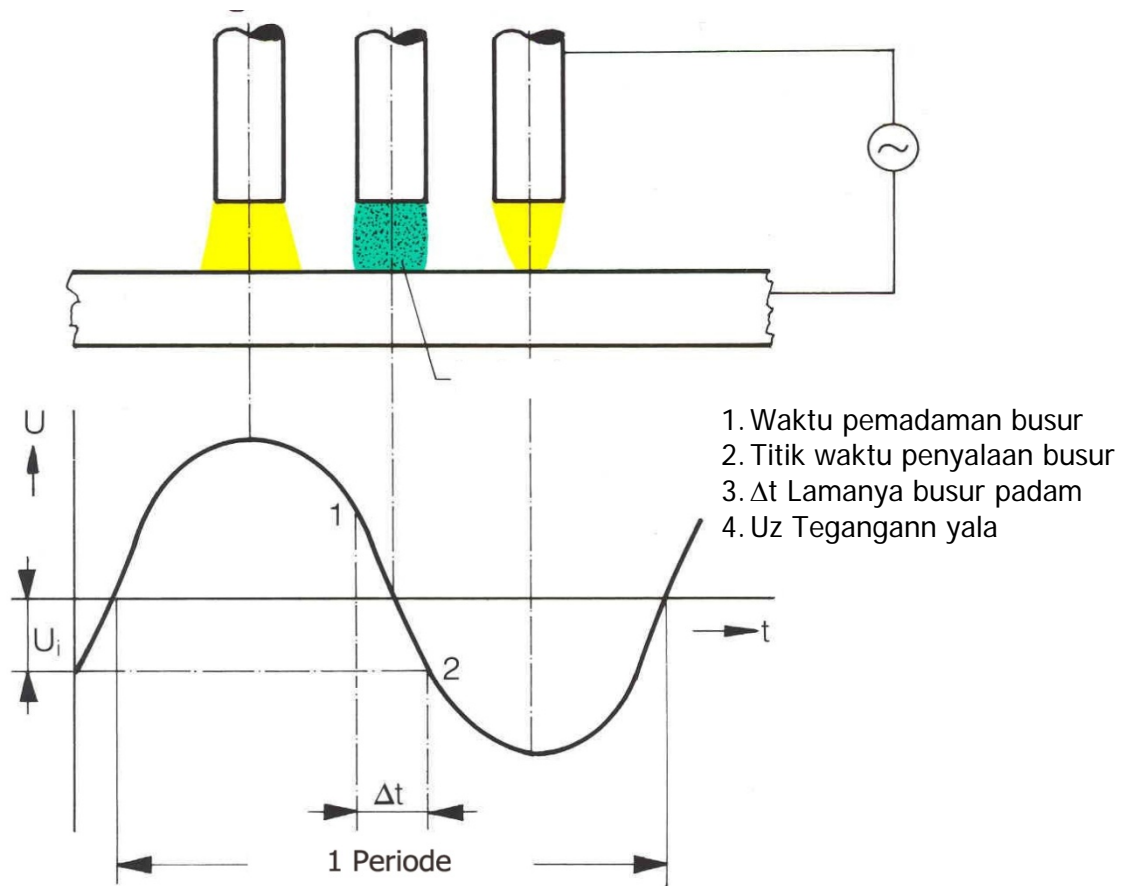
Ujung elektroda di sini bermuatan ion positif (+), sedangkan benda kerjanya bermuatan elektron (-). Pada proses ini benturan ionisasi terjadi di ujung elektroda, sehingga ujung elektroda tersebut terkena beban panas yang tinggi. Proses ini baik untuk pengerjaan pelat tipis dan logam yang tidak tahan panas tinggi.

b. Busur Listrik Arus Rangka (AC)

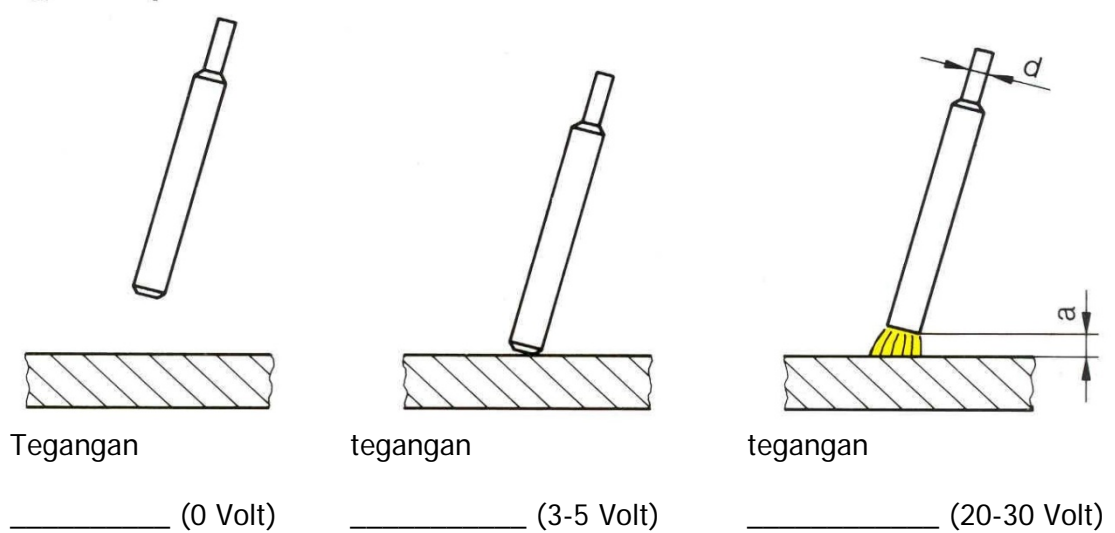
Jenis busur listrik ini bersifat tidak stabil. Pengamatan menunjukkan, bahwa dalam 1 periode atau satu bukit dan satu lembah. Busur listrik terjadi pada saat tegangan mencapai tegangan nyala. Nyala busur maksimum (terbesar) terjadi pada saat tegangan mencapai titik puncak. Setelah itu tegangan mengecil, busur listrik juga mengecil, dan akhirnya padam di titik nol. Setelah titik nol dilewati, tegangan naik kembali, busur menyala lagi ketika tegangan nyala dicapai, menjadi maksimum, mengecil, padam dan seterusnya.

Syarat agar penyalan busur mudah terjadi ialah sesaat sebelum dan sesudah titik nol (titik padam) tersedia cukup ion (gas yang terionisasi).

Busur listrik arus rangka ini banyak dipakai pada mesin las WIG berarus rangka untuk pengelasan logam-logam ringan, misalnya aluminium, di mana frekuensi tinggi yang dibangkitkan oleh sebuah generator impuls digunakan untuk membantu penyalan awal dan penyalan berulang.

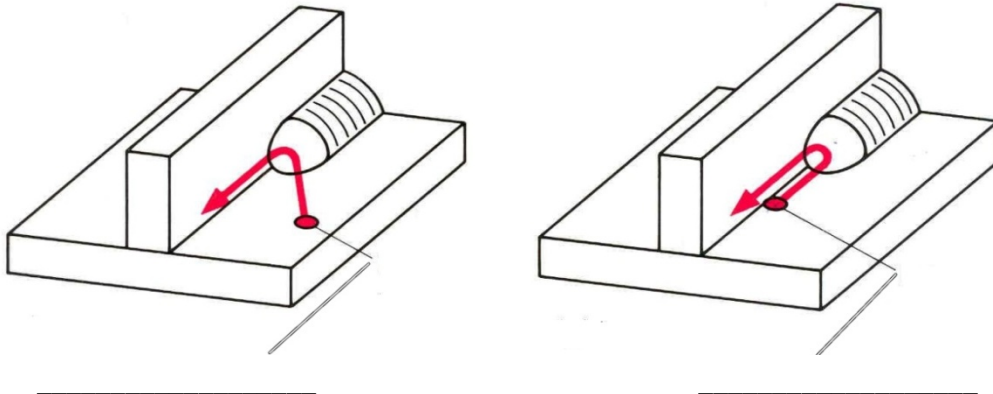


c. Cara Penyalan Busur



d. Daerah penyalan busur

Daerah penyalan listrik terletak di dalam kampuh las. Daerah ini yang harus dilewati (tertutup oleh rigi-rigi las). Di samping itu, daerah penyalan harus ikut mencair. Ini untuk menghindari bahaya retak di dalam kampuh las.



e. Panjang Busur

Panjang busur listrik (a) adalah jarak antara ujung elektroda dan benda kerja.

Untuk elektroda dengan type selubung R, RR, A, C $a = 1.0 d$

Untuk elektroda dengan type selubung B $a = \text{---} d$

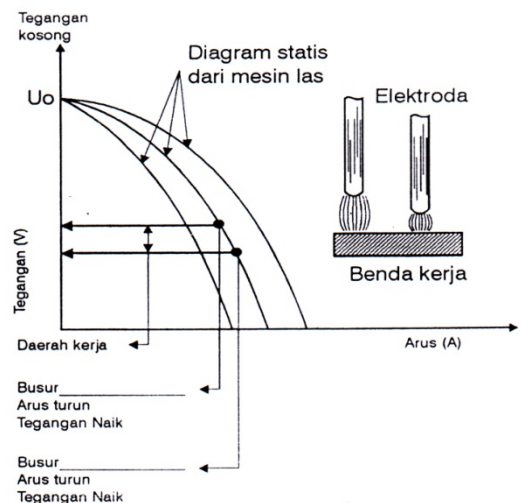
Bila busur listrik terlalu panjang, ia akan _____ penetrasi dan _____ tiupan busur. Khusus untuk elektroda dengan type selubung basa (B) hal tersebut akan mengakibatkan terbentuknya pori-pori dalam kampuh las.

Bila terlalu pendek ia akan _____

2.3 Diagram Statis mesin las dan penggunaannya

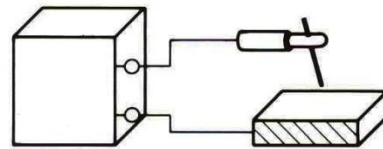
Panjang busur listrik pada pengelasan dengan tangan tidak selalu sama. Setiap perubahan panjang busur listrik mengakibatkan perubahan besarnya nilai tahanan, tegangan, kuat arus. Hendaknya kecil saja penyimpangan yang terjadi pada setiap kuat arus yang dibutuhkan. Konstan tidaknya kuat arus tergantung dari energi yang masuk ke dalam kampuh las.

Contoh: untuk pengelasan plat tipis diperlukan panas yang tidak teratur. Untuk keperluan ini dibutuhkan mesin las yang perubahan panjang busur listriknya tidak mengakibatkan terjadinya penyimpangan besar pada kuat arus. Orang dapat mengukur besarnya tegangan dan kuat arus pada setiap setelan panjang busur.

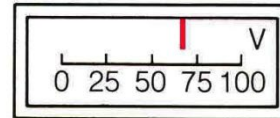


2.3.1 Diagram Statis Mesin Las dan Penggunaannya

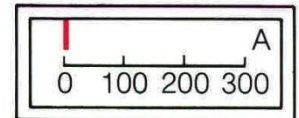
a. Tegangan Kosong



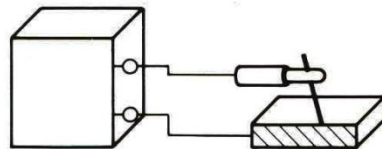
tegangan (U)



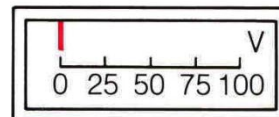
Kuat arus (I) :
Nol



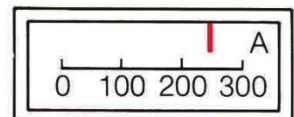
b. Hubungan Singkat



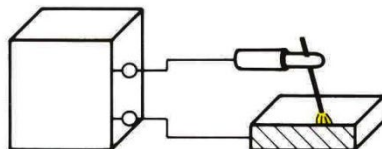
tegangan (U)
mendekati Nol (0)



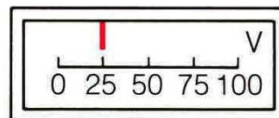
Kuat arus (I) :



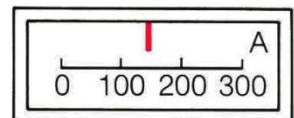
c. Pengelasan



tegangan (U)
20 30 Volt



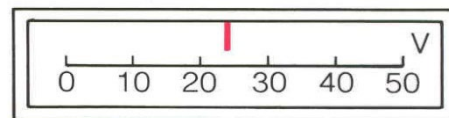
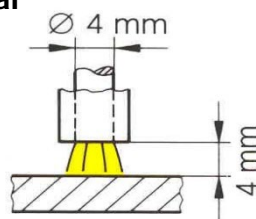
Kuat arus (I) :
Bergerak ke angka
yang telah ditentukan



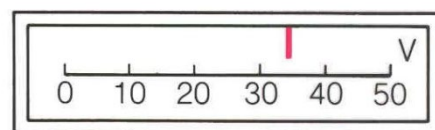
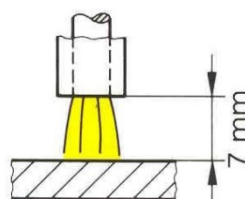
2.3.2 Pengaruh Perubahan Panjang Busur pada Tegangan Kerja

Untuk contoh di sini digunakan elektroda dengan selubung rutil dan panjang busur listriknya kira-kira sama dengan diameter elektroda tersebut.

a. Busur Normal

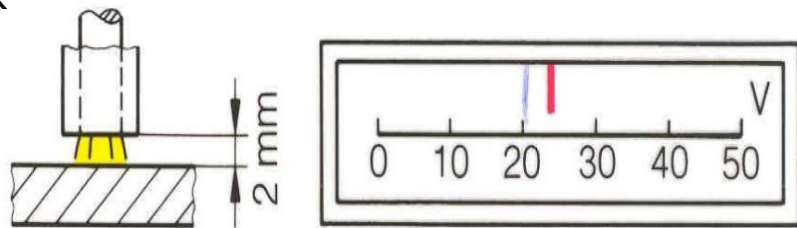


b. Busur Panjang



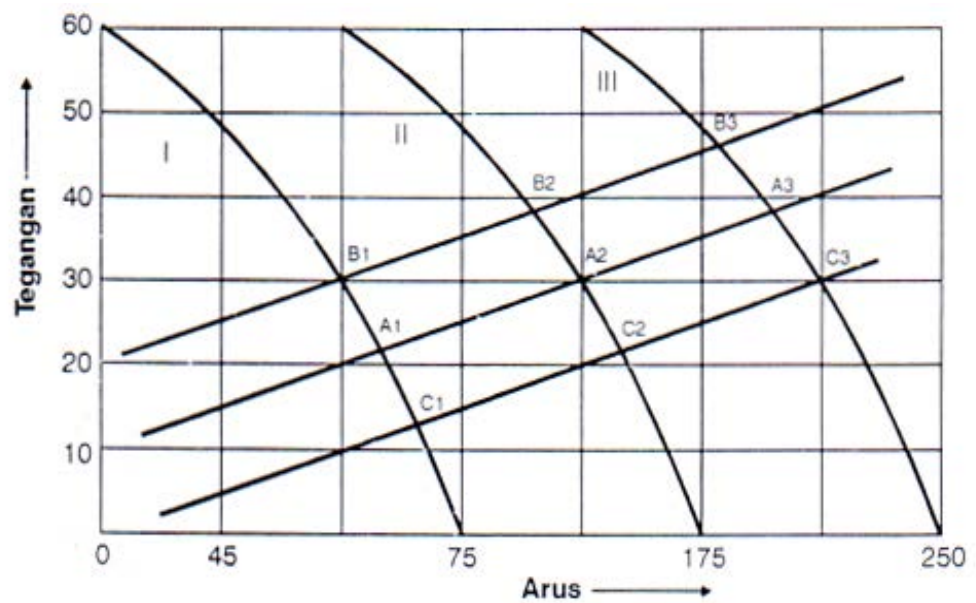
Panas yang terjadi _____

c. Busur Pendek



Panas yang terjadi _____

2.3.3 Penggunaan Diagram Dinamis Mesin Las



Titik A1 yang terletak di kurva mula-mula dipilih sebagai titik kerja

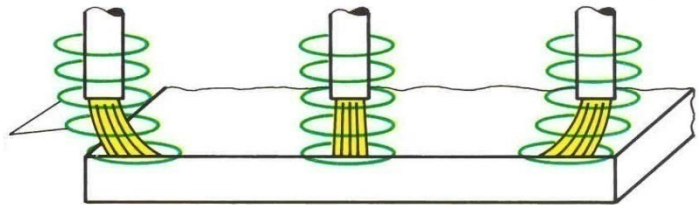
	Tegangan			Kuat arus			Panas		
	naik	turun	tetap	naik	turun	tetap	naik	turun	tetap
Bila titik kerja dipindah ke titik C1									
B1									
Bila titik kerja dipindah ke kurva III, pada titik									
A3									
B3									
C3									

2.4 Pembelokan Busur Listrik

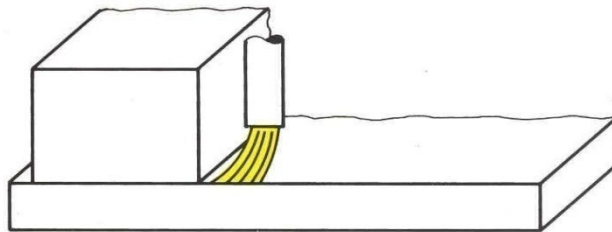
Busur listrik di kelilingi medan magnet seperti halnya penghantar listrik yang lain. Busur listrik ini akan berkembang/melebar secara teratur. Busur yang melebar ini akan dihalangi oleh medan magnet, sehingga terjadi pembelokan arah busur listrik. Pembelokan arah busur listrik ini banyak dijumpai pada mesin las arus searah.

2.4.1 Tempat-tempat Terjadinya Pembelokan Busur Listrik

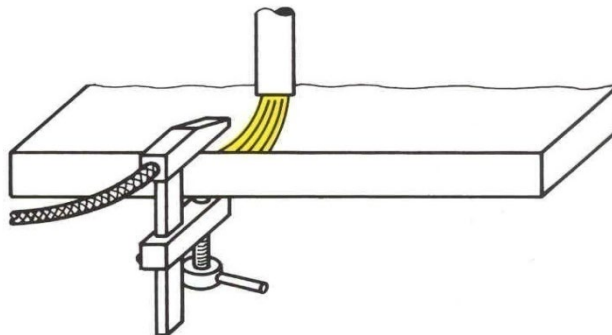
- a. Pengelasan pada _____



- b. Pengelasan pada _____ benda kerja yang tebal/besar



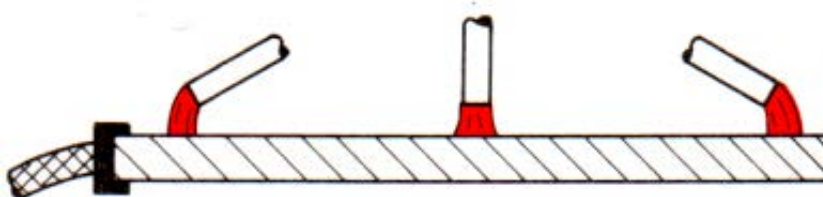
- c. Pengelasan pada _____ klem massa



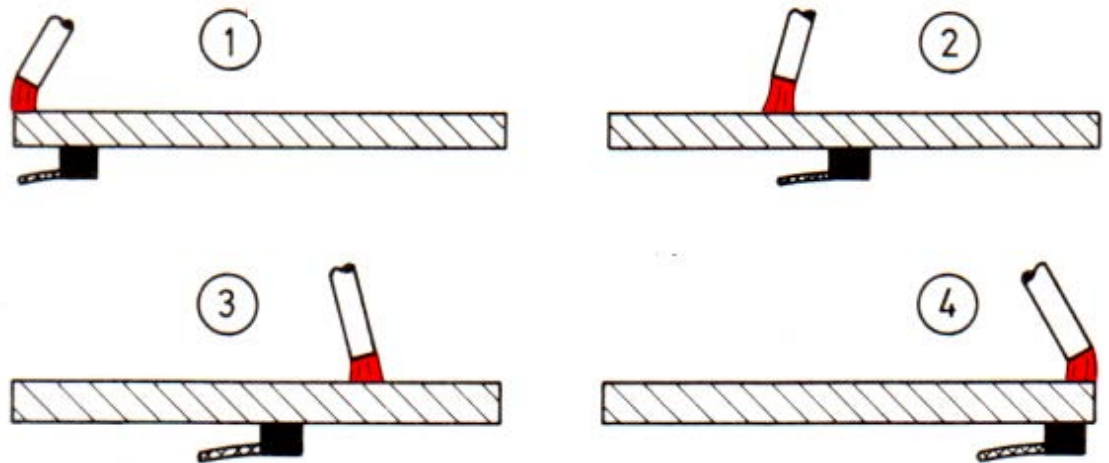
2.4.2 Usaha-usaha untuk Mengatasi Pembelokan Busur Listrik

Untuk logam-logham magnetik digunakan cara sebagai berikut :

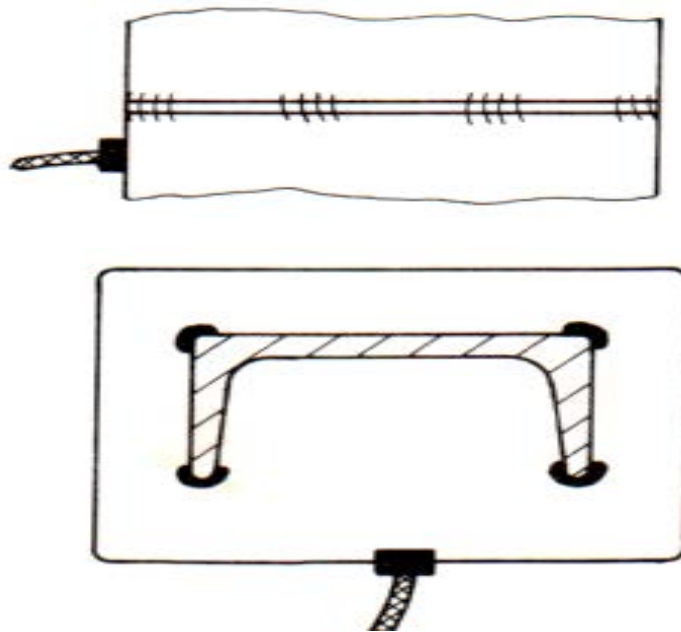
- a. Mengubah _____ elektrodanya



- b. Menggunakan klem massa dari dua sisi atau menggunakan klem massa yang dapat digerakkan



- c. Mengubah jumlah _____



- d. Benda kerja dipanaskan
e. Menggunakan mesin las arus rangka (AC)

2.5 Tanda Pengenal Mesin

Simbol karakteristik mesin

- Karakteristik kurva menurun untuk E & WIG
- Karakteristik tegangan konstan untuk MIG/MAG

Simbol dari sumber tenaga

- Mesin las Trafo
- Mesin las arus searah
- Mesin las arus searah (inverter)
- Mesin las generator motor set
- Mesin las kombinasi (trafo / arus searah)

Simbol untuk proses pengelasan

- E
- WIG
- MIG/MAG

Hersteller od. Vertreiber od. Einführer		Warenzeichen				
Type :		Fabr. - Nr.				
		EN 60 974 - 1				
	7A / 10V - 325 A / 23V					
		U_0 V	X	35%	60%	100%
	75	I_2	325 A	250 A	200 A	
		U_2	23 V	20 V	18 V	
	cos. 0,82 (250A)					
(1) 3~	U_1 V		I_1 A	I_1 A	I_1 A	
	400	20 A	20			
I. KL	H	50 Hz	S_1	9,4 kVA	8,2 kVA	6,9 kVA
KÜHLART	AF	IP 21				S

Range kapasitas
.... A / ...V s/d A /V

Simbol untuk strom
— arus searah
~ arus bolak balik

Tegangan kosong V_0

Simbol untuk sumber tenaga dengan bahaya yang diijinkan

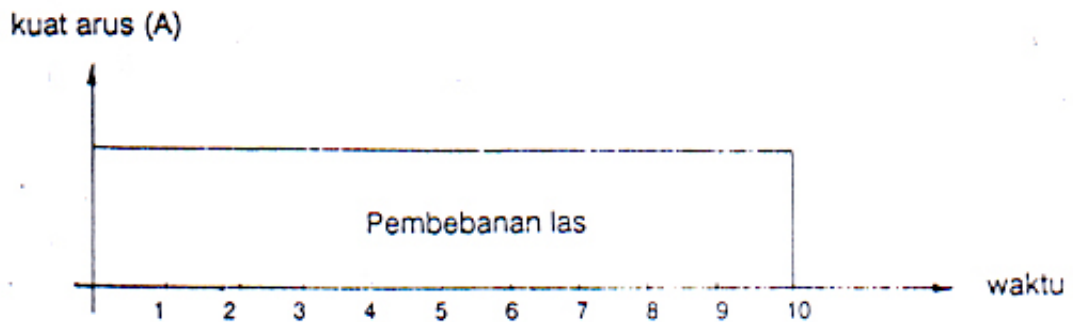
Faktor pembebanan (x) dalam
 I_2
 U_2

Data - data untuk teknisi elektro (data untuk jaringan listrik)

Pembebanan Las Kontinu dan Berkala

Pembebanan las kontinyu ialah :

Pemakaian mesin las secara terus-menerus, di mana beban las dinyatakan dalam satuan waktu.



$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= \text{Waktu beban} + \text{Waktu Istirahat} \\ &= \text{menit} \end{aligned}$$

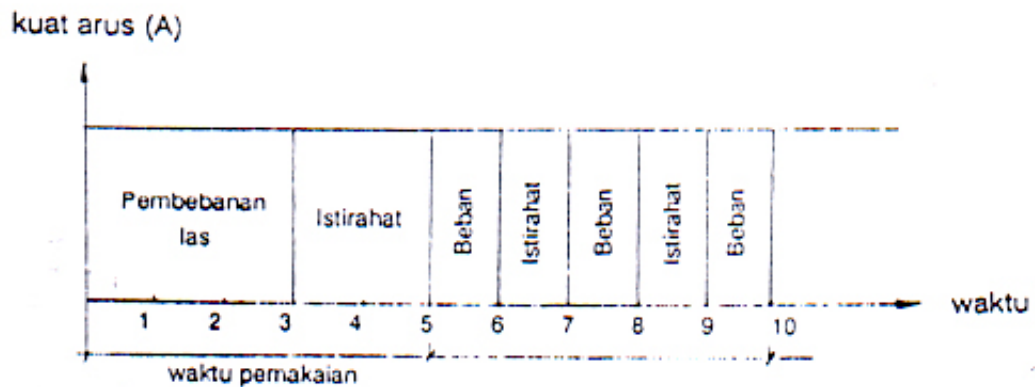
Pembebanan las berkala ialah :

Pemakaian las secara terputus-putus, di mana beban las dinyatakan dalam satuan waktu.

Contoh : Pemakaian las 60% artinya :

Waktu keseluruhan yang diperbolehkan untuk mengelas ialah _____ menit, sedangkan selebihnya ialah waktu istirahat.

Penggunaan kuat arus pengelasan di sini boleh _____ dari pembebanan las kontinu.



Pemakaian bebas las 35% artinya :

$$\text{Waktu pemakaian las} = \text{_____} \text{ menit}$$

$$\text{Waktu istirahat} = \text{_____} \text{ menit}$$

I. Berilah tanda silang pada jawaban yang saudara anggap benar.

1. Berapakah panjang busur normal untuk pengelasan dengan elektrode selubung rutil, bila dibandingkan dengan diameter kawat inti ?
 - a. 0,5 x diameter kawat inti
 - b. 1,0 x diameter kawat inti
 - c. 1,5 x diameter kawat inti
 - d. 2,0 x diameter kawat inti

2. Pada las busur listrik dengan elektrode, diameter statis yang kita pakai adalah....
 - a. Rata menurun
 - b. Kurva menurun
 - c. Rata mendaki
 - d. Kurva mendaki

3. Pada posisi pengelasan yang sulit, terpaksa kita membuat jarak busur menjadi panjang apa pengaruhnya terhadap tegangan kerja bila dibandingkan dengan busur normal ?
 - a. Tegangan menurun
 - b. Tegangan naik
 - c. Tegangan tetap
 - d. Tegangan menjadi nol

4. Apa usaha saudara untuk mengatasi pembelokkan busur listrik....
 - a. Mengelas dengan pole +
 - b. Mengelas dengan pole -
 - c. Dengan busur listrik panjang
 - d. Mengubah sudut elektrodanya

5. Bagaimana saudara mengelas pada tempat - tempat yang ada las ikatnya ?
 - a. Mengelasnya dipercepat, supaya las ikat sedikit mencair
 - b. Las cair harus sama sekali dicairkan selama pengelasan
 - c. Mengelasnya hanya sampai las ikat, lantas dihentikan dan dilanjutkan pada ujung las ikat yang lainnya
 - d. Pada tempat las ikat pengelasannya diteruskan, walaupun hasil kampuh lasan meninggi

II. Buatlah urut - urutan pernyataan di bawah ini.

Dalam menyalakan busur listrik pada las busur listrik dengan elektroda adalah sebagai berikut :

- a. Mengangkat elektroda
- b. Arus mengalir
- c. Benda kerja dan elektroda meleleh
- d. Elektroda menyentuh benda kerja
- e. Terjadi busur listrik

3.1 BAJA

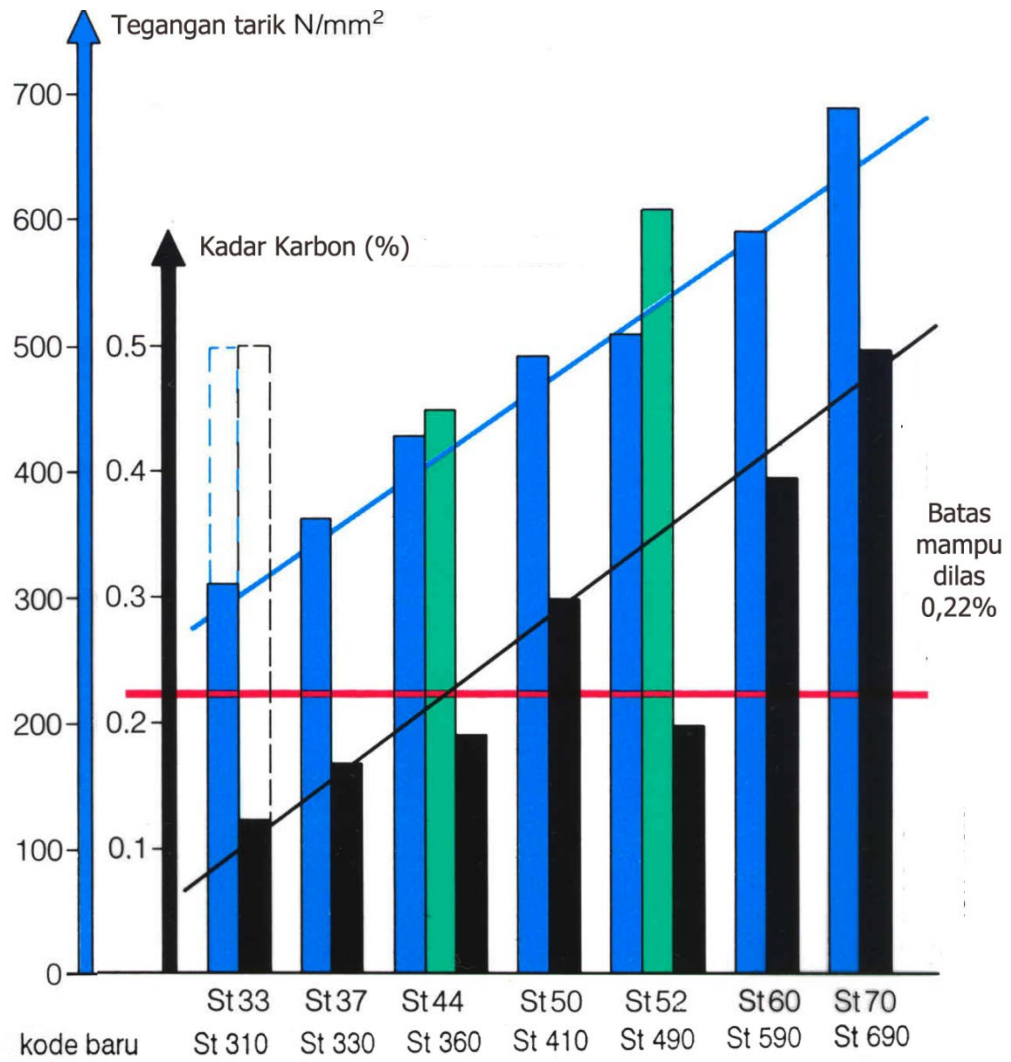
Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dengan _____ (___) masih ditambah unsur-unsur paduan lainnya, misalnya Si, Mn, Mo, Cr dan lain-lain.

a. Pembagian Baja menurut DIN 17100

Kode Baja	Batas patah tarik (N/mm ²)	Kadar karbon rata - rata (%)	Pengelompokan Baja		
			1 U/R	2 U/R	3 R/R
St 33	310	-	x	x	
St 34	330	0,14	x	x	
St 37	360	0,17	x	x	x
St 42	410	0,25	x	x	x
St 44	430	0,20 + Mn			x
St 52	510	0,20 + Mn			x
St 50	490	0,30	x	x	
St 60	590	0,40	x	x	
St 70	690	0,50		x	

Jenis Penuangan	U atau R	U atau R	RR
Elemen-elemen penyebab material rapuh	tinggi	agak tinggi	Sedikit N tersenyawa pada Al
Keuletan	_____	_____	_____
Kemampuan di las	_____	_____	_____
Kemampuan dibebani	rendah	lebih tinggi	tinggi

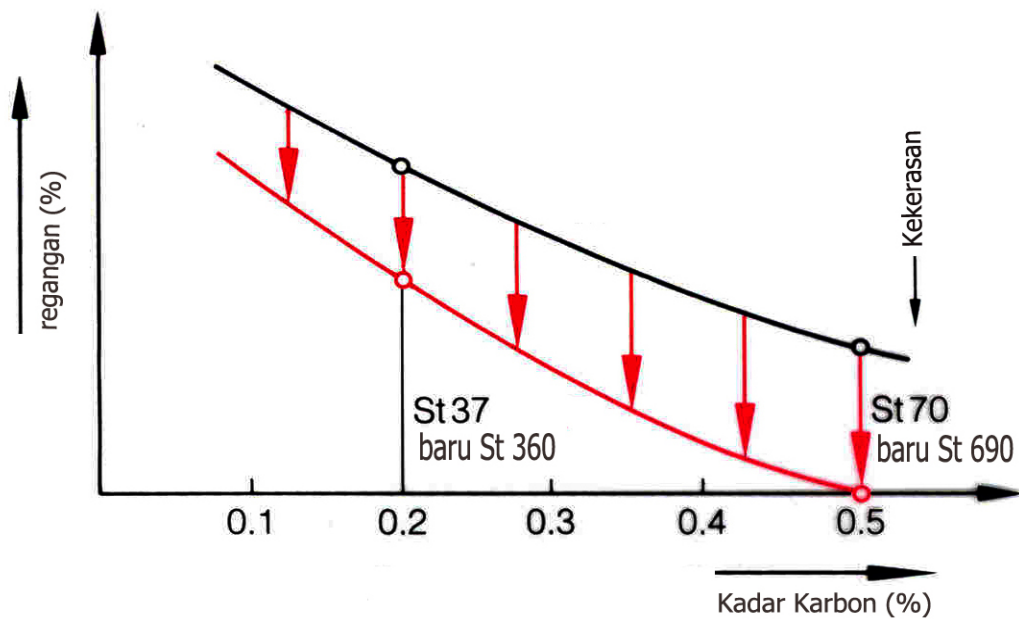
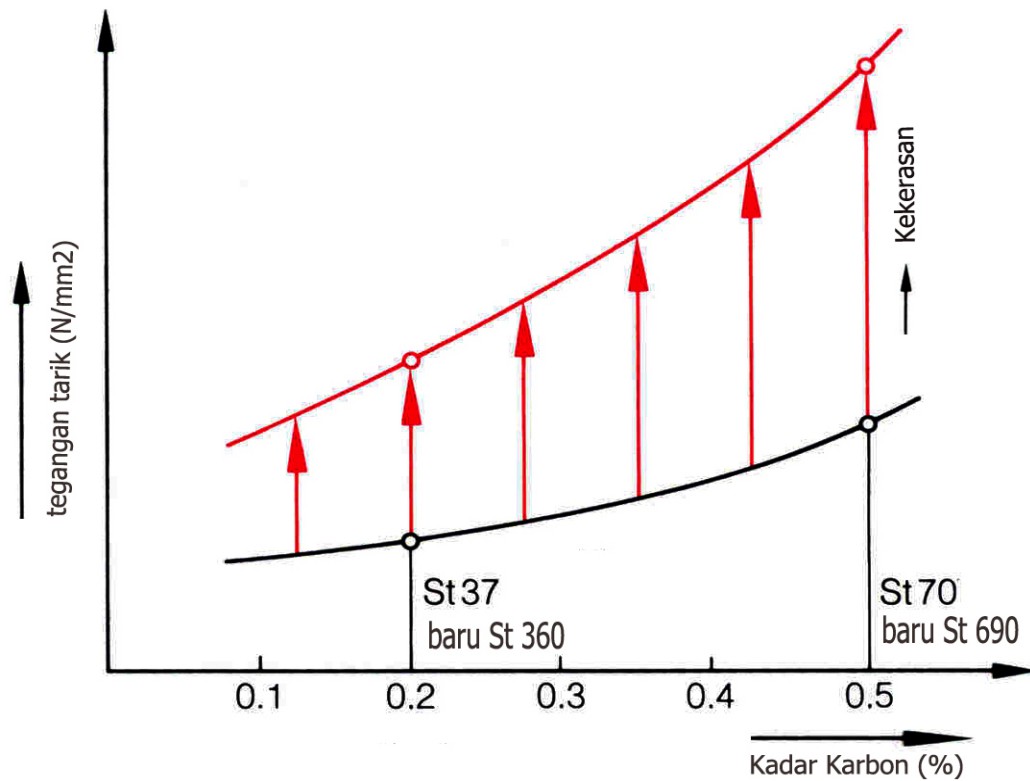
b. Prasyarat untuk Pengelasan Normal



Baja-baja menurut DIN 17100 dalam pengelasan mendapat perlakuan normal adalah

Baja-baja menurut DIN 17100 dalam pengelasan mendapat perlakuan khusus adalah

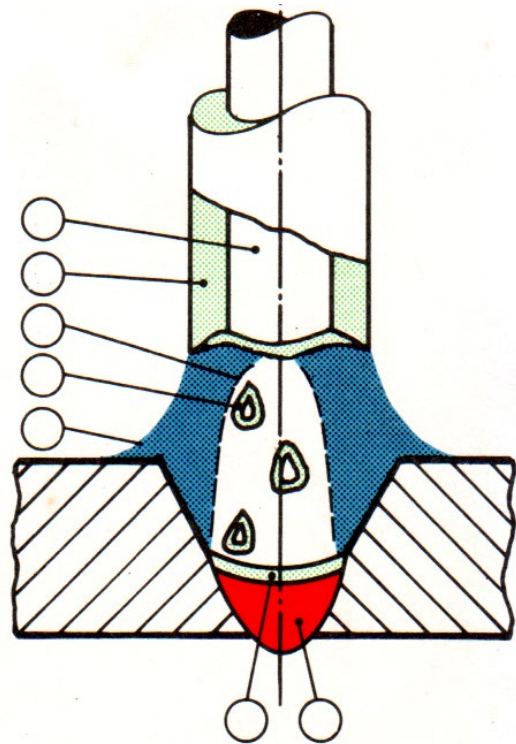
c. Pengaruh kadar karbon terhadap sifat logam dan pengelasan



Dari gambar di atas di mengerti bahwa bertambahnya kadar karbon di dalam baja menyebabkan naiknya batas patah tarik dan _____ kekerasannya, serta sekaligus _____ keuletannya

3.2 Bahan Tambah (Elektroda Batang)

1. Kawat inti
2. Selubung elektroda
3. Busur Las
4. Pemindahan logam
5. Gas pelindung
6. Terak
7. Kampuh las



Fungsi Elektroda

Elektroda yang berfungsi sebagai bahan tambahan untuk berbagai keperluan pengelasan logam dikelompokkan, antara lain :

- Elektroda untuk baja lunak (mild steel)
- Elektroda untuk baja tegangan tinggi (high tensile steel)
- Elektroda untuk baja paduan rendah (low alloy steel)
- Elektroda untuk besi tuang (cast steel)
- Elektroda untuk baja tahan karat (stainless steel)
- Elektroda untuk permukaan keras (hard facing)
- Elektroda untuk pemotongan (gouging)
- Elektroda untuk problem steel

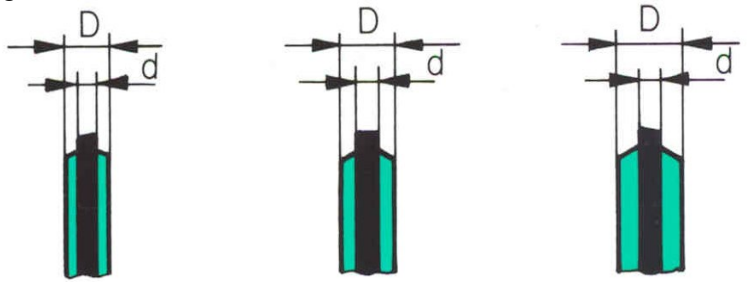
Di samping itu elektroda tersebut dapat pula memiliki sifat khusus, yaitu :

- Tahan beban kejut (impact)
- Tahan kikisan (abrasion), misalnya intermetallic, heavy soil, heavy impact
- Tahan beban kejut dan kikisan (impact abrasion)

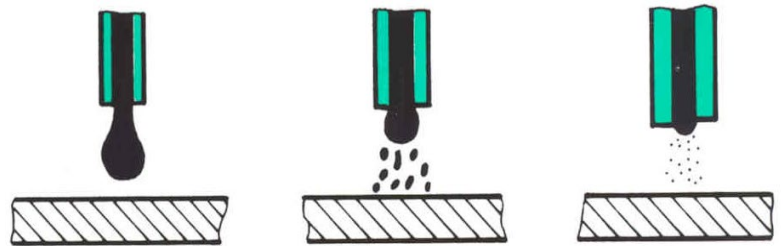
3.2.1 Pengelompokkan Elektroda menurut Jenisnya :

- a. Elektroda tak berselubung
- b. Elektroda berselubung
 - Tipis
 - Sedang/menengah
 - Tebal

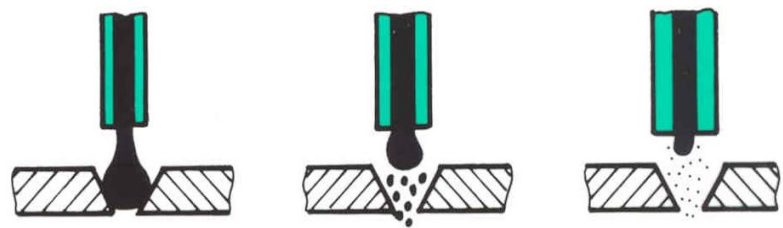
Ketebalan selubung



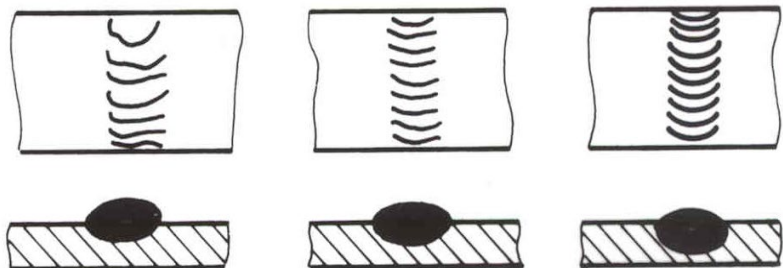
Pemindahan logam



Homogenitas



Tampak rigi-rigi las



Penetrasi



3.2.2 Jenis dan Fungsi Selubung Elektroda

Pembagian jenis selubung elektroda las

- a. Menurut DIN 1913
 - Rutil (R)
 - Cellulose (C)
 - Asam (A)
 - Basa (B)

- b. Menurut American Welding Society (AWS)
 - Organik
 - Rutil
 - Low Hydrogen
 - Mineral

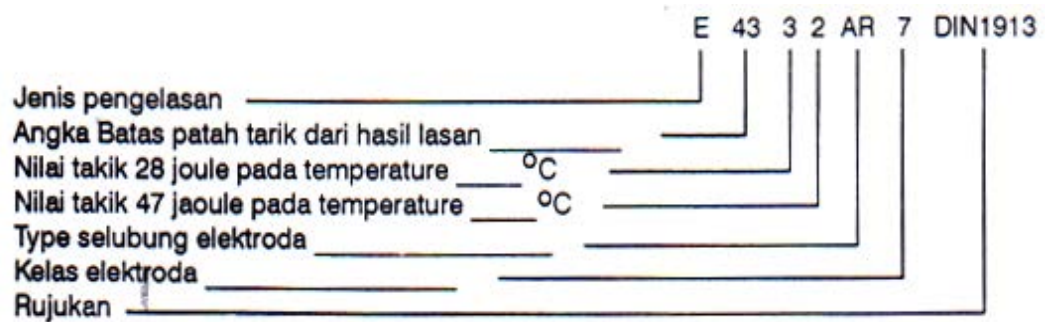
Fungsi selubung elektroda ialah :

1. _____ busur listrinya.
2. Melindungi hasil lasan dari masuknya _____ dan _____ dari udara.
3. Membentuk _____ yang berfungsi melambatkan pendinginan sehingga hasil lasan memiliki sifat mekanis yang baik.
4. Memudahkan penyelaan busur listriknya.
5. Menambah _____ dan paduannya sehingga hasil lasan memiliki sifat khusus (misal: keras, tahan beban kejut, dan lain-lain).
6. Sebagai isolator

3.2.3 Klasifikasi Elektroda menurut DIN 1913 :

Kelas Elektroda	Type Selubung Elektroda	Tebal Selubung Elektroda	Posisi Pengelasan	
1	A1	_____	1	
2	A2 R2			
3	R3	_____	2	
	R(C)3		1	
4	C4	_____	2	
5	A5		2	
6	RR6		1	
	RR(C)6		2	
7	AR7		_____	2
	RR(B)7			
8	RR8	_____	1	
	RR(B)8			
9	B9	_____	2	
	B(R)9		1	
10	B10	_____	2	
	B(R)10		4	
11	RR11	_____	4	
	AR11			
12	B12	_____	4	
	B(R)12			

3.2.4 Kode Elektroda Las menurut DIN 1913 :



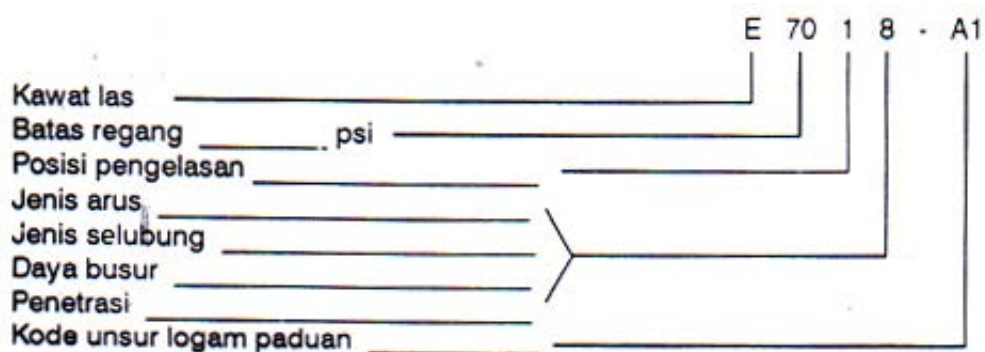
a. Tabel angka batas patah tarik, batas patah tarik, dan batas mulur pada temperatur kamar

Angka Batas patah tarik	Batas patah tarik (N/mm ²)	Batas mulur (N/mm ²)
43	430 ... 550	360
51	510 ... 650	380

b. Tabel nilai takik dan pemuaian

Angka pertama Nilai takik Pada 28 Joule	Angka kedua Nilai takik Pada 47 Joule	Temperature Pengujian (°C)	Pemuaian
0	0	Tidak ada jaminan	
1	1	+20	
2	2	0	
3	3	-20	22
4	4	-30	24
5	5	-40	

3.2.5 Kode Elektroda Las menurut AWS atau ASTM :



a. Arti Angka-angka Kode Elektroda menurut AWS atau ASTM

Angka	Arti	Contoh
a. Dua atau tiga angka pertama	Batas patah tarik minimum dalam ribuan psi atau ketahanan terhadap tekanan (stress relief)	E.60XX = minimum 60.000 psi E.110XX = minimum 110.000 psi
b. Angka pertama dari dua angka terakhir	Posisi pengelasan yang diperbolehkan	E.XXIX = Semua Posisi E.XX2X = Horizontal Dinding Dan Horizontal Lantai E.XX3X = Horizontal LANTAI
c. Angka kedua dari dua angka terakhir	Jenis arus las, jenis selubung, busur, penetrasi dan kadar bubuk besi yang terkandung di dalam selubung	Lihat tabel berikut :

b. Arti angka kedua dari dua angka terakhir pada kode las menurut AWS

Angka terakhir	Jenis Arus Las	Jenis Selubung	Daya Busur	Penetrasi	Kadar Bubuk besi (%)
0	(a)	(b)	Kuat	(c)	0 10
1	AC atau DCRP	Organik	Kuat	Dalam	Tanpa
2	AC atau DC	Rutile	Sedang	Sedang	0 10
3	AC atau DC	Rutile	Lemah	Dangkal	0 10
4	AC atau DC	Rutile	Lemah	Dangkal	30 50
5	DCRP	Low hydrogen	Sedang	Sedang	Tanpa
6	AC atau DCRP	Low hydroge	Sedang	Sedang	Tanpa
7	AC atau DC	Mineral	Lemah	Sedang	50
8	AC atau DC	Low hidrogen	Sedang	Sedang	30 50

Pada kode elektroda untuk baja paduan (alloy steel), kode dasar (yang terdiri dari empat atau lima angka) biasanya diikuti dengan kode tambahan berupa huruf, misal : A1, B1, B2 dan lain-lain. Kode tambahan ini digunakan untuk menyatakan unsur-unsur logam paduan yang terkandung.

c. Arti unsur logam paduan pada kode elektroda las menurut AWS

Kode tambahan	Kadar unsur paduan (%)				
	Mo	Cr	Ni	Mn	Va
A1	0,5				
B1	0,5	0,5			
B2	0,5	1,25			
B3	1,0	2,25			
B4	0,5	2,0			
C1			2,5		
C2			3,5		
C3			1,0		
D1	0,3			1,5	
D2	0,3			1,75	
G	0,2	0,3	0,5	0,1	0,1

3.2.6 Type dan sifat selubung elektroda pada Baja Karbon Acc JIS X 3211

Klasi fikasi	Type selubung	Posisi las	Type arus	Pengujian patah tarik			Pengujian takik	
				Kekuatan Tarik (N/mm) ² min	Batas Mulur (N/mm ²) min	Muai Panjang (%)	Temp (t°)	Nilai Takik (J) Min.
D4301	Ilmenite	F,V,O,H	AC/DC(-)	420	345	22	0	47
D4303	Lime Titania	F,V,O,H	AC/DC(-)	420	345	22	0	27
D4311	High Cellulose	F,V,O,H	AC/DC(-)	420	345	22	0	27
D4313	High Titanium Oxide (Rutile)	F,V,O,H	AC/DC(-)	420	345	17	-	-
D4316	Low Hydrogen	F,V,O,H	AC/DC(+)	420	345	22	0	47
D4324	Iron Powder Titanium Oxide (Rutile)	F,H	AC/DC(-)	420	345	17	-	-
D4326	Iron Powder low Hydrogen	F,H	AC/DC(+)	420	345	22	0	47
D4327	Iron Powder iron Oxide	F	AC/DC(-)	420	345	22	0	27
D4327	Iron Powder Iron Oxide	H	AC/DC(-)	420	345	22	0	27
D4340	Special	F,V,O,H	AC/DC(-)	420	345	22	0	27

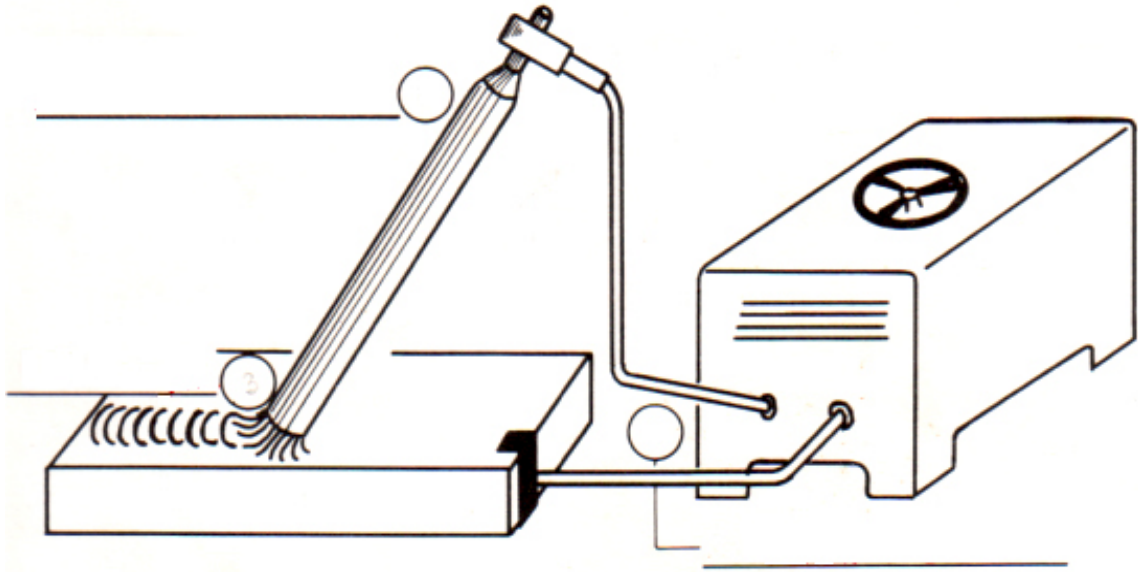
The Type of electrode is Designation **D 43 16**

Keterangan

Sehubungan dengan perubahan standard dr nasional (local) menuju standard International (ISO), maka Perubahan standard dr bahan / bahan tambah mengalami perubahan menjadi :

Bahan tambah	Standard negara(local)	Standar Federasi las	International Standard
Elektrode	Jerman (DIN)	Europa Norm(EN)	worldwide standarisasi (ISO)
Low alloy steel	E 4342 AR 7 DIN 1913	EN.E 2320 Rc 21 H5	ISO.2560 E 46 6 Mn1Ni B 32 H5

4. KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA



Penyebab	Yang timbul		Akibat
1. Aliran Listrik	Sengatan Listrik	Tak mematikan	Electric shock lewat jantung terbakar
		Mematikan	
2. Elektroda	Asap	Beracun	Keracunan
		Tak beracun	
		Tampak	Keracunan
		Tak tampak	
3. Busur Listrik	Gas	Tampak	Keracunan
		Tak tampak	

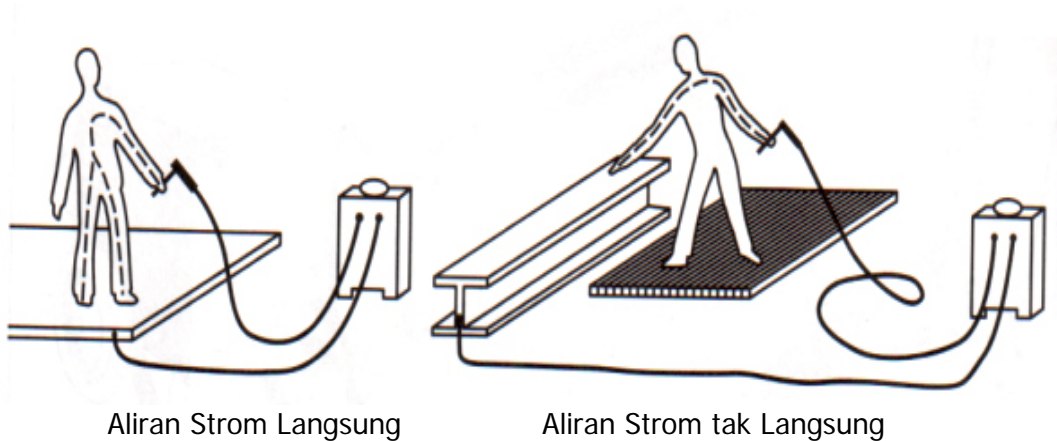
4.1 Bahaya Listrik dan Pengaruhnya

Rangkaian listrik pengelasan tersusun dari pemegang elektroda, elektroda, benda kerja, kabel massa, dan mesin las.

Contoh : yang tergambar di bawah ini menunjukkan daerah/lokasi titik kritis, kerugian/kehilangan energi terjadi di daerah-daerah kritis ini.

Bahaya dari strom listrik

Penyebab : Aliran _____. Melalui tubuh manusia
Jalannya aliran strom pada tubuh manusia.



Titik-titik singgung aliran strom pengelasan sebagai berikut :

- a. Pada klem dari pemegang elektroda
- b. Elektroda yang terjepit
- c. Nozzle bagian depan dan kawat pada kabel las
- d. Bagian yang tak terisolasi dan tempat pada kabel las

Pengaruh : Bila aliran strom _____ memasuki tubuh manusia, akan terjadi sebagai berikut :

1. Kram otot
2. Gangguan ritmis jantung
3. Serangan jantung atau keadaan yang dapat mengarah pada kematian

Usaha-usaha mengatasi :

1. Tegangan kosong mesin yang diijinkan (____) Volt
2. Gunakan sarung tangan
3. Gunakan peralatan _____ tubuh
4. Gunakan _____ dari karet pelindung yang baik

4.2 Bahaya Cahaya dan Sinar

Loncatan busur listrik menghasilkan sinar terang yang sangat menyilaukan. Sangat terangnya sinar ini disebabkan oleh temperatur yang sangat tinggi dari busur listrik, yaitu temperatur inti panas (plasma) yang tingginya sekitar 1200°C. Sinar terang ini sangat intensif terhadap anggota tubuh manusia. Di samping itu busur listrik juga menghasilkan dia jenis gelombang sinar, yaitu :

- a. Gelombang sinar _____
Sinar ini adalah sinar ultra violet yang tidak tampak, dapat membakar kulit (merusak jaringan kulit), dan menyebabkan radang mata.
- b. Gelombang sinar _____
Sinar ini adalah sinar infra merah yang juga termasuk sinar panas. Apabila mata terlalu lama terkena sinar ini, mata akan menjadi merah (beleken).

Usaha untuk mengatasi bahaya cahaya dan sinar :

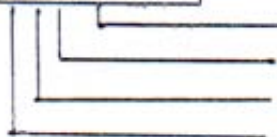
- a. Menggunakan pelindung mata/filter sekaligus maskernya.
- b. Memakai _____ guna melindungi kulit dan tubuh, serta sarung tangan guna melindungi tangan
- c. Tempat kerja las sebaiknya juga diberi tirai (screen) agar orang lain juga terhidar dari bahaya.

Tingkat-tingkat kaca pelindung Acc DIN EN 169

Pembantu			Gas			MMA			WIG/TIG/MAG					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15

Las Oxy-Acetylen (Gas)

5 A | I 66 CE



Lokasi Sertifikasi (eropa)
Klas optis
Fabrikasi
Tingkat perlindungan

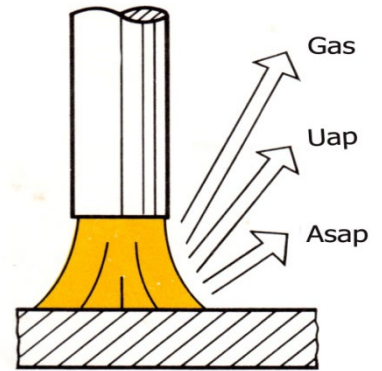
Las Busur Listrik (MMA)

9 A 1 DIN 198 CE

4.3 Bahaya Gas, Asap dan Uap

Pada las Busur Mauul (MMA) biasanya bahaya banyak berasal dari gas, asap dan debu

- a/i : Gas nitrogen - Nitrogen monoksida (Nox)
- Gas karbon - Karbon monoksida (Cox) dll.
- Asap - dari pembakaran baja & selubung
- Uap - dari kelembaban udara dan batang selubung elektroda



No	Usaha untuk mengatasi	Contoh Pemakaian,
1	-	- Bebas alami : jendela ,pintu. - teknis : Ventilator masinal.
2	-	- lihat sketsa dibawah ini
3	-	- Peralatan stasioner : Kap - peralatan yang bergerak : belalai penyedot
4	-Masker Udara.	



Salah
(mulut dan hidung pada asap las)



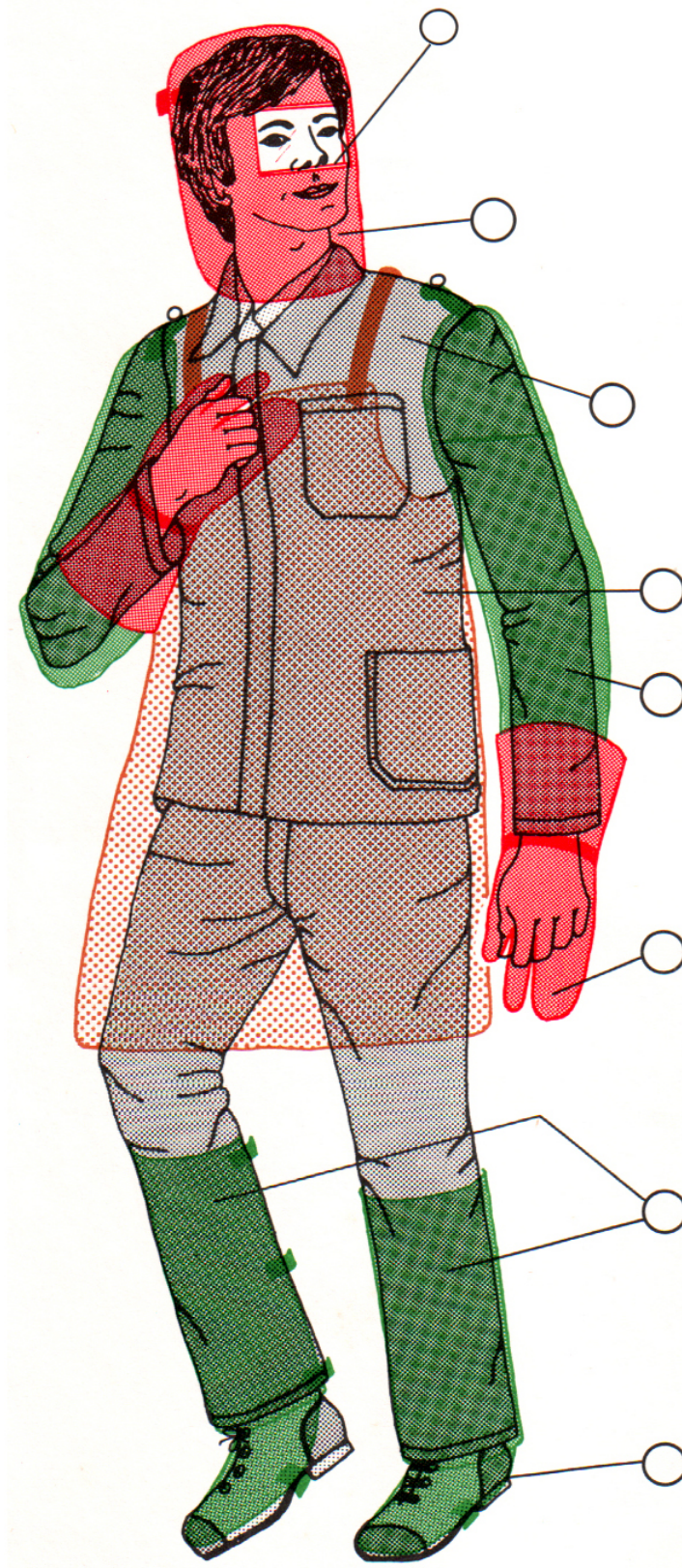
Benar.....
(lokasi pengelasan di sisi/setinggi dada)

Untuk gas-gas berbahaya berlaku ambang batas

MAK = Konsentrasi tempat kerja yang maksimum

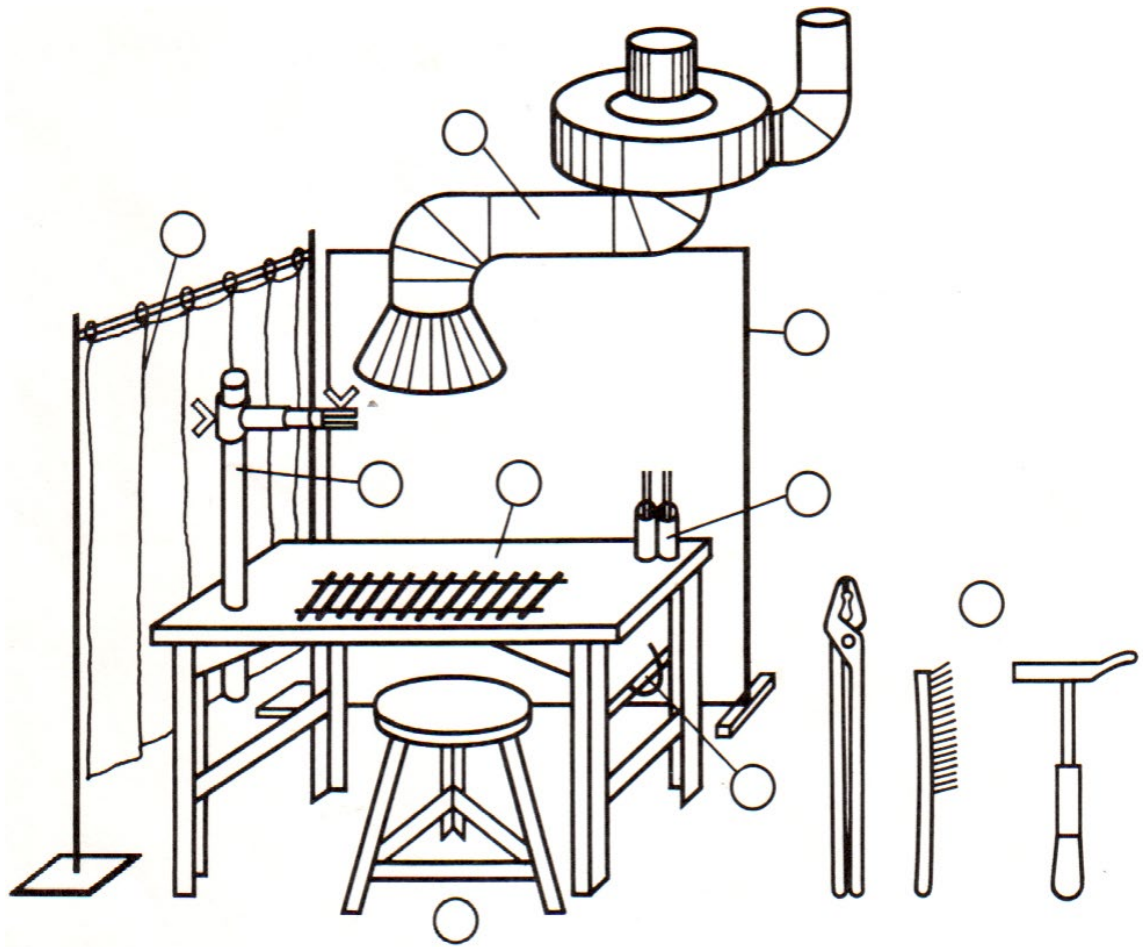
TRK = Konsentrasi teknis yang terarah

4.4 Sarana Perlindungan Tubuh



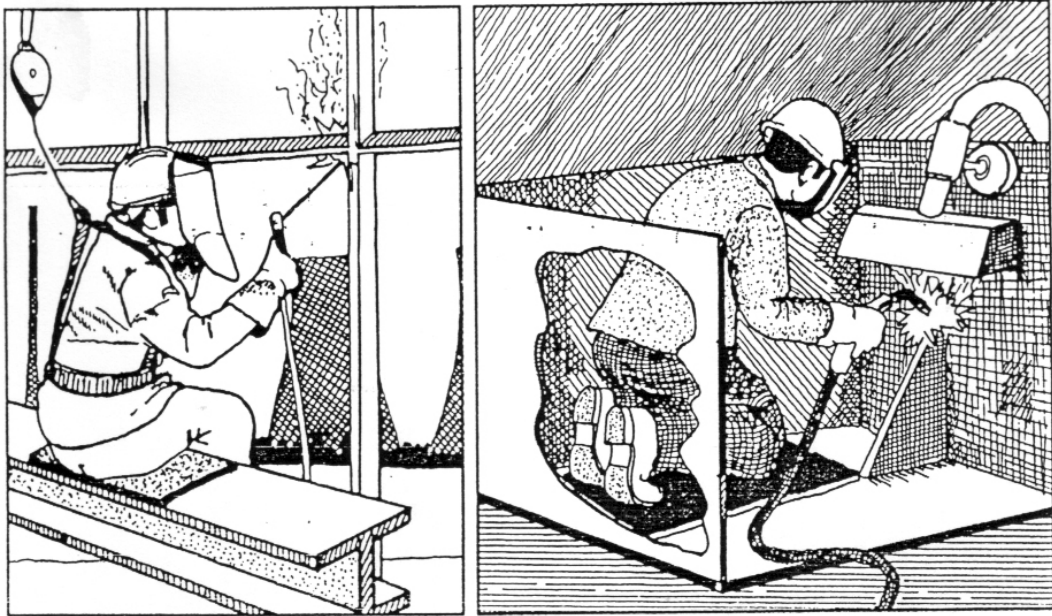
1. Pakaian kerja las
2. Apron (celemek)
3. Pelindung lengan
4. Sarung tangan
5. Pelindung kaki
6. Sepatu kerja
7. Masker (topeng)
8. Kaca las

4.5 Tempat Kerja



- 9.1 Klem las
- 9.2 Penghisap udara
- 9.3 Meja las
- 9.4 Tirai penutup
- 9.5 Alat bantu
- 9.6 Kursi kerja
- 9.7 Penggantungan brander atau kabel
- 9.8 Kotak/tabung elektroda

4.6 Peningkatan Keadaan Berbahaya pada Listrik



- Penyebab :
1. Persiapan antara _____ dengan bagian tubuh yang tidak terlindungi. (misalnya : jongkok, duduk, terlentang dll)
 2. _____ antara bagian konstruksi dengan listrik lebih kecil dari 2 meter. (singgungan yang kebetulan)
 4. Basah, lembab atau tempat kerja yang panas akan meningkatkan bahaya _____

Pengaruh : Tubuh teraliri strom listrik

Usaha-usaha untuk mengatasi :

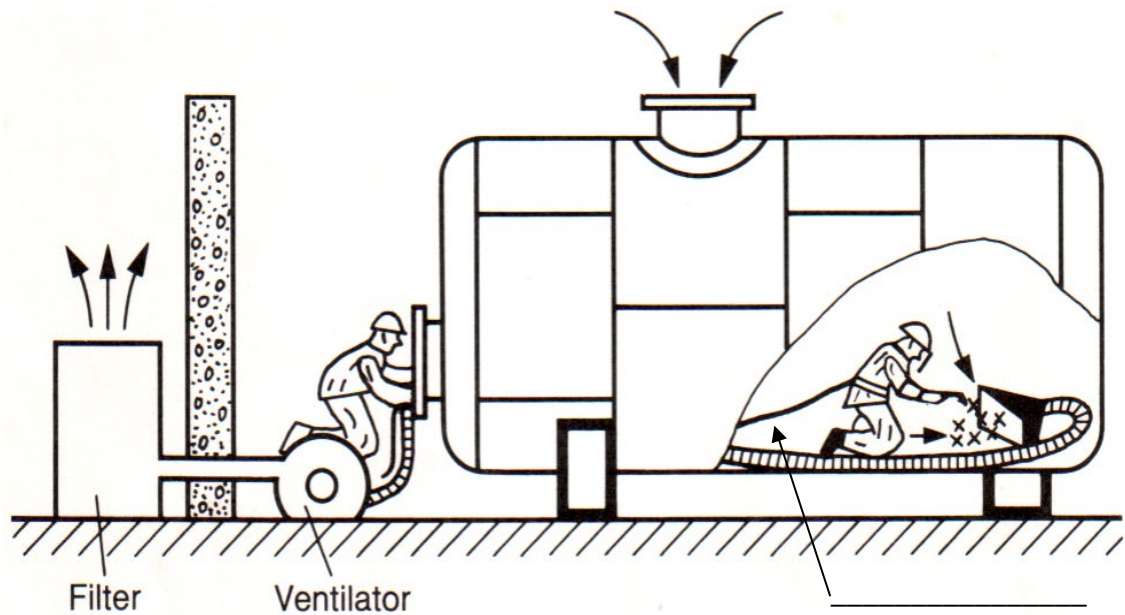
1. Gunakan mesin las dengan tanda / kode sebagai berikut :

S (atau **K** atau **42V**)

2. Gunakan isolator (misal : karet pelindung)
3. Mesin las jangan ditaruh di ruangan yang sempit
4. Perlindungan tubuh

4.7 Keselamatan Kerja pada Ruang Kerja yang Sempit

Keselamatan kerja pada pengelasan dan pemotongan di dalam tangki (ruang sempit)



Usaha-usaha untuk menghindari kecelakaan :

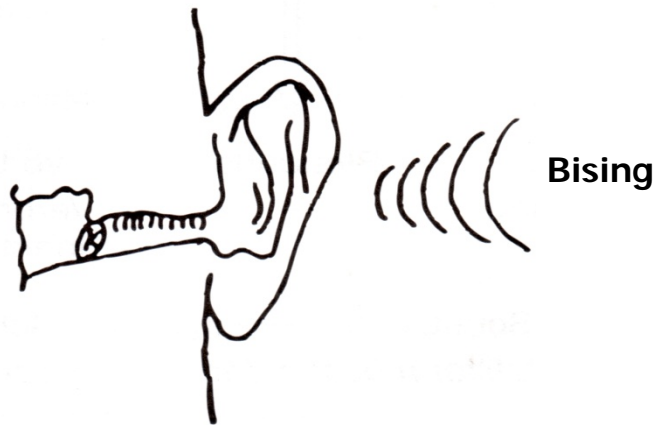
- Pakaian _____ dengan sistem sedot
- Bekerja dengan _____ sebagai pembantu dalam hal keselamatan kerja
- Gunakan penerangan dan mesin las listrik dengan tegangan maksimum ____ Volt
- Jauhkan alat-alat kerja dari tangki pada waktu istirahat.

4.8 Bahaya Bising

Penyebab : Peralatan dalam teknologi las menimbulkan bising

- a. Peralatan pemotong
- b. Mesin las plasma
- c. Brander las yang berlubang besar
- d. _____
- e. _____
- f. Trafo las

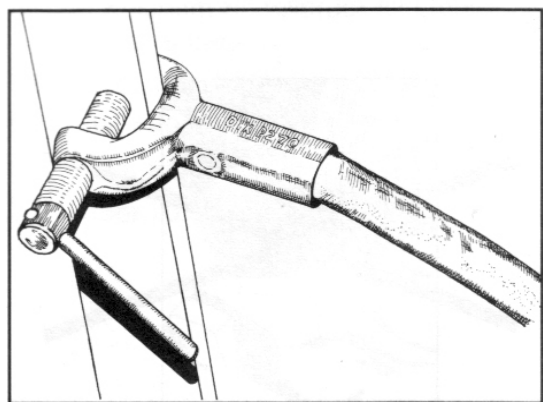
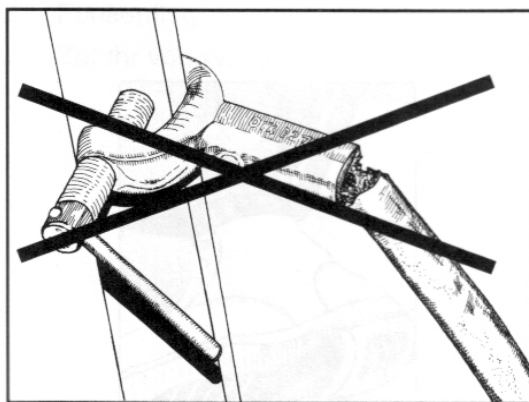
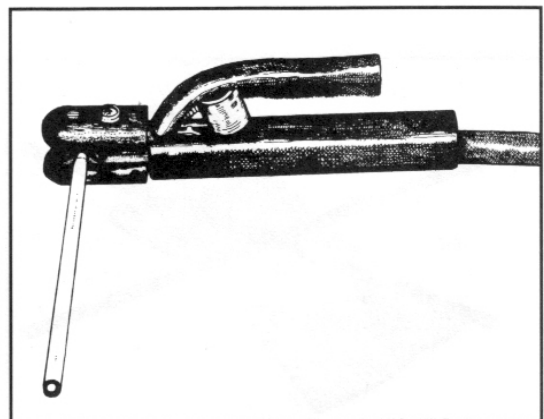
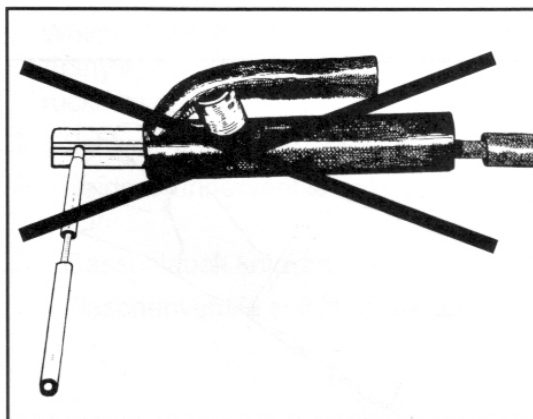
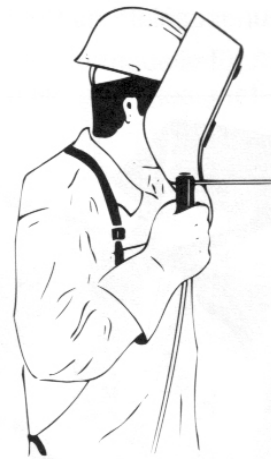
Pengaruh : Dapat _____ merusak telinga, bising dapat merusak sistem syaraf manusia.



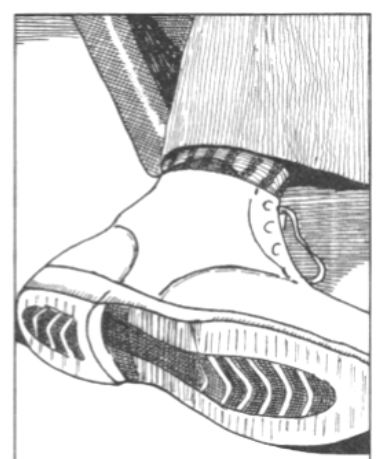
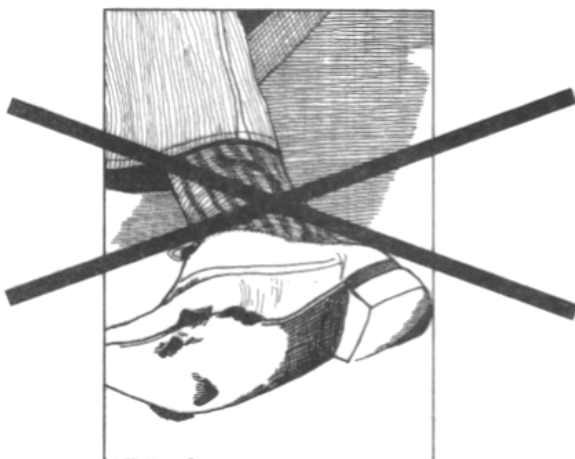
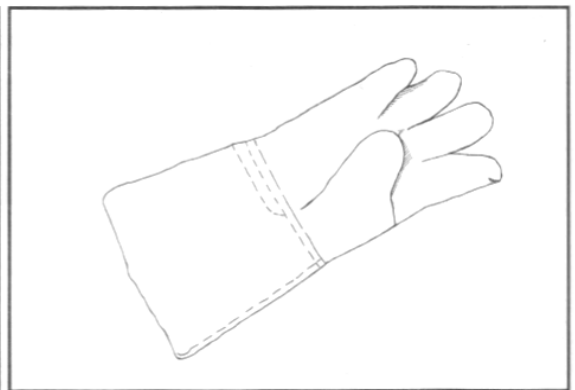
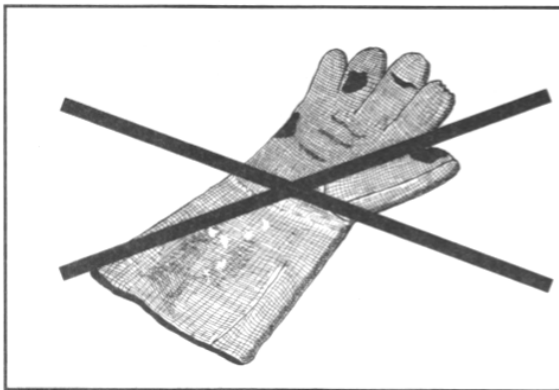
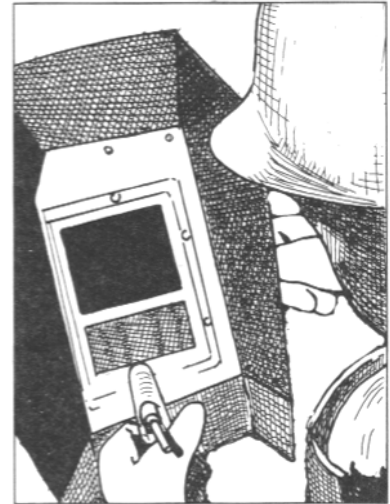
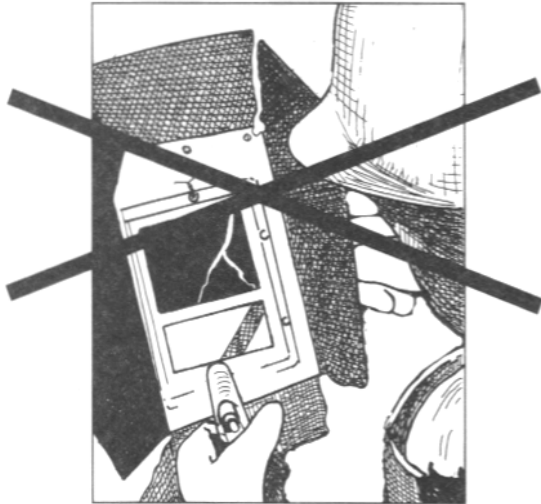
Usaha untuk mengatasi pemilihan peralatan dengan tingkat kebisingan yang rendah

- a. Misal : Plasma potong dalam air, brander las dengan lubang banyak
- b. Peredam suara pada pusat kebisingan, misal : kabin dengan peredam suara
- c. Gunakan pelindung telinga di atas 85 dB
- d. Kapas telinga
- e. Penutup telinga
- f. Perlindungan telinga

4.9 Kesalahan Penanganan Alat dan Peralatan



Kesalahan Penanganan Alat dan Peralatan



Berilah tanda silang pada jawaban yang Saudara anggap benar !

1. Apakah tanda/kode dari mesin las arus searah tersebut, terjamin dari bahaya sengatan listrik, bila dipakai untuk pengelasan di ruang yang sempit dan panas ?
 - a. 42 Volt
 - b.
 - c. **K**
 - d. %

2. Demikian pula pernyataan tersebut di atas untuk las trafo.....
 - a. 42 Volt
 - b.
 - c. **K**
 - d. %

3. Berapakah tegangan kosong yang diijinkan untuk mesin-mesin las arus searah....
 - a. 42 Volt
 - b. 60 Volt
 - c. 70 Volt
 - d. 100 Volt

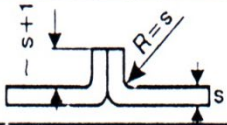

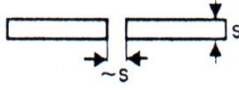

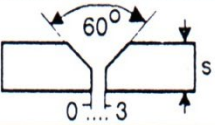

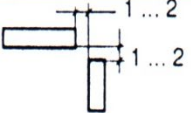

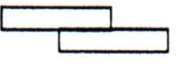



4. Berapakah tegangan kosong yang diijinkan untuk mesin-mesin las trafo
 - a. 42 Volt
 - b. 60 Volt
 - c. 70 Volt
 - d. 100 Volt

5. Berapakah tegangan kosong yang diijinkan untuk mesin-mesin las umformer/ generator
 - a. 42 Volt
 - b. 60 Volt
 - c. 70 Volt
 - d. 100 Volt

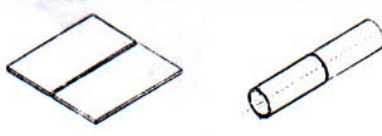
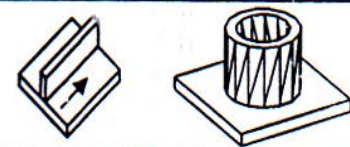
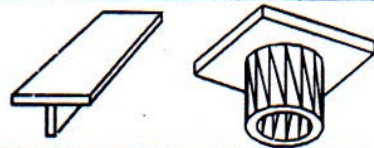


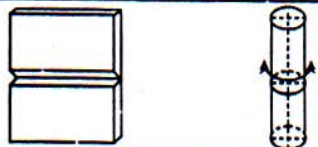
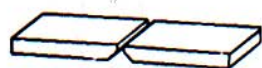


6. Mengapa welder (tukang las) tidak diperkenankan memakai sepatu yang bermetal pada saat pengelasan ?
 - a. Untuk melindungi kulit dari bahaya sinar
 - b. Supaya elektroda tidak menjadi lembab
 - c. Bahaya stroom listrik pada saat mengganti elektroda
 - d. Melindungi diri pada saat bersingungan dengan pemegang (handle) elektroda

7. Sebutkan jenis sinar yang tidak ditimbulkan oleh pengelasan busur listrik....
 - a. Sinar ultra violet
 - b. Sinar rontgen
 - c. Sinar infra merah
 - d. Sinar panas

5.1 Bentuk Penampang dan Nama Kampuh Las

Tebal plat ____ s/d _____, mm	Bentuk penampang	Nama/sebutan Kampuh	Simbol
↓ 2 mm ↑		_____	
Pengelasan satu sisi ↓ 4 mm ↑		_____	
Pengelasan dua sisi ↓ 1.0 8 ↑			
dua sisi s/d 40 ↓ 3 mm 10 ↑		Kampuh V	
↓ 1.0 8 ↑			
↓ 1.0 8 ↑			
↓ 1.0 8 ↑			

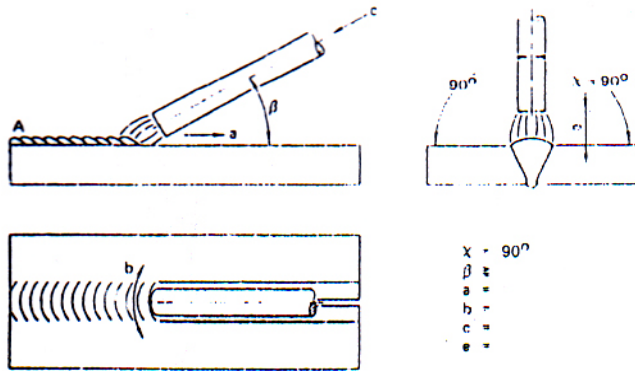
5.2 Posisi Pengelasan

Sketsa	Nama Posisi	Tanda
	Mendatar	
	Horisontal	
	Horisontal di atas kepala	
	Vertikal naik	
	Vertikal turun	
	Mendatar tegak/ Melintang	
	Di atas kepala	
	Vertikal naik 45° (Sumbu miring 45°)	
	Vertikal turun 45° (Sumbu miring 45°)	

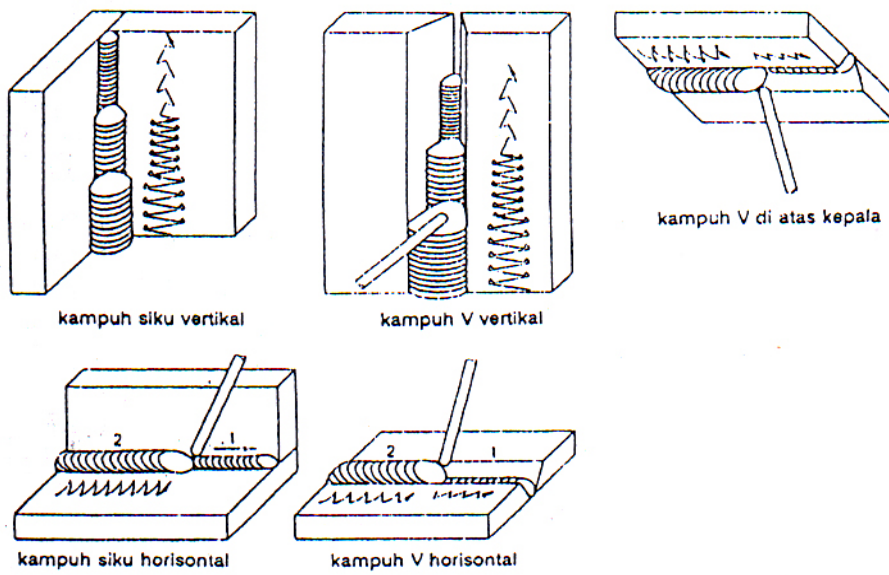
5.3 Teknik Pengelasan

Cara-cara penggerakan elektroda sewaktu mengelas, baik ada posisi mendatar, horizontal, vertikal maupun di atas kepala :

- Tarik lurus
- Goyang (zig-zag)
- Gabungan tarik lurus dan goyang

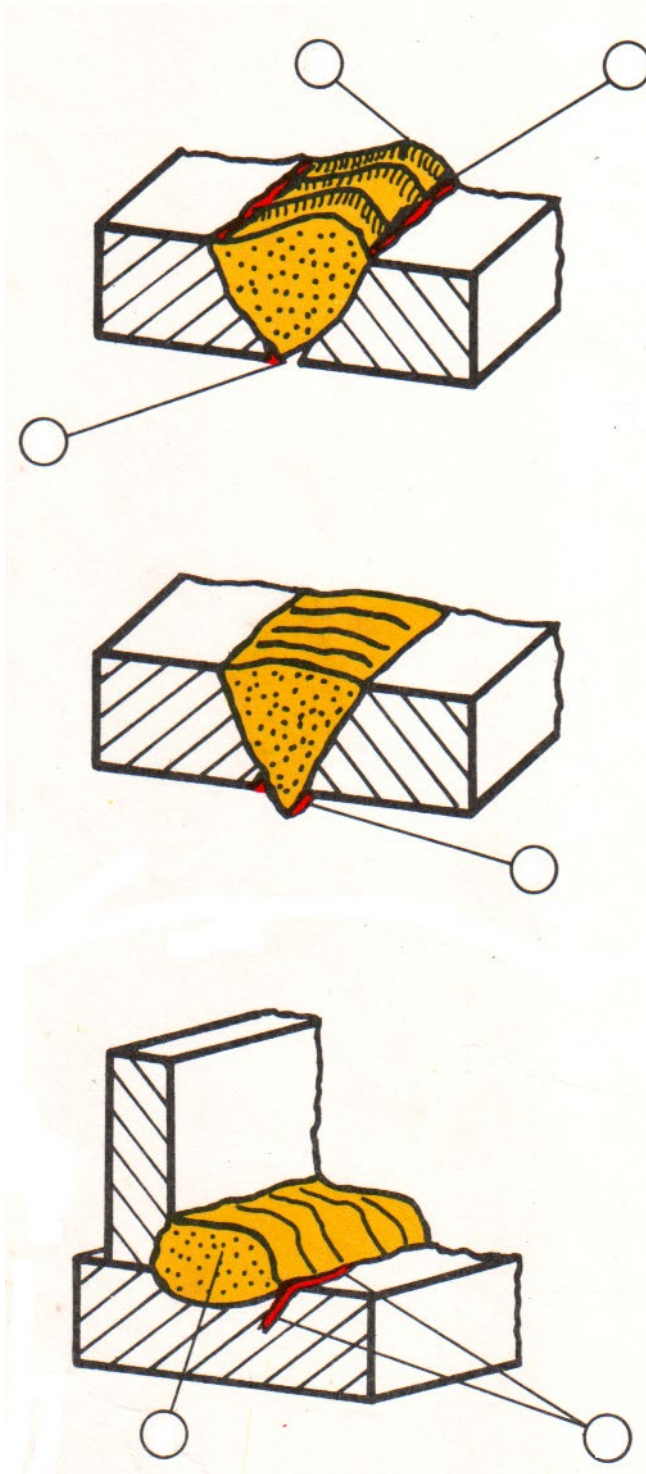


Sudut Arah Memanjang 90°
 Sudut Arah Melintang 90°



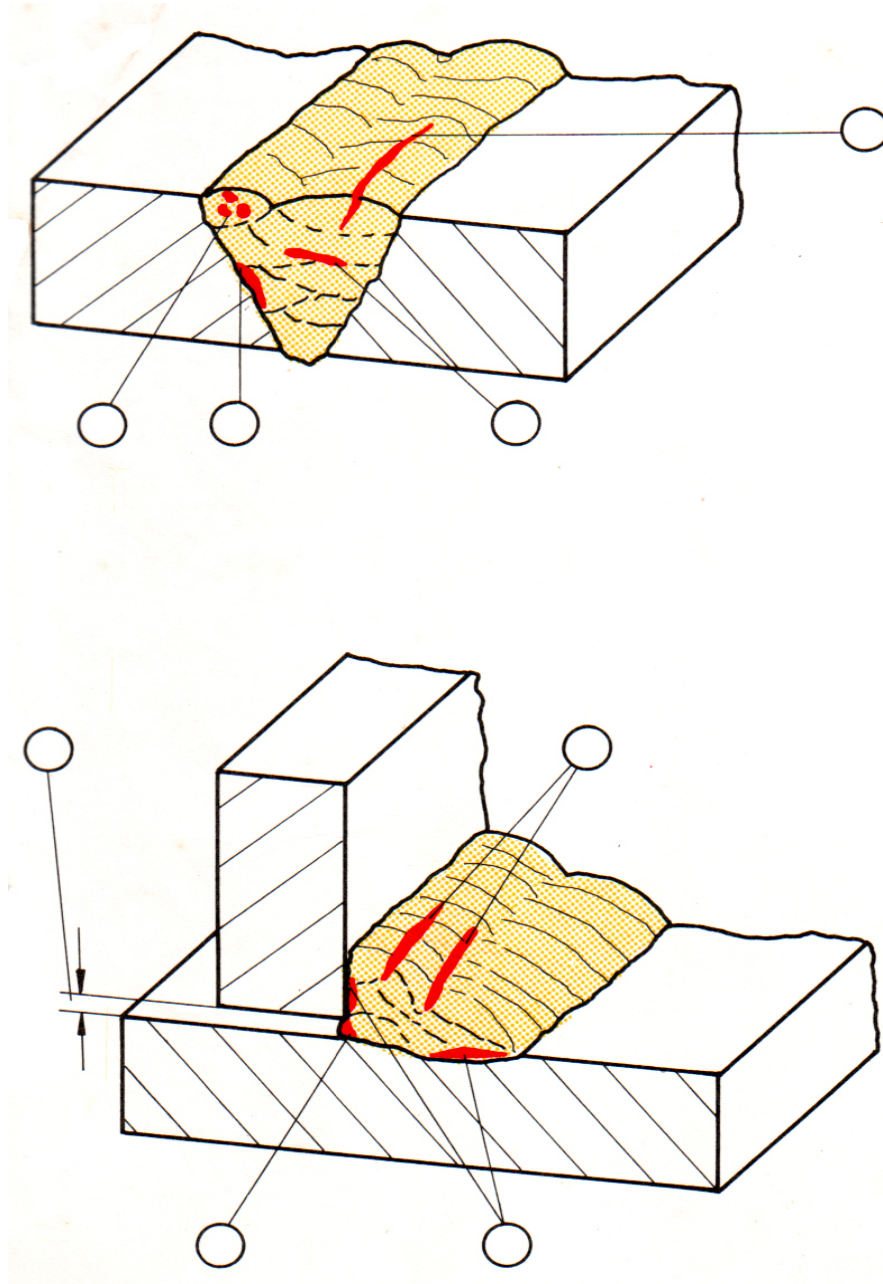
6.1 Kesalahan dalam Pengelasan

a. Kesalahan _____



1. Akar las menggantung
2. Retak
3. Kampuh las terlalu cembung
4. Takikan di tepi kampuh
5. Penetrasi tak sempurna
6. Kampuh las tak sama kaki

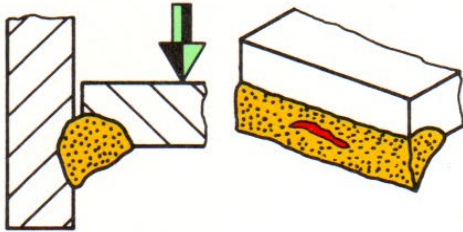
b. Kesalahan _____



1. Terak di dalam kampuh las
2. Kampuh las tak homogen
3. Berpori-pori
4. Retak
5. Sambungan tak sempurna

6.2 Pengujian Hasil Lasan

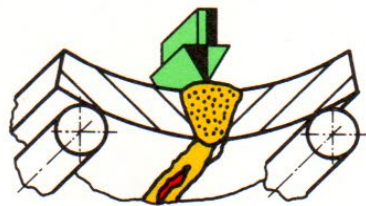
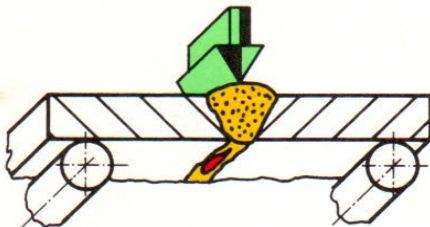
a. Pengujian dengan pengrusakan (destruktif)



Pengamatan :

Hasil lasan dipatahkan (dengan perkakas mekanik, misalnya hammer, chissel), kemudian diamati :

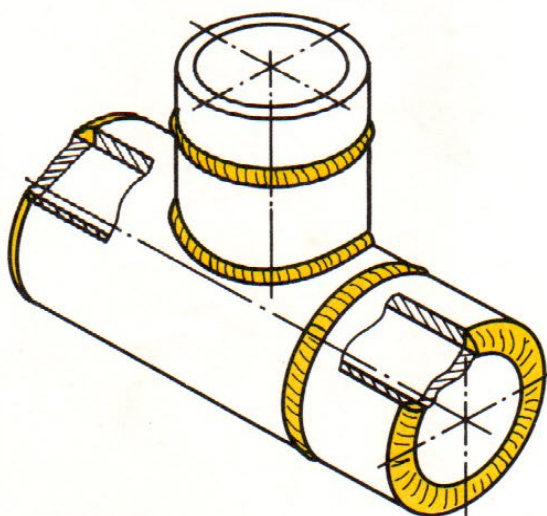
Maksud/tujuan :



Pengujian tekuk/lipat :

Hasil lasan dibengkokkan (dengan perkakas mekanik atau dengan mesin pres hidrolis) sampai retak, kemudian diteruskan sampai patah.

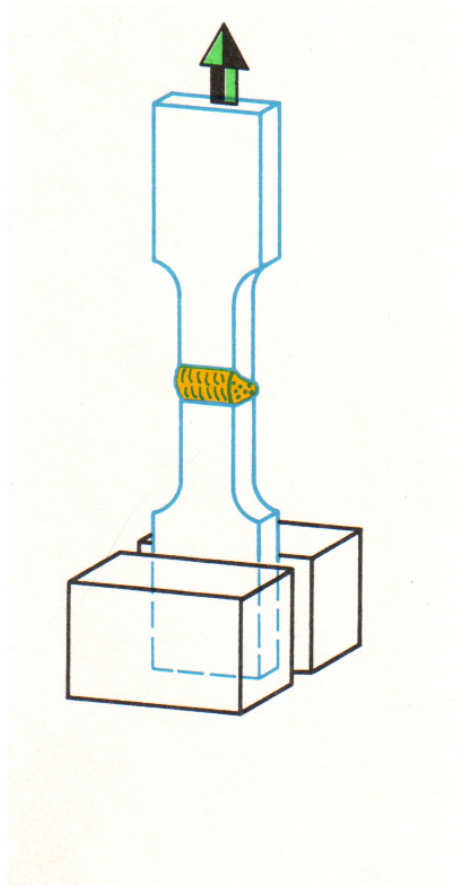
Maksud/tujuan :



Pengujian tekan dengan air :

Hasil lasan dikenai tekanan menurut ketentuan yang telah ditetapkan.

Maksud/tujuan :

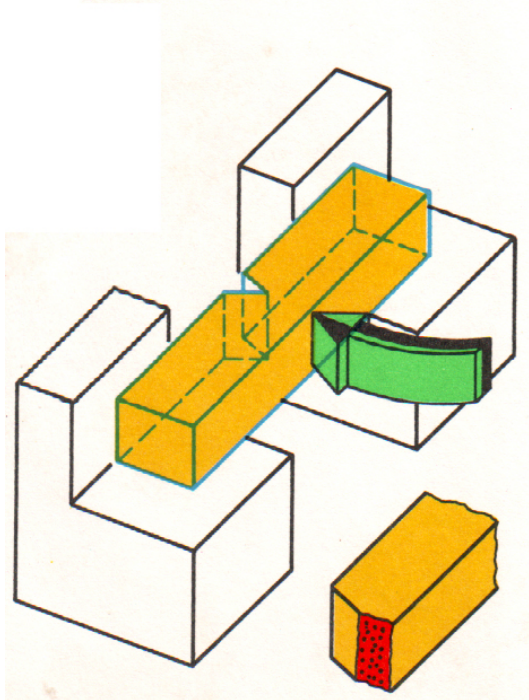


Pengujian tarik :

Hasil lasan berbentuk persegi panjang atau silindris dikenai gaya tarik arah memanjang sampai patah

Batas patah tarik $R_m = \text{_____} \text{ N/mm}^2$

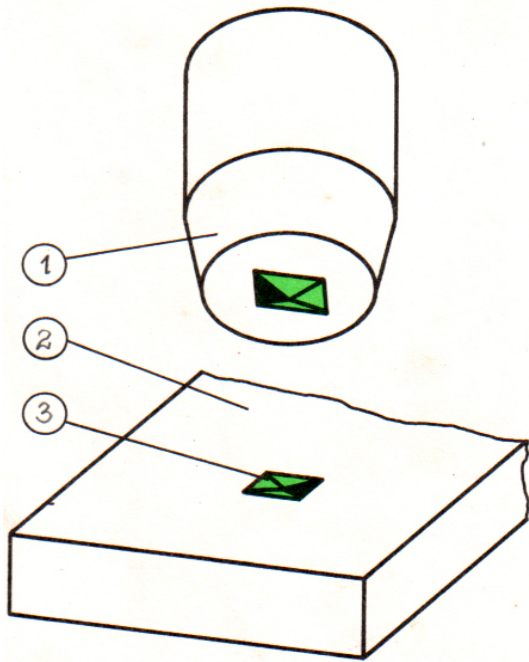
Maksud/tujuan :



Pengujian takik :

Hasil lasan dibentuk empat persegi panjang dan diberi takikan di tengahnya. Sebuah hammer ayun dipukulkan dari belakang takikan itu sehingga hasil lasan bengkok atau patah akibat beban kejut itu.

Maksud/tujuan :

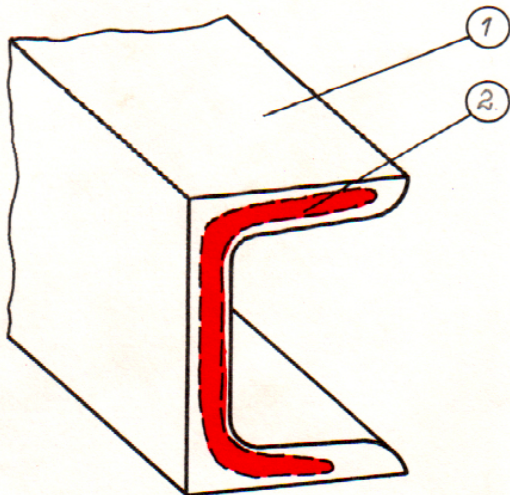


Pengujian kekerasan :

Hasil lasan ditusuk. Ujung penusuk berbentuk bundar, piramida atau kerucut. Semakin keras yang diuji, semakin dangkal luka tusukan yang terbentuk atau semakin kecil diagonal atau diameter luka tusuk.

Maksud/tujuan :

1. Penusuk (berujung piramida)
2. Benda kerja (benda uji)
3. Luka uji (penampang)



Gambar Afdruk Baumann :

Belerang di dalam Area timbunan kotoran (segregation zone) akan bereaksi dengan asam dan lapisan hitam dalam foto.

Maksud/tujuan :

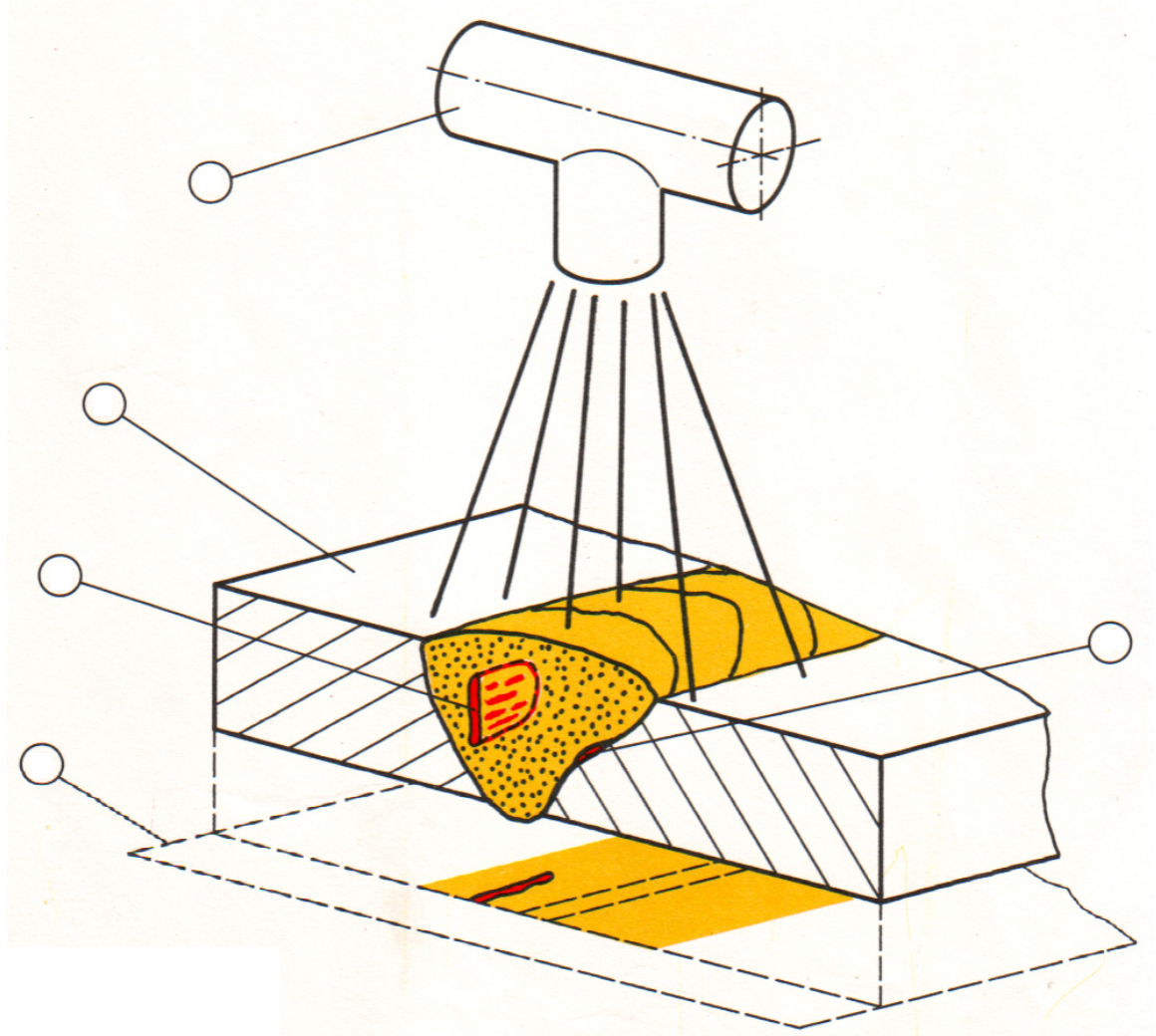
1. Baja profil
2. Segregation Zone

6.3 Pengujian dengan Sinar-X (Rontgen)

Penjelasan

Pengujian ini menggunakan sinar rontgen atau sinar isotop yang mampu menembus hasil lasan. Kualitas hasil lasan akan terlihat di film yang diletakkan di bawah kampuh las.

Maksud / tujuan :



1. Sumber sinar rontgen
2. Benda kerja
3. Film
4. Cacat/kesalahan yang serah dengan garis sinar akan tampak jelas
5. Cacat/kesalahan lasan yang tak serah dengan garis sinar akan kabur

b. Pengujian tanpa merusak (non destruktif)

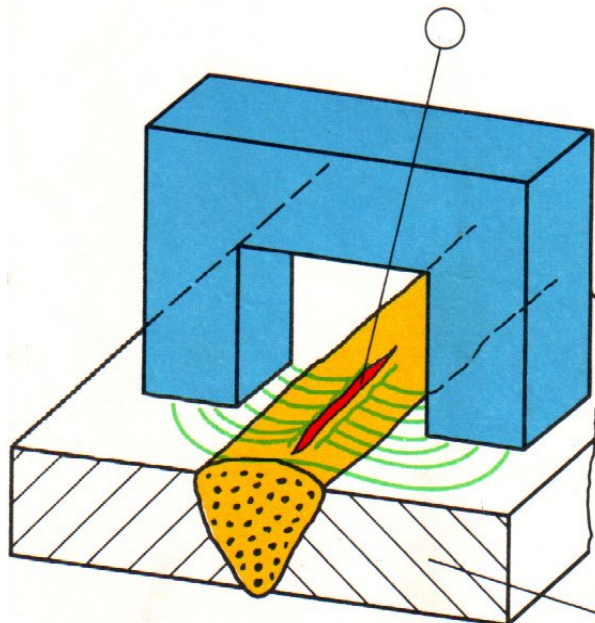


Pengujian dengan zat pewarna :

Cara/penjelasan :

- Permukaan yang akan diuji dibersihkan
- Permukaan disemprot cairan zat pewarna, sehingga zat pewarna tersebut masuk ke dalam retak
- Permukaan dibersihkan, zat pewarna yang ada di dalam retak tertinggal
- Permukaan diolesi zat pengembang, maka akan tampak warna sebagai petunjuk adanya retak.

Maksud/tujuan :



Pengujian dengan magnet :

Cara/penjelasan :

- Kampuh las diletakkan di antara kedua kutub magnet
- Pada daerah yang cacat/retak medan magnet akan terganggu sehingga serbuk besi akan terkumpul di daerah retak

Maksud/tujuan :

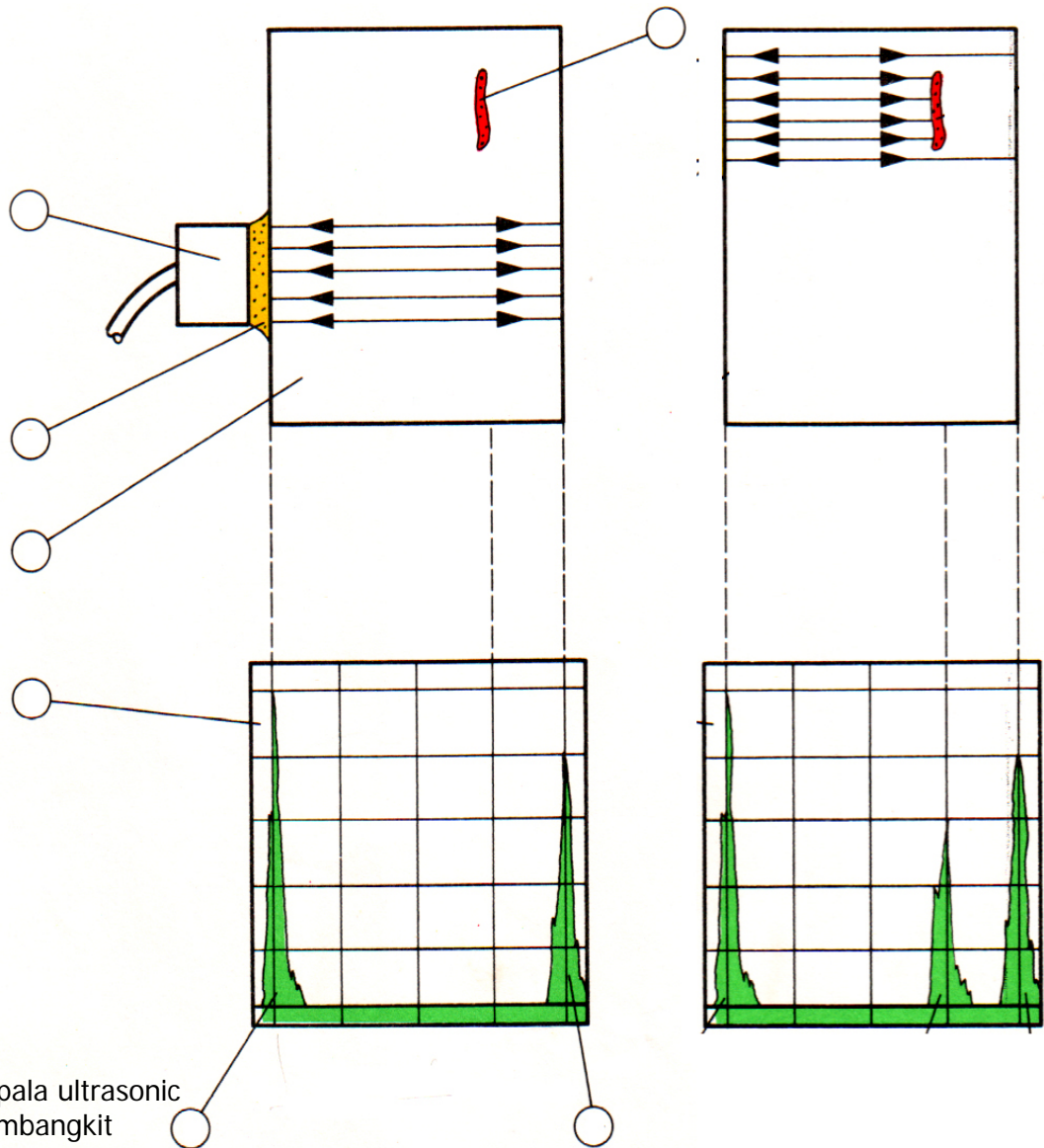
6.4 Pengujian dengan Ultrasonik

Penjelasan

Kepala dari ultrasonik memancarkan gelombang suara berfrekuensi tinggi. Gelombang suara ini dipantulkan kembali bila menabrak bidang yang terpisah.

Cacat las akan tampak sebagai echo pada layar

Maksud / tujuan :



1. Kepala ultrasonik
2. Pembangkit
3. Benda kerja
4. Cacat las
5. Layar monitor
6. Pengirim impuls
7. Echo (batas impuls)

I. Berilah tanda silang pada jawaban yang saudara anggap benar ..!

1. Apa penyebab terjadinya porosity pada hasil lasan....

a. Persiapan las yang jelek	c. Nyala busur terlalu panjang
b. Bahan tambahan yang keliru	d. Takikan

2. Apa yang terjadi bila dalam pengelasan, aliaran terak mendahului....

a. Pori-pori	c. Penetrasi tidak sempurna
b. Terak dalam kampuh	d. Retak

3. Bagaimana retak dalam kampuh las terjadi ?

a. Kuat arus terlalu tinggi	c. Nyala busur terlalu panjang
b. Kandungan belerang	d. Persiapan kampuh yang jelek

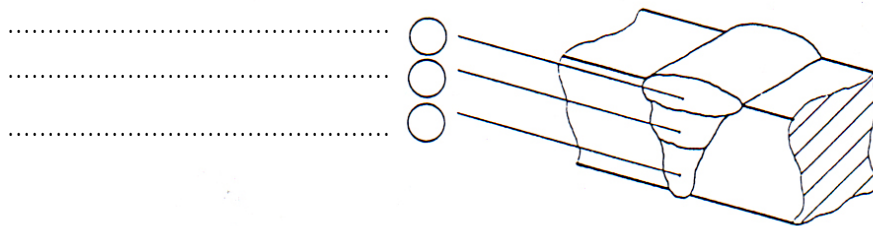
4. Pengujian tarik hasil lasan dimaksudkan untuk mendapatkan....

a. Nilai kekerasan hasil lasan	c. Nilai keuletan
b. Nilai batas patah tarik	d. Nilai batas lumer

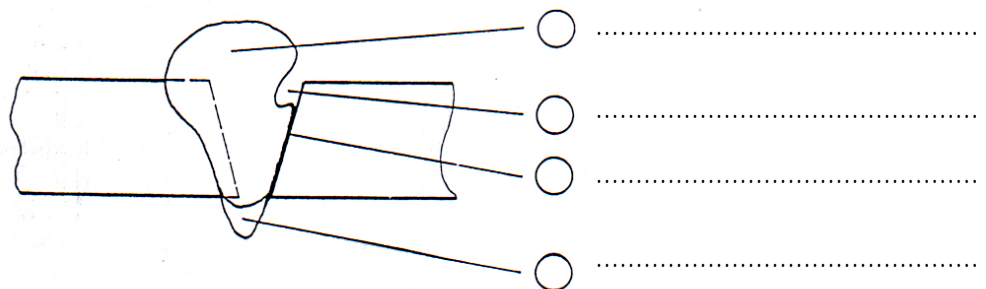
5. Pengujian takik hasil lasan, dimaksudkan untuk mendapatkan....

a. Nilai kekerasan hasil lasan	c. Nilai keuletan
b. Nilai batas patah tarik	d. Nilai batas lumer

II. Sebutkan nama dari masing-masing lapisan pada kampuh las di bawah ini !



Sebutkan nama dari masing-masing kesalahan di bawah ini !

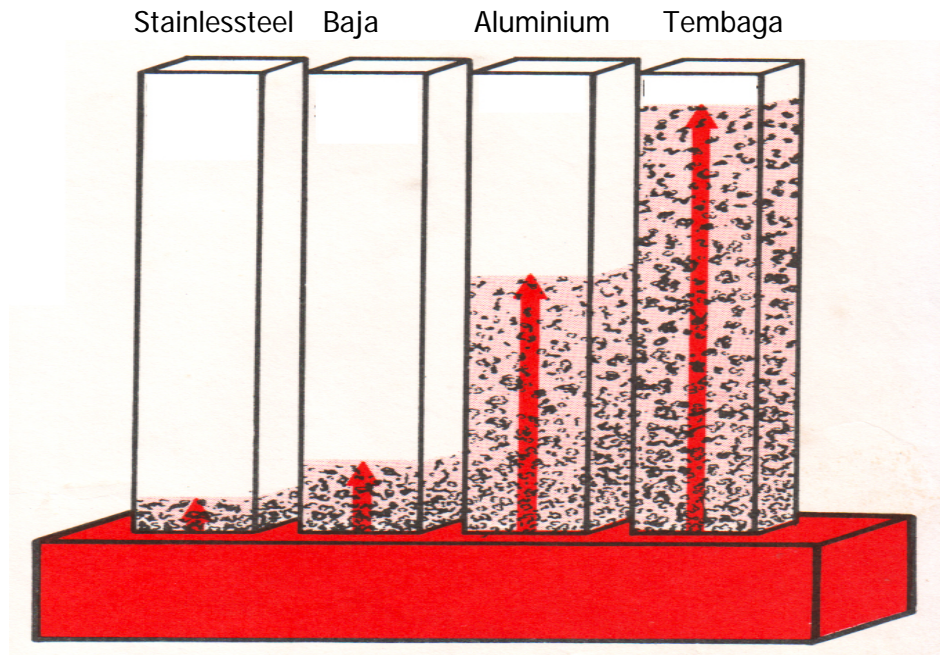


7.1 Penyebaran Panas

Logam akan memuai bila dipanaskan secara merata di dalam oven. Memuai berarti volumenya bertambah, bila logam tersebut kemudian didinginkan, ia akan menyusut dan kembali ke ukuran semula.

Ini disebabkan oleh _____ dari atom

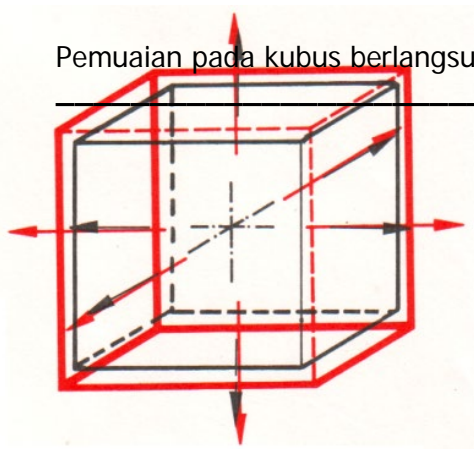
Daya hantar panas



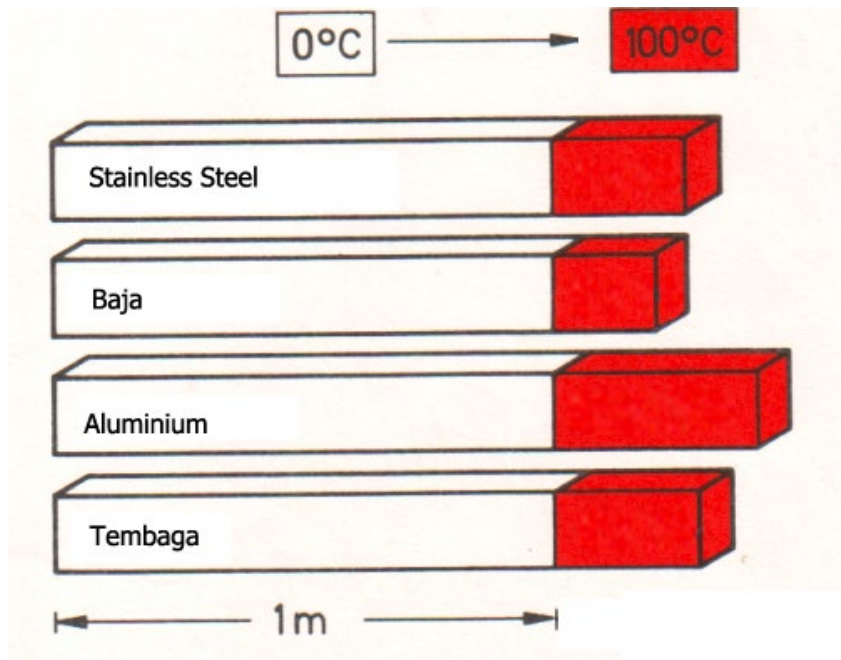
Contoh: Daya hantar untuk	Stainless steel	= 0,0035 cal/cm/dt/°C
	Baja	= 0,1310 cal/cm/dt/°C
	Aluminium	= 0,5040 cal/cm/dt/°C
	Tembaga	= 0,9400 cal/cm/dt/°C

7.2 Pemuaian

Pemuaian pada kubus berlangsung dengan arah ketiga sumbunya secara



Pemuaian pada bahan kerja batangan dikenal sebagai _____, dan besarnya tergantung dari jenis bahan kerja sendiri, panjang awal dan pertambahan temperatur.

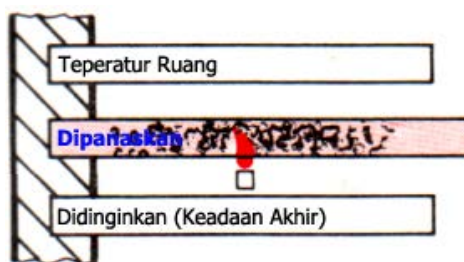


Contoh :

Pemuaian batang Stainless steel dari 0°C sampai 100°C dg $l = 100 \text{ mm}$	$= 1,7 \text{ mm}$
Baja	$= 1,3 \text{ mm}$
Aluminum	$= 2,5 \text{ mm}$
Tembaga	$= 1,8 \text{ mm}$

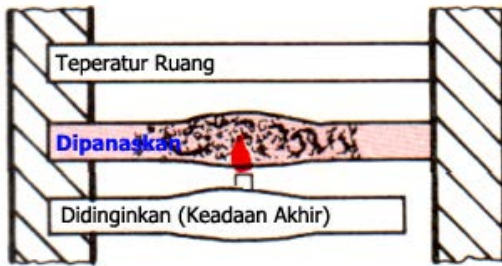
7.3 Tegangan dan Perubahan Bentuk

a. Pemuaian dan Penyusutan Bebas



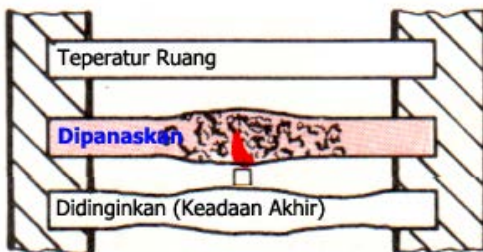
Perubahan bentuk	Tegangan
Pemuaian bebas	

b. Pemuaiian dihalangi, Penyusutan Bebas



Perubahan bentuk	Tegangan
Pemuaiian dihalangi	0

c. Pemuaiian dan penyusutan dihalangi



Perubahan bentuk	Tegangan
Pemuaiian dihalangi	0
Penyusutan dihalangi	Tegangan tarik

Kesimpulan :

Tegangan akan selalu ada bila penyusutan dihalangi.

	Perubahan bentuk	Tegangan
Penyusutan dihalangi		Besar
Penyusutan bebas		Kecil

Di dalam pengelasan hanya sebagian saja logam yang terkena panas, sehingga pemuaiian logam dari bagian yang terkena panas akan dihalangi oleh bagian yang tidak terkena panas. Inilah penyebab terjadinya gaya dalam logam, dan ini menyebabkan timbulnya penyusutan, deformasi (perubahan wujud), dan tegangan dalam.

Semakin banyak panas yang diberikan, semakin besar pula gaya dalam yang terbentuk. Besar kecilnya pengaruh gaya dalam ini tergantung dari :

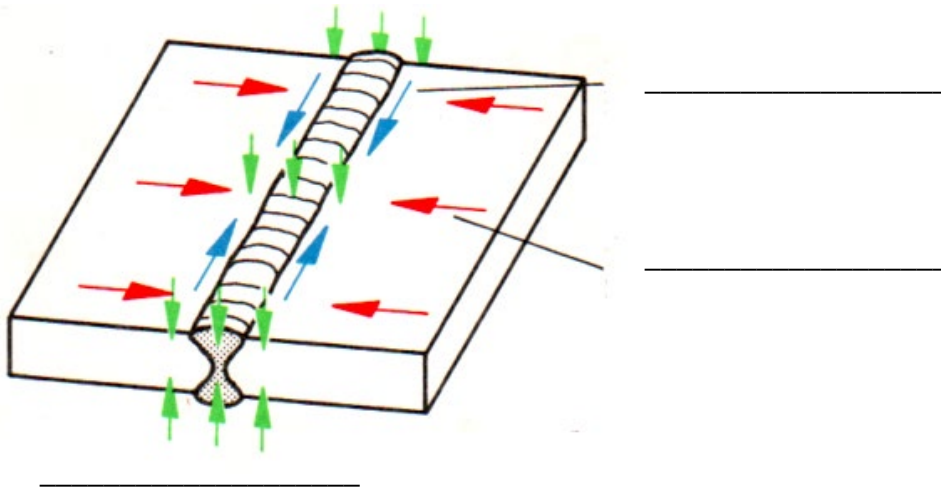
- Jenis pengelasan.
- Kecepatan Pengelasan.
- Sifat yang dimiliki logam.

7.4 Penyusutan dalam Kampuh Las

Dalam kampuh las dikenal tiga jenis penyusutan :

- Penyusutan arah memanjang, besarnya tiap m kampuh las = 0.....1,3 m
- Penyusutan arah penampang/kampuh las, diukur dalam mm pada ukuran terbesar
- Penyusutan arah tebal, misalnya :

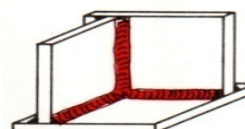
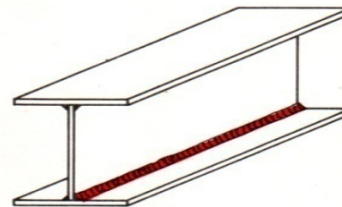
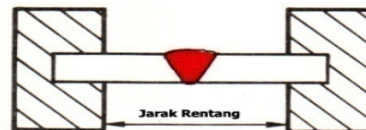
Tebal material	Gas Welding	Elektric Welding
4 mm	1,4 mm	1,0 mm
8 mm	2,0 mm	1,4 mm
12 mm	2,3 mm	1,8 mm



7.5 Tegangan dalam Las

Tegangan dalam las terjadi disebabkan oleh penyusutan yang _____
Hal tersebut disebabkan oleh :

- Bagian luar dari batang yang dilas terjepit
- Bagian dalam dari material yang induk di sebelahnya
- Bagian dalam las dari kampuh dilas yang menumpuk



Yang harus diperhatikan, bahwa tegangan dalam las

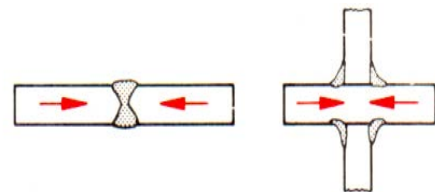
- Tidak tampak
- Dapat terjadi _____ arah sumbunya.
- Sangat berbahaya bila terjadi pada _ penyusutan memanjang atau _____ penyusutan ke arah kampuh las.
- Akan menyebabkan retak dan patah bila batang yang dilas tidak memiliki kemungkinan untuk mengubah bentuknya

Usaha-usaha untuk mengatasi tegangan :

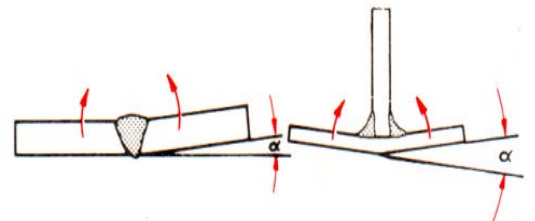
- a. Proses pengelasan dilakukan dengan urutan yang benar. Diusahakan pengelasan dari arah dalam ke arah luar, penyusutan memanjang sedapat mungkin dihindari.
- b. Pada pengelasan dari batang yang terjepit sedapat mungkin dihindari penjepitan yang pendek.
- c. Pada pengelasan kampuh siku ukuran kampuh tidak boleh lebih tebal.
- d. Selalu diusahakan penyebaran panas merata.
- e. Digunakan elektroda yang menghasilkan kampuh dengan keuletan yang baik.
- f. Pengelasan di daerah dingin (di bawah $+5^{\circ}\text{C}$) dilakukan tanpa pemanasan awal

7.6 Perubahan Bentuk Akibat Penyusutan

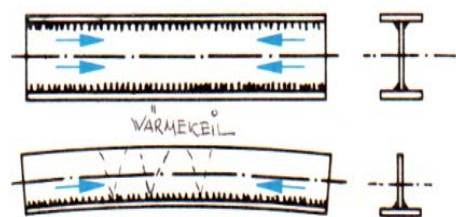
- a. Penyusutan ke arah kampuh las
Perubahan bentuk akibat penyusutan ke arah kampuh las adalah _____ dari plat yang terletak bebas.



Perubahan bentuk _____ dari kampuh tumpul dan kampuh siku

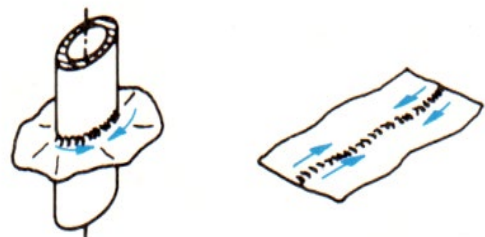


- b. Penyusutan ke arah memanjang
Perubahan bentuk _____ pada profil yang dilas memanjang



Perubahan bentuk _____

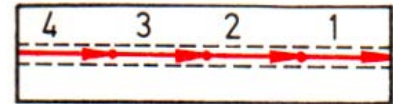
Perubahan bentuk _____ pada plat tipis



c. Penyusutan yang terhalang akan mengakibatkan retak pada kempuh las apabila kemungkinan untuk mengubah bentuk tidak ada.

d. Usaha mengatasi perubahan bentuk

Pengelasan dengan berurutan yang benar dan pendek



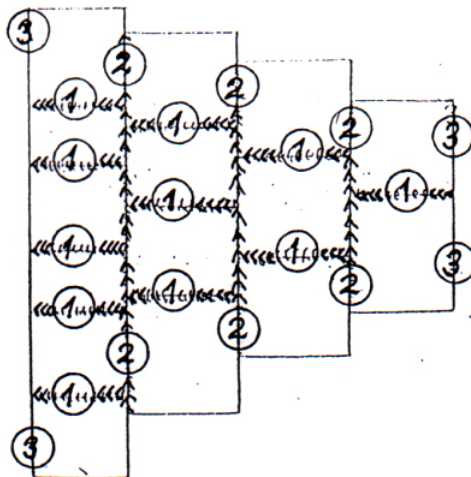
Memberi sudut awal sebelum pengelasan



Memberi tegangan awal pada plat dengan cara menggajalnya

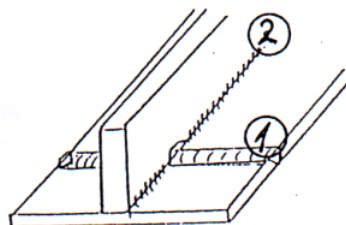


7.7 Contoh Urutan Pengelasan yang Benar

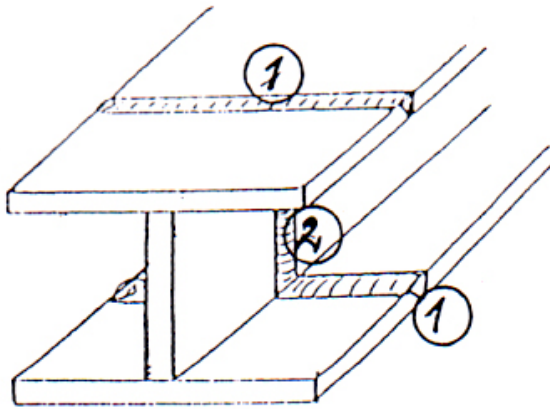


Menyambung-nyambung plat :

1. Kempuh arah memanjang
2. Kempuh arah melintang
3. Kempuh terluar

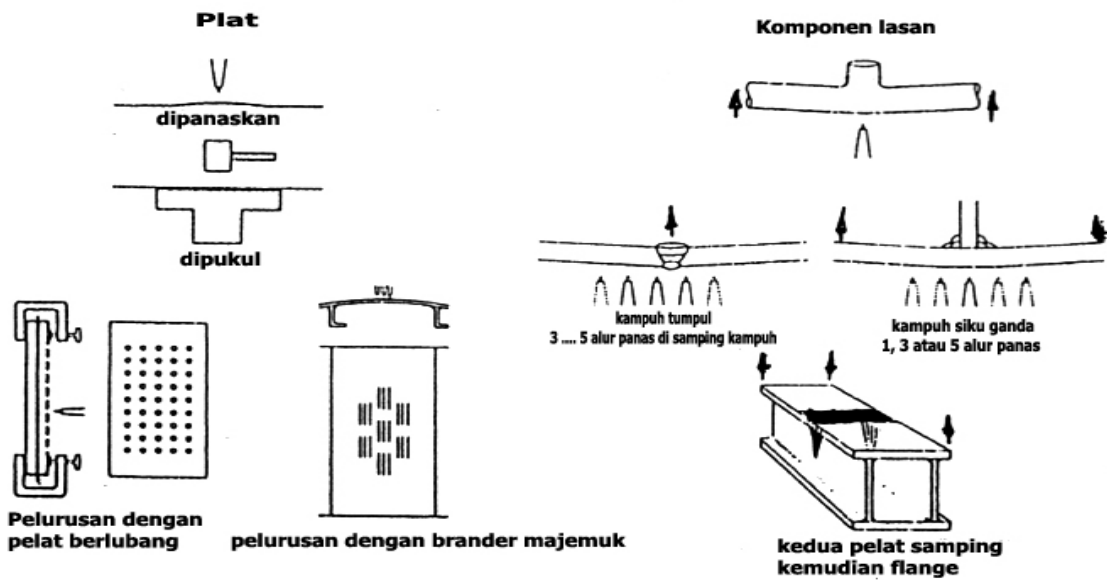


1. Kempuh tumpul
2. Kempuh siku

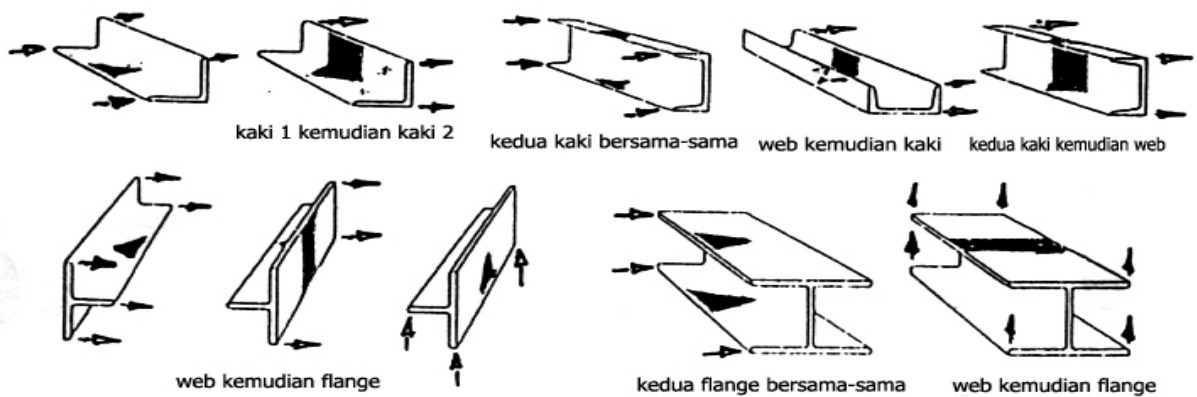


1. Mengelas flange
2. Mengelas web

7.8 Meluruskan Pembengkokan dengan Nyala Api

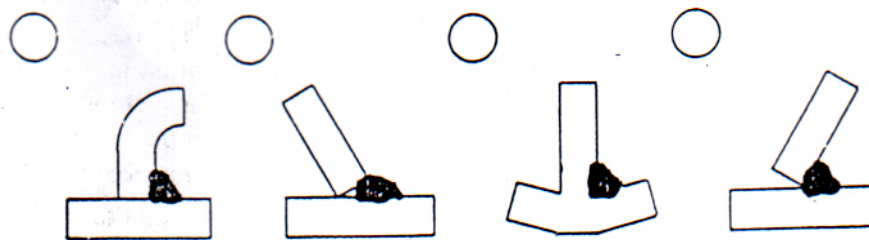


Pelurusan profil dengan nyala api (arah panah menunjukkan arah deformasi)



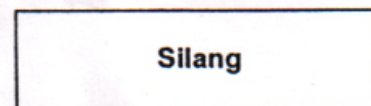
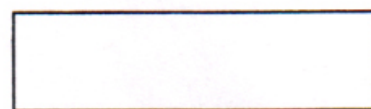
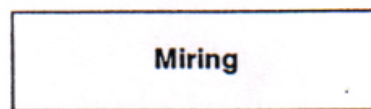
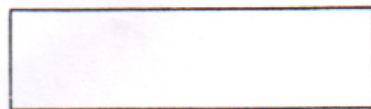
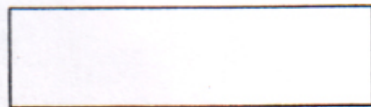
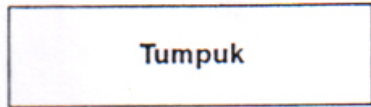
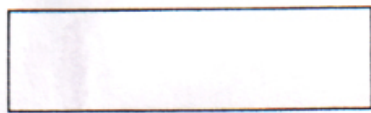
I. Berilah tanda silang pada jawaban yang Saudara anggap benar ..!

1. Apa sebabnya benda kerja yang dilas membengkok....
 - a. Pengelasan salah
 - b. Elektroda tidak cocok
 - c. Penyusutan kampuh las pada waktu mendingin
 - d. Mempersiapkan kampuh yang kurang teliti
2. Mana dari sketsa di bawah ini menunjukkan deformasi pada kampuh T ?












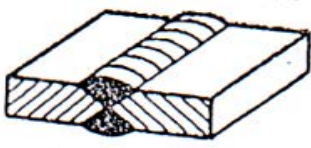
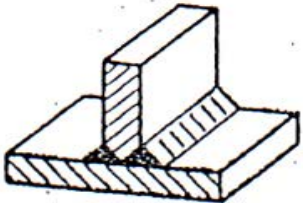
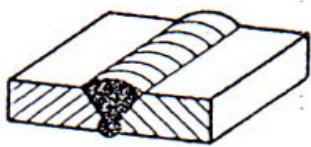
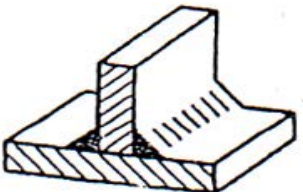
3. Bagaimana kita dapat menghindari penyusutan arah penampang pada kampuh las tumpul?
 - a. Dengan penampang lasan yang langsung
 - b. Las balik pada bagian akar las
 - c. Memberikan energi pengelasan yang lebih tinggi
 - d. Kecepatan pengelasan yang lambat
4. Bagaimana setelah pengelasan tidak ada internal stress (tegangan dalam)?
 - a. Bila diberi pemanasan awal
 - b. Diberi kemungkinan bebas pada saat penyusutan
 - c. Penyusutan dihalangi
 - d. Bila pada pemanasan terdapat kemungkinan pemercikan secara bebas
5. Bagaimana pada pengelasan kampuh T, dapat mengurangi perubahan bentuk sudut (α) ?
 - a. Dengan kecepatan pengelasan yang tinggi
 - b. Dengan menggoyang elektroda selama mengelas
 - c. Mengelas tanpa goyangan
 - d. Mengelas tumpuk

8.1 Macam Sambungan Las



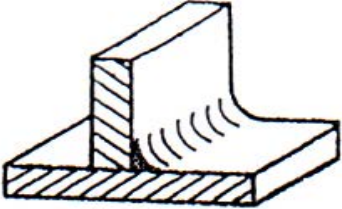

8.2 Macam Kampuh Las

Nama Kampuh	Gambar	Simbol
Kampuh papan		
Kampuh - I		II
		V
Kampuh -HV		
Kampuh Y		
Kampuh U		
		
Kampuh - T (siku)		


Nama Kampuh	Gambar	Simbol
Kampuh - Double V atau kampuh _____		
Kampuh - Double HV		
Kampuh V dengan las balik		
Kampuh - Double T		

8.3 Simbol Tambahan

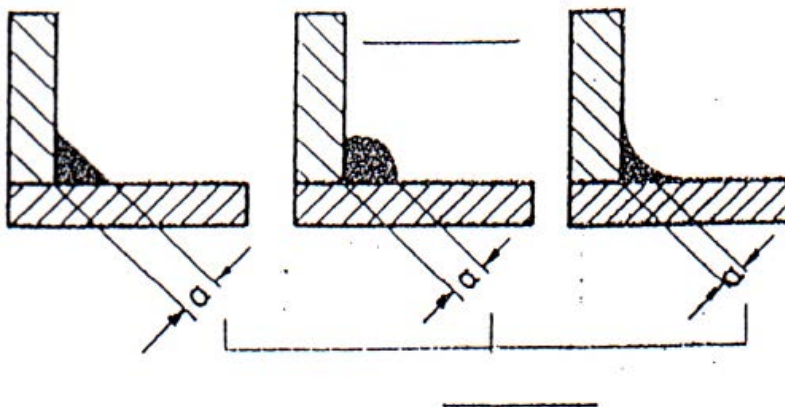
Bentuk permukaan	Gambar
Cembung	
Rata	
Cekung	

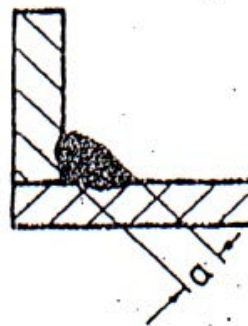
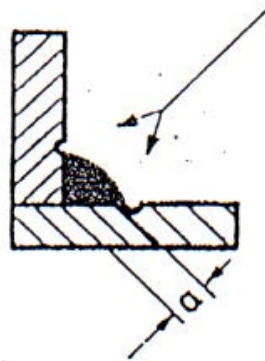
Nama Kampuh	Gambar	Simbol
Kampuh siku dengan permukaan		
Kampuh V dengan permukaan		

8.4 Simbol Pelengkap

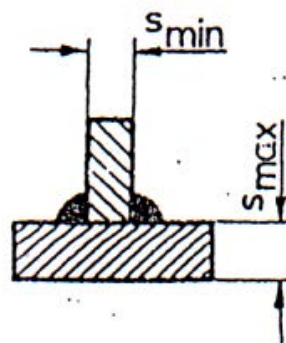
Proses pengelasan	Gambar
	
Proses pengelasan di lapangan	

8.5 Tebal Kampuh Las (ukuran "a")

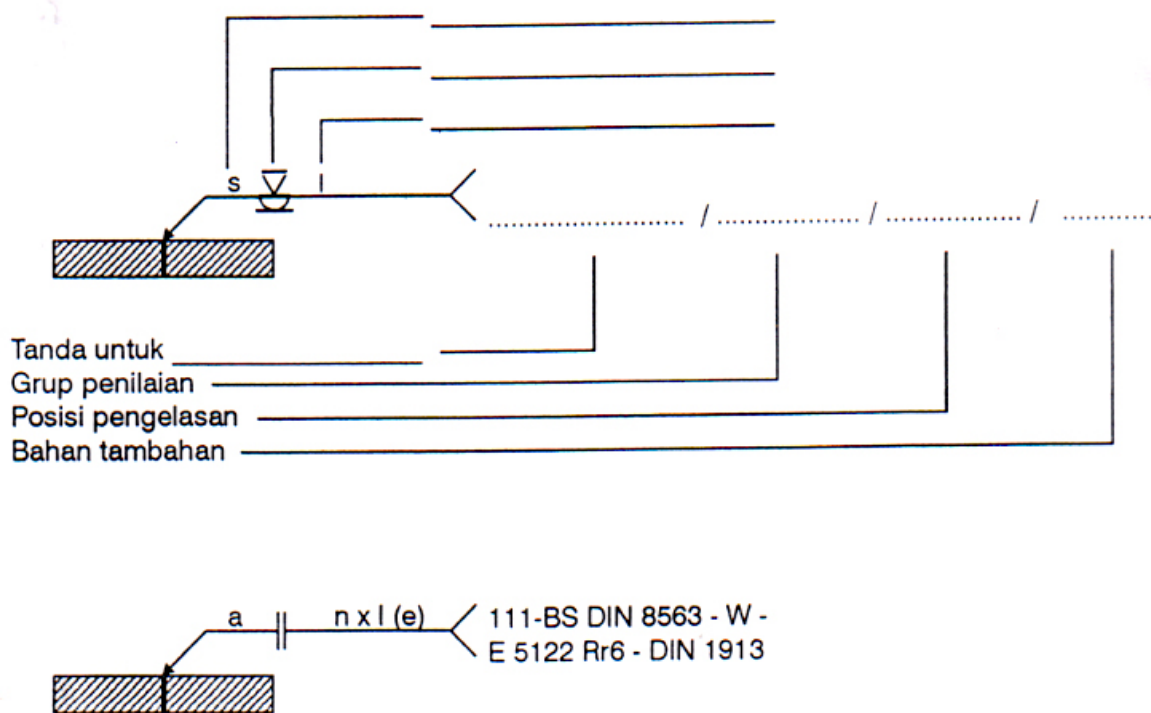






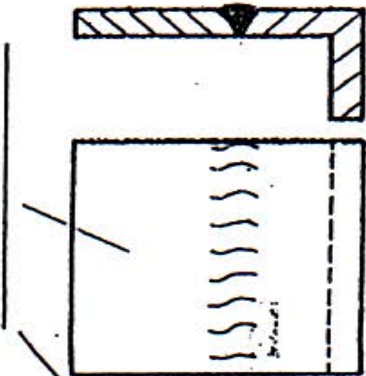
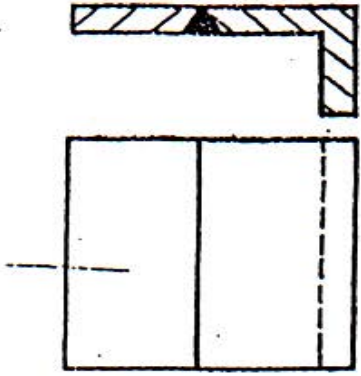
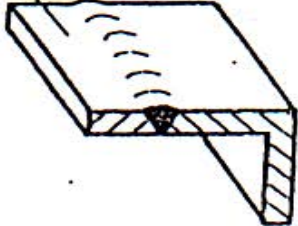
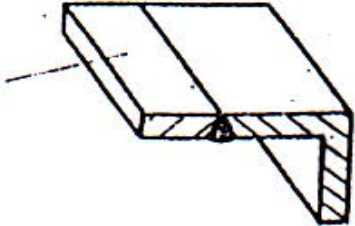
(DIN 4100
 $a_{min} = 3 \text{ mm}$
 $a_{max} = 0,7 \cdot s_{min}$



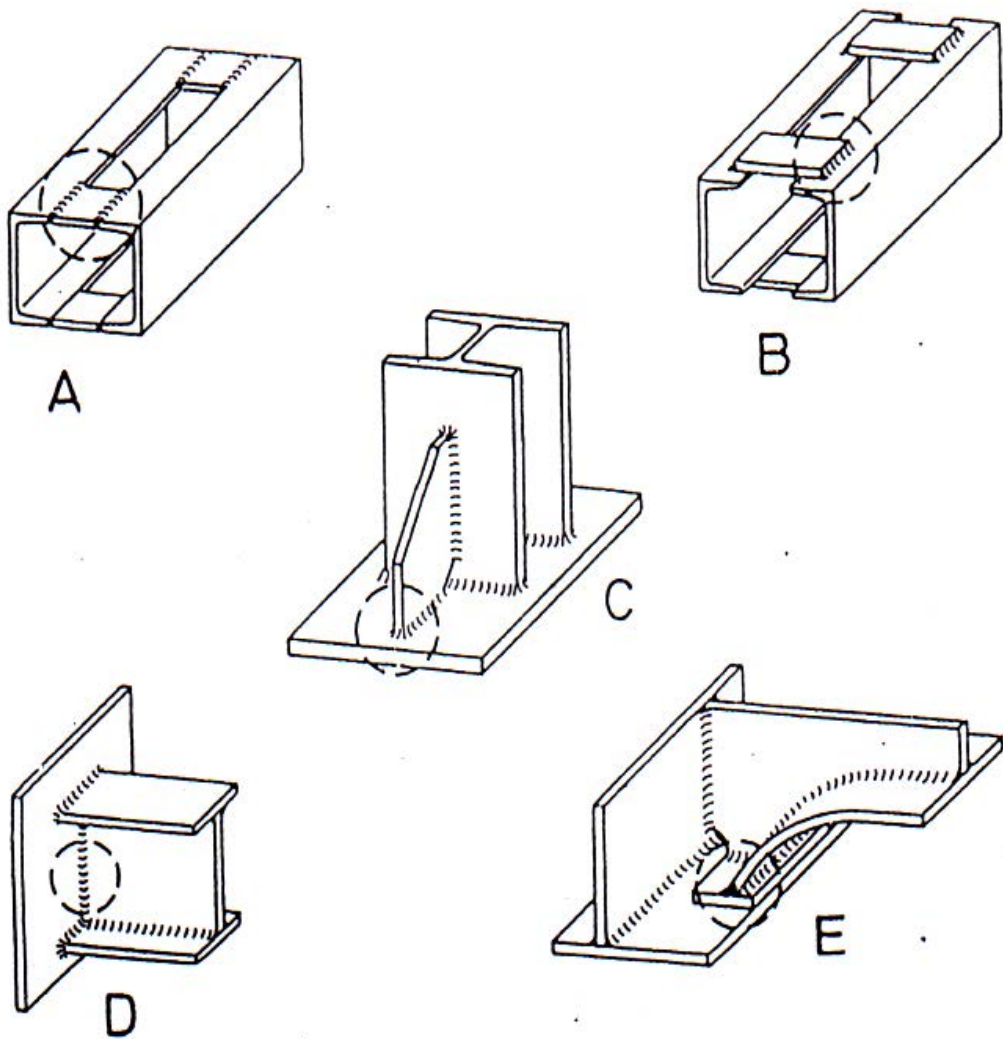
8.6 Penyusunan Tanda Gambar untuk Pengelasan



8.7 Latihan Menyusun Tanda Gambar Untuk Pengelasan

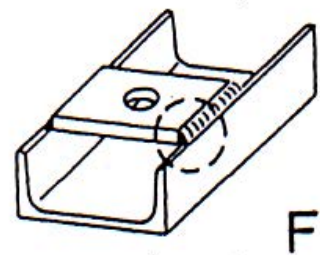
Simbol		
		
Pengelasan		
Gambar		

8.8 Latihan

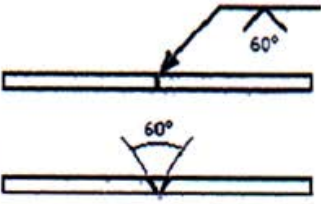


Tunjukkan gambar dari sambungan las dibawah ini
(isi dengan huruf yang sesuai)

- Sambungan pojok _____
- Sambungan T _____
- Sambungan miring _____
- Sambungan silang _____
- Sambungan tumpul _____
- Sambungan T - ganda _____
- Sambungan sejajar _____

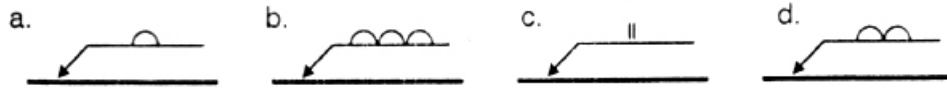


- Apakah "WPS" ? WPS adalah singkatan dari **Welding Procedure Specification**
- **Apa Sasaran Utama** yg ingin dicapai dengan WPS ? Yaitu membuat proses pelaksanaan / manufacturing pengelasan dapat **"direproduksi"**
- **Mengapa "WPS"** ? karena Jaminan dr product yang actual (sifat mau pun ciri - cirinya) hanya dapat diproduksi dengan tepat apabila pelaksanaan manufacturing **sesuai dengan procedure sama seperti yang tertulis dan dikontrol dgn cermat.**

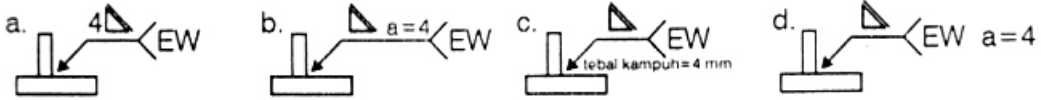
WELDING PROCEDUR SPECIFICATION (W P S)										
BUTT WELD - PLATE										
ORDER : WELDING					Examinier or Test Body : INLASTEK					
Location : INLASTEK					Parent Material Specification : MS 45					
Manufacturing welding procedure reference No : -					Mat Thickness : 6 mm					
Wpar No : -					Methode of Preparation or cleaning					
Manufacturer : INLASTEK					Preparation Cleaning : Brush / Grinding					
Welder name : M.Sulton					Remark :					
Welding process : MIG										
Welding posisi : PA/1G(Mendatar)										
Joint type : V. Single Butt weld										
Joining form :										
Remark :										
WELDING DESIGN					WELDING SQUENCES					
					Welding Sequence : 1. Clean the surface – Brush / Grinding 2. Dry 50 C, tack welding & welding 3. 1 layer filled Weled, only in straight layer 4. Visual control of welding seam 5. Next layer, in straight layer					
WELDING DETAILS										
No	Welding Run	Process	Ø Elektrode mm	Kuat Arus (A)	Voltage (V)	Type of Current	Travel speed cm/min	Wire feed speed m/min	Heat input in Kj/mm	Remark
1	Root	MIG	0,8	90 – 120	25 - 30	DCRP	30 cm/min	4 - 6	Max 3	Gas vol 10L/min
2	Sealing/Caping	MIG	0,8	90 – 120	25 - 30	DCRP	30 cm/min	4 - 6	Max 3	Gas vol 10L/min
FILLER METAL										
Classification : Low alloy Massiv Wire Elektrode					Weaving : No Weaving, Stright layer					
Norm : G424 M.G3 Si 1					Grooving : Surface					
Trade Mark : -					Preheat temp : Dry:25° C					
Permission : -					Interpass temp : -					
Post – Drying : Dry Store					Heat treatment : Slow Cooling					
Cooling : Air cooling					Welder's test : EN 287 -1 PF					
Shielding gas : CO2/GAS AKTIF					Remark :					
MANUFACTURER :					EXAMINIER OR TESTBODY					
NAME					Eko Marjiyanto					
DATE					DATE					
SUGNATURE					SUGNATURE					

I. Berilah tanda silang untuk jawaban yang Saudara anggap benar ..!

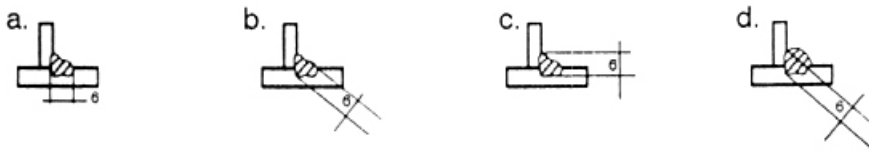
1. Manakah simbol - simbol dibawah ini yang menunjukkan pengerjaan pengelasan tambahan.



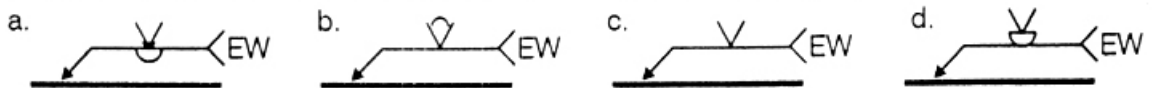
2. Manakah sketsa dibawah ini menunjukkan normalisasi kampuh T (siku) dengan tebal kampuh 4 mm



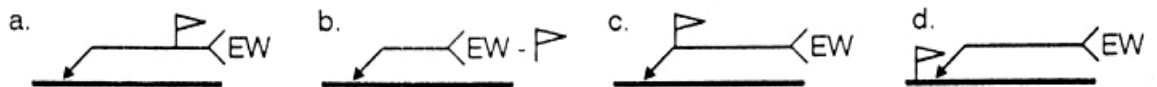
3. Manakah sketsa dibawah ini yang menunjukkan tebal kampuh las (a) adalah 6 mm



4. Manakah sketsa dibawah ini yang menunjukkan normalisasi las balik.

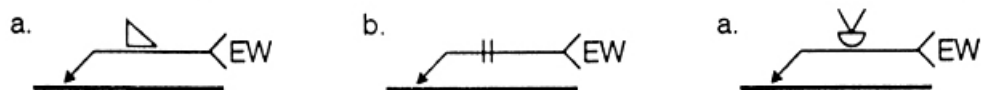


5. Manakah simbol dari sketsa dibawah ini merupakan pengelasan dilapangan



Isilah titik - titik dibawah ini dengan hal-hal yang berkaitan !

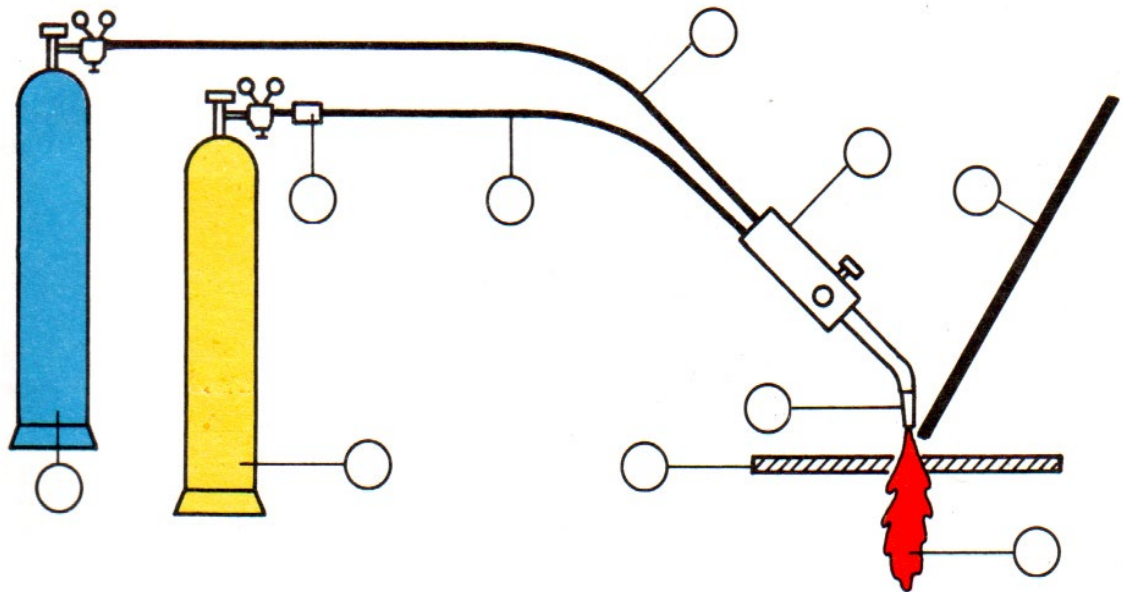
- Maksud dari tanda - tanda gambar dibawah ini adalah



Bentuk kampuh

Posisi pengelasan

9.1 Las Otogen (OAW)---311

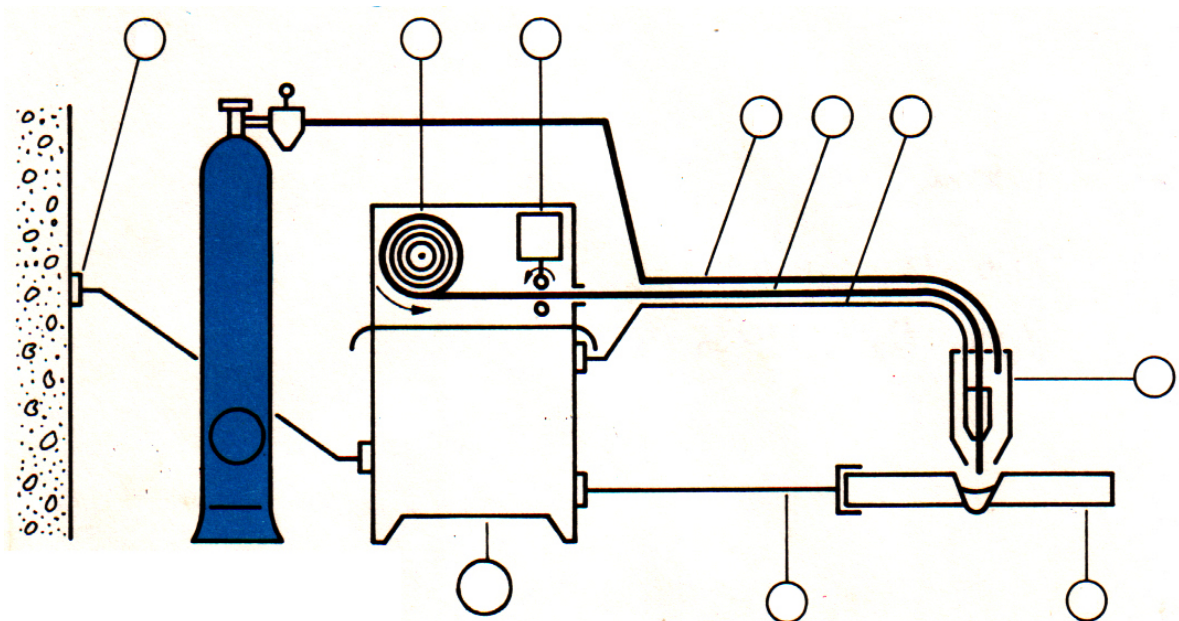


1. Botol oksigen dan manometer
2. Botol acetylen dan manometer
3. Slang gas oksigen
4. Slang gas acetylen
5. Brander las
6. Bahan tambahan
7. Benda kerja
8. Kepala nyala
9. Nyala api
10. Alat pengaman

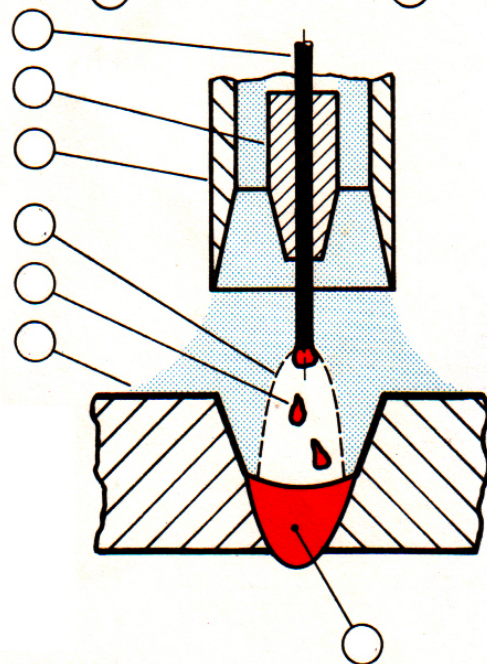
Pemakaian yang ekonomis :

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : Tidak bergantung pada strom/listrik

9.2 Metal Active Gas (MAG) – CO₂ --- 135
 Metal Inert Gas (MIG) – Argon --- 131



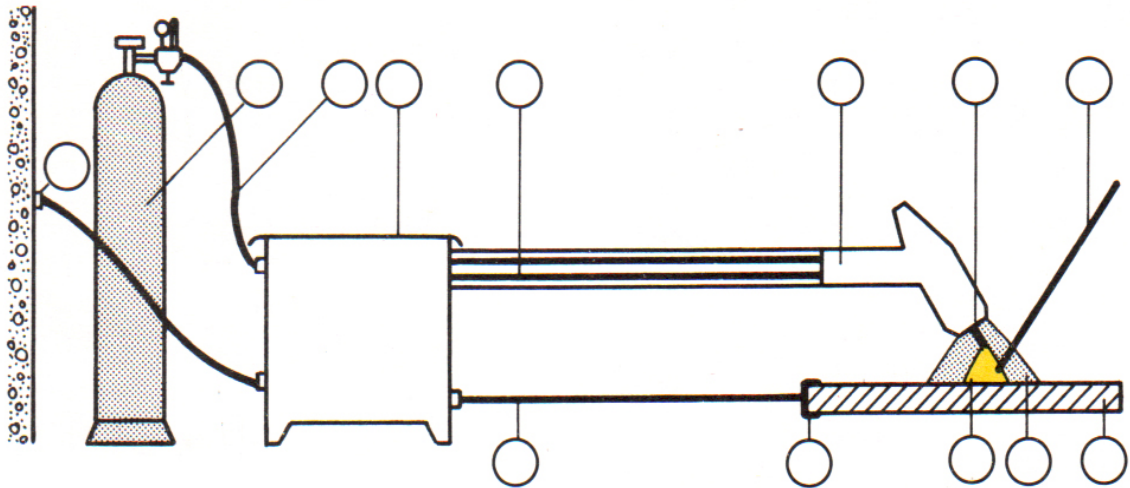
1. Steker
2. Mesin las
3. Gulungan kawat
4. Motor penggerak kawat
5. Botol gas pelindung
6. Kabel las
7. Kawat las
8. Slang gas pelindung
9. Kabel las (ke benda kerja)
10. Brander
11. Benda kerja
12. Pipa kontak
13. Nozzle gas pelindung
14. Busur listrik
15. Perpindahan logam
16. Metal gas pelindung
17. Kampuh las



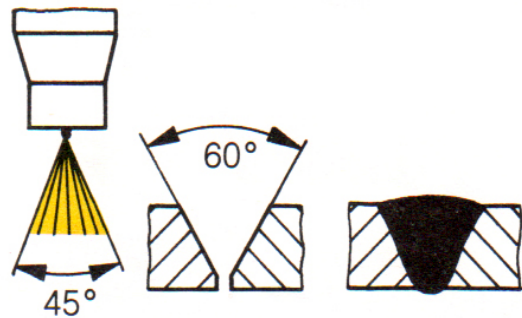
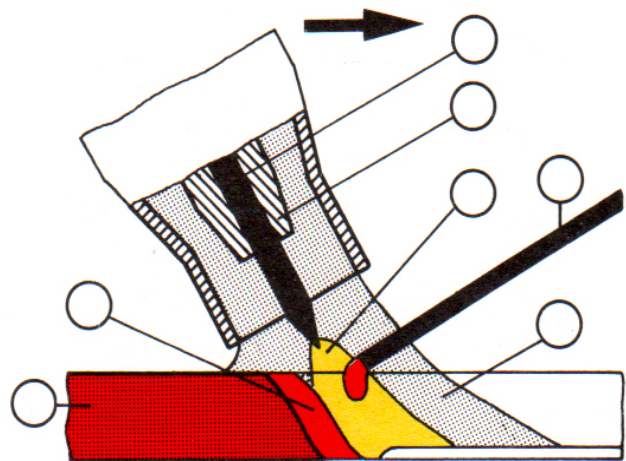
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

9.3 Wolfram Inert Gas (WIG) Tungsten Inert Gas (TIG) --- 141



1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Klem benda kerja
6. Botol gas pelindung
7. Slang gas pelindung
8. Brander
9. Bahan tambahan
10. Elektroda wolfram
11. Collet
12. Benda kerja
13. Busur listrik
14. Cairan las
15. Kampuh las
16. Mantel gas pelindung



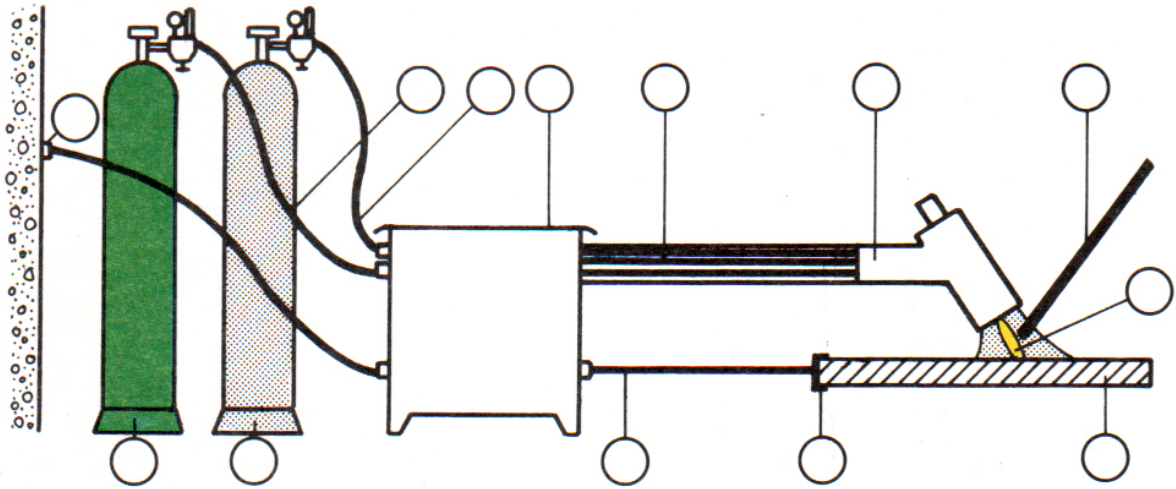
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____

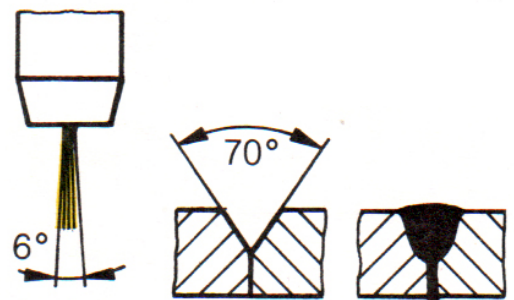
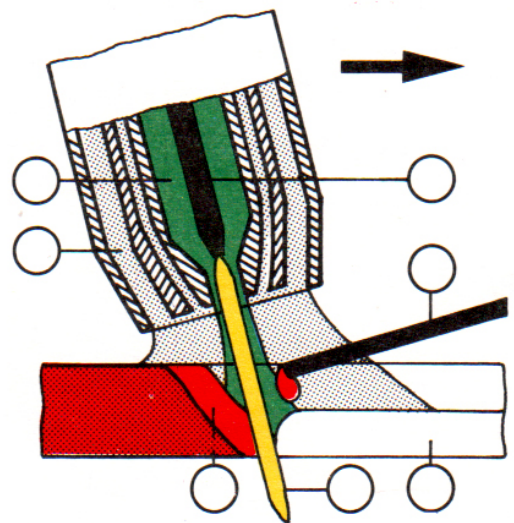
Ketebalan : _____

Keterangan : _____

9.4 Las Plasma Wolfram (WP) --- 15



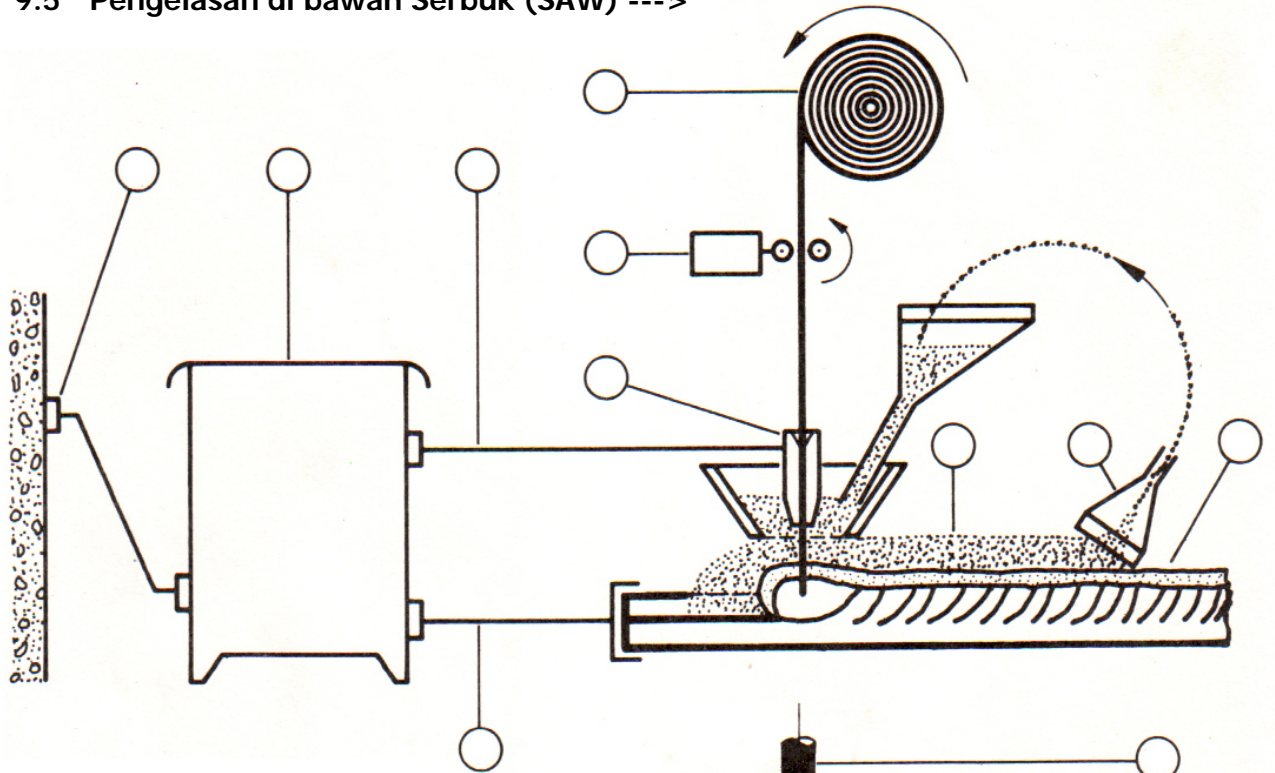
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Massa las
6. Botol gas pelindung
7. Botol gas plasma
8. Slang gas pelindung
9. Slang gas plasma
10. Brander
11. Bahan tambahan
12. Elektroda wolfram
13. Gas pelindung
14. Benda kerja
15. Gas plasma
16. Kampuh las
17. Busur plasma



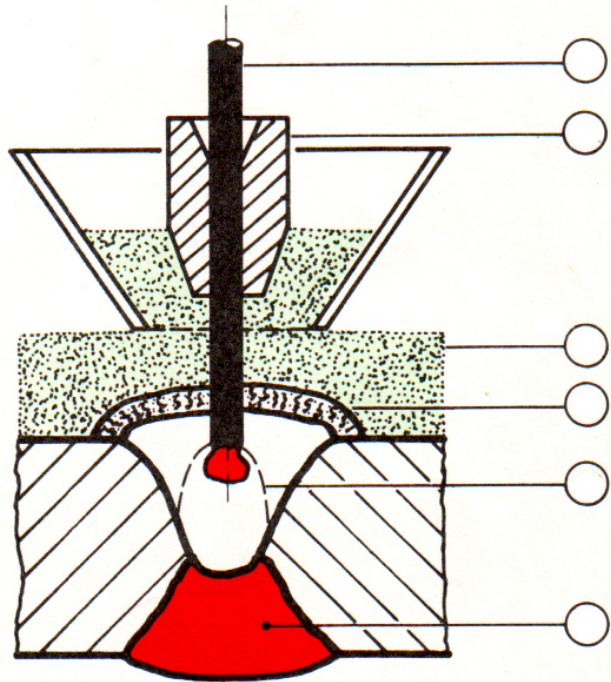
--- Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

9.5 Pengelasan di bawah Serbuk (SAW) --->



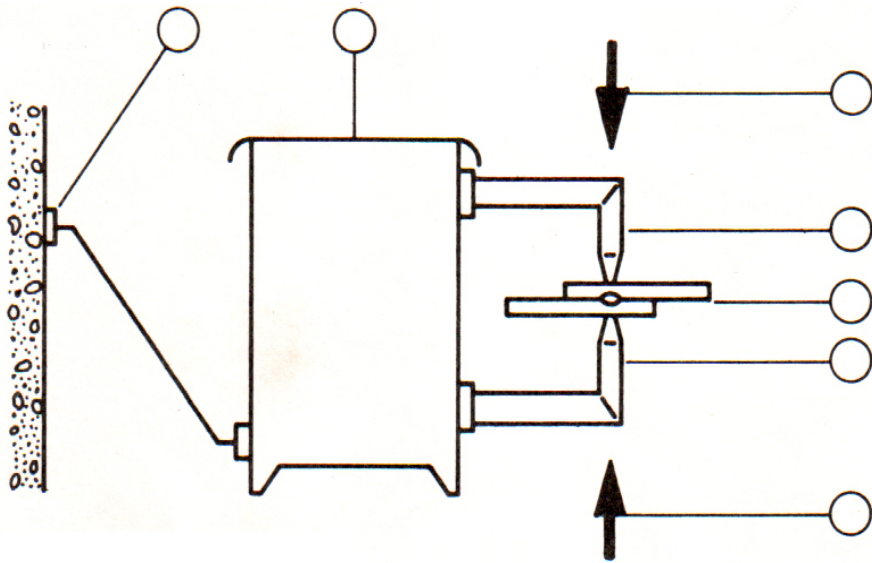
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Gulungan kawat
6. Motor penggerak kawat
7. Pipa kontak
8. Serbuk pelindung
9. Terak
10. Penghisap serbuk
11. Kawat las
12. Busur listrik
13. Lapisan kampuh las



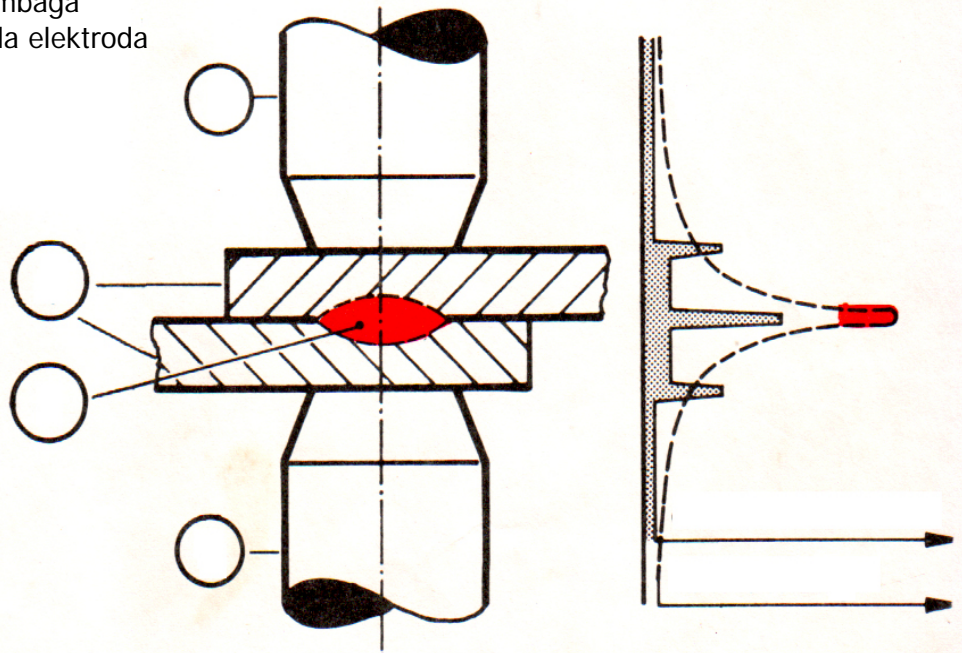
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

9.6 Las Tahanan Listrik



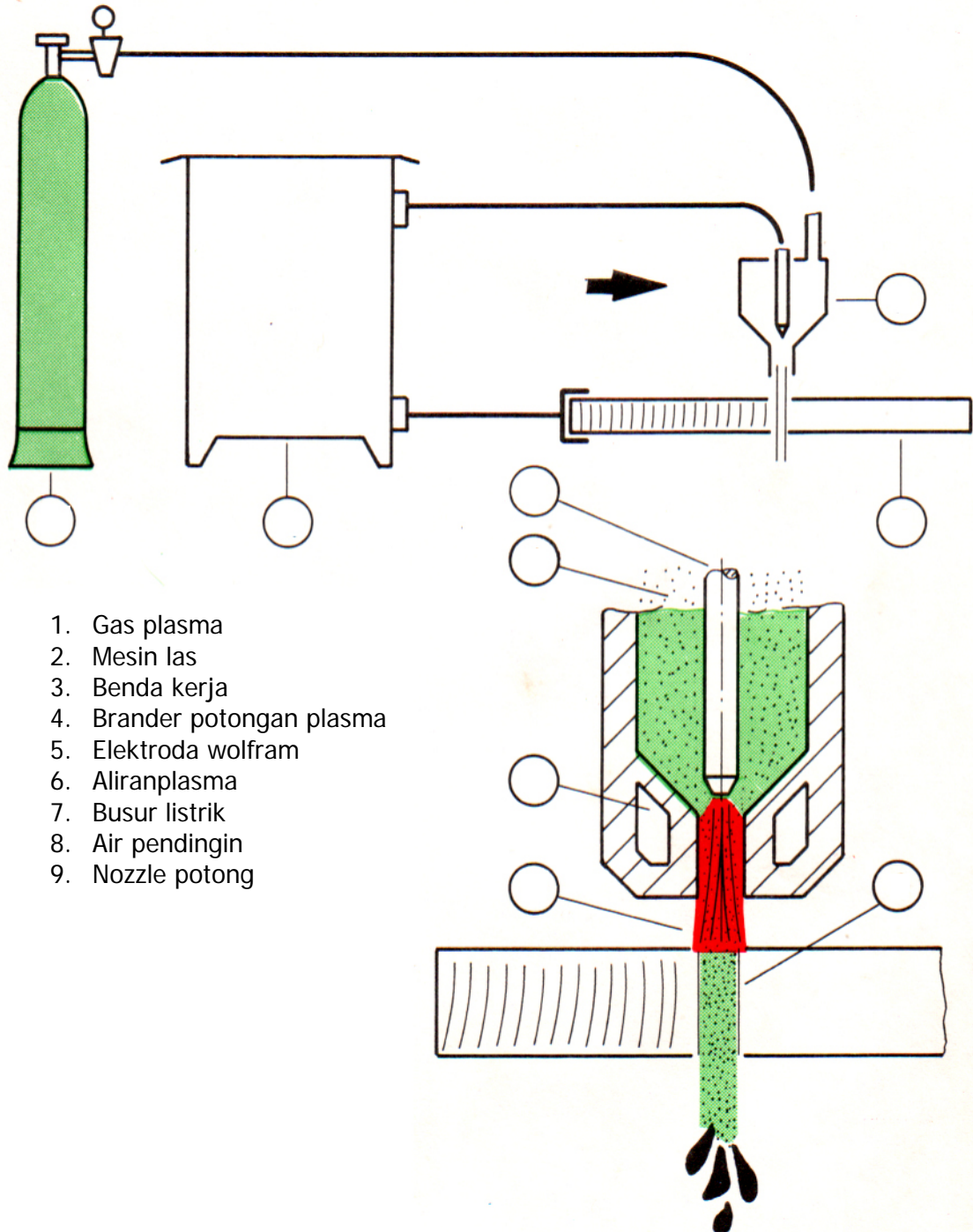
1. Steker
2. Mesin las
3. Elektroda tembaga
4. Tekananp ada elektroda
5. Benda kerja
6. Kampuh las



Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

9.7 Pemotongan dengan Plasma



1. Gas plasma
2. Mesin las
3. Benda kerja
4. Brander potongan plasma
5. Elektroda wolfram
6. Aliran plasma
7. Busur listrik
8. Air pendingin
9. Nozzle potong

Gas plasma () mengalir dari nozzle potong (). Busur listrik () menyala di antara elektroda wolfram () dan benda kerja (). Busur listrik ini memanaskan gas plasma menjadi energi plasma yang memiliki temperatur ____ °C. Daerah yang dilalui energi plasma ini akan mencair (membuat celah-celah) sehingga benda kerja terpotong.

d. Masa berlaku/pengesahan

Menurut aturan, bahwa masa berlaku uji kualifikasi personel pengelasan adalah **2 (dua) tahun**. Bila pemberi kerja atau pengawas pengelasan yang bertanggung jawab menugaskan / menetapkan / mencatat kondisi (dalam kurun waktu 6 bulanan) bahwa juru las memenuhi kriteria - kriteria di bawah ini :

1. Juru las mengelas secara reguler (batas selang yang diperbolehkan max 6 bulan)
2. Juru las mengelas diarea pemakaian yang sesuai dengan uji kalifikasinya.
3. Kemampuan dan pengetahuannya tidak disangsikan.

Masa berlaku hanya dapat diperpanjang 2 tahun lagi, bila :

Penguji atau lembaga uji memperoleh data uji yang sesuai / dimiliki tentang kualitas hasil pengelasan dari product / fabrikasi juru las, misal : document radiografi, ultrasonic atau uji patah.

e. Uji Pengetahuan (teori)

Setiap uji kualifikasi personel pengelasan, meliputi pula uji pengetahuan teori, dengan subject sebagai berikut :

1. Keselamatan kerja dan bahaya kebakaran.
(UVV VBG 15 " Welding, Cutting dan proses pengerjaan yang terkait)
2. Penanganan dari peralatan pengelasan yang sesuai dengan prosesnya.

Las Otogen/Gas <ul style="list-style-type: none"> - Nyala api - Gas-gas pada las otogen - Teknik pengelasan (kekiri / kekanan) 	Las busur (E, MAG, TIG) <ul style="list-style-type: none"> - Pengaruh panjang busur. - Kuat arus (ampere) - Polaritas - Belokkan busur listrik - Terak - Gas - gas pelindung
--	---
3. Pencegahan dan pengurangan cacat / kesalahan pada proses pengelasan.
4. Baja, aluminium dan paduannya, demikian pula bahan tambahan, (tergantung jenis ujiannya).
5. Tanda-tanda symbol las.
6. Persiapan benda kerja pada proses pengelasan.
7. Penunjukkan uji kualifikasi personel pengelasan dan area pemakaiannya.

Di bawah ini menunjukkan urutan yang memungkinkan, uji kualifikasi personel pengelasan yang diperlukan pada area kerja.

10.1.1. Variable yang mempengaruhi pemilihan uji kualifikasi personel pengelasan untuk baja menurut EN ISO 9606 -1 (baja)**Proses Pengelasan**

111. Las busur listrik (manusal (E)	Manual metal Arc Welding (E)
114. Las busur listrik dengan inti flux	Flux Cored Metal Arc Welding
131. Las metal dengan pelindung gas inert (MIG)	Metal Inert Gas Welding (WIG)
135. Las metal dengan gas pelindung aktif (MAG)	Metal Aktif Gas Welding (MAG)
136. Las metal dengan pelindung aktif dengan inti – Flux	Flux cored – Metal Aktif Gas Welding
137. Las metal dengan gas inert dengan inti - Flux	Flux – cored Metal inert gas welding

141. Las Tungsten dengan gas pelindung (TIG)

Tungsten inert gas welding

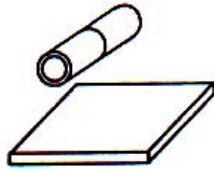
311. Las Otogen/gas (G)

Gas welding (G)

Bentuk (Semi Finished Product)

T Tube

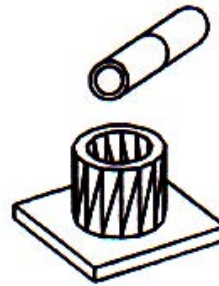
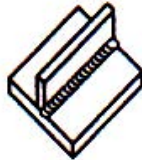
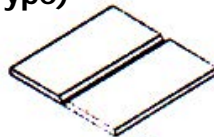
P Plate



Type Pengelasan (Weld Type)

BW Butt Weld

FW Fillet Weld



Group Material (Material Group)

- W01 - Baja karbon rendah – tanpa perpaduan (baja karbon manganese)
- atau baja aduan rendah – S 235JR (St 37,2)
– S 255JR (St 52,3)
– St 35,8
- Grup ini termasuk pula baja dengan butiran halus (fine grained) dengan batas kekuatan patah $REH \leq 360 \text{ N/mm}^2$
- W02 - Baja chrom – molibden (CrMo)
- atau baja anti creep chrom – molibden – vanadium (CrMoV)
misal 13CrMo4-5 & 20 CrMoV12-1
- W03 - Baja yang dinormalizing
- Baja dengan butiran halus yang diquenching atau dengan perlakuan thermo-mechanical dengan batas kekuatan patah $REH > 360 \text{ N/mm}^2$
Misal - P 460 N (StE 460)
- S 690Q (StE 690V)
- Yang serupa pula, baja nikel dengan kandungan nikel 2 – 5%.
- W04 - Baja tahan karat (steinless steel) Ferritic atau martensitic dengan kandungan chrom 12 – 20%
Misal : X6 Cr Ti 17
- W11 - Baja tahan karat (steinless steel) Ferritic- austenitic atau Austenitic murni (CrNi)
Misal : X5 Cr Ni 18 – 10
X12 Cr Ni 25 – 21

Bahan Tambah (Filler Metal)

Tipe bahan tambah		Proses Pengelasan
nm	No filler metal	G, TIG
wm	with filler metal	G, TIG, MIG, MAG
A	Acid - covered	(selubung asam)
B	Basic - covered	(selubung basic)
C	Cellulosic - covered	(selubung seeluse)
R	Rutile - covered	(selubung Rutil)
RA	Rutile - covered	(selubung Rutil asam)
RB	Rutile - Basic - covered	(selubung Rutil basic)
RC	Rutile - Cellulosic - covered	(selubung Rutil Seelusa)
RR	Acid - covered (Huck)	(selubung Rutil (tebal))
S	Other	(Lainnya)



Dimensi bahan uji (dalam mm)

1. Tebal bahan uji (t)

Misal : Tebal material 5 mm - t = 05 mm
 Daerah pemakaian yang diijinkan yaitu antara 3mm – 10 mm

Area yang diijinkan

Tebal (t) dari bahan uji dalam (mm)

- $t \leq 3\text{mm}$

- $t \leq 3\text{mm} < t \leq 12\text{ mm}$

- $t > 12\text{ mm}$

1) untuk las otogen hanya berlaku s/d 1,5 t

Area yang diijinkan

- t sampai dengan 2 t 1)

- t sampai dengan 2 t 1)

- $\geq 5\text{ mm}$

2. Diameter pipa (D)

Misal : pipa dengan diamter 86 mm - D86

Daerah pemakaian yang diijinkan yaitu antara 43 mm – 172 mm

Area yang diijinkan

- $D \leq 25\text{ mm}$

- $25\text{ mm} < D \leq 150\text{ mm}$


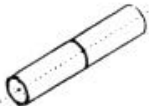
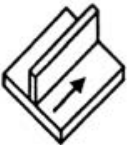
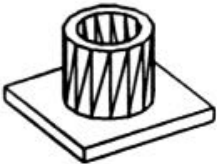


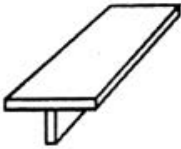
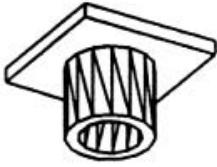

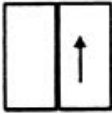
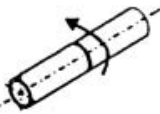
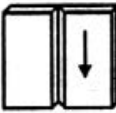
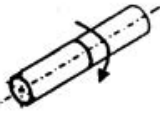
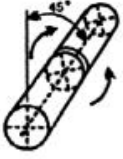
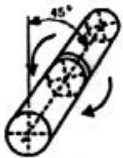
- $D > 150\text{ mm}$

- D sampai dengan 2 D

- 0,5 D sampai dengan 2 D

- $\geq 0,5\text{ D}$

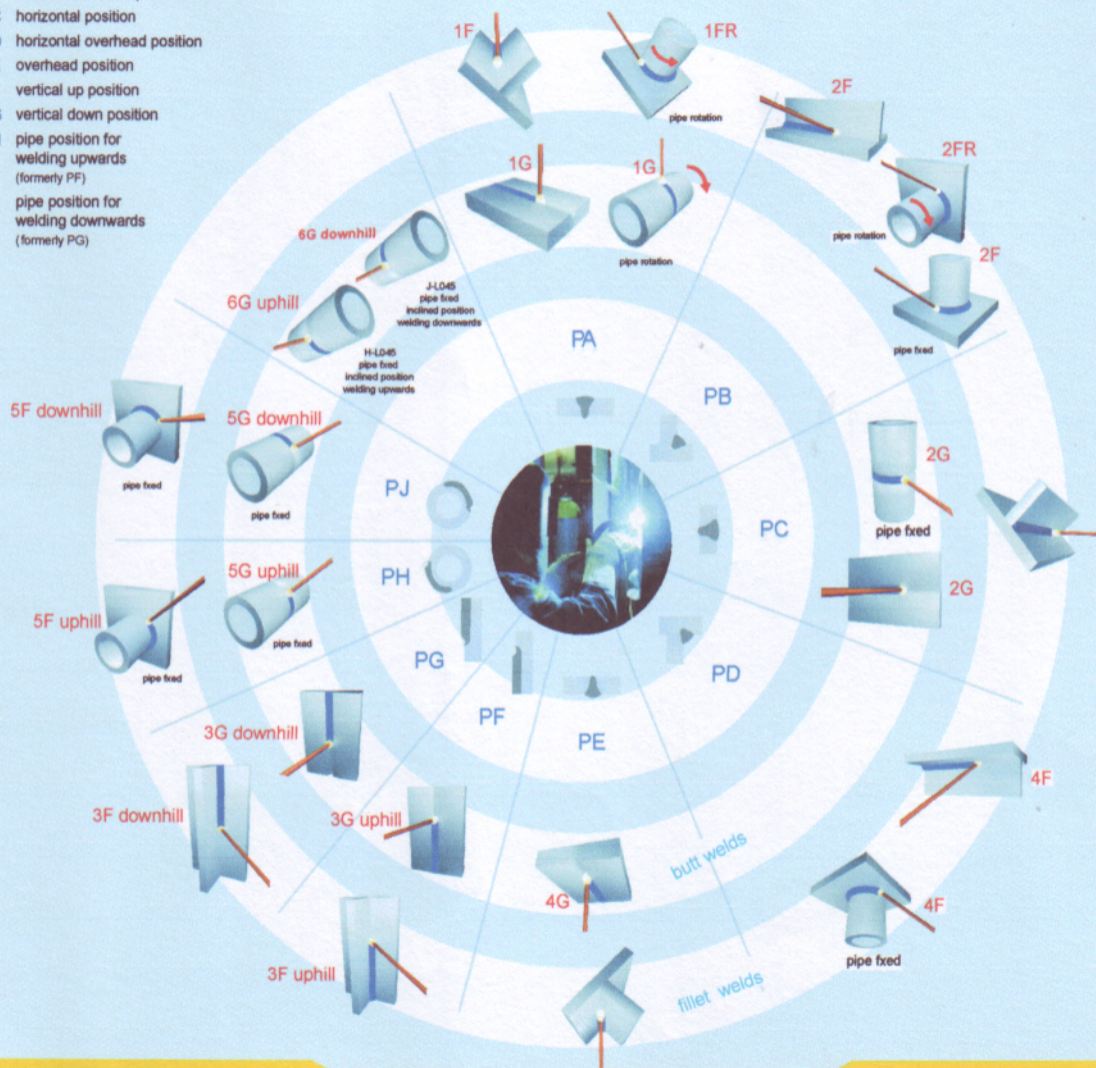
Posisi Pengelasan

		PA	Posisi mendatar
		PB	Posisi horisontal
		PC	Posisi Melintang/mendatar tegak
		PD	Posisi horisontal diatas kepala
		PE	Posisi diatas kepala
		PF	Posisi tegak lurus - naik (sumbu horisontal pipa)
		PG	Posisi tegak lurus - turun (sumbu horisontal pipa)
		HL - 045	Tegak lurus - naik 45° (sumbu pipa miring 45°)
		JL - 045	Tegak lurus - turun 45° (sumbu pipa miring 45°)

WELDING POSITIONS

ACCORDING TO DIN EN ISO 6947 : 2013

- PA flat position
- PB horizontal vertical position
- PC horizontal position
- PD horizontal overhead position
- PE overhead position
- PF vertical up position
- PG vertical down position
- PH pipe position for welding upwards (formerly PF)
- PJ pipe position for welding downwards (formerly PG)



INLASTEK Welding Institute
 Jl. Joko Tingkir No 5 Pajang, Surakarta 57146
 Telp 0271-732339, Fax. 0271-737228
 Email : inlastek_surakarta@yahoo.co.id
 Web site : inlastek.wi.com

10.1.1 Variabel yang mempengaruhi pemilihan uji kualifikasi personel pengelasan untuk Aluminium – menurut EN ISO 9609 - 2

Welding process

Metal inert gas welding	131
Tungsten inert gas welding	141
Plasma welding	15

Semi - Finished product



Weld type



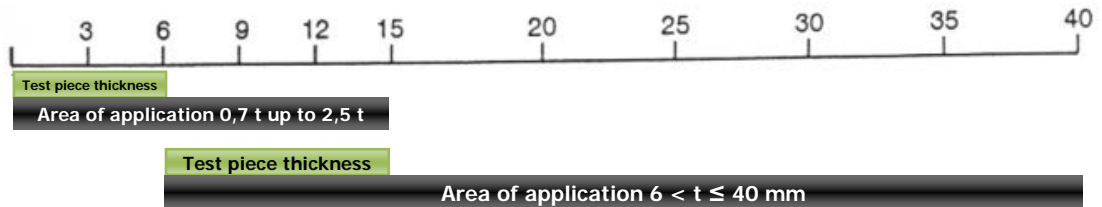
Material

W21	Pure Aluminium and similiar	misal : Al99, 5; AlMn
W22	Aluminium Alloys	Misal : AlMg3, AlMG4, 5Mn
W23	Hardeneble aluminium alloys	Misal : AlMgSi0, 5Bis 1,0; AlZn4,5Mg1

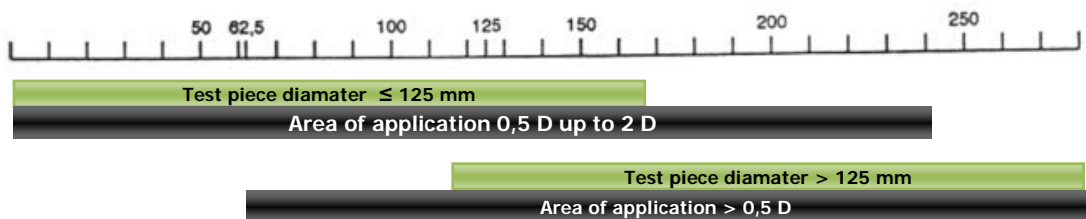
Filler metal

wm	= With filler metal
nm	= No Filler metal

Test piece Thickness ukuran dalam mm



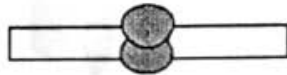
Semi Finished tube (diameter dalam mm)



Pelaksanaan Pengelasan



ss Pengelasan satu sisi



bs Pengelasan dua sisi



gg Gouging dan pengrerindaan pada akar las



mb Pengelasan dengan penyangga bak lasan



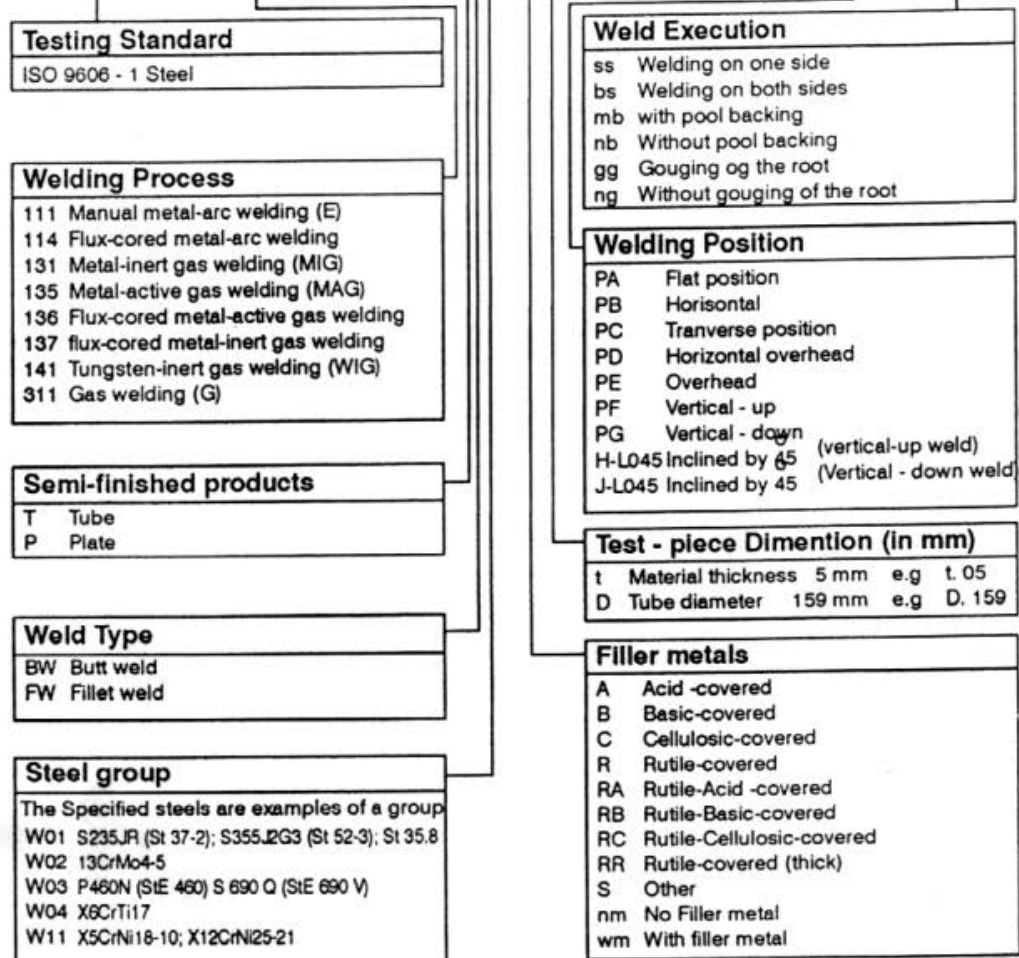
nb Pengelasan tanpa penyangga bak lasan.



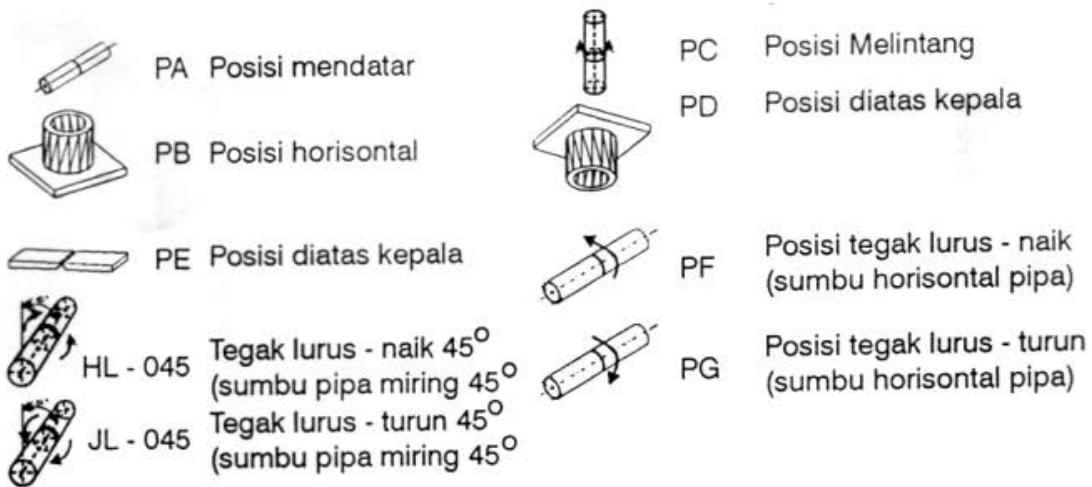
ng Tanpa gouging dan pengrindaan

Test Designation According to ISO 9606 - 1 (Steel)

ISO 9606-1 111 T BW W01 wm t05 D159 PA ss nb



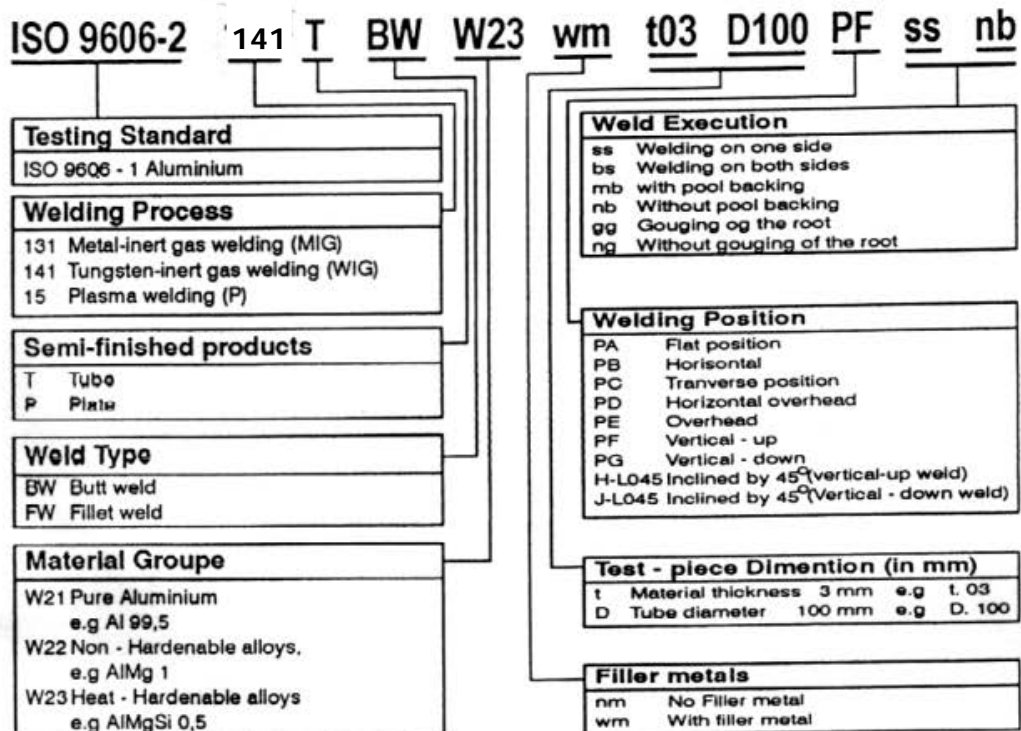
Welding Position



Welding Execution

Hardening (Hardenable Al alloys : W23)	ag
Pengelasan satu sisi	ss
Pengelasan dua sisi	bs
Gouging dan pengrerindaan pada akar las	mb
Pengelasan dengan penyangga bak lasan	nb
Pengelasan tanpa penyangga bak lasan.	gg
Tanpa gouging dan pengrindaan	ng

Test Designation According to ISO 9606 - 2 (Aluminium)



SPESIALIS LAS Welding Specialist

DIPLOMA

PROGRAM SPESIALIS - LAS

SUPERVISOR WELDING COORDINATOR LEVEL III	Main Course 180 Jam	PRASYARAT : 1. Welding Instruktur/praktisi 2. Foreman/Supervisor dgn pengalaman dlm Metal working 3 th 3. D3-Graduated, Engineer. S1
	Practical Course 60 Jam	
	Basic Course 80 Jam	
	Total 320 Jam	

PROGRAM PRAKTIKSI LAS

PROGRAM INSTRUKTUR LAS

FOREMAN WELDING COORDINATOR LEVEL IV	PENDIDIKAN & PELATIHAN (TEORI & PRAKTEK) "PRAKTIKSI LAS" : MMA, TIG, MIG/MAG, G	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Final Examination</td> <td style="text-align: center;">146-160 jam</td> <td style="text-align: center;">180 jam</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Praktisi Las (Welding Practitioner)</td> <td style="text-align: center;">Part 3</td> <td></td> </tr> </table>	Final Examination	146-160 jam	180 jam	Praktisi Las (Welding Practitioner)	Part 3		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Final Examination</td> <td style="text-align: center;">180 jam</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Tabap 3</td> <td style="text-align: center;">Instruktur Las "Utama"</td> </tr> </table>	Final Examination	180 jam	Tabap 3	Instruktur Las "Utama"	PENDIDIKAN & PELATIHAN (TEORI & PRAKTEK) "INSTRUKTUR LAS" : MMA, TIG, MIG/MAG, G
		Final Examination	146-160 jam	180 jam										
		Praktisi Las (Welding Practitioner)	Part 3											
		Final Examination	180 jam											
		Tabap 3	Instruktur Las "Utama"											
		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Praktek)</td> <td style="text-align: center;">60 jam</td> <td style="text-align: center;">120 jam</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Teori)</td> <td style="text-align: center;">40 jam</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Part 2</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Instruktur Las "Madya"</td> </tr> </table>	Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Praktek)	60 jam	120 jam	Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Teori)	40 jam		Part 2	Instruktur Las "Madya"		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Tabap 2</td> <td style="text-align: center;">Instruktur Las "Madya"</td> </tr> </table>	Tabap 2	
Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Praktek)	60 jam	120 jam												
Dasar-dasar Technologie Pengelasan (Teori)	40 jam													
Part 2	Instruktur Las "Madya"													
Tabap 2	Instruktur Las "Madya"													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Dasar-dasar keteknikan General Technical Foundation</td> <td style="text-align: center;">80 jam</td> <td style="text-align: center;">80 jam</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Part 0</td> <td colspan="2" style="text-align: center;">Instruktur Las "Muda" Pratama</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Part 1</td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>	Dasar-dasar keteknikan General Technical Foundation	80 jam	80 jam	Part 0	Instruktur Las "Muda" Pratama		Part 1			<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Tabap 1</td> <td style="text-align: center;">Instruktur Las "Muda" Pratama</td> </tr> </table>	Tabap 1	Instruktur Las "Muda" Pratama		
Dasar-dasar keteknikan General Technical Foundation	80 jam	80 jam												
Part 0	Instruktur Las "Muda" Pratama													
Part 1														
Tabap 1	Instruktur Las "Muda" Pratama													

PRASYARAT :

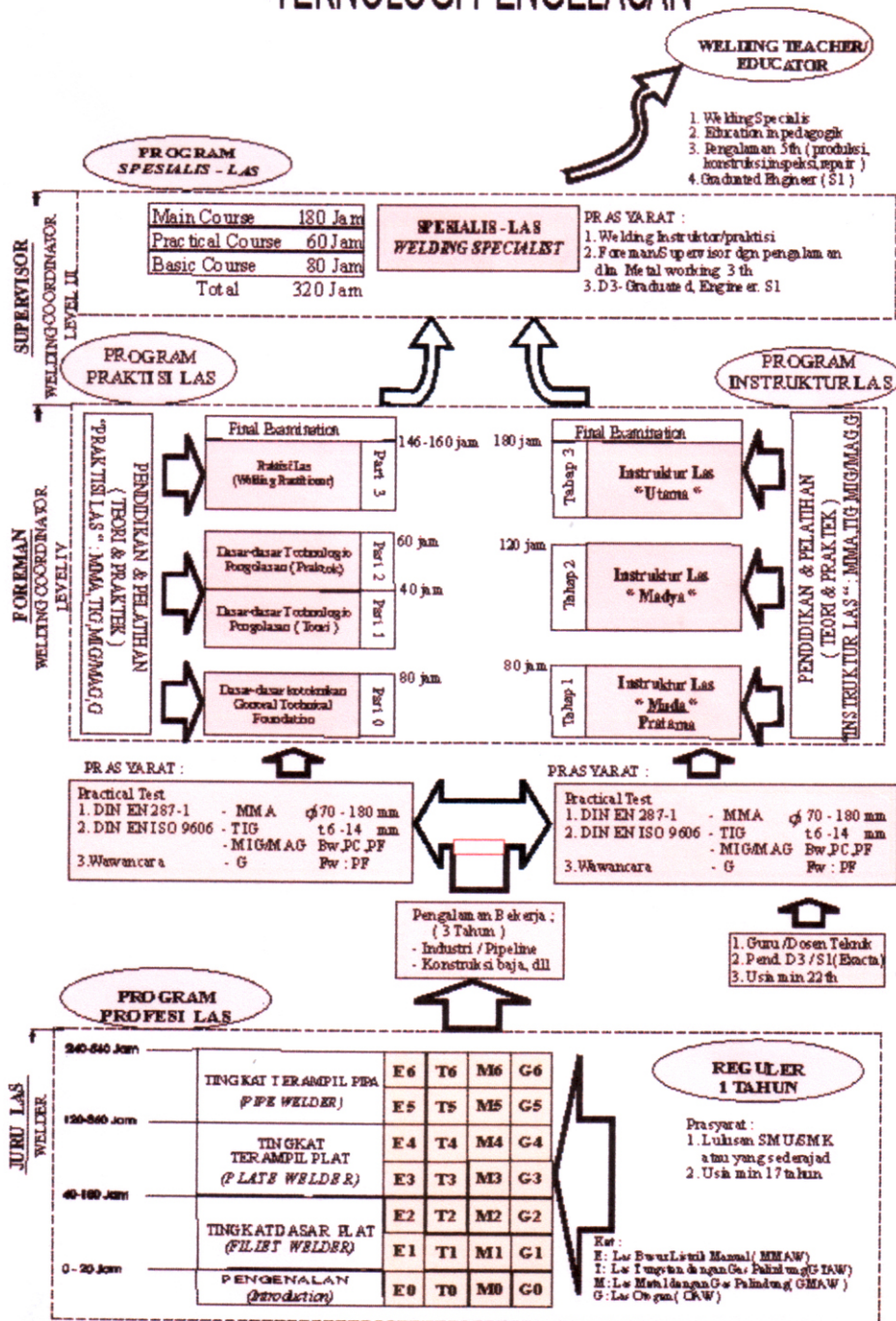
Practical Test		
1. DIN EN 287-1	- MMA	Ø 70 - 180 mm
2. DIN EN ISO 9606	- TIG	t 6 - 14 mm
	- MIG/MAG	Bw, PC, PF
3. Wawancara	- G	Fw : PF

**Pengalaman Bekerja ;
(3 Tahun)**
 - Industri / Pipeline
 - Konstruksi baja, dll

PROGRAM PROFESI LAS

JURU LAS WELDER	240-560 Jam	TINGKAT TERAMPIL PIPA (PIPE WELDER)	E6	T6	M6	G6	
			E5	T5	M5	G5	
	120-360 Jam	TINGKAT TERAMPIL PLAT (PLATE WELDER)	E4	T4	M4	G4	
			E3	T3	M3	G3	
	40-180 Jam	TINGKAT DASAR PLAT (FILLET WELDER)	E2	T2	M2	G2	
			E1	T1	M1	G1	
	0 - 20 Jam	PENGENALAN (Introduction)	E0	T0	M0	G0	
	<div style="border: 2px dashed black; border-radius: 50%; padding: 10px; display: inline-block;"> REGULER 1 TAHUN </div> <p>Prasyarat :</p> <ol style="list-style-type: none"> Lulusan SMU/SMK atau yang sederajat Usia min 17 tahun <p>Ket :</p> <p>E: Las Busur Listrik Manual (MMAW) T: Las Tungsten dengan Gas Pelindung(GTAW) M: Las Metal dengan Gas Pelindung (GMAW) G: Las Otogen (OAW)</p>						

JALUR PENDIDIKAN PROFESIONAL TEKNOLOGI PENGELASAN



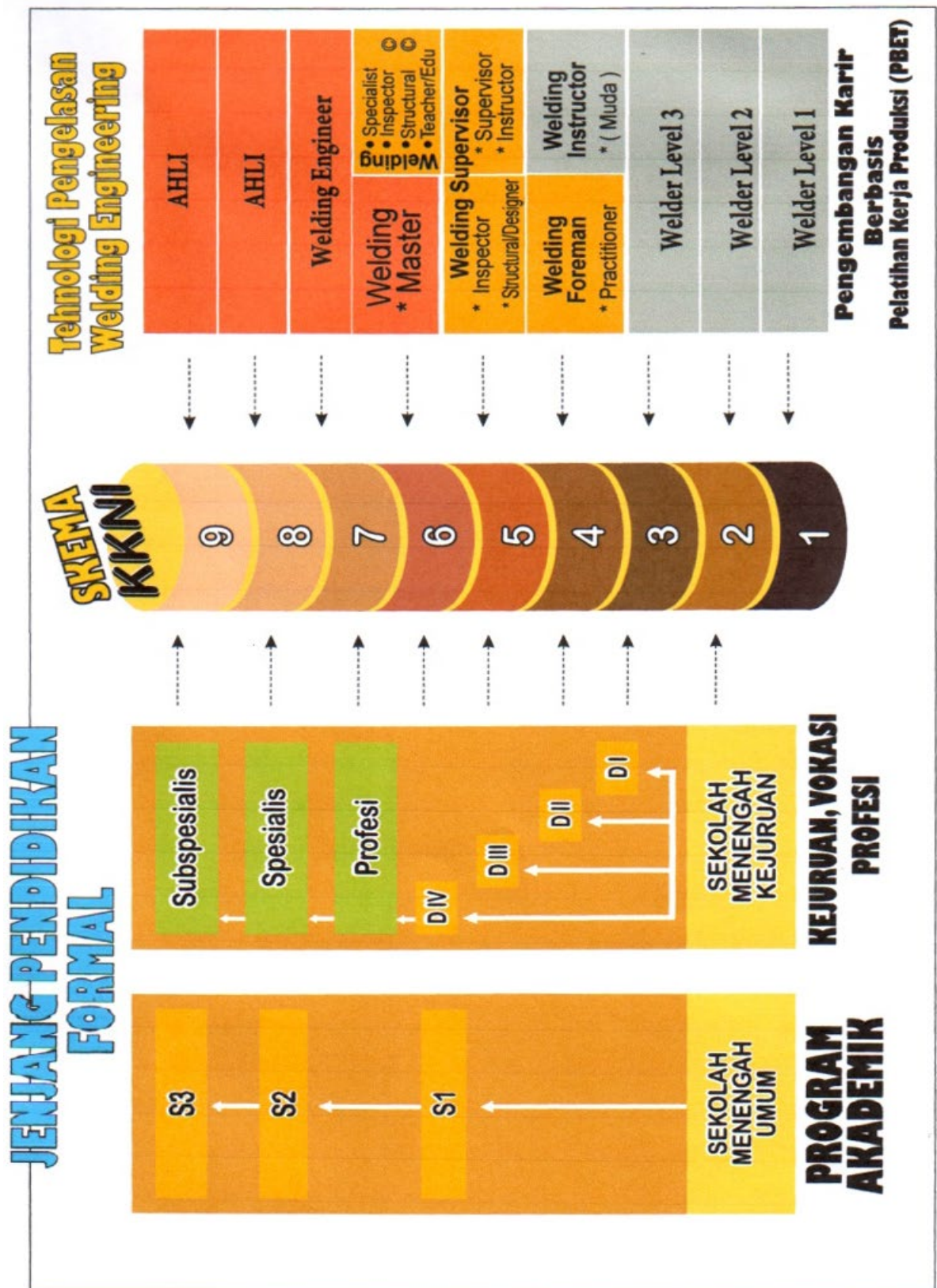
INLASTEK WELDING INSTITUTE

Affiliated by the German Welding Institute - Mannheim
 J. Jati Tangki No.5 Pajang, Sekeloa 57140 Telp. (0271) 732330 Fax. (0271) 737228
 Email: inlastek_sarakarang@jatio.co.id

10.3 Skema Sertifikasi

INTERNATIONAL		REGIONAL	NATIONAL
International Institute of Welding (IIW)		Asian Welding Federation (AWF)	Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP)
no	Uraian		
1	Internasional Welding Engineer (IWE)	-	-
2	Internasional Welding Technologist (IWT)	-	-
3	Internasional Welding Structure Design (IWSD) - IWSD - Comprehensive - IWSD - Standard	-	-
4	Internasional Welding Specialist (IWS)		Welding Supervisor
	Internasional Welding Inspector (IWIP); - IWIP - Comprehensive - IWIP - Standard - IWIP - Basic	-	Welding Inspektur : - Welding Inspector Junior - Welding Inspector Senior
6	Internasional Welding Practitioner (IWP)	-	-
7.	International Welder (IW) - International Tube welder (ITW) - International Plate welder (IPW) - International Fillet welder (IFW) - Internasional Fabricator welder	AWF - CWCS - S3 - Pipe /tube Welder - S2 - Plate Butt Welder - S1 - Plate Fillet Welder.	SKKNI / KKNI : - Welder Sertifikat III - Welder Sertifikat II - Welder Sertifikat I
Selain pendidikan / training tsb diatas , masih ada Pendidikan dan Pelatihan (TOT) untuk Instruktur Las (Welding Instructor)			
	-	-	1. Instruktur Las (Master)
	-	-	2. Instruktur Las (Standard.)
	-	-	3. Instruktur Las (Basic / Associate)

10.4 Kesetaraan

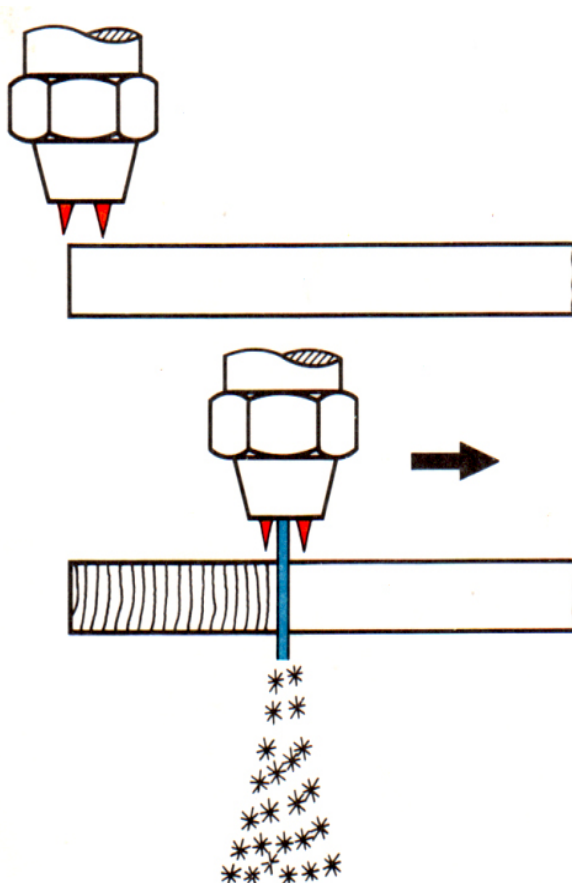


11.1 PROSES PEMOTONGAN OXY – ACETYLEN

Pemotongan Oxy – Acetylen adalah proses pemotongan Thermis, secara umum proses ini digunakan untuk persiapan kumpuh las pada Plat, Profil, Pipa serta pemotongan pada komponen-komponen dari Plat.

PENCAIRAN – PEMBAKARAN

- Baja akan _____ pada temperatur 1500°C, bila pencampuran dengan udara.
- Baja akan _____ pada temperatur 1100°C, bila pencampuran dengan gas Oksigen Murni.



PROSES PEMOTONGAN OXY – ACETYLEN

- Nyala api memanasi material hingga mencapai temp. nyala dan membersihkan permukaan baja dari karat, bahan mudah terbakar.
- Di sepanjang aliran gas oksigen, baja akan terbakar.
- Dengan penarikan brander potongan akan terjadi pemotongan (gap).
- Terak tipis cair akan tersembur keluar dari area pemotongan (gap)

Baja bila bersinggungan Gas Oksigen Murni akan menimbulkan panas dan terak

MATERIAL YANG COCOK UNTUK PROSES PEMOTONGAN OXY – ACETYLEN

Untuk dapat dipotong dengan proses Oxy Acetylen, material harus memiliki/ memenuhi ketentuan-ketentuan di bawahini :

- A. Bahan / material harus dapat terbakar pada **Aliran Gas Oksigen**.
- B. Temperatur – nyala bahan/material **harus lebih rendah** dari temperatur cairnya.
- C. Temperatur cair dari **lapisan Oksid** harus lebih rendah dari temperatur cairnya.
- D. Terak yang terjadi harus cair tipis.
- E. Daya hantar panas bahan/material hendaknya rendah.

Sebutkan bahan/material di bawah ini tidak dapat dipotong dengan proses pemotongan Oxy Acetylen, karena tidak memenuhi sebagai berikut :

- Aluminium tidak memenuhi _____
- Steinless Steel tidak memenuhi _____
- Tembaga tidak memenuhi _____
- Timbel / Timah Hitam tidak memenuhi _____
- Baja tuang kelabu tidak memenuhi _____

**Bahan / Material yang tidak dapat dipotong
oleh Oxy – Acetylen, dapat dilakukan
dengan proses pemotongan cair**

SEMPROTAN / SPUYER

a. Prinsip

- Gas untuk Pemanasan

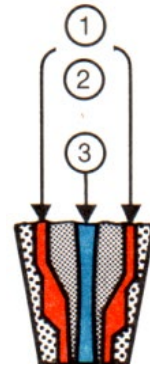
O _____

O _____

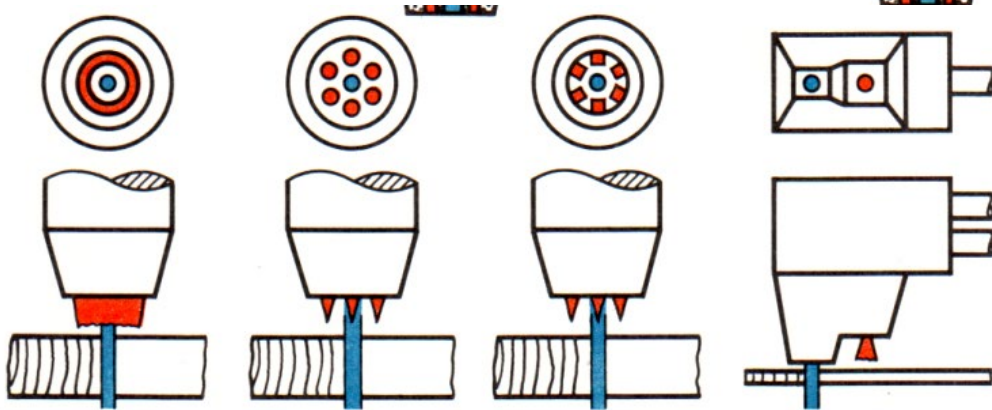
- Gas untuk Pemotongan

O _____

O _____



b. Tipe / Model



O _____

O _____

O _____

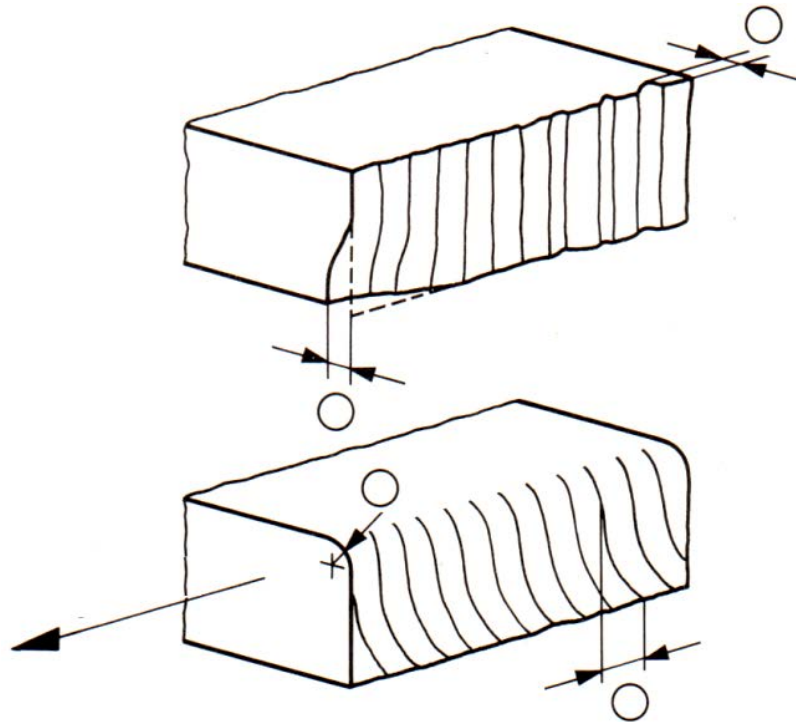
O _____

1. Type/model Bertingkat (untuk pemotongan plat tipis, pemotongan kurva sulit dilaksanakan, tidak ada pencairan pojok)
2. Type/model Celah (lubang memanjang) → 2 bagian, mudah dibersihkan dan perawatan, jarak material dan luncut nyalat ~ 7 mm. Tidak peka terhadap percikan.
3. Type/model Blok (1 bagian, dapat dibongkar, jarak material dan kerucut nyala ~ 7 mm sehingga terdapat panas dan percikan sedikit).
4. Type/model Ring (jarak material dan kerucut nyala ~ 3mm sehingga peka terhadap percikan, sulit untuk centre, 2 bagian dan mudah untuk perawatan).

PENAMPANG / IRISAN DARI PEMOTONGAN

Penampang atau irisan pemotongan secara visual dapat dinilai berdasarkan :

1. Ketidakrataan
2. Kendalaman - ukiran potong
3. Pencairan pada pojok permukaan/penampang
4. Pergeseran ukiran potong



Kualitas Irisan / Penampang Pemotongan tergantung dari :

- Ukuran Semprotan / Spuyer
- Kebersihan dari semprotan/spuyer
- Penyeletelan kerucut nyala dan tekanan Gas Oksigen potong
- Kecepatan potong
- Kebersihan permukaan material
- Kecepatan brander yang tetap (Jw.Ajeg)

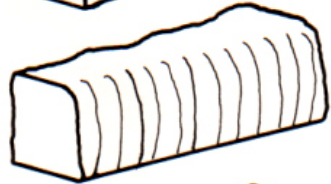
Kesalahan Pemotongan & Penyebabnya

Semprotan/spuyer tidak bersih	Kerucut nyala terlalu besar	Kerucut nyala terlalu kecil/dekat	Kecepatan terlalu rendah	Kecepatan terlalu tinggi	Tek. Oksigen potong terlalu tinggi

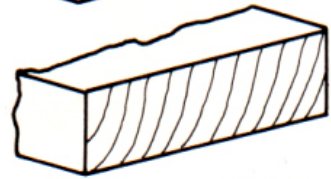
Potongan tidak rata



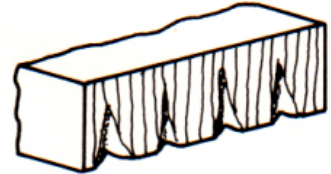
Pojok penampang mencair → banyak



Pergeseran ukiran potong/ penampang → besar



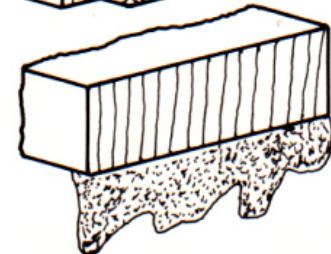
Potongan/penampang berkawah



Potongan/penampang terpotong-potong

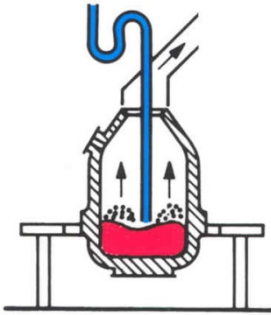


Terak menempel Keras (berjenggot)

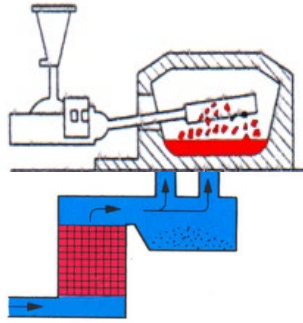


12. Proses Fabrikasi Baja

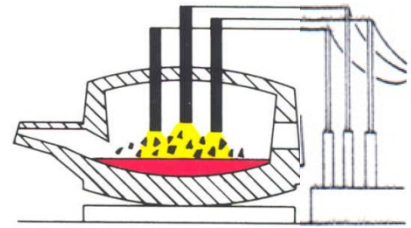
Converter Steel Process



Open heat Process

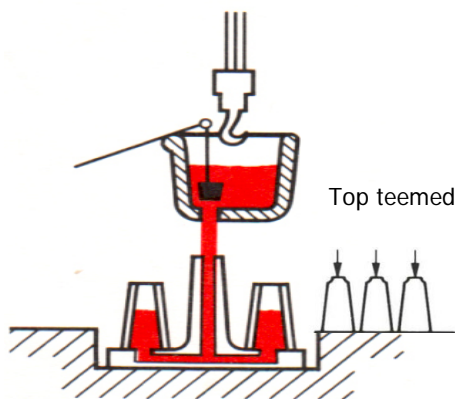


Elektro steel Process



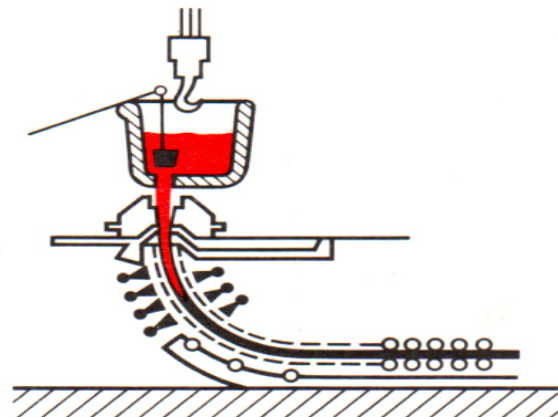
12.1 Proses Penuangan Baja

Penuangan _____



Diproses lebih lanjut dengan Proses rolling atau tempa

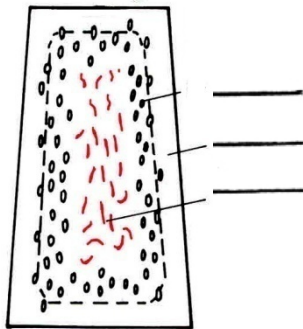
Penuangan _____



Diproses lebih lanjut untuk Plat, baja, profil dan pipa (tube)

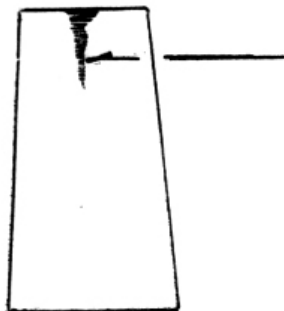
12.2 Type Penuangan (Casting)

1. Penuangan yang _____ (U) (Unkilled Steels)



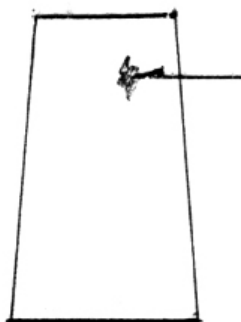
no	Sifat – sifat khusus	Uraian	Kode / symbol;
1.	Area / Zona Segregasi	Area timbunan Unsur-unsur yg tak berguna (kotor) bagi baja Mis : *Phospor (P) *Belerang (S) *Gas-gas (N ₂ , udara,	_____
2.	Kecenderungan retak	Bahaya retak ,bila bercampur dgn area segregasi / kotor	
3.	Timbulnya Lubang udara (porosity)	Bahaya timbulnya lubang – Lubang udara (porosity) dlm kampuh las.	

2. Penuangan yang _____ (R) (Killed Steels)



no	sifat – sifat khusus	Uraian	Kode /symbol
1.	Terdapat area / Zona pengendapan di permukaan baja	Area / zona pengendapan krn unsur-unsur Silisium (Si) dan Mangaan (Mn) shg terjadi penyusutan (shrinkage) di Permukaan logam.	_____

3. Penuangan dalam kondisi _____ (RR) (Qualitet Killed Steels)



no	Sifat – sifat khusus	Uraian	Kode /symbol
1.	Terdapat area / Zona pengendapan Di dalam baja	Area / zona pengendapan krn unsur-unsur Silisium . mangaan dan khususnya Aluminium (Al) shg terjadi kotoran (Impurities) pengendapan dalam baja.	_____

12.3 Unsur-unsur Campuran pada Baja

Unsur-unsur campuran baja yang **tidak** diharapkan

Nama unsur	kode kimiawi	Effek.
Belerang	S	*Mengurangi sifat mudah dibentuk dlm kondisipanas *rapuh dlm panas *area segregasi
Phospor	P	*mengurangi sifat Mudah dibentuk dlm Keadaan dingin. *rapuh dlm dingin *area segregasi.
Nitrogen	N2	*mengurangi sifat Patah geta(aging) Khususnya Baja U.St

Unsur campuran baja yang diharapkan

Nama unsur	Singkatan kode kimiawi	Effek
Mangaan	Mn	*mengurangi bahaya dr pengaruh phosphor *sebagai unsur paduan Baja utk menaikkan kekuatan tariknya
Silisium	Si	*mengikat gas-gas *mengurangi area /zona Segregasi.
Aluminium	Al	*mengikat Gas – gas *mengurangi area/zona Segregasi. *mengurangi Kecenderungan sifat Penuaan (aging)

12.4 Efek Unsur Paduan pada Pengelasan

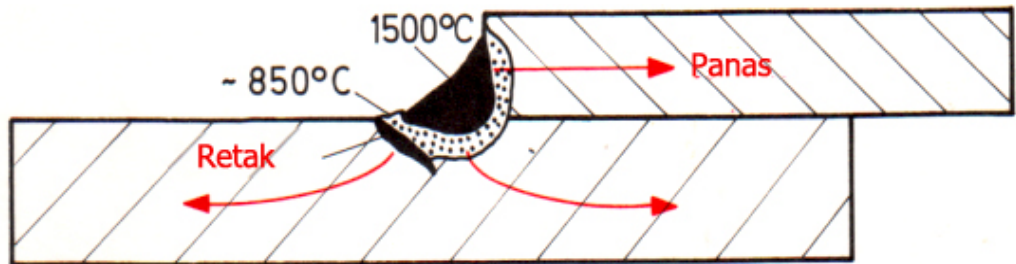
Unsur	kode kimiawi	Daerah pemakaian	Effek terhadap Pengelasan.
karbon	C	Semua Baja	*meningkatnya unsur ini,sebagian dr kesesuaian Pengelasan menjadi (buruk).
Mangaan	Mn	Baja	*memperbaiki kesuaian pengelasan
Chrom Molybden	Cr Mo	Baja	*Chrom bahaya thd pengerasan. *memperbaiki kesesuaian pengelasan via molyden
Chrom Nickel Molybden	Cr Ni Mo	Baja	*Chrom bahaya thd pengerasan. *Nickel tidak berefek buruk thd kesesuaian Pengelasan. *Molybden memperbaiki kesesuaian pengelasan.
Nickel Mangaan	Ni Mn	Baja	*Nickel tidak berefek buruk terhadap kesesuaian Pengelasan. *Mangaan memperbaiki kesesuaian pengelasan.

a. Kecenderungan Sifat Keras pada Baja akibat Pengelasan

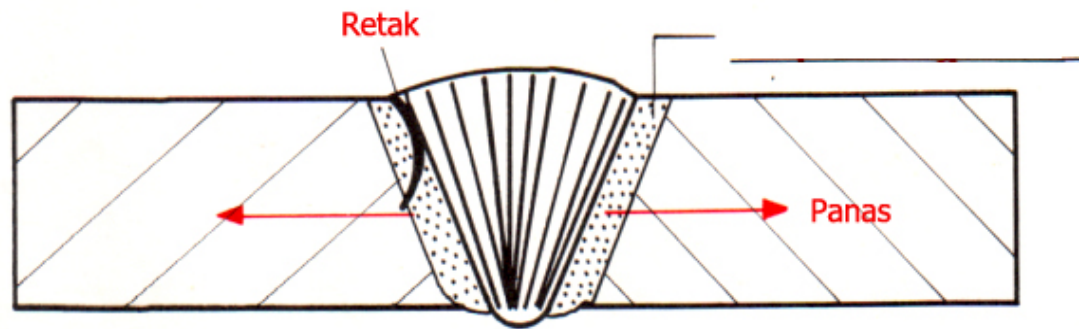
Pengerasan terjadi : Dengan pemanasan di atas 723 °C dan pendinginan yang cepat, maka baja menjadi _____

Pengerasan dipengaruhi : 1. Kandungan karbon
2. Kandungan elemen paduannya

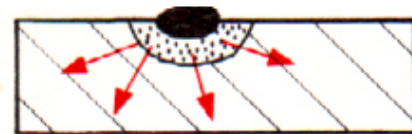
Zone pengerasan pada baja dengan kandungan karbon yang tinggi



Penyebaran panas yang cepat yaitu ke arah panah

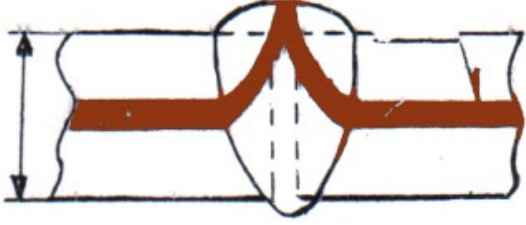
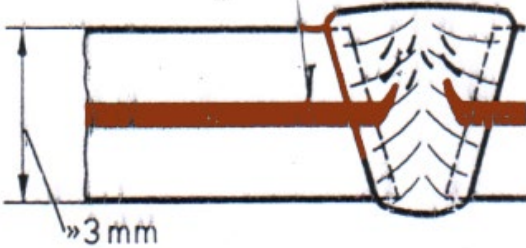
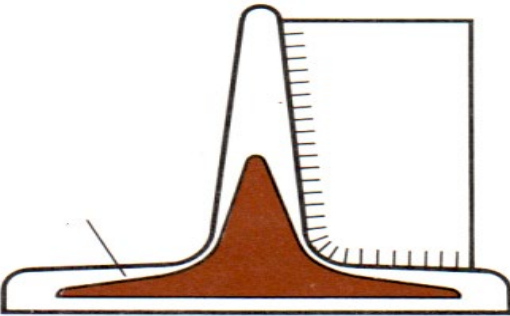
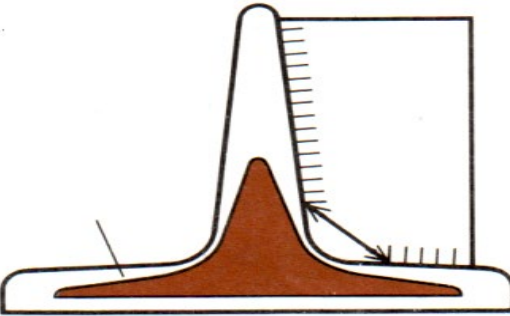


Lokasi penyalan dan las ikat



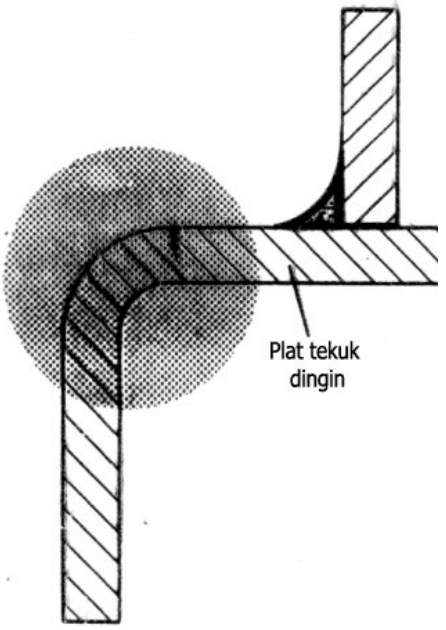
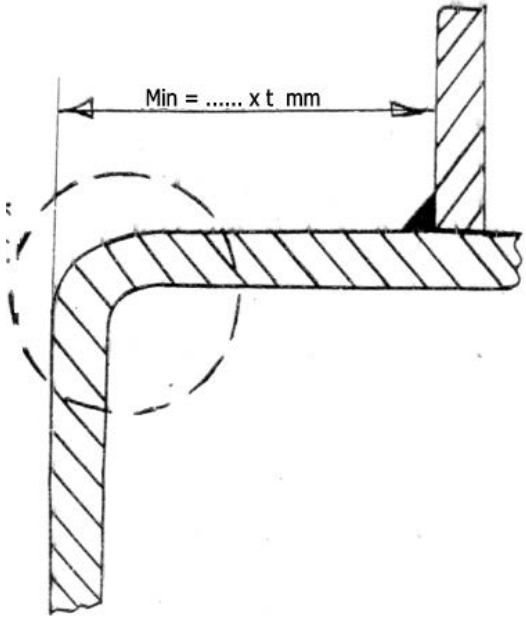
Di lokasi penyalan dan las ikat terdapat penyebaran panas yang cepat akibatnya _____

b. Resiko Retak pada Sambungan Las Akibat Adanya Area Segregasi pada Baja U/R (U St.37-1 & U St 37-2)

Masalah	Usaha Mengatasi
<p>a. Plat</p>  <p>Dengan sambungan las kempuh I, akan terjadi pencampuran langsung dan banyak akibatnya terjadi _____ pada kempuh las.</p>	 <p>Dibuat sambungan las dengan kempuh V, pencampuran langsung <u>tidak banyak</u>.</p>
<p>b. Baja Profil T (Siku)</p>  <p>Pengelasan langsung pada penguat (reinforcement), akan terjadi pencampuran langsung, dengan Area Segregasi, akan terjadi _____ dan _____</p>	 <p>Penguat (reinforcement) dipotong miring, untuk menghindari sambungan las langsung dengan Area Segregasi</p>

c. Sifat Penuaan (Aging) pada Sambungan Las

Baja yang mengandung elemen/unsur Nitrogen (N) yang relatif banyak (misal : Baja St 33, U St 37-2) cenderung menjadi tua, hal ini akan mengakibatkan banyak/resiko _____ pada sambungan las.

Masalah	Usaha Mengatasi
<p>Plat baja U St 37-2 dengan penekukan dingin (cold Bend)</p>  <p>Pengelasan (kampuh las) di dalam atau di samping (≈ 2 s/d 3%) zona tekuk dingin, akan menimbulkan bahaya/resiko _____</p>	 <p>Usahakan pengelasan (kampuh las) <u>dijauhkan</u> dari zona tekuk dingin.</p>

12.5 Rangkuman

a. Kesesuaian Pengelasan terhadap Baja Konstruksi Umum dan Baja Lainnya

Klasifikasi Baja	Kecenderungan Bahan Baja			Sifat Area Segregasi	Keterangan Pengerjaan Las
	Patah Getas	Penuaan (Aging)	Pencampuran		
St 37-2	-	-	-	-	
St 44-2	-	-	-	-	
St 52-3	-	-	X	-	Plat tebal perlu pemanasan awal
R St 37-2	XX	X	-	-	
St 44-2	XX	X	-	-	
St 37-2	XX	X	-	-	
St 33-2	XXX	X	XXX	XXX	Pemanasan awal
St 50-2	XXX	X	XXX	-	Pemanasan awal
St 60-2	XXX	X	XXX	-	Pemanasan awal
St 70-2	XXX	X	XXX	-	Pemanasan awal
C 45	XXX	-	XXX	-	Pemanasan awal
13 Cr Mo 44	XXX	-	XXX	-	Pemanasan awal dan
X5CrNi 189	XXX	-	-	-	Pemanasan awal dan

Keterangan :
Kesesuaian pengelasan akan meningkat, seiring dengan berkurangnya jumlah tanda silangnya

b. Rangkuman

Bahaya/resiko yang akan terjadi akibat unsur campuran yang **tidak** diharapkan di sekitar kampuh las

Unsur	Kode Kimia	Keterangan
Karbon	C	Pengerasan di samping/di bawah kampuh las, bila kandungan C \geq, terkait dengan terjadinya retak
Phospor	P	Patah getas baja di sekitar kampuh las, terjadi retak
Belerang	S	Porosity di kampuh las dan retak di kampuh las
Nitrogen	N ₂	Patah getas di kampuh las
Oksigen	O ₂	Porosity di kampuh las, retak dalam bahan/material di sekitar kampuh las

12.6 Pertanyaan

Pilihlah salah satu jawaban yg saudara anggap benar dgn member Tanda silang.

1. Sebutkan tanda/kode dari hasil proses penuangan baja ?

- RA RR U/R YB

2. Sebutkan kekhususan yg dimiliki Baja dengan penuangan yg bergolak /tidak tenang?

- Tanpa segregasi Area segregasi unsur Si yg tinggi

tanpa lapisan dinding keras

3. sebutkan unsur campuran Baja yang tidak diharapkan ?

- Mangaan Nickel Belerang Silisium

4. Terkait dgn pengelasan ,sebutkan unsur campuran baj yg diharapkan ?

- Mangaan Phospor Belerang Nitrogen.

5. Dimana terbentuknya area/zona yg keras pd Las ?

- di permukaan kampuh las didalam kampuh las

di area Transisi kampuh las & logam induk di bagian akar Las

6. Sebutkan dr klasifikasi Baja ,bila baja kan dilas membutuhkan pemanasan awal ?

- St 37-2 St 37-3 USt 37-2 13 CrMo 44

7. Apa yg saudara ketahui tentang Area Segregasi (kotor)

- Impurities dalam Plat Gas yg tertitup dalam Baja
 Pemerasan dalam fabrikasi Baja akumulasi dr unsur campuran

baja Yang tak diharapkan.

8. Apa yg membedakan pembagian / klasifikasi baja yg berpedoman pd DIN 17100 ?

- Kekuatan Kekersan kandungan karbon

kesesuaian Pengelasan.

9. apa yg ditampilkan dr bahaya retak karena penuaan (aging) Baja ?

- apa saja ttg Las Penekukan dalam kondisa dingin


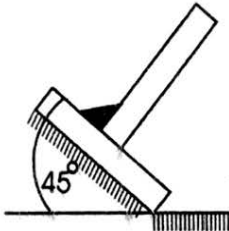
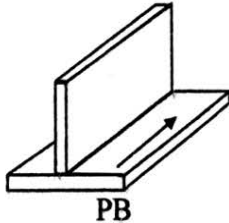
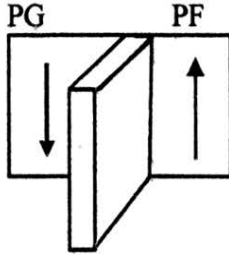
Pengelasan didalam atau disamping daerah / disekitar tekuk dingin.

Penyimpanan bahan baja yg terlalu lama dalam gudang.

10. Sebutkan unsur /paduan yg diberikan pd baja membuat patah getas (rapuh)?

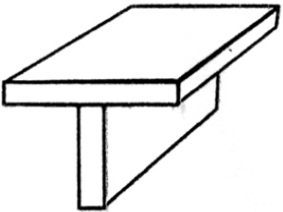
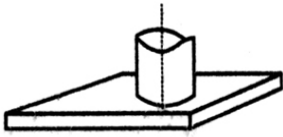
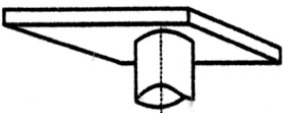
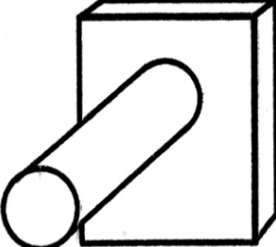
- Mangaan Molyden Nickel Nitrogen.

PELATIHAN : E 1



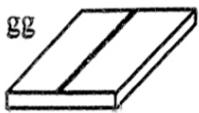

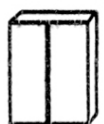
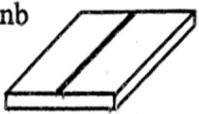

No	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi Pengelasan	Jam	Sketsa
1.	Menumpuk	- W01 - W11	- Steels - Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	Bebas	PA	4	
2	Kampuh Siku T	- W01 - W11	- Steels - Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t ≥ 3 mm	PA	4	
3	Kampuh Siku (⊥)	- W 01 - W 11	- Steels - Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t ≥ 3 mm	PB	12	
				t ≥ 8 mm	PB	12	
4	Kampuh Siku (⊥)	- W01 - W11	- Steels - Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t ≥ 3 mm	PF	30	
				t ≥ 8 mm	PG	24	

Total 86

PELATIHAN : E 2

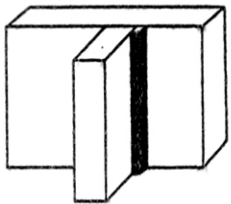
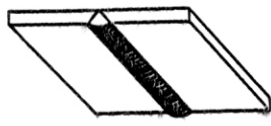

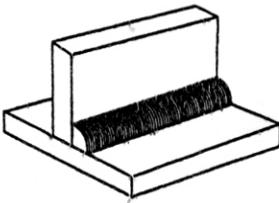
No	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi pengelasan	Jam	Sketsa
1.	Kampuh Siku T	- Plat - W01 - W11	- Steels - Stainless Steel Elektroda Ø 3.2/2,6 mm	$t \geq 8\text{mm}$	PD	8	
2.	Kampuh Siku ⊥ Plat&Pipa	- W01 - W11 & Pipa	- Steels - Stainless Steel Elektroda Ø 3.2/2,6 mm	$t \geq 3\text{ mm}$ $40\text{ mm} \leq D \leq 80\text{mm}$	PB	8	
3	Kampuh Siku	- W01 - W11 - W22 Plat& Pipa	Elektroda Ø 3.2/2,6 mm	$t \geq 3\text{ mm}$ $40\text{ mm} \leq D \leq 80\text{mm}$	PD	8	
4	Kampuh Siku	- W01 - W11 Plat& Pipa	- Steels - Stainless Steel Elektroda Ø 3.2/2,6 mm	$t \geq 3\text{mm}$ $40\text{ mm} \leq D \leq 80\text{ mm}$	PJ	16	 Pipe Fixed
					PH	16	
Total						56	

PELATIHAN : E3

No.	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi Pengelasan	Jam	Sketsa
1	Introduksi	—	—	—	—	2	—
2	Persiapan kampuh las	—	—	—	—	4	1. Grenda 2. Flame Cutting 3. Flame/Arc Gauging
3	Kampuh pojok	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm	PB	6	
4	Kampuh pojok	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm	PF	6	
5	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 8 mm	PA	12	bs gg 
6	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm	PA	8	bs ng 
7	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 8 mm	PF	12	bs gg 
8	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm	PA	8	ss nb 
9	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm	PF	18	ss nb 

Total 76

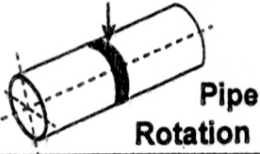


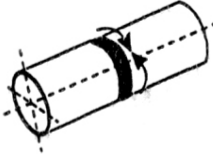
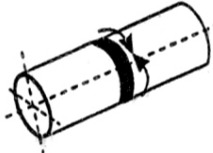
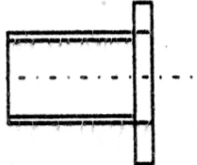
PELATIHAN : E4

No.	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi Pengelasan	Jam	Sketsa
1	Introduksi	—	—	—	—	2	—
2	Kampuh DHV	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 8$ mm	PF	12	
3	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm	PE	24	
4	Kampuh V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm	PC	24	
5	Kampuh DHV	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 8$ mm	PB	12	

Total

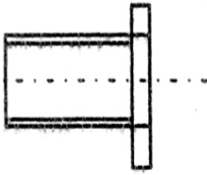

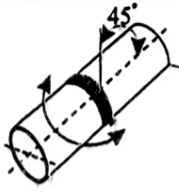
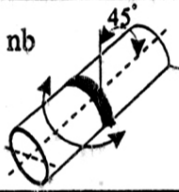
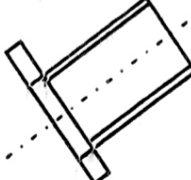
74

PELATIHAN : E5

No.	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi Pengelasan	Jam	Sketsa
1	Introduksi	—	—	—	—	2	—
2	KAMPUH V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm D ≥ 100 mm	PA	12	
3	KAMPUH V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm D ≥ 100 mm	PC	18	
4	KAMPUH V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm 40 ≤ D ≤ 80 mm	PC	24	
5	KAMPUH V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm D ≥ 100 mm	PJ	28	
6	KAMPUH V Tumpul	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm 40 ≤ D ≤ 80 mm	PH	30	
7	KAMPUH HV	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode Ø 3,2/2,6 mm	t > 3 mm 40 ≤ D ≤ 80 mm	PF	18	

Total 132

PELATIHAN : E6

No.	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambahan	Tebal (t)	Posisi Pengelasan	Jam	Sketsa
1	Introduksi	—	—	—	—	2	—
2	KAMPUH T	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm $40 < D \leq 80$ mm	PH	12	
3	KAMPUH HV	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm $D \geq 40$ mm	H-L045	12	
4	KAMPUH V	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm $D \geq 100$ mm	H-L045	24	
5	KAMPUH V	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm $40 < D \leq 80$ mm	H-L045	24	Ss nb 
6	KAMPUH HV	W 01 W 11	Steels Stainless Steel Elektrode $\varnothing 3,2/2,6$ mm	$t > 3$ mm $40 < D \leq 80$ mm	H-L045	11	

Total

85

- | | | |
|-----|--|------|
| 17) | DIN 4647 Teil 1
Sichtscheiben für Augenschutzgeräte;
Schweißerschutzfilter | 1) |
| | DIN 4647 Teil 6
Sichtscheiben für Augenschutzgeräte;
Vorsattscheiben | 1) |
| | DIN 4647 Teil 7
Sichtscheiben für Augenschutzgeräte;
Elektrisch steuerbare Sichtfenster und
Schweißerschutzfilter; Sicherheitstechnische
Anforderung und Prüfung | 1) |
| 18) | UVV Sicherheitskennzeichnung am Arbeitsplatz | 3)4) |
| 19) | DIN 4844 Teile 1, 2, 3E
Sicherheitskennzeichnung | 1) |
| 20) | DIN 25 430
Sicherheitskennzeichnung im Strahlenschutz | 1) |
| 21) | DIN 40 008
Sicherheitsschilder für die Elektrotechnik | 1) |
| 22) | DIN 40 012 Teil 3
Explosionsschutz; Kennzeichnung von
explosionsgefährdeten Bereichen; Schilder | 1) |
| 23) | DIN 32 761
Schutzkleidung gegen kurzzeitigen Kontakt
mit Flammen; sicherheitstechnische Anforderungen,
Prüfung | 1) |
| 24) | DIN 32 764
Schutzkleidung gegen Wärmestrahlung;
sicherheitstechnische Anforderung, Prüfung | 1) |
| 25) | DIN 32 771
Schweißerschutzanzüge aus textilen
Flächengebilden; sicherheitstechnische Anforderungen;
Prüfung | 1) |
| 26) | Schutzschuh – Merkblatt (ZH 1/187) | 3)4) |
| 27) | DIN 4843
Schutzschuhe; sicherheitstechnische Anforderung;
Prüfung | 1) |
| 28) | DIN 4841 Teil 4
Schweißerschutzhandschuhe aus Leder;
sicherheitstechnische Anforderung; Prüfung | 1) |
| 29) | DIN 32 504 Teil 1
Lichtdurchlässige Abschirmungen an
Schweißerarbeitsplätzen; Lichtbogenschweißverfahren;
sicherheitstechnische Anforderung, Prüfungen und
Kennzeichnung | 1) |
| | DIN 32 504 Teil 2
Lichtdurchlässige Abschirmungen an
Schweißerarbeitsplätzen; Gasschweißverfahren;
sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfungen und
Kennzeichnung | 1) |
| 30) | DIN 32 760
Gehörshützer; Begriffe, sicherheitstechnische
Anforderungen, Prüfung | 1) |

- | | | |
|-----|--|------|
| 31) | DIN 58 211
Augenschutzgeräte; Schutzbrillen; Begriffe und
sicherheitstechnische Anforderungen | 1) |
| 32) | DIN 58 241
Augenschutzgeräte; Schutzschilde, Schutzschirme und
Schutzhauben; Begriffe, Formen und
sicherheitstechnische Anforderungen | 1) |
| 33) | DIN 58 215
Laserschutzfilter und Laserschutzbrillen;
sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfung | 1) |
| 34) | Atemschutz – Merblatt (ZH 1/134) | 3)4) |
| 35) | Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von
Arbeitsstätten mit Feuerlöschern (ZH 1/201) | 3)4) |
| 36) | Lärmschutz – Informationsblatt; Persönlicher
Schallschutz, Typen, Eigenschaften, Auswahl
(ZH 1/565.3) | 3)4) |
| 37) | Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 29
Arbeitsschutz beim Schweißen;
Unfallverhütung und Gesundheitsschutz in der
Schweißtechnik | 2) |
| 38) | Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 105
Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz in der
Schweißtechnik Ein Handbuch für Techniker und
Arbeitsmediziner | 2) |
| 39) | Information – Faltblätter: Arbeitsschutz beim Schweißen 7)
- Gasschweißen und Flammpwärmern
- Lichtbogenhandschweißen mit hochlegierten Stabelektroden
- Metall – Aktivgasschweißen mit Massivdrahtelektroden
- Metall – Inertgasschweißen mit Massivdrahtelektroden
- Wolfram – Inertgasschweißen
- Schweißen beschichteter Werkstücke
- Brennschneiden
- Schweißen in engen Räumen
- Schweißen in brandgefährdeten Bereichen
- Lichtbogenschweißen unter erhöhter elektrischer Gefährdung
- Schadstoffe und ihre Gefahren
- Erkrankungen und Vorsorgemaßnahmen | 7) |

On gas supply, on equipment for gas welding, cutting, soldering and brazing

- | | | |
|----|--|--|
| 1) | AcetV
Verordnung über Acetylenanlagen und Calcium
carbidlager (Acetylenverordnung)
TRAC 001: Allgemeines,
Aufbau und Anwendung der TRAC
TRAC 201 Acetylenentwickler
TRAC 202 Acetylenkühler, - trockner und – teiliger
TRAC 204 Acetylenleitungen
TRAC 206 Acetylenflaschenbatterieanlagen
TRAC 207 Sicherheitseinrichtungen
TRAC 208 Acetyleneinzelflaschenanlagen
TRAC 301 Calciumcarbidlager
TRAC 302 Kalkschlammgruben | 3)
3)
3)
3)
3)
3)
3)
3)
3)
3)
3) |
|----|--|--|

- | | | |
|-----|--|----------------|
| 2) | GGVS
Verordnung über die Beförderung gefährlicher
Güter auf der Straße (Gefahrgüterverordnung Straße) | 3) |
| 3) | DruckbehV
Verordnung über Druckbehälter, Druckgasbehälter
und Füllanlagen (Druckbehälterverordnung) | 3) |
| 4) | TRG Technische Regeln Druckgase
TRG 001 Allgemeines; Aufbau und Anwendung der TRG
TRG 102 Druckgase; Gasgemische
TRG 280 Betreiben von Druckgasbehältern | 3)
3)
3) |
| 5) | TRB Technische Regeln Druckbehälter
TRB 600 Aufstellung der Druckbehälter
TRB 610 Aufstellung von Druckbehältern zum Lagern
von Gasen | 3)
3) |
| 6) | UVV Gase (VBG 61) | 3)4) |
| 7) | UVV Sauerstoff (VBG 62) | 3)4) |
| 8) | TRF 1969 Technische Regeln Flüssiggas | 6) |
| 9) | Richtlinien für die Verwendung von Flüssiggas
(ZH 1/455) | 3)4) |
| 10) | DVGW G 600 Technische Regeln für die Gas
installation (TRGI) | 6) |
| 11) | DIN 477 Teil 1
Gasflaschenventile für Prüfdrücke bis
max. 300 bar; Bauformen, Anschlüsse, Gewinde.
DIN 477 Teil 2
Gasflaschenventile; Begriffe und technische
Daten für in Gasflaschen beförderte Gase | 1)
1) |
| 12) | DIN 4664
Druckgasflaschen; nahtlose Stahlflaschen | 1) |
| 13) | DIN 4811 Teil 1
Druckregelgerät für Flüssiggas | 1) |
| 14) | DIN 4815 Teil 1
Schläuche für Flüssiggas; Schläuche mit und ohne Einlagen | 1) |
| 15) | DIN 4816
Druckgasanlagen; Anschlüsse für Propanlötgeräte,
übersicht, Anschlüsse | 1) |
| 16) | DIN 8521
Sicherheitseinrichtungen gegen
Flammendurchschlag und Gasrücktritt beim
Schweißen, Schneiden und bei verwandten
Verfahren; sicherheitstechnische Anforderungen, Prüfung | 1) |
| 17) | DIN 8541 Teil 1
Schläuche für Schweißen, Schneiden und verwandte
Verfahren; Schläuche ohne Ummantelung für Brenngase,
Sauerstoffe und andere nichtbrennbare Gase
DIN 8541 Teil 3
Schläuche für Schweißen, Schneiden und verwandte
Verfahren; Sauerstoffschläuche ohne Ummantelung
für besondere Anforderungen; sicherheitstechnische
Anforderungen und Prüfung | 1)
1) |
| 18) | DIN 8542
Schlauchanschlüsse und Schlauchverbindungen für
Geräte zum Schweißen, Schneiden und verwandte | 1) |

- Verfahren.
- 19) DIN 8543 Teil 1, 1)
 Brenner für Autogentechnik; Handbrenner für Brenngas/
 Sauerstoff und für Brenngas/ Druckluft; Bauarten,
 Begriffe, Anforderungen, Kennzeichnung
- V DIN 8543 Teil 2 1)
 Brenner für die Autogentechnik; Handbrenner für
 Brenngas / Sauerstoff und für Brenngas / Druckluft;
 Prüfung
- DIN 8543 Teil 4 1)
 Brenner für die Autogentechnik;
 Maschinerschneidbrenner für Brenngas/ angesaugte
 Luft; Bauarten, Begriffe, Anforderungen, Prüfung,
 Kennzeichnung
- V DIN 8543 Teil 5 1)
 Brenner für die Autogentechnik;
 Maschinerschneidbrenner für Brenngas/ Sauerstoff;
 Bauarten, Begriffe, Anforderungen, Kennzeichnung,
 Prüfung
- 20) DIN 8544 1)
 Schlauchkupplungen für Geräte und Gasschläuche für
 Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren;
 Anschlüsse für Schläuche von 4 bis 10 mm
 Innendurchmesser
- 21) DIN 8545 1)
 Hauptdruckregler (Batteriedruckminderer) für Schweißen,
 Schneiden und Verwandte Verfahren; Begriffe,
 Anforderungen und Prüfung
- 22) DIN 8546 1)
 Druckminderer für Gasflaschen für Schweißen,
 Schneiden und Anlagen für Schweißen, Schneiden und
 verwandte Verfahren
- 23) DIN 8549 1)
 Überdruckmeßgeräte (Manometer) mit Rohrfeder
 für Schweißen, Schneiden und verwandte
 Verfahren, Gehäusedurchmesser 63 mm
- 24) DIN 32 503 1)
 Schutzkappen für Betriebs – Druckmeßgeräte
 (Manometer) mit Gehäusedurchmesser 63 mm,
 für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren
- 25) Mikro – Löt – und – Schweißgeräte mit eigener 1)
 Wasserstoff - / Sauerstoff – Erzeugung;
 mechanische und gastechnische Anforderungen,
 Prüfung, Kennzeichnung
- 26) Sicherheitslehrbrief für Gasschweißer (ZH 1/102) 3)4)
- 27) Merkblatt DVS 0212 2)
 Umgang mit Druckgasflaschen
- 28) Fachbuchreihe Schweißtechnik, Band 37 2)
 Zentrale Versorgung von Betrieben mit technischen
 Gasen für Schweißen, Schneiden und verwandte Verfahren
- 29) Merkblatt DVS 0211 2)
 Druckgasflaschen in geschlossenen Kraftfahrzeugen
- 30) Merkblatt DVS 0214 2)

Inspektion und Wartung von zentralen Gasversorgungsanlagen

- On equipment for electric arc welding
- 1) DIN VDE 0100 1)5)
Errichten von Starkstromanlagen mit Kennspannungen bis 1000 V
 - 2) DIN VDE 0540 und DIN VDE 0540a 1)5)
Bestimmungen für Gleichstrom – Lichtbogen
Schweißgeneratoren und – umformer
 - 3) DIN VDE 0541 und DIN VDE 0541a 1)5)
Bestimmungen für Stromquellen zum
Lichtbogenschweißen mit Wechselstrom
 - 4) DIN VDE 0542 und DIN VDE 0542a 1)5)
Bestimmungen für Lichtbogen – Schweißgleichrichter
 - 5) DIN VDE 0543 1)5)
Schweißstromquellen zum Lichtbogenhand schweißen
für begrenzten Betrieb; Deutsche Fassung EN 50 060
 - 6) DIN VDE 0544 Teil 99 1)5)
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Erste Teilveröffentlichung
DIN VDE 0544 Teil 100 1)5)
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
sicherheitstechnische Festlegungen für den Betrieb
DIN VDE 0544 Teil 101 1)5)
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Errichtungen
DIN VDE 0544 Teil 102 1)5)
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Steckverbindungen für Schweißleitungen
DIN VDE 0544 Teil 103 1)5)
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Stromquellen
 - 7) DIN 8569 Teil 200 1)
Stabelektrodenhalter für das Metall –
Lichtbogenschweißen; Größen, Anforderungen,
Prüfungen
 - 8) DIN 49 441 1)
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, 10 A, 250 V \cong
und 10 A, 250 V -, 16 A, 250 V ~
DIN 49 441 Teil 2 1)
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, DC 10 A / 250 V,
AC 16 A / 250 V; spritzwassergeschützt
DIN 49 441 Teil 3 1)
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, DC 10 A / 250 V,
AC 16 A / 250 V; Lehre für Stecker und
Außendurchmesser; Prüfvorrichtung
 - 9) DIN 49 462 Teil 2 1)
Mehrpolige Kragensteckvorrichtung mit Schutzkontakt
16 und 32 A, über 42 bis 750 V; Stecker,

Daftar Pustaka.

- 1) Der Schutzgas – Schweißen . teil II MIG / MAG – Schweißen
 - L-Baum , V.Fischser
 - Deutscher Verlag fuer Schweißtechnik.
- 2) Schrumpfungen , Spannungen , und Risse beim Schweißen.
 - Mallius
 - Deutscher Verlag fuer Schweißtechnik.
- 3) Richten und Umformen mit the Flame.
 - R.Pfiffer
 - Deutscher Verlag fuer Schweißtechnik.
- 4) Schutzgas – Schweißen
 - Leitfaden fuer den Praktiker
 - Dipl.Ing.G.Aichele
 - Messer griesheim verlag
- 5) Schweißer Tips
 - Ein Ratgeber fuer die Praxis
 - H.Dienst,G.Schreiber,H.Sossenheimer
 - Deutscher Verlag fuer Schweißtechnik.
- 6) Werkstoffkunde und Werkstoffpruefung
 - Williem Domke
 - W.Girrdet buchverlag Gmbh.