



*Modul Pembelajaran
Center Of Excellence Welding di SMK*

TIG WELDING

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



**Modul Pembelajaran
Center of Excellence Welding di SMK
TIG Welding**

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



*Modul Pembelajaran
Center Of Excellence Welding di SMK*

TIG WELDING

SMK
BISA-HEBAT

ISBN : ISBN 978-602-5517-33-4



9 786025 517334

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.....	i
ii.	Klasifikasi Pengelasan Menurut Cara Kerjanya	ii
iii.	Skema Pengelompokan Las dengan Gas Pelindung	iii

I. PENDAHULUAN

1.1	Las Busur Listrik dengan Gas Pelindung (MSG/WSG)	1
1.2	Daerah Pemakaian Umum Las WSG (WIG/TIG/GTAW)	2
1.3	Tehnik Dasar Listrik (Strom, Tegangan, Kuat Arus, Tahanan Listrik, Daya Listrik, Lingkaran Listrik, Hukum Ohm)	2
1.4	Macam-macam Arus listrik (AC , DC , dan 1 phase /3 phase)	3
1.5	Listrik dalam Component & Electronicnya (Rransformator,Diode,Tyristor, Kumparan Drossel,Transductor,Transistor,Triac,Impuls Generator)	4
1.6	Macam-macam Mesin Las (Las. Trafo-AC , Las Arus Searah/Rectifier DC &Las Rotary Converter Generator, Las Inverter).....	10

II. BUSUR LISTRIK (THE ARC)

2.1	Penyalaaan Busur Listrik : Temperatur Busur Listrik , Pemandahan Logam	13
2.2	Diagram Statis Mesin Las dan Penggunaannya (Tegangan Kerja)	15
2.3	Pengaruh Perubahan Panjang Busur terhadap Tegangan Kerjanya	17

III. BANGUNAN MESIN LAS WSG (TIG/GTAW)

3.1	Bangunan Mesin Las TIG / GTAW/WIG	18
3.2	Uraian Nama-nama Unit Component Dan Fungsinya : Selang Kit , Display Brander (Torch / Kepala Nyala), Wolfram Elektroda, Pengatur Gas, dan Tanda Pengenal Mesin Las	19

IV. GAS PELINDUNG (SHIELDING GAS)

4.1	Gas-gas yang Diapakai untuk Pengelasan.....	31
4.3	Penyimpanan (botol) Gas Pelindung : Argon (Ar), Carbon Dioksida (CO ₂) Nitrogen (N ₂), Hydrogen (H ₂)	33
4.4	Aneka Gas	45
4.5	Macam, Fungsi dan Pemakaian Gas Pelindung (Rangkuman)	46

V. MATERIAL

5.1	Baja (Steels)	48
	a) Klasifikasi Baja menurut DIN 17100	
	b) Prasyarat pengelasan Normal	
	c) Pengaruh Unsur Carbon terhadap Sifat Baja dan Penggunaannya	
5.2	Bahan Tambah untuk Pengelasan TIG/GTAW Norm Kawat Las ACC DIN EN 1668	51
5.3	Gas Pelindung dengan Satu (1), Dua (2), Tiga (3) Komponen	53

VI. PERSIAPAN KERJA PENGELASAN

6.1	Persiapan : Bentuk dan Nama Kampuh, Posisi Pengelasan	55
6.2	teknik Mengelas : Penyalaan Busur, Las Ikat, Arah Pengelasan, Mengelas Sisi yang Bersamaan, Perlindungan Akar Las, Penyambungan Akar Las.....	57

VII. KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA

7.1	Alat Perlindung Diri (APD) : Pelindung Tubuh, Apron/celemek, tempat kerja,	61
7.2	Bahaya pengelasan : Kebakaran & Ledakan, Kerusakan Botol, Zat-Zat Berbahaya, Gas,Asap,Uap, Strom listrik, Peningkatan Keadaan Bahaya Listrik, Perlindungan Lingkungan Kerja dari Listrik & Sinar, Bekerja di Ruang yang Sempit, Bising, Cahaya dan Sinar, Perawatan/ Penanganan Alat dan Peralatan.....	64
7.3	Bahaya yang sering Terjadi (Rangkuman)	82

VIII. KONSTRUKSI DAN DESIGN LAS

8.1	Konstruksi dan Design Las : Macam Sambungan, Macam Kampuh, Symbol Tambahan Symbol Pelengkap, Tebal Kampuh Las (ukuran "a")	85
8.2	Penyusunan Tanda Gambar untuk Pengelasan.....	90
8.3	Latihan-Latihan	91
8.4	Welding Procedure Specification(WPS)	93

IX. DEFORMASI (PERUBAHAN BENTUK) DAN TEGANGAN SISA

9.1	Tegangan Sisa dan Perubahan Bentuk : Penyebaran Panas, Pemuaiian, Susut Dalam Kampuh Las, Tegangan Sisa dalam Kampuh Las.....	94
9.2	Perubahan Bentuk Akibat Pengelasan	98
9.3	Usaha untuk Mengatasi Perubahan Bentuk dan Tegangan Sisa (Urutan Mengelas yang Benar, Pelurusan dengan Oxy-acetylen Flame)	99

X. KUALITAS PENGELASAN

10.1	Kesalahan (Cacat Las) dalam Proses Las TIG/GTAG : Cacat Las Luar/dalam Penyebab & Nama Cacat Las.....	102
10.2	Pengujian Hasil Lasan dengan Merusak (DT-test).....	104
10.3	Pengujian Hasil Lasan Tidak Merusak (NDT- test)	107

XI. PELATIHAN DAN KUALIFIKASI PERSONAL PENGELASAN

11.1	Uji/Assesment Personal Pengelas (Welder Approval)	111
11.2	Jalur Pendidikan dan Pelatihan Juru Las (Welder).....	120
11.3	Skema Sertifikasi dan Kesetaraan SKKNI	121
11.4	Kesetaraan (Akademik,Vokasi, Kompetensi dan KKNI)	125

XII. MACAM-MACAM PROSES PENGELASAN DAN PEMAKAIAN EKONOMIS-NYA.....	123
XIII. PROSES PEMOTONGAN THERMAL	
13.1. Proses Pemotongan dengan Oxy-Acetylen; Pembakaran dan Pencairan, Prasyarat Pemotongan yang Ideal, Spuyer dan Macamnya, Irisan Potong ...	131
13.2 Gouging (Oxy Acetylene, Electric Arc dengan Udara Bertekanan.....)	136
13.3. Pemotongan dengan Plasma	138
XIV. METALURGI LAS / FABRIKASI BAJA	
14.1 Proses Fabrikasi Penuangan Baja.....	139
14.2 Type Penuangan/Casting : Unkilled Steels, Killed Steels, Kualitas Killed Steels.....	140
14.3 Unsur-unsur Campuran / Paduan pada Baja : Kecenderungan Keras, Retak Akibat Area Segregasi, Sifat Penuaan pada Kampuh Las	141
14.4 Kesesuaian Pengelasan terhadap Baja Konstruksi dan Baja Lainnya (Rangkuman) Resiko Cacat Las dari Paduan yang Tak Diinginkan.....	145
XV. PRAKTEK PENGELASAN (URAIAN)	
15.1 Pelatihan Praktek (Level 1) --- 128 Jam	147
• Latihan Praktek TIG– 1	
• Latihan Praktek TIG– 2	
15.2 Pelatihan Praktek (Level 2) --- 110 Jam	149
• Latihan Praktek TIG– 3	
• Latihan Praktek TIG– 4	
15.3 Pelatihan Praktek (Level 3) --- 165 Jam	150
• Latihan Praktek TIG – 5	
• Latihan Praktek TIG – 6	
XVI. LITERATURE.....	152
• Standard, Regulasi dan Pedoman-pedoman yang Penting	
o Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Proses Pengelasan (Umum)	
o Keselamatan dan Kesehatan pada Peralatan Gas Supply, Las Oxy-Acetylene Pemotongan Thermal, Solder/Brazing	
o Peralatan Las Busur Listrik – Manual, MIG/MAG, Las TIG	

i. PENGERTIAN TENTANG PENGELASAN

Mengelas adalah :

Klasifikasi pengelasan dilakukan berdasarkan cara kerjanya

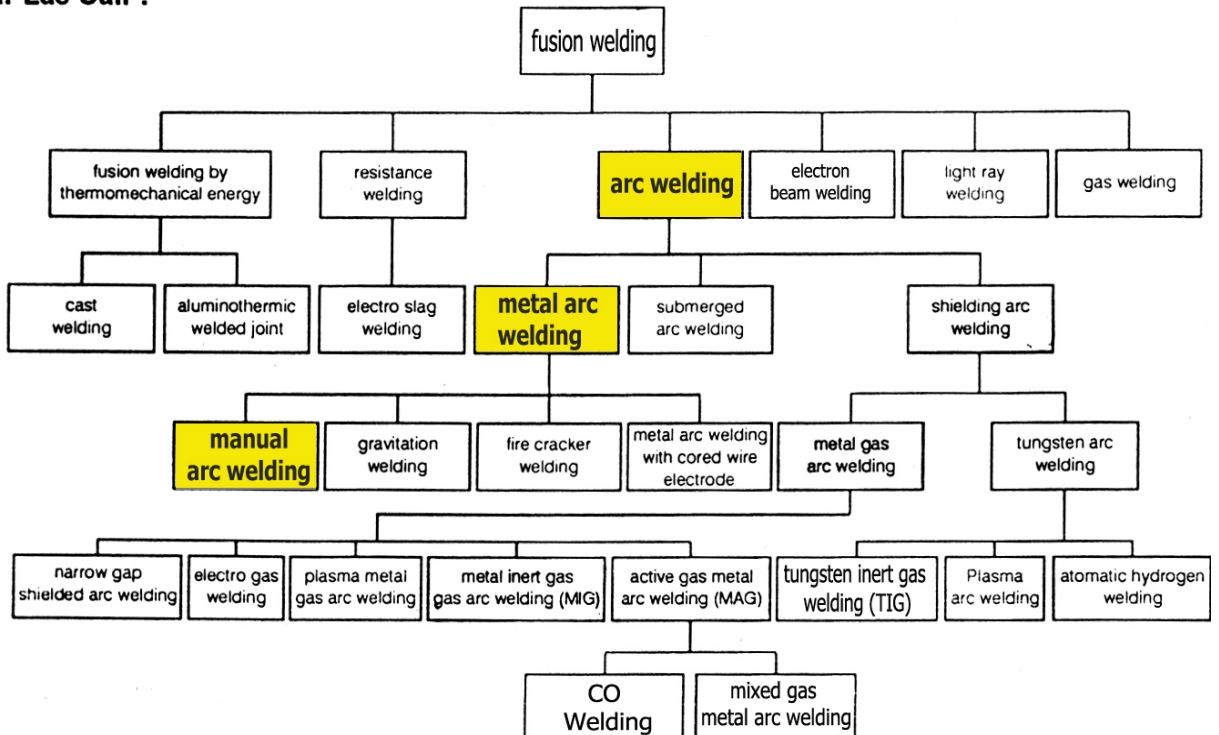
a. Pengelasan cair

b. Pengelasan tekan

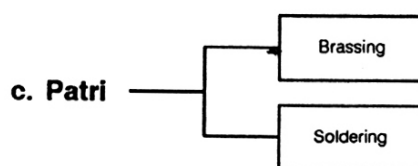
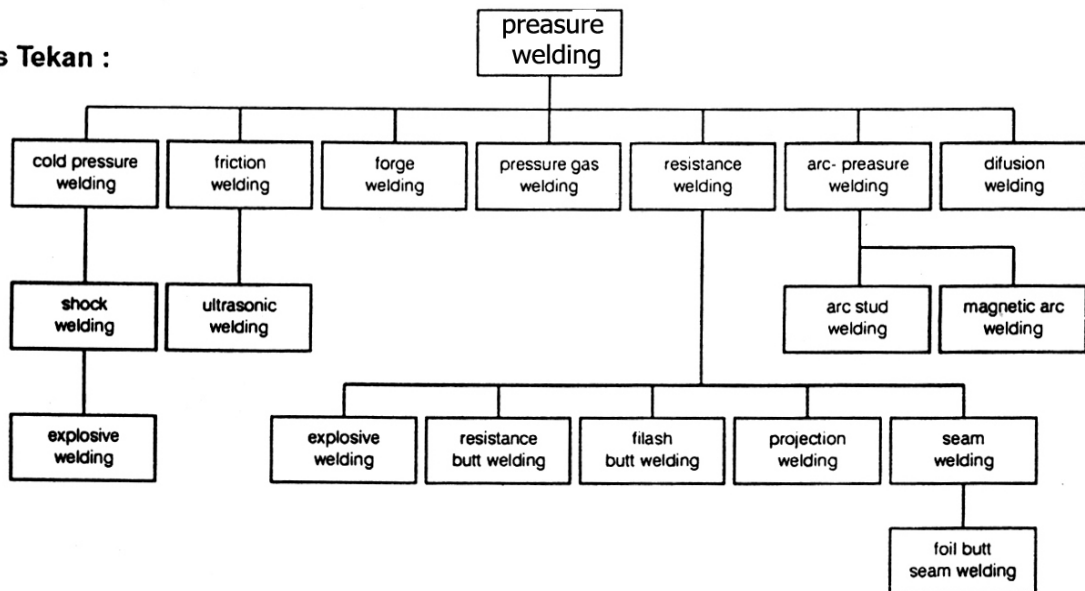
c. Pematrian

Ikhtisar Klasifikasi Pengelasan menurut Cara Kerjanya

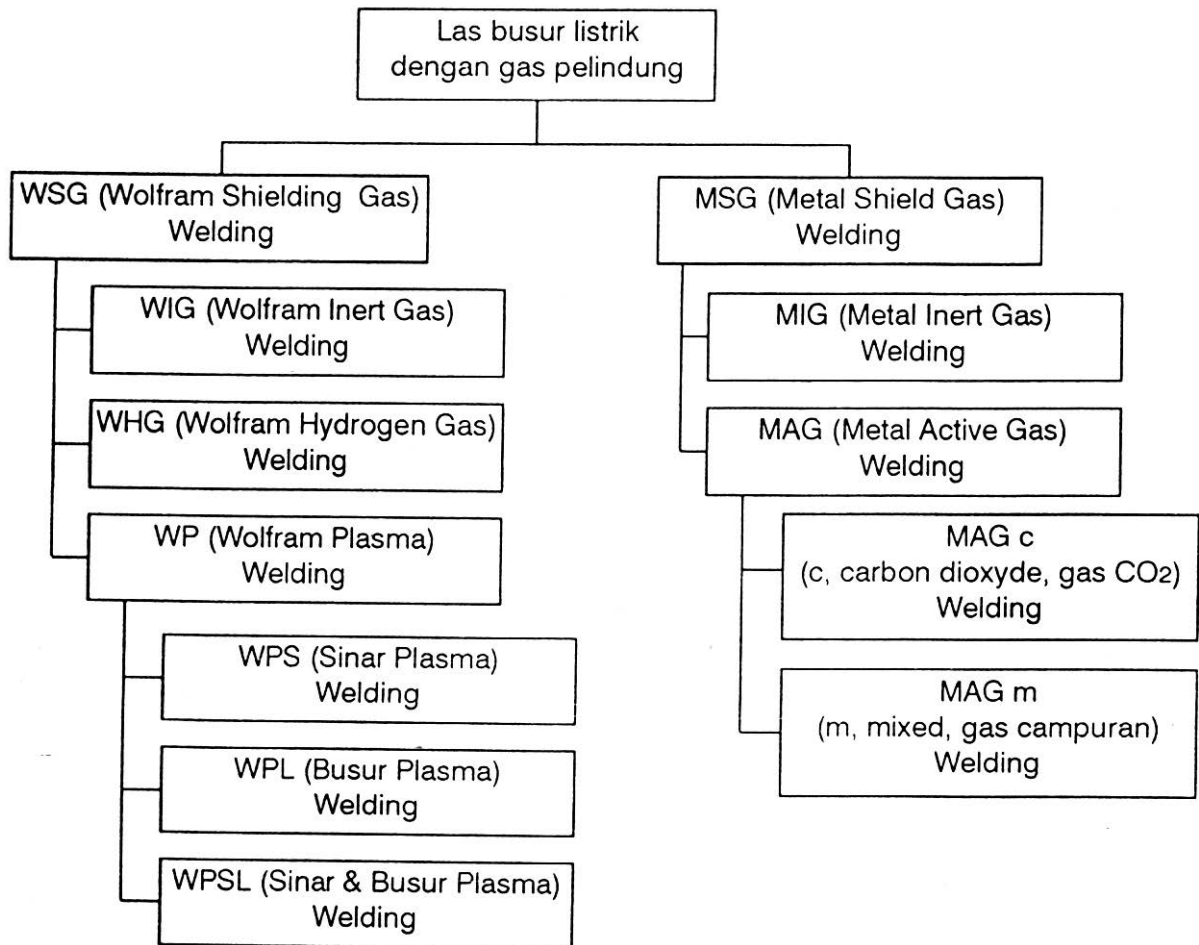
a. Las Cair :



b. Las Tekan :



ii. Skema Pengelompokan Las dengan Gas Pelindung



1.1 Las Busur Listrik dengan Gas Pelindung

Las busur listrik dengan gas pelindung adalah jenis pengelasan tingkat lanjut yang ada di mana aliran gas pelindung dapat melindungi daerah pengelasan, sehingga pengaruh buruk dari udara dapat dihindarkan. Las dengan gas pelindung terdiri atas :

- a. Wolfram Shielding Gas (WSG)
- b. Metal Shielding Gas (MSG)

1.1.1 Wolfram Shielding Gas (WSG) - Welding

Busur listrik yang merupakan sumber panas pengelasan menyala diantara elektroda (tidak mencair) dan benda kerja. Sebagai bahan tambahan digunakan kawat yang digerakkan ke arah busur listrik. Di situ ia meleleh dan menjadi satu dengan bahan induknya.

1. Wolfram Inert Gas (WIG) - Welding

Sebagai gas pelindung adalah gas mulia (inert), misalnya argon dan helium dsb, yang maksudnya bahwa gas tersebut tidak bereaksi dengan unsur-unsur lainnya.

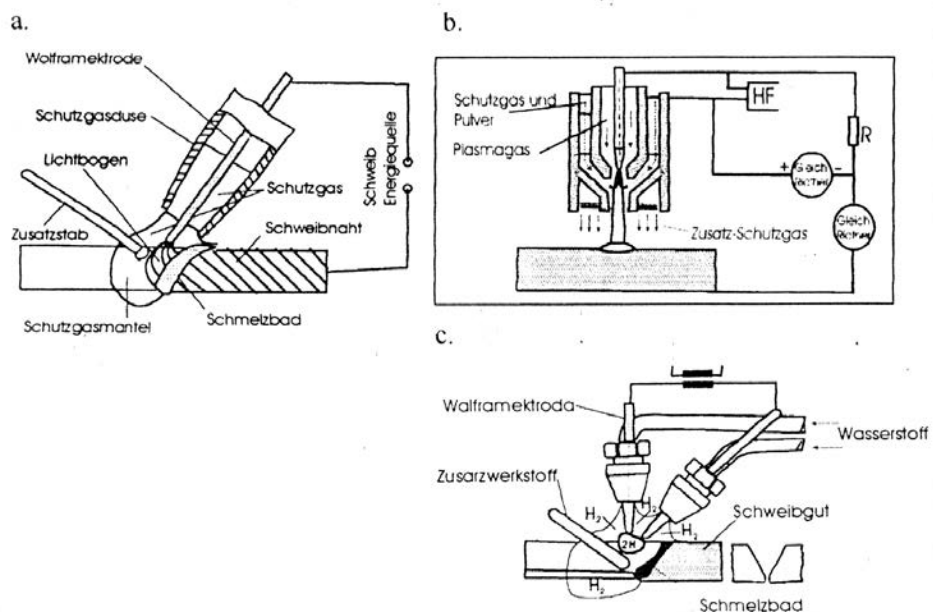
MIG dipakai untuk pengelasan baja murni, baja paduan rendah, baja paduan tinggi serta logam bukan besi lainnya. Misal : Al, Mg, Cu dll.

2. Wolfram Plasma (WP) Welding

Sebagai gas pelindung dipakai gas-gas mulia (Ar, He) dan gas plasma (H_2 , N_2). WP banyak dipakai untuk pengelasan baja murni, baja paduan rendah dan baja paduan tinggi serta logam bukan besi lainnya.

3. Wolfram Hidrogen Gas (WHG) Welding

Busur listrik menyala di antara dua elektrode wolfram di dalam atmosfer hidrogen gas. Akan tetapi mesin las jenis ini tidak banyak dipakai karena alasan kurang ekonomis.



1.2 Daerah Pemakaian Umum Las WIG/TIG

Las WIG dapat menjangkau pada proses pengelasan yang luas, dan mempunyai

kemampuan yang tinggi untuk _____ kumpuh serta dapat pula mengelas pada _____ dengan kepadatan yang tinggi, daya busurnya tidak tergantung pada bahan tambahan yang diperlukan, sehingga kemungkinan WIG dapat dipakai secara universal yaitu dapat mengelas _____ logam.

Secara ekonomi WIG dipakai pada ketebatan _____ s/d _____ mm

Di berbagai industri logam, las WIG banyak dipakai karena mempunyai keuntungan-keuntungan antara lain :

- a. Tidak pengaruh buruk gas pelindung terhadap hasil lasan
- b. Tidak ada percikan dan terak
- c. Kontak strom Fix, tak ada hubungan (kontak) luncur seperti pada MIG/MAG.
- d. Awalan gas yang baik
- e. Kemampuan menyatu yang tinggi dalam segala posisi pengelasan
- f. Mudah menemukan parameter las
- g. Perubahan yang cepat pada kemampuan cairnya, bila terjadi perubahan jarak busurnya

Di samping itu WIG dipakai untuk pengelasan logam bukan besi misalnya :

1. Aluminium
2. Nikel
3. Titanium
4. Zirkonium
5. Tantalium, dll.

1.3 Listrik dalam Teknologi Pengelasan

a. **Strom**

Strom akan mengalir bila ada elektron (yang bermuatan energi) _____ dalam lingkaran listrik.

b. **Tegangan (Spannung)**

Tegangan disini adalah yang berkaitan dengan _____, yang bergerak dalam lingkaran listrik.

Simbol : U

Satuan : Volt (disingkat V)

c. **Kuat arus :**

Kuat arus adalah _____ yang bergerak dalam lingkaran listrik

Simbol : I

Satuan : Ampere (disingkat A)

d. **Tahanan listrik**

Elektron yang bergerak dalam lingkaran listrik sering dihambat oleh _____ dapat digambarkan disini, elektron akan bergesekan dengan atom-atom dari kabel listrik sehingga menyebabkan panas.

Simbol : R

Satuan : Ohm (disingkat Ω)

e. **Daya listrik**

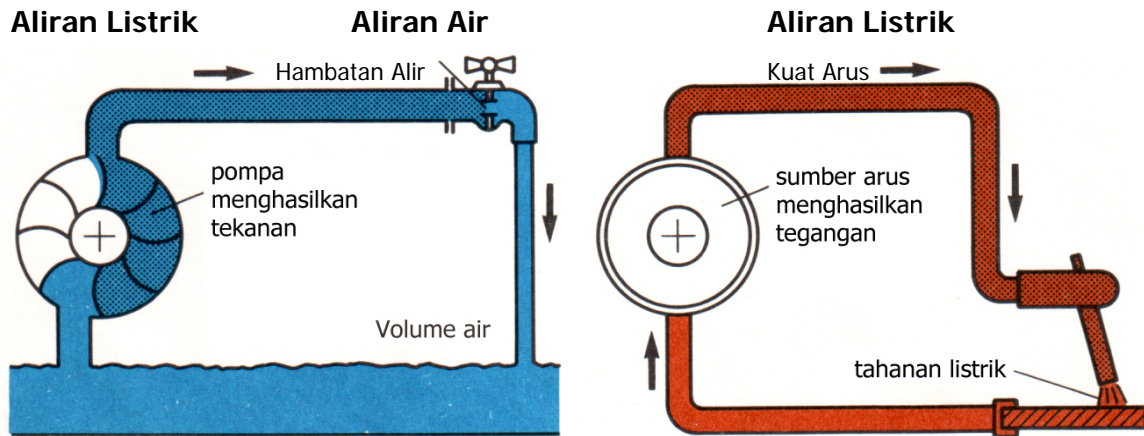
Elektron yang bergerak dalam lingkaran listrik, mempunyai kekuatan/daya, yang biasa disebut dengan _____

Daya listrik = Kuat Arus x Tegangan

$$P = I \times U$$

Satuan = Watt (disingkat W)

f. Lingkaran listrik
Perbandingan antara



Besaran Aliran Air	Simbol	Satuan	Satuan Listrik
1. Perbedaan Tegangan	U	_____	_____
2. Volume	_____	_____	_____
3. Tahanan terhadap aliran	_____	_____	_____

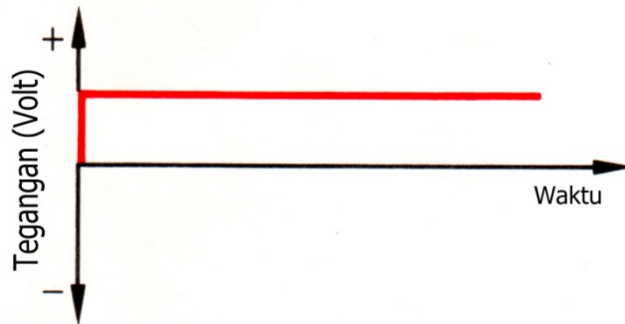
g. Hukum Ohm

$$KuatArus = \frac{Spannung}{Tahanan}$$

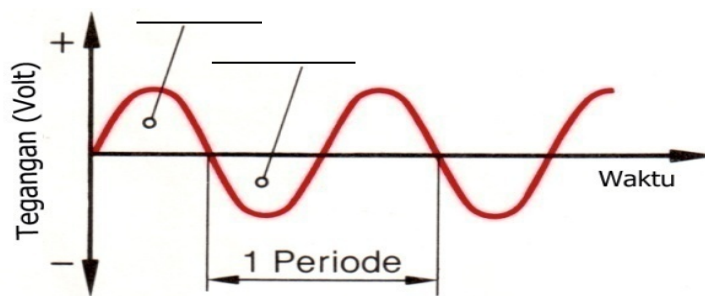
$$I = \frac{U}{R}$$

1.4 Macam Arus Listrik

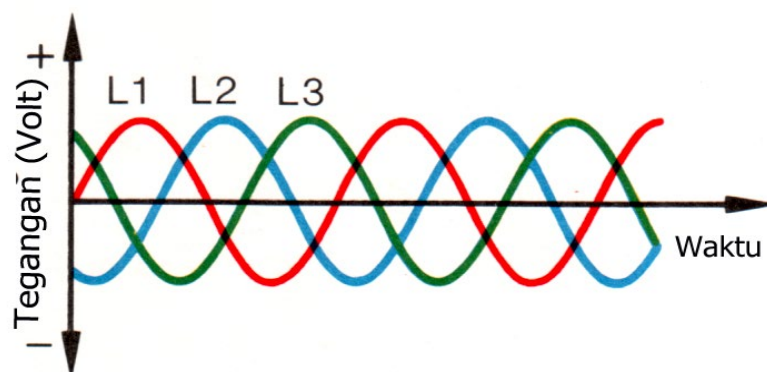
a. Arus _____



b. Arus _____



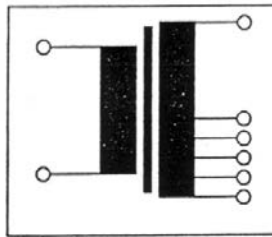
c. Arus _____



1.5 Componen &Electronic

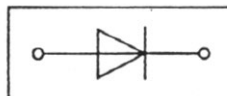
a. Transformator

Transformator adalah alat merubah tegangan listrik, dari tegangan listrik yang bolak balik ke tegangan bolak balik lainnya yang mempunyai frekwensi sama. Di sini tenaga (input) mendekati tenaga input dari mesin las tersebut, dan tegangan 380 volt dirubah menjadi tegangan yang lebih rendah (100 volt) bersamaan pula kuat arus yang rendah dirubah menjadi kuat arus yang tinggi. Transformator terdiri dari inti besi dan 2 (dua) buah kumparan, dimana tegangan input dililitkan pada kumparan pertama (primer) yang bermagnet mel-elui inti besi terjadi induksi terhadap kumparan kedua (sekunder). Perbandingan antara lilitan primer dan sekunder merupakan perbandingan tenaga primer dan sekunder. Dengan menggunakan beban geser spule (spuleanzaprung) maka dapat diatur tegangan sekunder, atau dengan kata lain primer tetap sekunder berubah. Penyetelan tegangan sekunder dan pembebanan (resin as tergantung dari konstruksi transformatornya. Untuk mesin las M.A.G. terjadi penurunan tegangan antara 2...8 volt setiap 100 volt. Jadi pada transformator terdapat tegangan yang tinggi strom kecil, juga melalui kumparan pula tegangan yang kecil mengalir kuat arus yang tinggi.



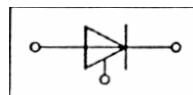
b. Dioda

adalah semi konduktor, dimana tahanan listriknya tergantung dari arah strom mengalir. Arus listrik dari satu arah akan diteruskan sedangkan dari arah yang lain akan ditahan (diblokir). Arus bolak balik atau arus 3 (tiga) phase dapat dibuat menjadi arus searah yang bergelombang melalui diode.



c. Thyristor

adalah alat penyearah arus yang dapat diatur, sehingga dapat pula disamakan seperti katup (ventil). Arus yang mengalir satu arah dan bersamaan pula waktu aliran listriknya dapat diatur.

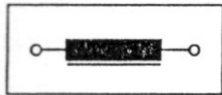


Di dalam mesin las MAG Thyristor ini menyearahkan arus bolak-balik arus 3 (tiga) phase untuk mengatur tegangan efektif dari busur listrik atau tegangan angker pada motor pembawa kawat.

Pada mesin las dengan impuls, apabila terjadi penyimpangan frekwensi impulnya dari 50 – 10 Hz maka thyristor ini akan mengaturnya.

d. Kumparan Drossel

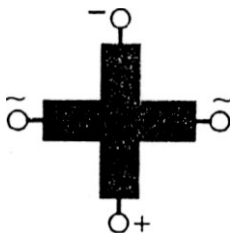
Pada las MAG drossel berfungsi untuk membatasi Strom pendek (singkat) pada waktu metal transfer (pemindahan logam) pada nusur pendek maupun busur panjang. Sedangkan pada las MIG dengan impuls drossel berfungsi merubah kemampuan impuls sehingga dapat mengurangi terjadinya percikan-percikan dan membuat stabil busur listriknya. Sebaliknya pengaruh drossel yang besar akan membuat tidak beraturan. Drossel terdiri atas kumparan yang terionisasi dan biasanya terletak pada inti besi.



Strom yang mengalir pada kumparan, maka terjadi medan magnet dan apabila strom tersebut tidak tetap, melainkan dengan intensitas yang cepat atau dengan arah yang berubah-ubah, akan dibangkitkan tegangan induksi dalam kumparan yang berlawanan dengan arah strom, dengan tegangan ini menyebabkan strom cepat melemah.

Kumparan drossel dapat sebagai tahanan pada arus bolak-balik, dan dapat pula meratakan arus searah yang bergelombang

e. Transduktor

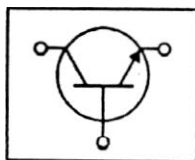


Transduktor berfungsi membuat arus rangka menjadi tanpa tingkatan (grade). Biasanya transduktor terdiri dari inti besi dan dua kumparan, yaitu satu kumpran untuk arus rangka (arus keria, arus pengelasan) dan satu kumpatan untuk arus searah (arus pengatur).

Arus searah ini membangkitkan medan magnet yang akan mempengaruhi besarnya kuat arus pada kumparan arus rangka pada drossel. Semakin tinggi kuat arus pengatur, semakin tinggi pula kuat arus rangka di dalam sirkuit. Dengan demikian besarnya arus rangka dan besarnya tegangan rangka dapat diatur dengan arus searah yang kecil.

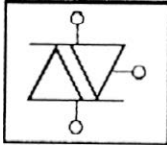
Rentang atur transduktor tak seluruhnya dapat dicapai dalam rentang kemampuan sumber arusnya. Oleh sebab itu, hal tersebut diatas diatur dengan trafo.

f. Transistor



Lewat transistor tenaga listrik dapat dikendalikan dan dikuatkan secara cepat dengan arus lemah. Alat ini biasanya dipasang pada mesin las impuls, yaitu pada sumber arus impuls yang bekerja pada impuls pendek (3 ms atau milisecond) dan pada frekuensi impuls yang berubah secara tetap.

g. Triac



Triac adalah 2 hubungan anti parallel 2 thyristor. Alat-alat penyearah tertentu dapat menghantarkan strom dari 2 arah tanpa adanya efek negatif dari penyearahnya. Dengan triac dapat pula arus bolak-balik kedua gelombangnya dapat diatur.

h. Impuls Generator

Impuls generator berfungsi sebagai alat pembantu penyalan, yaitu untuk _____ antara titik nol dengan tegangan tinggi impuls yang terjadi relatif sangat singkat. Di samping itu juga dipakai untuk _____ segera pada phase berikutnya. Proses ini terjadi sangat cepat, sehingga pengamat hanya melihat busur yang menyala saja.

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

1. Proses pengelasan yang bukan kelompok las wolfram dengan gas pelindung adalah sebagai berikut :
 - a. Wolfram inert gas (WIG) Welding
 - b. Wolfram Hydrogen Gas (WHG) Welding
 - c. Wolfram Aktif Gas (WAG) Welding
 - d. Wolfram Plasma – Welding

2. Rumusan dari hukum Ohm pada elektronik adalah....
 - a. $V = I \times R$
 - b. $V = I/R$
 - c. $R = V \times I$
 - d. $R = I \times V$

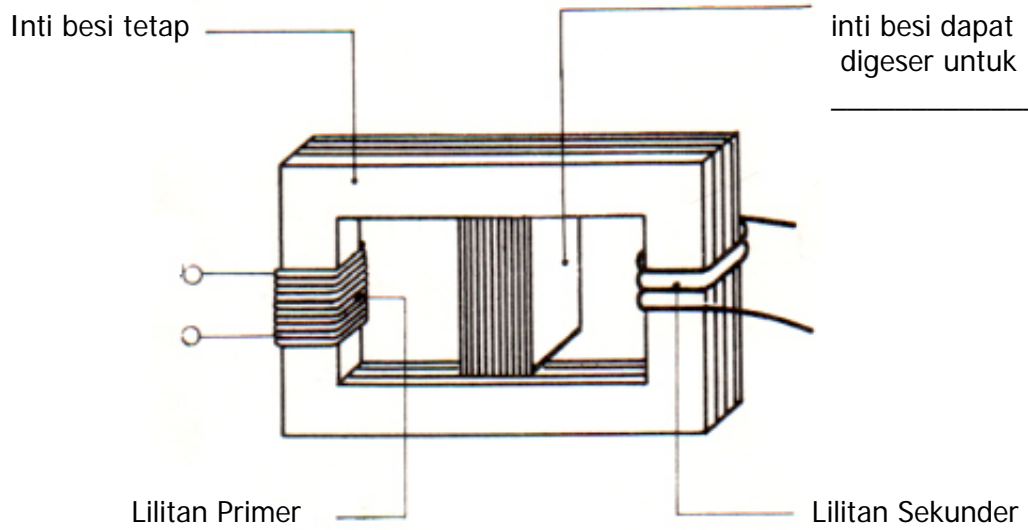
3. Jenis arus listrik yang tidak dihasilkan dari mesin WIG/TIG adalah....
 - a. Arus searah dengan polaritas balik (DCRP)
 - b. Arus searah dengan polaritas lurus (DCSP)
 - c. Arus tiga phase
 - d. Arus bolak balik

4. Salah satu komponen (bagian alat) yang berfungsi meneruskan arus dari satu arah ke dan memblokir arus dari arah yang lain dinamakan....
 - a. Thyristor
 - b. Dioda
 - c. Transformator
 - d. Tansductor

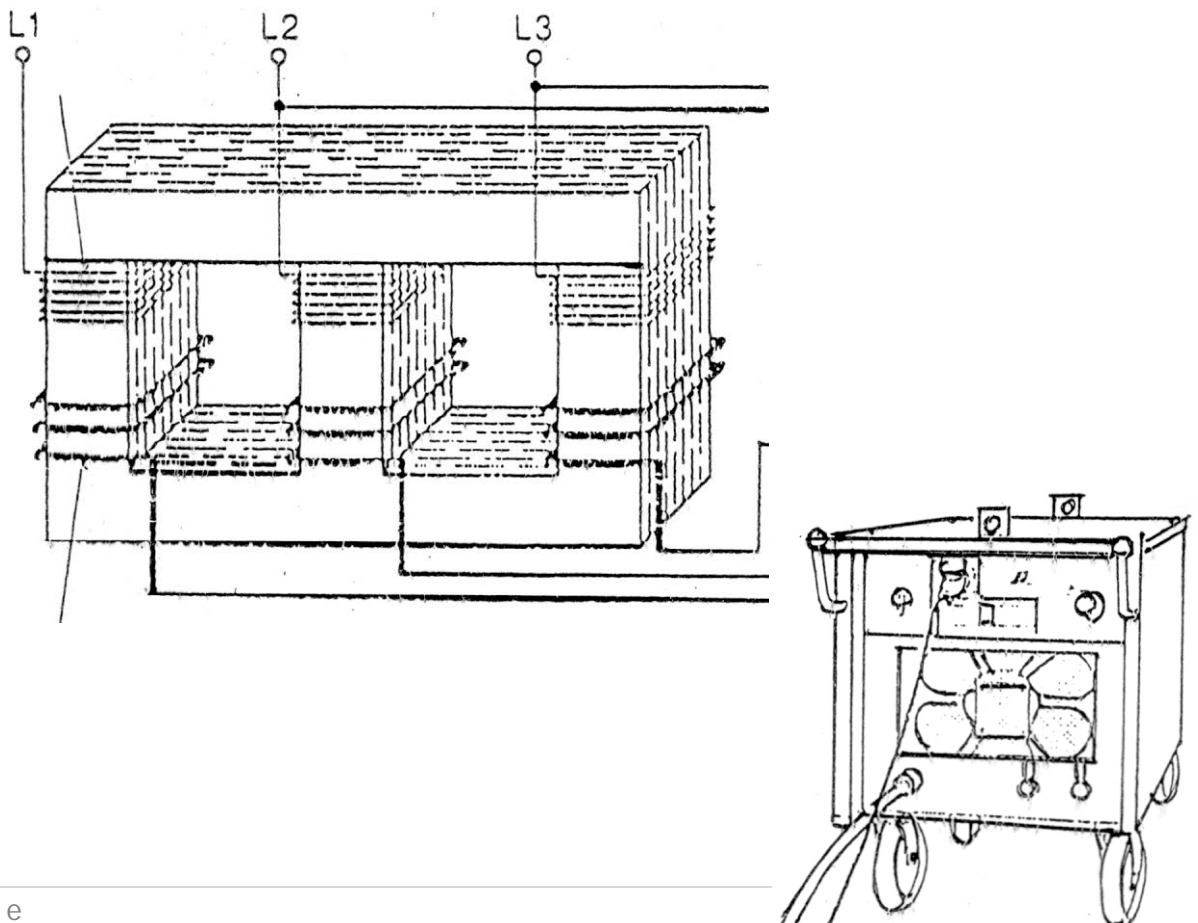
5. Pemakaian ekonomis dari mesin las WIG/TIG adalah untuk ketebalan material/ bahan....
 - a. 0,1 s/d 3 mm
 - b. 3 s/d 6 mm
 - c. 6 s/d 12 mm
 - d. Untuk semua ketebalan

1.6 Macam Mesin Las

a. Mesin Las Transformator



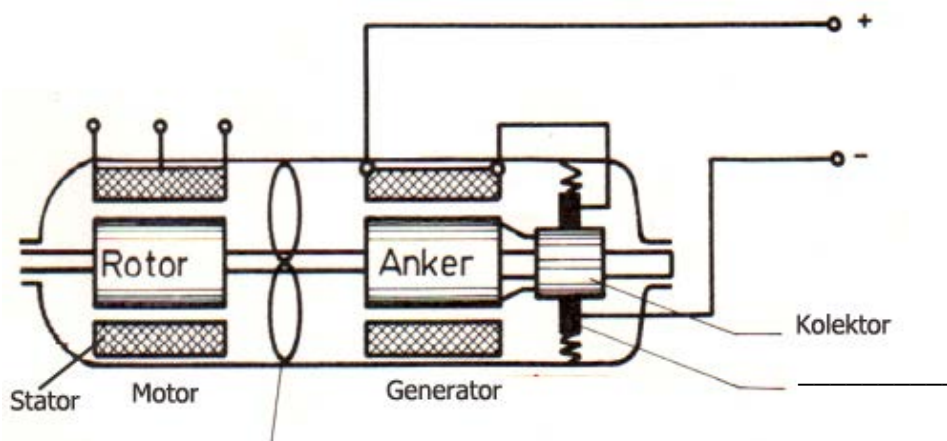
b. Mesin Las Arus Searah



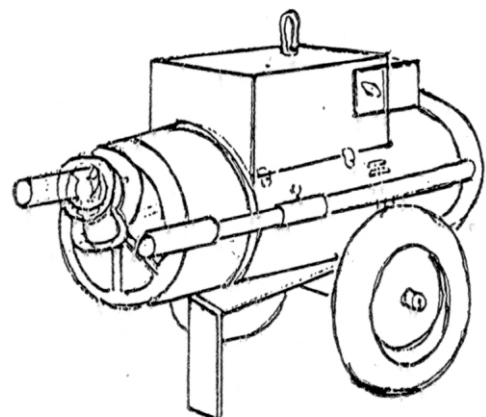
Mesin las arus searah ini terdiri dari transformator dari penyearah arus (diode). Melalui penyearah arus ini arus rangga (AC) diubah menjadi searah (DC). Jenis mesin las ini biasanya dihubungkan dengan jaringan listrik umum.

Simbol untuk mesin las arus searah _____

c. Mesin Las Rotary Converter Generator
(Mesin Las Generator)



Mesin las generator (Rotary Converter 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 _____

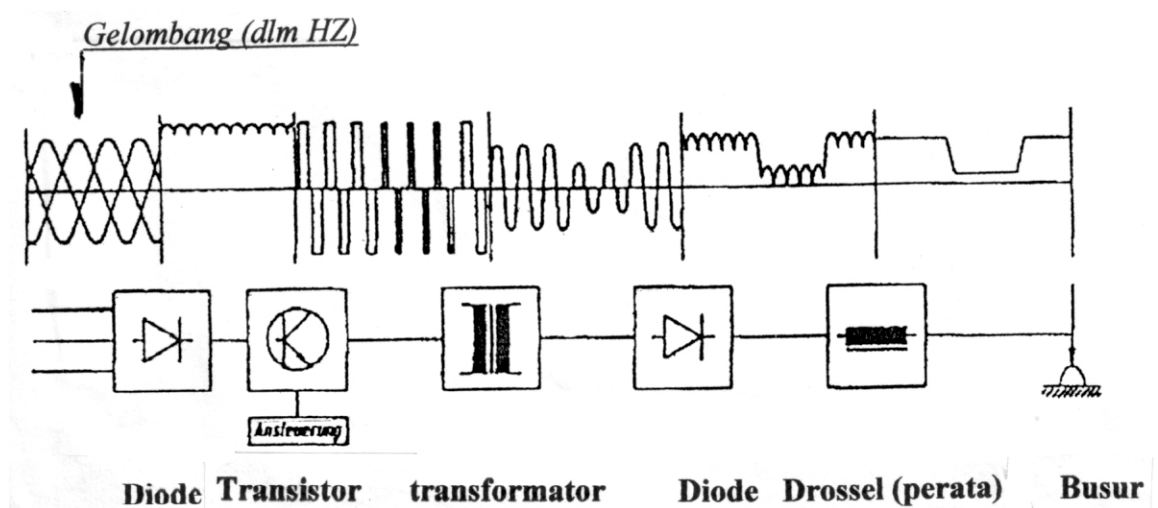
d. Inverter Welding

Macam / jenis Inverter welding merupakan pengembangan dari macam mesin las yang konvensional (Transformator), disini 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

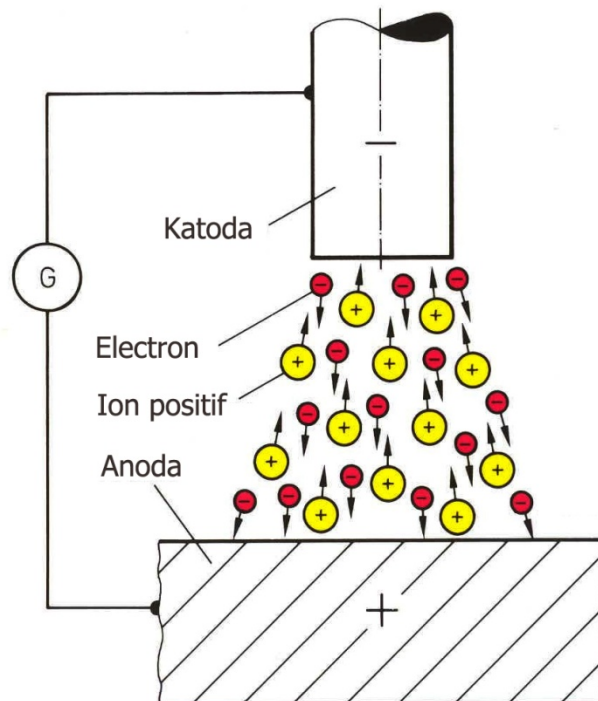


2.1 Busur Listrik

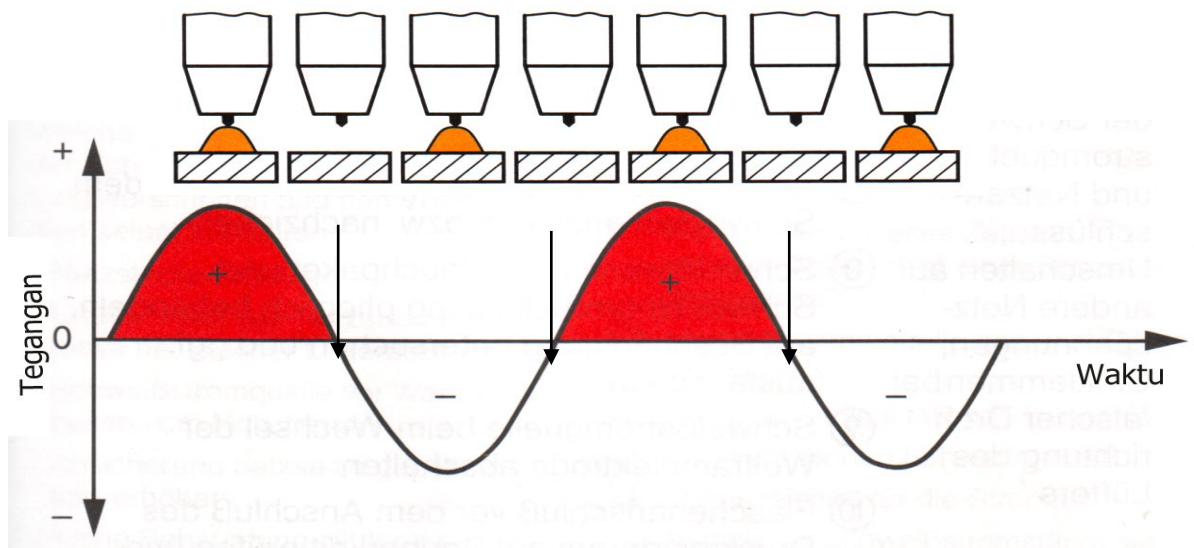
Penyalan Busur

Sebuah busur hanya akan terjadi apabila ada muatan listrik yang dihantarkan, elektron (pada negatif pole) dengan gas ion akan bergerak dari minus pole (katode) ke plus pada (anoda). Akibat ionisasi maka energi akan berubah menjadi panas.

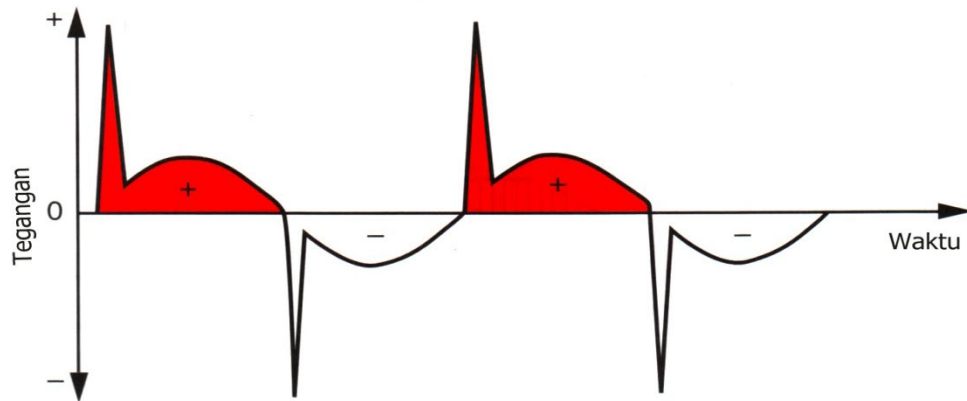
Untuk menyalakan busur listrik, orang dapat menentukan ujung elektroda pada benda kerjanya sehingga terjadi hubungan singkat, oleh karenanya voltage akan turun dan kuat arus akan naik. Ujung wolfram elektroda akan menjadi panas, elektron akan keluar darinya dan bergerak ke plus pole bersama-sama gas atom membentuk jembatan listrik antara wolfram dan benda kerjanya sehingga terjadi _____



- Penyalan busur listrik pada arus searah
Pengelasan dengan arus searah (DC), elektroda akan dihubungkan dengan kutub (pol) _____, apabila kutub ini terbalik maka ujung elektroda mudah rusak, hal ini disebabkan _____ yang terlalu tinggi.
- Penyalan busur listrik pada arus bolak-balik
Pengelasan dengan arus bolak-balik (AC) busur listrik akan pada posisi 0 (nol) phase listrik. Untuk itu diperlukan penyalan yang tak bersinggungan via impuls tegangan tinggi (HF) pada setiap _____ phase listriknya.



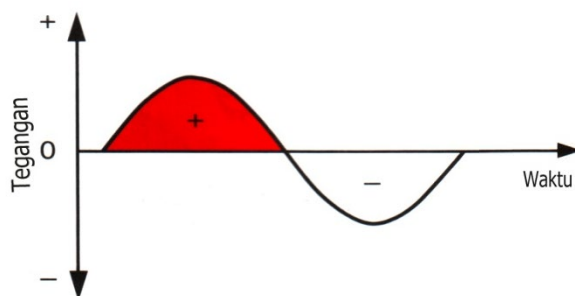
Impuls Tegangan Tinggi (HF)



Mesin las WIG arus bolak balik biasanya dilengkapi dengan impuls generator yang berfungsi sebagai berikut :

- Memberikan besaran strom yang diperlukan
- Membantu penyalaan busurnya, impuls strom _____, setiap nol tegangan dengan srom tegangan tinggi

Aluminium akan dilas dengan arus bolak-balik. Di saat elektroda pada kutub _____ lapisan _____ aluminium yang memiliki temperatur cair tinggi akan hancur tanpa pembebanan lebih pada wolfram elektrodanya.



- Kutub positif _____ akan menghancurkan lapisan oxida
- Pembebanan yang tinggi pada ujung elektroda
- Kutub negatif elektroda
- Pembebanan yang rendah, ujung elektroda istirahat

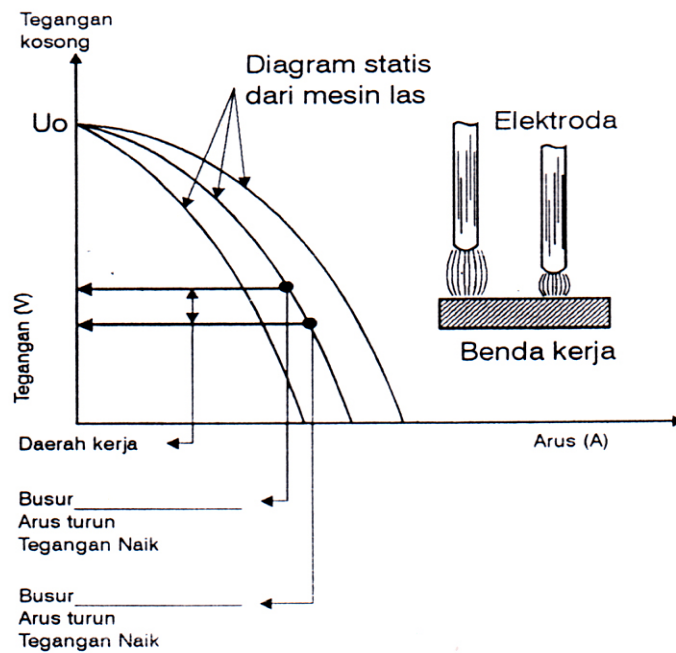
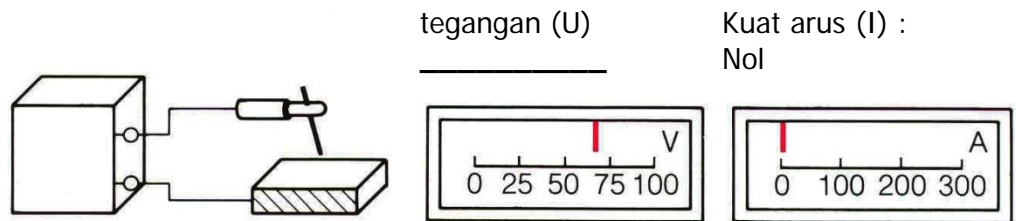


Diagram Statis Mesin Las dan Tegangan Kerja

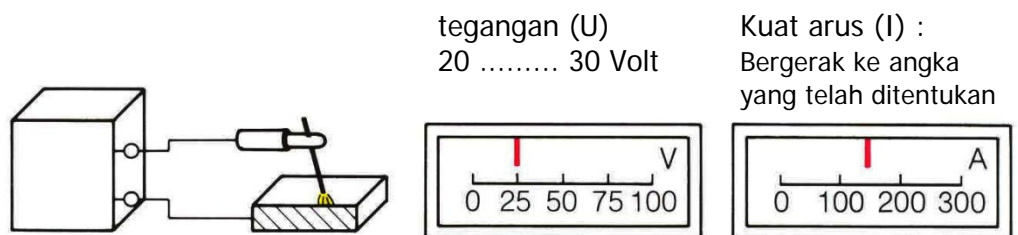
a. Tegangan Kosong



b. Hubungan Singkat

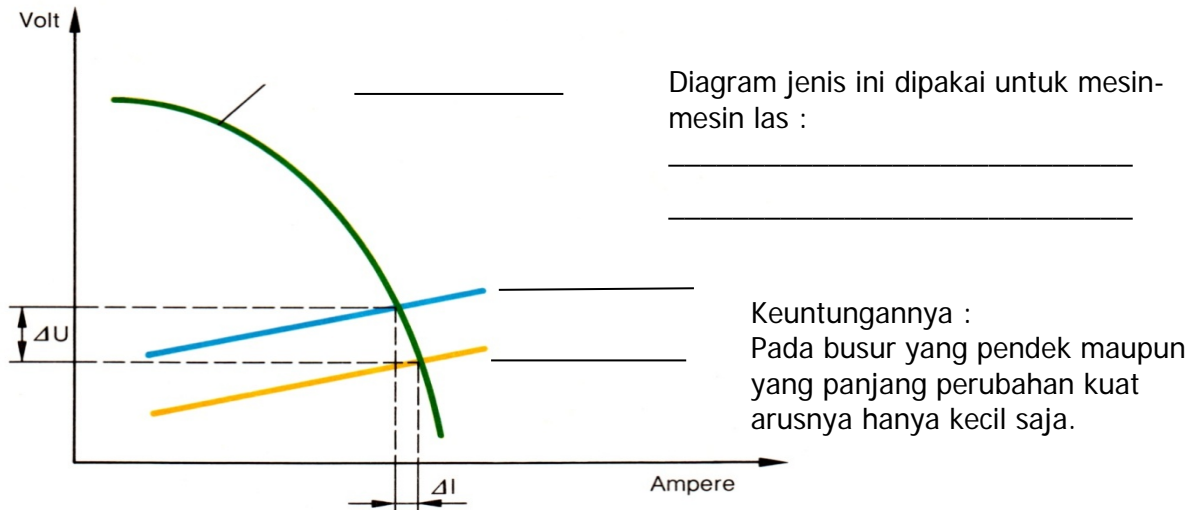


c. Pengelasan

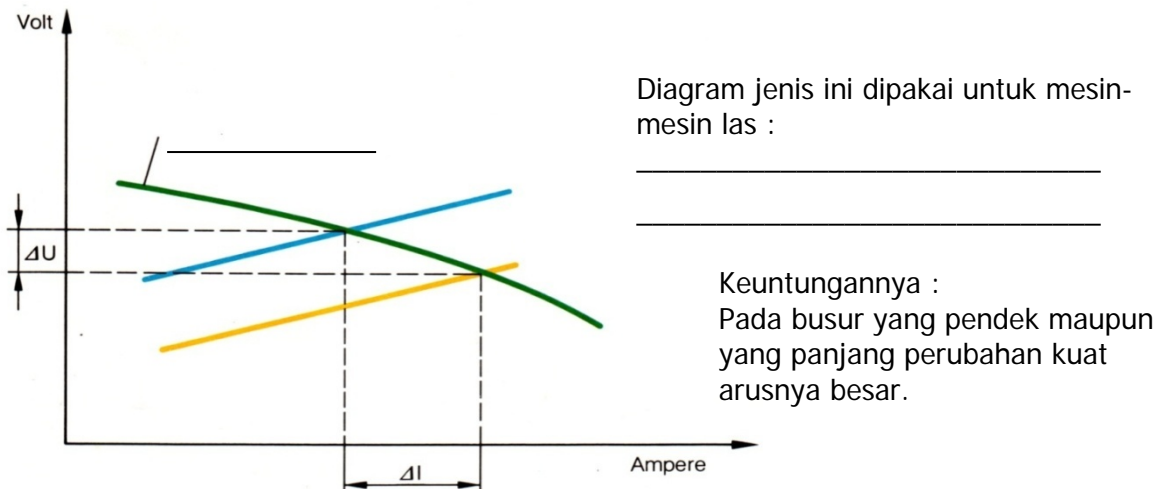


2.2 Diagram Statis Busur Listrik dan Penggunaannya

a. Diagram Statis dengan Kurva Menurun



b. Diagram statis dengan kurva mendatar/rata



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

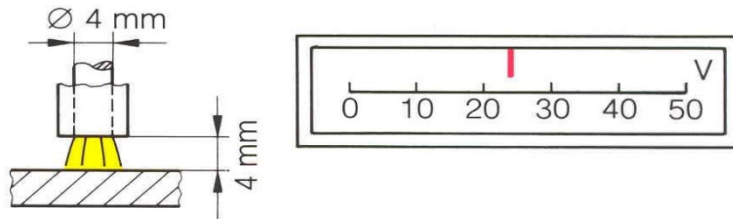
Panjang busur listrik pada pengelasan dengan tangan tidak selalu sama. Setiap perubahan panjang busur listrik mengakibatkan perubahan besarnya nilai tahanan, tegangan dan kuat arus. Hendaknya kecil saja penyimpangan yang terjadi pada setiap kuat arus yang dibutuhkan. Konstan tidaknya kuat arus tergantung 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 perubahannya panjang busur listriknya tidak mengaki-

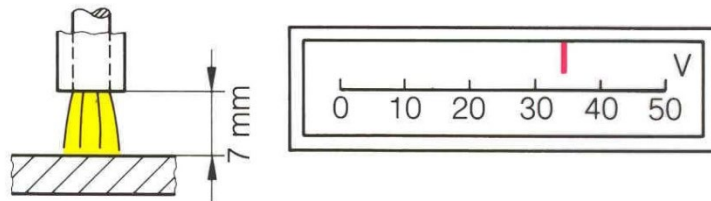
batkan terjadinya penyimpangan besar pada kuat arus. Orang dapat mengukur besarnya simpangan tegangan dan kuat arus pada setiap setelan panjang busur.

2.3 Pengaruh Perubahan Panjang Busur pada Tegangan Kerjanya

a. Busur Normal

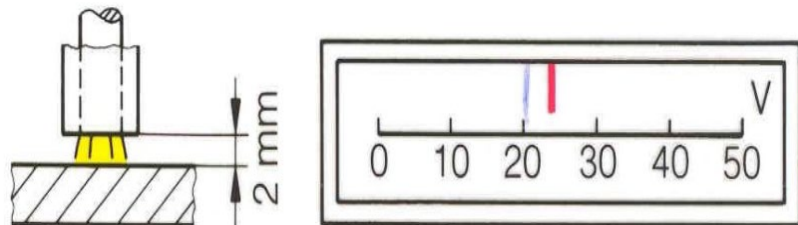


b. Busur Panjang



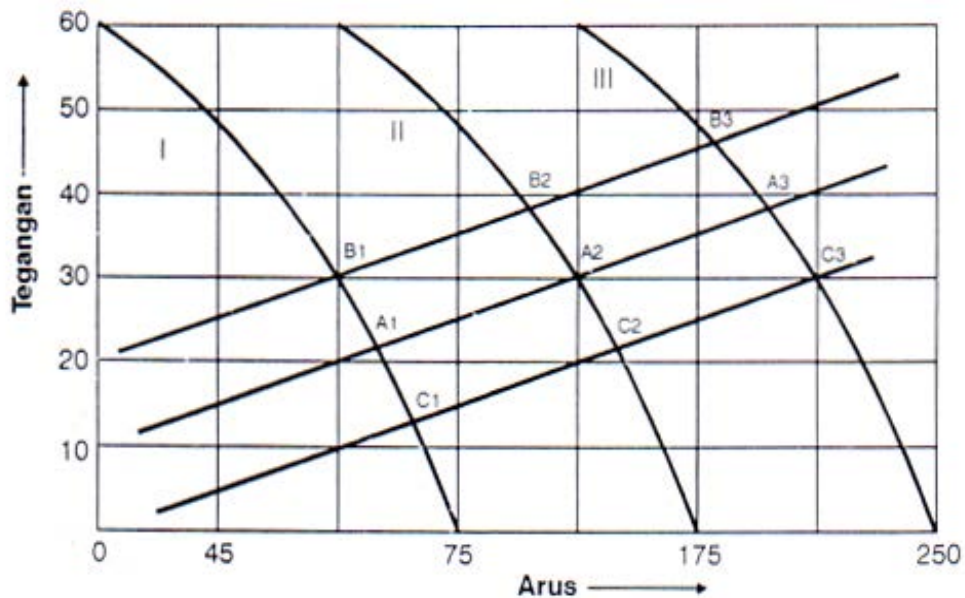
Panas yang terjadi _____

c. Busur Pendek



Panas yang terjadi _____

2.4 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								

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

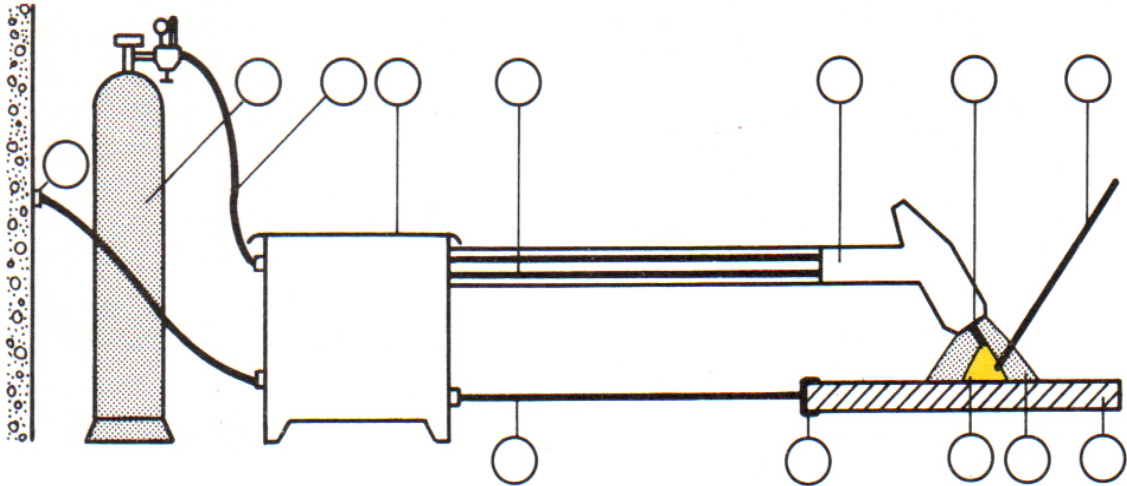
1. Untuk mesin las WIG/TIG diagram statis mesin las yang kita pakai adalah diagram....
 - a. Rata menurun
 - b. Kurva menurun
 - c. Rata mendaki
 - d. Kurva mendaki

2. Pengelasan bahan aluminium menggunakan arus las....
 - a. Arus searah
 - b. Arus searah dengan impuls
 - c. Arus bolak-balik
 - d. Arus bolak-balik dengan impuls

3. Pengelasan bahan-bahan baja, menggunakan arus las....
 - a. Arus searah
 - b. Arus searah dengan impuls
 - c. Arus bolak-balik
 - d. Arus bolak-balik dengan impuls

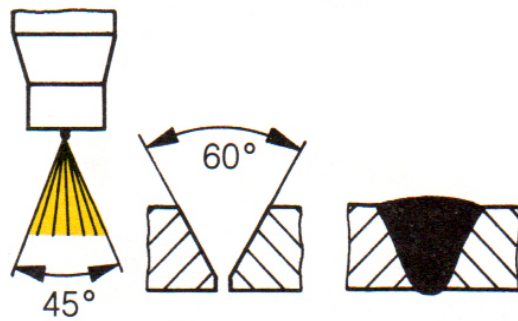
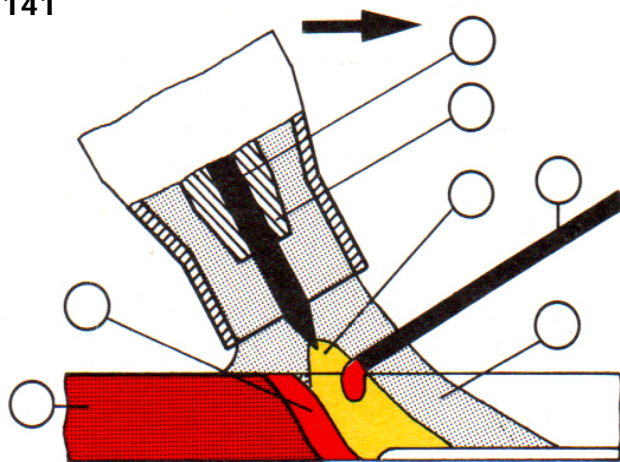
4. Pada pengelasan WIG, bila kita menghendaki penetrasi yang dalam maka diperlukan merubah parameter las. Tunjukkan di bawah ini yang bukan parameter las WIG....
 - a. Tegangan turun/naik
 - b. Arus naik/turun
 - c. Tahanan naik/turun
 - d. Kemampuan cair naik/turun

5. Untuk daerah yang sulit, terpaksa kita menarik/memperbesar jarak elektrodanya, maka akan terjadi...
 - a. Voltage menjadi lebih tinggi
 - b. Kemampuan cair bertambah
 - c. Penetrasi berkurang
 - d. Tahanan listrik pada elektroda wolfram mengecil

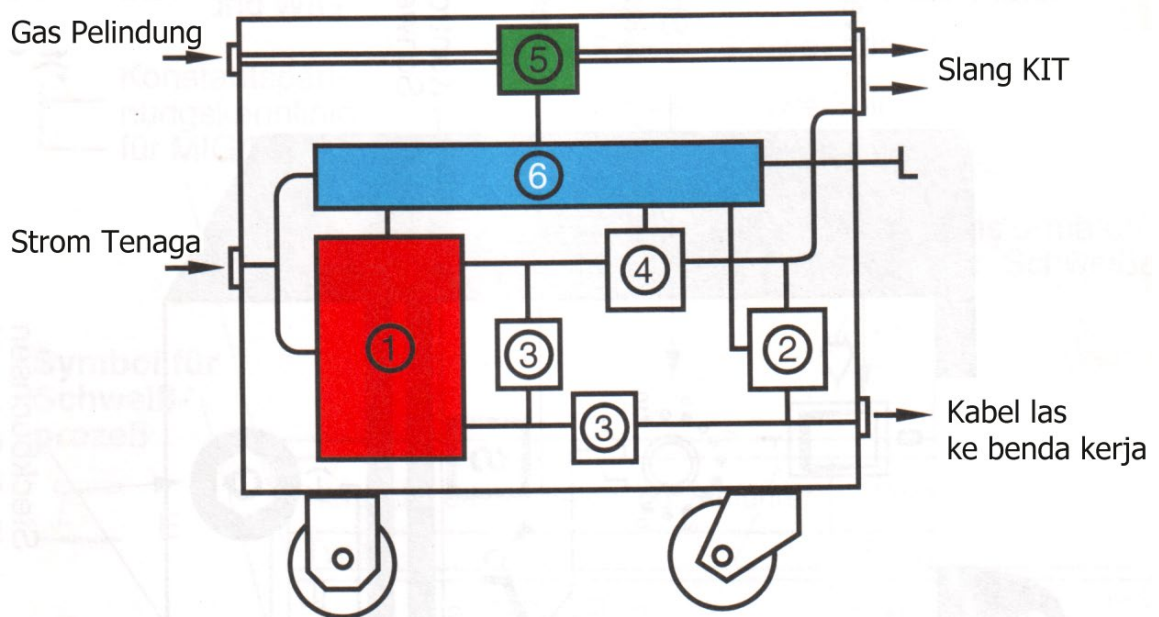


**3.1 Wolfram Inert Gas (WIG)
Tungsten Inert Gas (TIG) ---> 141**

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



3.2 Nama Komponen dan Fungsinya

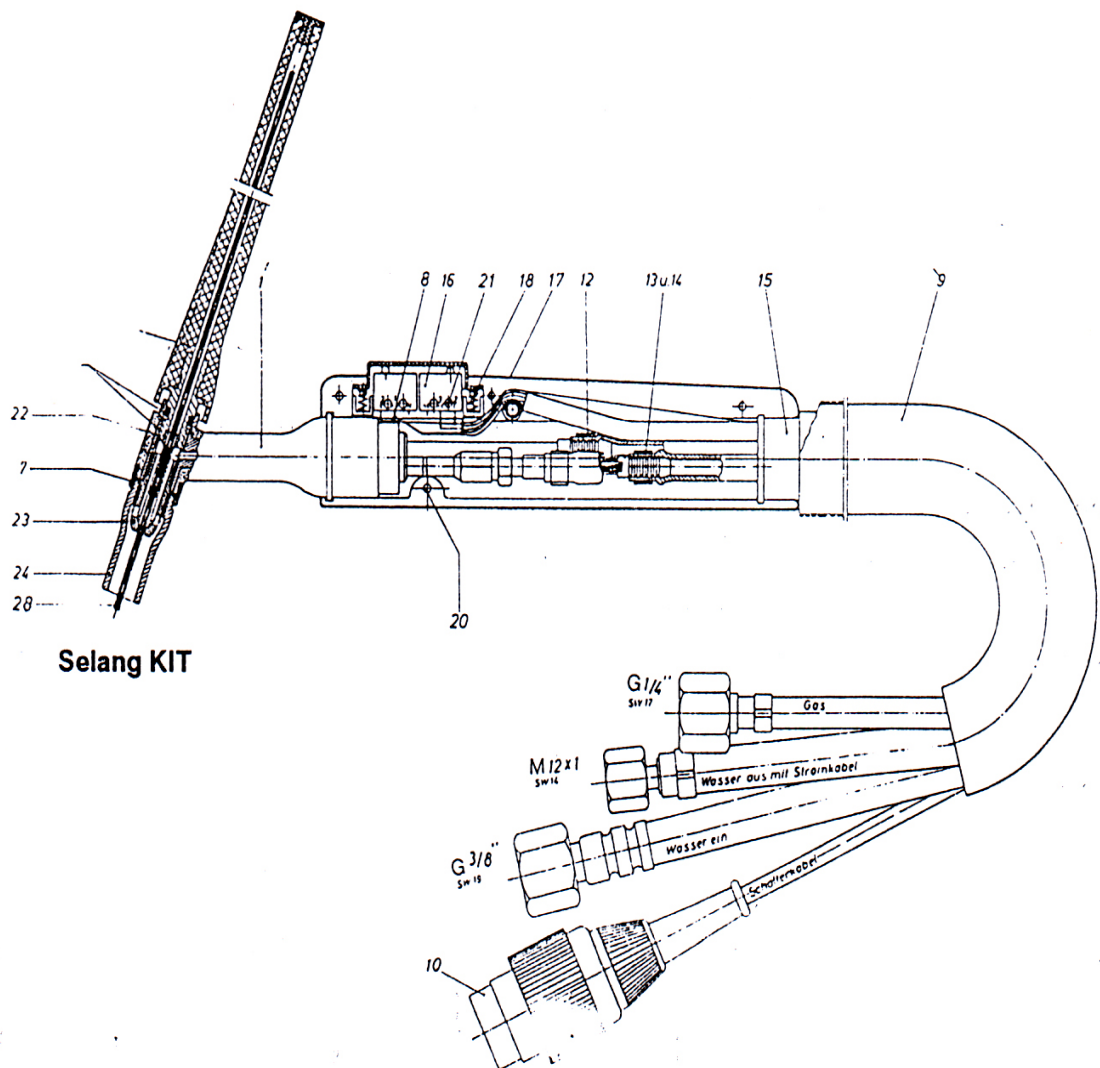


1. Transformator (satu dan dua phase)
 - Induksi strom tenaga dalam transformator/tenaga pengelasan
 - Menurunkan dari tegangan jaringan menjadi _____ kosong
 - Meningkatkan kuat arus jaringan menjadi _____
2. _____, membangkitkan frekuensi tinggi pada tegangan tinggi impuls untuk penyalaan busur listrik yang tak bersinggungan selama pengelasan.
3. Pengamanan drossel dan pengamanan kondensator.
 - Melindungi transformator dari tegangan tinggi impuls, di mana dapat merusak gulungan transformator.
4. Filter Kondensator
Menyeimbangkan dari berbagai strom setengah gelombang, yang dapat terjadi selama pengelasan (effek rectifier).
5. Magnetventil – Gas Pelindung
Membuka dan menutup gas pelindung dengan cara elektro magnetis.
6. Pengendali
 - Menghidupkan dan mematikan arus
 - Menyetel kuat arus las
 - Mengendalikan magnet ventil gas pelindung dengan menyetel waktu sebelum dan sesudah las
 - Penyetelan filter kondensator dan fungsi pengendali lainnya

a. Skema Mesin Las WIG

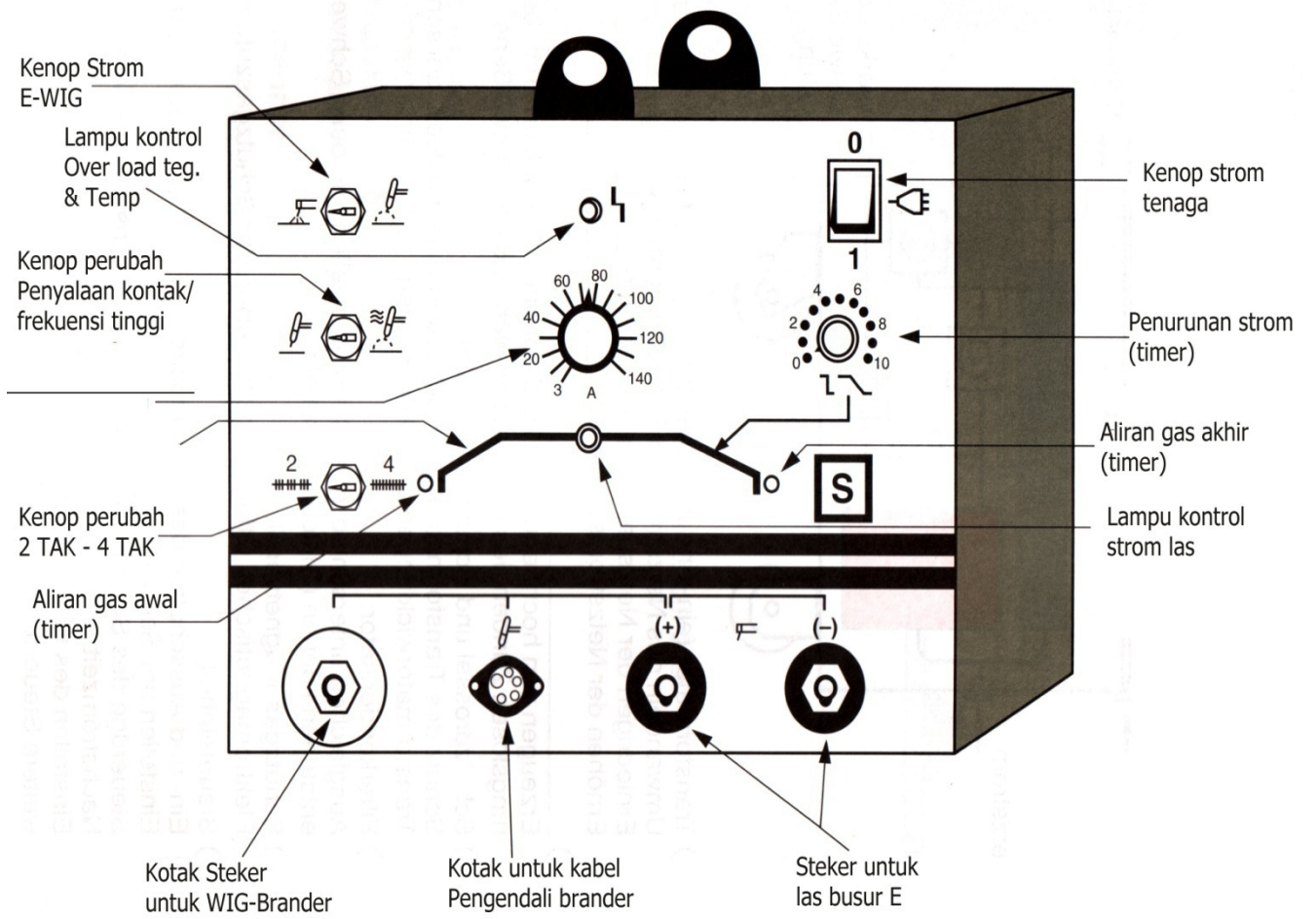
Bagian-bagian yang terpenting dari mesin las WIG adalah :

- Mesin las
- Gas pelindung
- Air pendingin
- Alat-alat kontrol
- Brander



Selang KIT

b. Display/Tampilan pada Mesin Las WIG/TIG



c. Torch / Brander

Brander pada mesin las dibuat untuk rentang arus listrik tertentu. Dengan kuat arus tersebut menentukan besarnya wolfram elektrode dan kramik nozzle yang akan digunakan.

Untuk mesin las WIG dengan kapasitas 200 Ampere digunakan brandertanpa air pendingin. Ada 2 macam bentuk brander yang menurut, pegangannya :

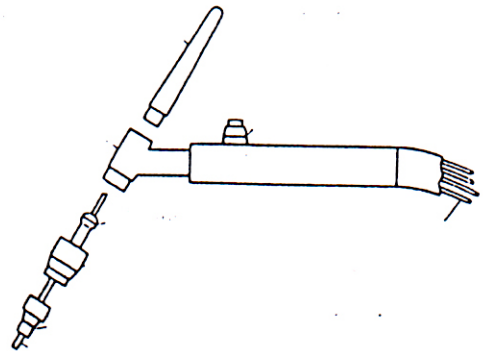
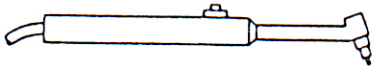
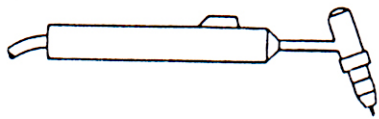
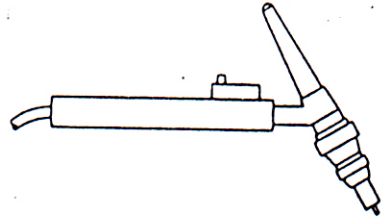
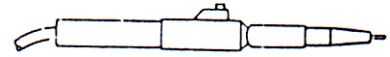
- Pegangan lurus
- Pegangan bersudut.

Housing dari pegangan biasanya terbuat dari plastik yang berisi knop penyalaan, kepala nyala, gas duse, collet, penyekat air, housing collet, kepalatutup nyala, elektrode, dll.

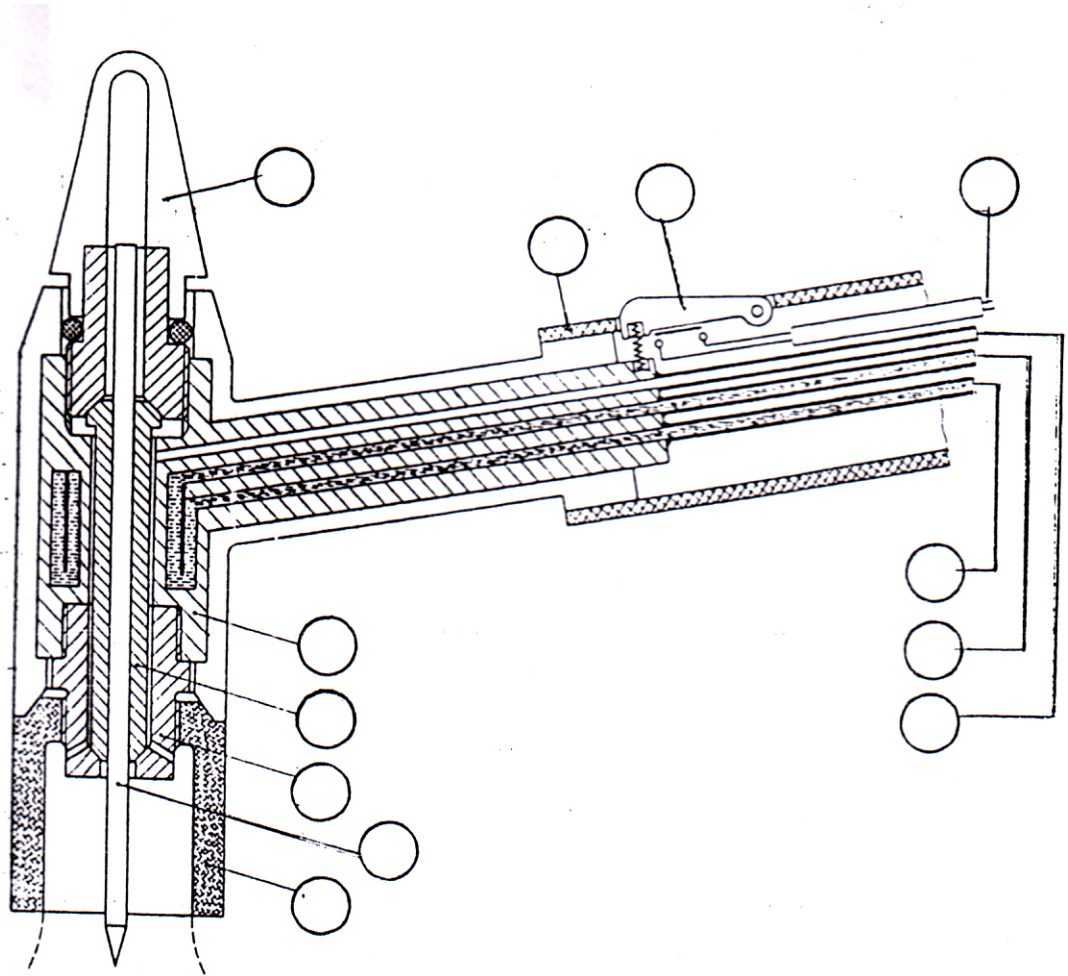
Dengan knop penyalaan, juru las dapat menyalakan / mematikan arus dengan mengaktifkan ventil magnet in/out untuk mengalirkan / menutup gas peindung.

Knop penyalaan ada 2 cara penekanannya yaitu

- Penekanan penuh yaitu arus yang keluar sesuai penyetelannya.
- Penekanan setengah (takt) yaitu arus yang keluar hanya separuhnya, biasanya arus ini untuk mengisi kawah lasan diujung kampuh las (kraterfuller).



d. Kepala Nyala



1. Pemegang
2. Knop penyalan
3. Kabel ke knop
4. Slang air pendingin (Out)
5. Slang air pendingin (In)
6. Slang gas pelindung
7. Tutup dengan perapat
8. Kepala nyala dengan alur pendingin
9. Penjepit (collet)
10. Housing collet
11. Wolfram elektrode
12. Gas duse

e. Wolfram Elektrode

Secara umum kita mengenal 4 jenis wolfram elektrode yang dipakai untuk pengelasan WSG, yaitu :

- Wolfram murni
- Wolfram dengan thorium oxid.
- Wolfram dengan zirkonium oxid.
- Wolfram dengan lathan oxid.

1. Wolfram murni

Elektrode type ini terbuat dari wolfram murni dan mempunyai titik penyalaan / pelelehan _____ °C, elektrode ini dipakai untuk logam ringan misal : aluminium & paduannya bentuknya.

2. Wolfram dengan thorium oxid

Elektrode type ini, biasanya dipakai untuk mesin las WIG dengan arus _____ , misal : untuk stainless steel, tembaga, titanium, dll. Dengan bentuk elektrodedan titikpelelehannyasekitar _____ °C

3. Wolfram dengan Zirkonium Oxid :

Elektrode type ini, biasanya dipakai untuk mesin las WIG dengan arus _____ dan _____ material yang cocok dilas dengan elektrode jenis ini adalah logam ringan misal : Aluminium, Magnesium dengan titik pelehan sekitar _____ °C

4. Wolfram dengan lathan oxid

Elektroda type ini, biasanya dipakai untuk mesin las plasma, karena mempunyai daya tahan yang lebih besar.

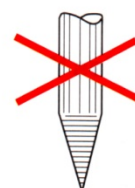
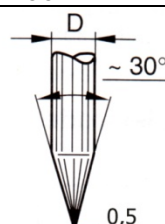
5. Menggerinda ujung elektrode

a) Bentuk _____

Untuk mendapatkan hasil pengelasan yang baik, maka elektrode harus digerinda dengan _____ dan _____ yang benar.

Kesalahan dari penggerindaan akan menyebabkan busur tidak stabil. Untuk kuat arus yang rendah dibuatkan sudut : 30 sedangkan untuk kuat arus yang lebih tinggi dapat dilihat daftar dibawah ini :

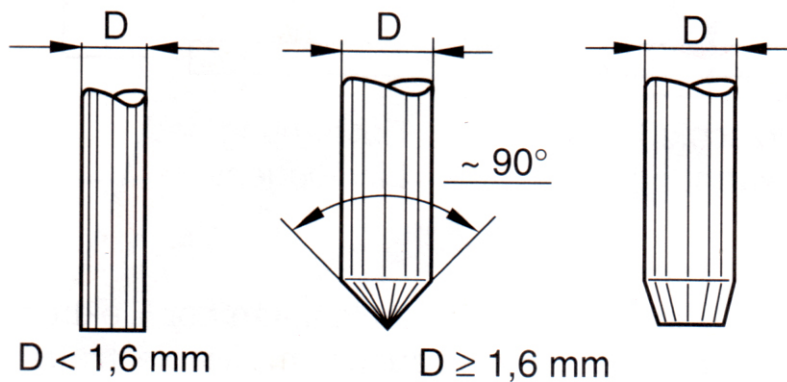
Kuat Arus (A)	Sudut Elektorda (°)
=20	30
20 – 100	60 – 90
100 – 200	90 – 120
>200	120



b) Bentuk _____

Pengelasan dengan arus AC, ujung elektrode hendaknya agak dibulatkan dengan menggerinda pada sisinya.

Menggerinda secara keseluruhan adalah tidak perlu. elektrode tersebut akan memberi bentuknya sendiri dalam pengelasan, akan tetapi apa - elektrode diberi beban yang agak tinggi, maka ujung elektroda akan berbentuk _____ biasanya hal ini juga terjadi apabila strom melampaui ukuran diameter elektroda yang diijinkan.

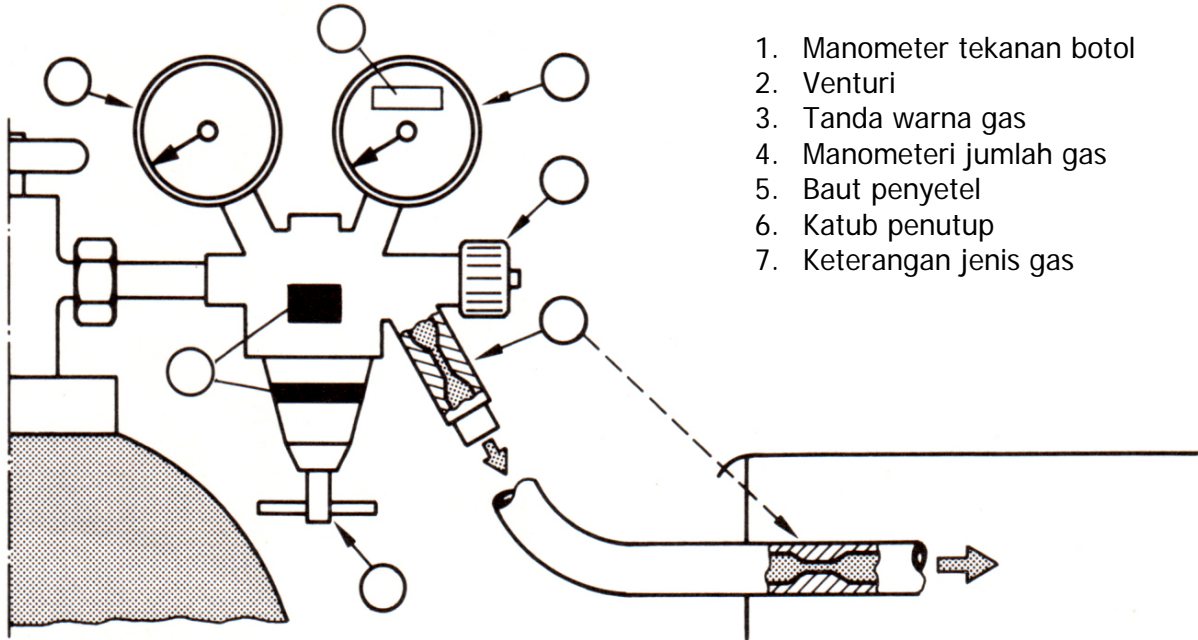


21 Pemilihan Wolfram Elektroda dan Gas Duse

ϕ Elektroda (mm)	Gas Duse No. _____	AC/Murni (AC)	AC/Zirkonium (A)	DC/Thorium (A)
0,1	4 - 5	5 - 15	5 - 20	5 - 20
1,0	4 - 5	10 - 60	15 - 80	20 - 80
1,6	4 - 5 - 6	50 - 100	70 - 150	80 - 150
2,4	6 - 7 - 8	100 - 160	110 - 180	120 - 220
3,2	7 - 8	130 - 180	150 - 200	200 - 300
4,0	8	180 - 230	180 - 250	250 - 400

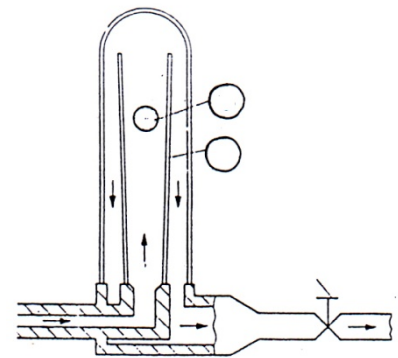
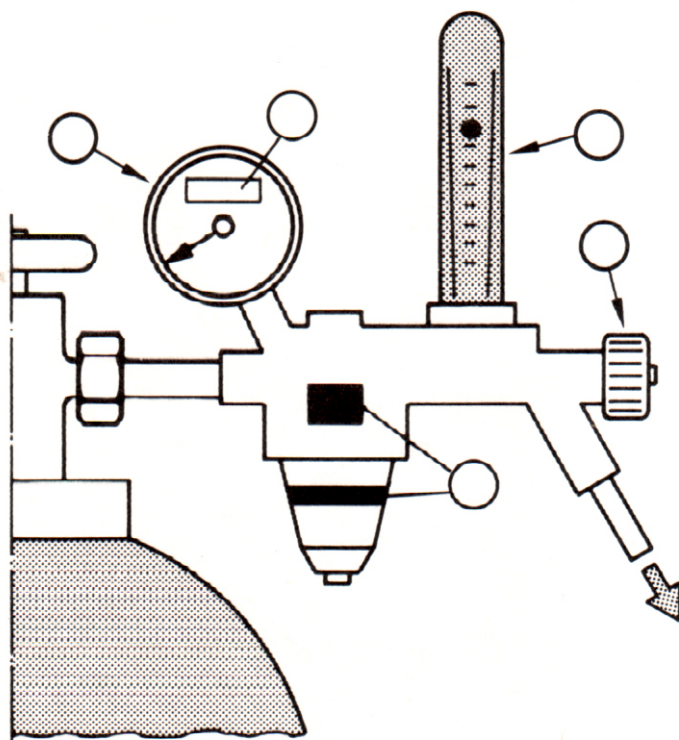
f. Pengatur Gas

a. pengatur gas dengan _____



1. Manometer tekanan botol
2. Venturi
3. Tanda warna gas
4. Manometeri jumlah gas
5. Baut penyetel
6. Katub penutup
7. Keterangan jenis gas


b. _____




1. Katub pengatur
2. Keterangan jenis gas
3. Gelas pengatur
4. Manometer tekanan botol
5. Tanda warna gas
6. Bola pengapung
7. Saluran gas


g. Tanda Pengenal Mesin Las


Simbol karakteristik mesin


 Karakteristik kurva menurun untuk E & WIG


 Karakteristik tegangan konstan untuk MIG/MAG

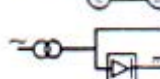
Simbol dari sumber tenaga

 Mesin las Trafo

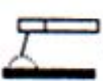


 Mesin las arus searah

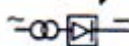
 Mesin las arus searah (inverter)



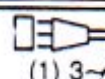

 Mesin las generator motor set

 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					
			X	35%	60%	100%
	U_0	V	I_2	325 A	250 A	200 A
	75		U_2	23 V	20 V	18 V
	cos. 0,82 (250A)					
(1) 3~	U_1	V		I_1	A	I_1
	400		20 A	20		
I. KL. H	50 Hz		S ₁	9,4 kVA	8,2 kVA	6,9 kVA
KÜHLART	AF		P 21			[S]

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

Simbol untuk strom
 arus searah
 arus bolak balik

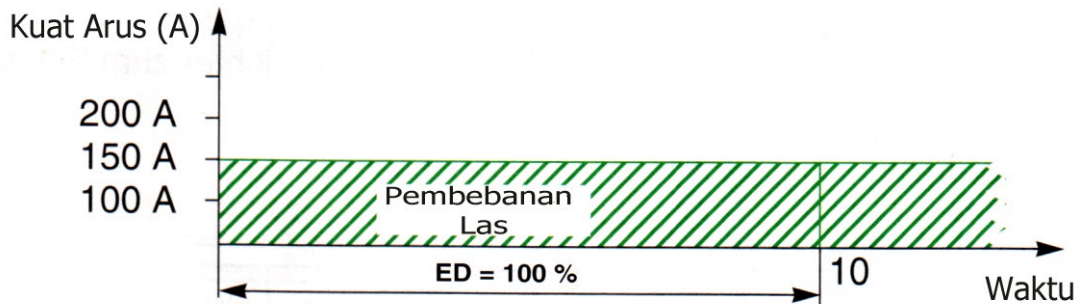
Tegangan kosong V_0

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)

- a. Pembebanan las kontinue dan berkala/relatif duty factor/Einschaltdauer (ED)
 Pembebanan las kontinue ialah : Pemakaian mesin las secara terus-menerus, di mana beban las dinyatakan dalam satuan waktu.



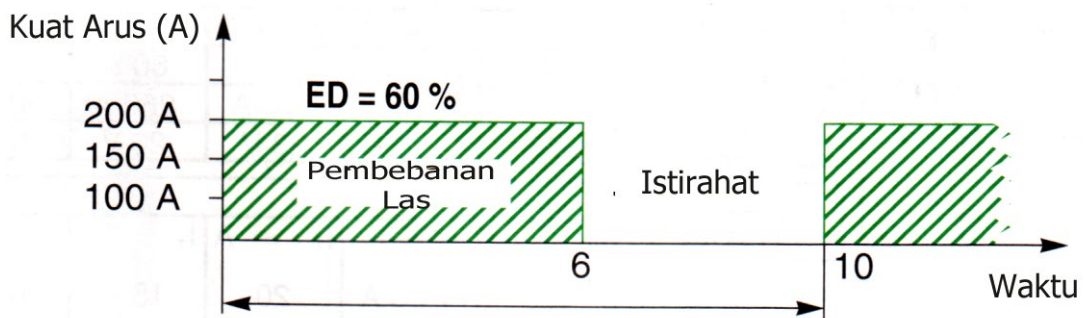
$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian} &= \text{Waktu Beban} + \text{Waktu Istirahat} \\ &= 10 \text{ menit} \end{aligned}$$

Pembebanan las berkala ialah : Pemakaian las secara terputus-putus, di mana beban las dinyatakan dalam satuan waktu.

Contoh : Pemakaian las 60% artinya :

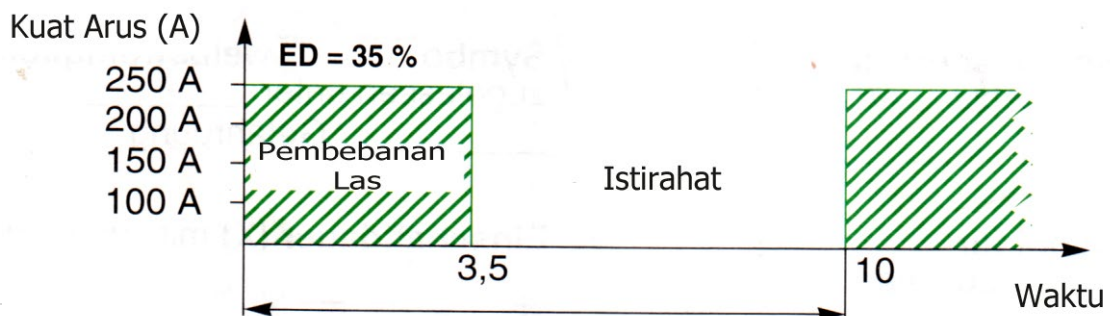
Di dalam waktu 10 menit, waktu keseluruhan yang diperbolehkan untuk mengelas ialah _____ menit, sedangkan selebihnya ialah waktu istirahat.

Penggunaan kuat arus pengelasan di sini boleh _____ - dari pembebanan las kontinue



Pemakaian beban las 35% artinya "

$$\begin{aligned} \text{Waktu pemakaian las} &= \text{_____} \text{ menit} \\ \text{Waktu istirahat} &= \text{_____} \text{ menit} \end{aligned}$$



b. Einschaltdauer (ED) – Simbol X (*lihat tanda pengenal mesin*)





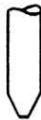

Adalah untuk menghindarkan mesin las dari pemanasan yang berlebihan, kuat arus yang digunakan tidak boleh melampaui ketentuan-ketentuan ED yang berlaku.

$$ED = \frac{\text{Waktu Pembebanan}}{\text{Satuan Waktu}} \times 100\%$$

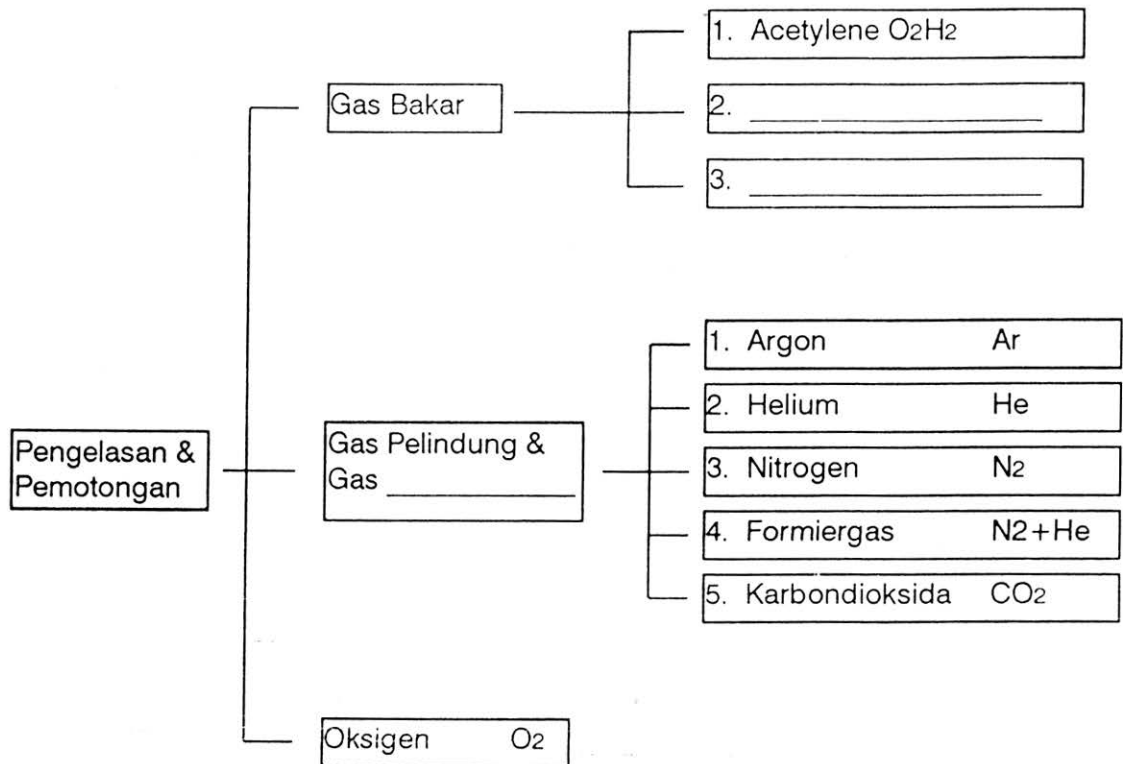
Dalam hal ini satuan waktu pembebanan las = 10 menit

Semakin rendah ED, semakin tinggi strom yang digunakan untuk pengelasan...!

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

1. Untuk pengelasan baja, jenis wolfram elektrode yang sering dipakai adalah ...
 - a. Wolfram murni
 - b. Wolfram dengan trorium oxid
 - c. Wolfram dengan Zirkonium oxid
 - d. Wolfram dengan lathan oxid
2. Aturan dasar dari pengatur gas dengan bola apung adalah ...
 - a. Tekanan gas konstan
 - b. Penampang konstan
 - c. Tekanan gas dapat diatur
 - d. Pengatur lewat ventury
3. Pengelasan aluminium menggunakan arus bolak-balik dengan strom impuls tegangan tinggi yang memiliki bentuk ujung wolfram elektrodanya sebagai berikut :
 - a. Runcing
 - b. Tumpul
 - c. Bulat
 - d. Terserah, apa saja boleh.
4. Apakah bentuk diagram statis mesin las WIG/TIG ?
 - a. Diagram rata menurun.
 - b. Diagram tegangan tetap
 - c. Diagram kurva menurun.
 - d. Diagram rata mendaki.
5. Apakah maksud dari tanda gambar  pada tanda pengenal mesin las
 - a. Diagram rata menurun.
 - b. Diagram tegangan tetap
 - c. Diagram kurva menurun.
 - d. Diagram rata mendaki.
6. Bagaimana penyalaan busur listrik tanpa proses sentuhan / konsleting ?
 - a. Mengerinda ujung elektroda dengan benar
 - b. Tegangan kosong yang tinggi pada mesin las
 - c. Aliran gas pelindung
 - d. Impuls tegangan tinggi (HF)
7. Diakhiri pengelasan, ujung elektroda berbentuk seperti sketsa  apa penyebabnya..?
 - a. Gas yang digunakan bukan jenis gas pelindung.
 - b. Wolfram elektrode digerinda terlalu tumpul.
 - c. wolfram elektroda bercampur dengan fett/gemuk
 - d. Wolfram elektroda dibebani strom terlalu tinggi
8. Manakah dibawah ini, bentuk ujung elektrode yang disiapkan untuk mengelas dengan arus searah (kutub minus pada elektrode)
 - a. 
 - b. 
 - c. 
 - d. 
9. Material apa yang dilas dengan mesin las WIG/TIG dengan arus bolak-balik ...
 - a. Baja konstruksi umum
 - b. Baja paduan tinggi
 - c. Aluminium
 - d. Tembaga
10. Pada tanda pengenal mesin las WIG/TIG tertulis ED = 55% maksudnya adalah ...
 - a. 1 (satu) menit untuk mengelas selebihnya istirahat.
 - b. 5,5 menit mengelas selebihnya istirahat.
 - c. 55 menit mengelas
 - d. Mengelas selama 10menit

4.1 Gas-gas yang Dipakai untuk pengelasan



a) Fungsi gas pelindung

- Melindungi hasil lasan dari _____
- _____ busur listriknya
- Daerah dalam busur listrik _____




b) Macam / jenis / sifat

Macam / Jenis	Gas Pelindung	Sifat
-	(Argon, Helium)	Inaktive - kimiawi
-	(CO ₂)	Meng-oksidasi
-	(Fermiergas)	Mereduksi

c) Pemakaian gas pelindung pada jenis pengelasan dan material/bahan logamnya

Gas Pelindung	Group	Jenis Pengelasan	Material / Bahan Logam
Argon (Ar) Helium (He) Argon/Helium	I	WIG	Semua logam
		MIG	Semua logam non besi
Ar/O ₂ (Ar/CO ₂)	M2	—	Baja paduan tinggi
Ar/CO ₂ Ar/CO ₂ /O ₂ Kohlendioxid (CO ₂)			Baja paduan rendah dan non paduan
Ar/He	I		Logam bersifat khusus misalnya TI
Formiergas (N ₂ /H ₂)	—		Logam-logam yang lain

d) Pengaruh gas pelindung terhadap hasil lasan

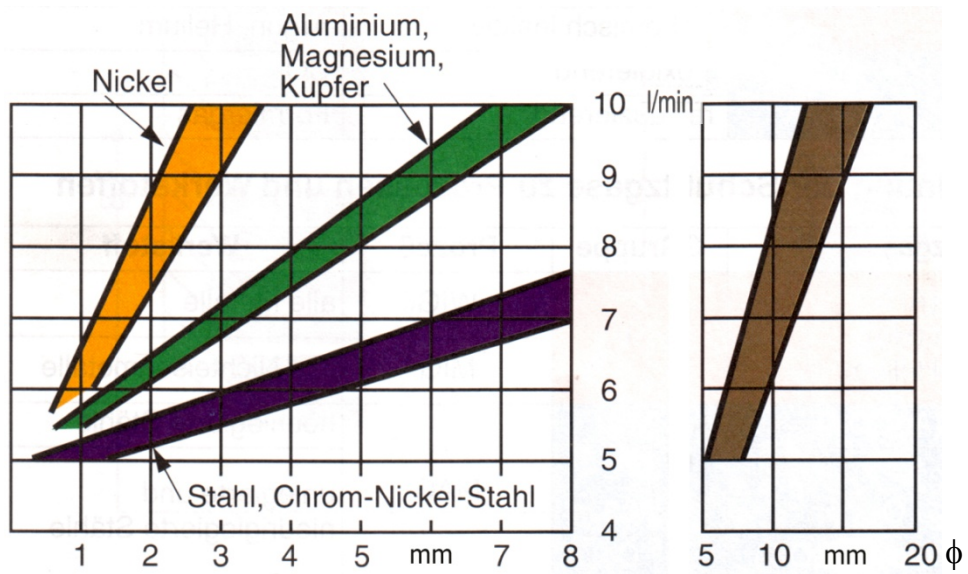
Gas Pelindung	Argon (Ar)	Gas Campuran	Karbon Dioksida CO ₂
Reaksi terhadap cairan	Tidak ada	—	Sangat baik
Ionisasi	Sangat baik	—	— baik
Tinggi kampuh Penetrasi			
Tampak kampuh	Rata	—	—
Percikan	Tidak ada	—	Cukup banyak
Mudah terpengaruhi Tarikan udara	—	—	Sedikit

e) Kebutuhan Gas

Untuk menghitung kebutuhan gas yang secara teknis dan ekonomis, diperlukan beberapa ketentuan antara lain : jenis gas, jarak torch, posisi pengelasan, ukuran bak lasan, kecepatan pengelasan, dan gerakan ayunan brander, dll.

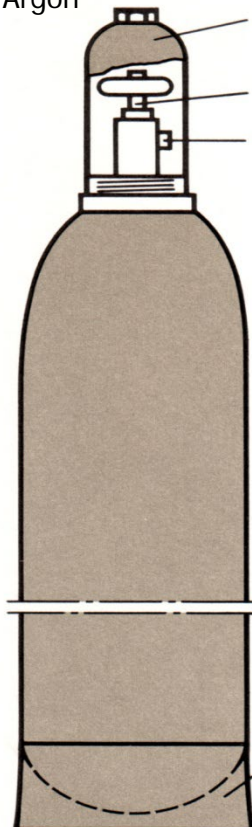
Di bawah ini ada tabel kebutuhan gas yang dikaitkan antara lain :

- Diameter keramik torch
- Tebel material dan jenisnya

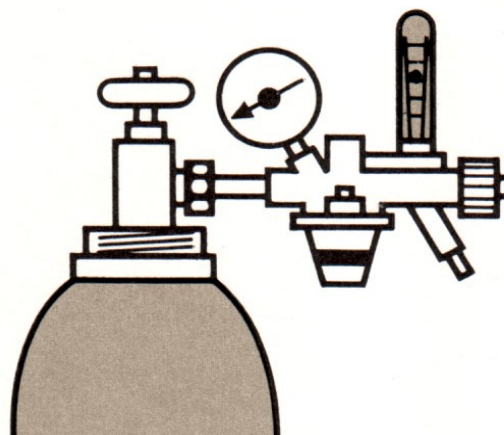


4.2 Penyimpanan Gas-gas Pelindung

a) Argon



Sambungan botol Argon



Tanda pengenal :

Warna _____

Sambungan dengan manometer

ulir _____

1. Symbol Kimiawi = Ar.

2. Sifat-sifat Umum

Argon adalah gas muliatak berwarna, tak berbau dan tak berasa. Terdapat di udara + 0,9%. Argon tidak terbakar dan tak bereaksi terhadap gas lainnya (inert gas). Argon lebih berat dari udara.

3. Sifat-sifat Fisikalis.

- Berat molekul = 39,944
- Massa jenis gas argon pada 15 C dan 1 bar (750 tort) = 1,666 kg/m³
- Massa jenis argon cair pada 1 bar = 1,395 kg/l
- Temperatur kritis = -122,5 °C
- Tekanan kritis (absolut) = 48,7 bar (49,8 kp/cm²)
- Titik didih pada 1 bar = -186,0 °C
- Perubahan massa jenis argon : udara = 1,38

4. Perhitungan ekuivalent gas argon dan argon cair.

m gas pada 15 °C dan 1 bar	l cair dalam keadaan mendidih dan 1 barkg	berat
1	1,197	1,669
0,838	1	1,395
0,559	0,717	1

5. Pembuatan.

Argon diperoleh lewat proses penguraian udara. Dalam perdagangan argon yang didapat dengan kemurnian $\geq 99,5\%$.

6. Pemakaian.

- Pada teknik pengelasan dan pemotongan.
 1. Argon sebagai gas pelindung, gas pemotong dan gas plasma.
 2. Argon yang bercampur CO atau dengan O sebagai gas pelindung.
- Pemakaian lainnya.
 1. Inertisieren
 2. Analytik
 3. Metalurgie
 4. Teknik penerangan/lampu

7. Perhitungan ekuivalent gas argon dan argon cair.

- a. Gas Argon
- botol baja.

Volume ℓ	Tekanan lebih pengisian bar	isi gas m ³
10	200	2
40	150	6
50	200	10

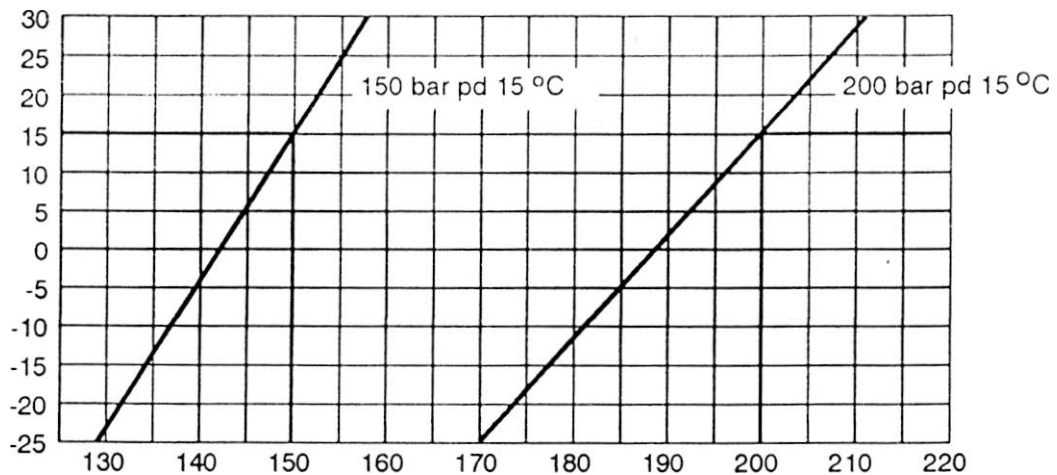
Gas yang dimampatkan pada botol baja berlaku DIN 4664 dan ventil botol DIN 477 (lembar 1)

Sambungan Ventil/katub : **W 21,80 x 1/14"**

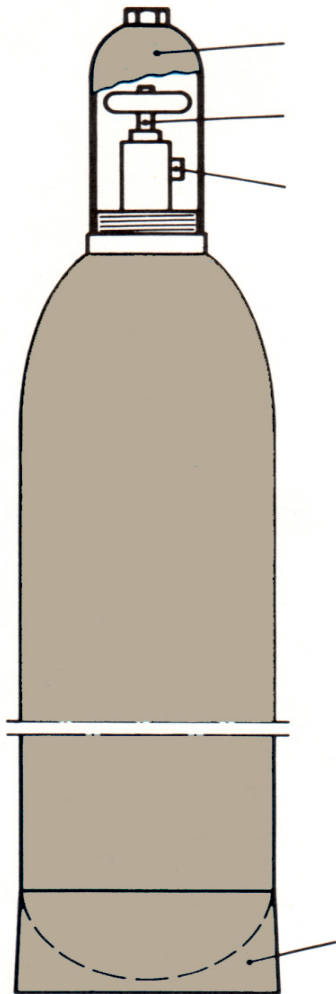
Warna : **Abu-abu (DIN 4678)**

- b. Argon Cair

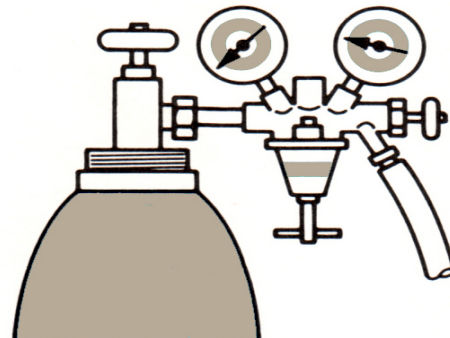
Tersimpan dalam truk tanki atau tanki yang bergerak. Adapun untuk delivery juga dalam tanki (statis) atau tanki yang bergerak.



b) Carbon Dioksida (CO₂)



Sambungan botol Karbon Dioksida



Tanda pengenal :

Warna _____

Sambungan dengan manometer

ulir _____

1. Symbol Kimiawi = CO₂.

2. Sifat-sifat Umum

CO₂ adalah gas tak berwarna, tak berbau dan tak berasa, hingga kira-kira temperatur 600°C merupakan inertgas. Gas ini tidak terbakar dan tidak beracun. Gas CO₂ 1,5 kali lebih berat dari udara, pada penambahan CO dalam pernafasan terdapat kekurangan O₂ yang dapat menimbulkan bahaya.

3. Sifat-sifat Fisikalis.

- Berat molekul = 44,011
- Massa jenis gas CO pada 15 C dan 1 bar (750 tort) = 1,849 kg/m³
- Temperatur kritis = 31,03 °C
- Tekanan kritis (absolut) = 73,9 bar (75,4 kp/cm²)
- Titik didih pada 1 bar = -78,9 °C
- Perubahan massa jenis karbon: udara = 1,5291

4. Perhitungan ekuivalent gas karbondioksida.

m gas pada 15°C dan 1 bar	l cair didih pada 15°C dan 51,25 bar	berat
1	2,28	1,85
0,44	1	0,82
0,54	1,22	1

5. Pembuatan.

CO₂ diambil dari sumberalarn atau diperoleh dari pemurnian gas buang. Dalam perdagangan diperoleh CO₂ dengan kemurnian ≥ 99,5 % untuk pengelasan (DIN 8559) kemurnian ≥ 99,7% pada - 35 C (250 vol ppm air).

6. Pemakaian

- Pengelasan & Pemotongan sebagai pelindung pada las busur listrik, baik secara murni, atau campur dengan gas argon atau O₂.
- CO₂ laser sebagai pengelasan dan pemotongan CO₂, CO₂ campur Argon atau O₂
- Pemakaian lainnya
 - CO₂ Gas untuk industri kimia, metal, plastik, industri pangan industri farmasi.
 - CO₂ Cair untuk industri metal, plastik, pangan, pemadam kebakaran.
 - CO₂ kering/padat untuk metal, plastik, kimia, pendingin

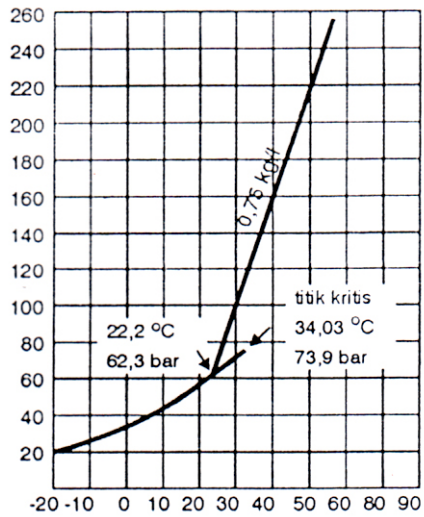
7. Dekvari & Penyimpanan

- Botol Baja

Volume l	Berat isi Kg	isi gas m ³ pada 15°C & 1 bar
13,4	10	5,41
26,7	20	10,82
40	30	16,22

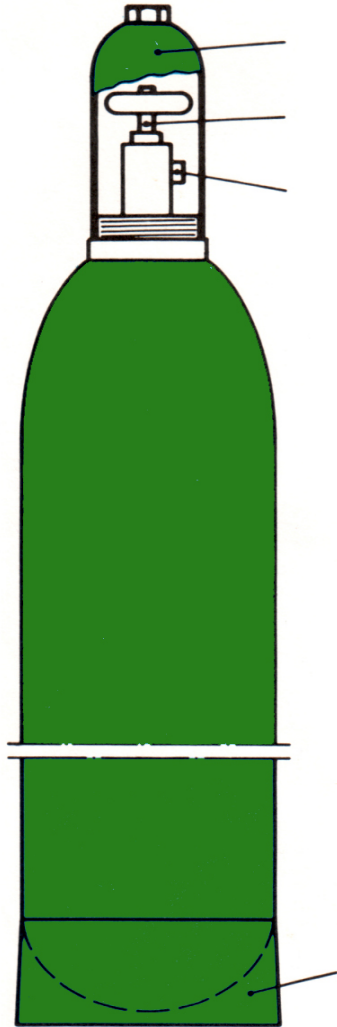
Untuk gas yang dimampatkan pada berlaku DIN 4664 dan ventil botol DIN 477 (lembar 1)

Sambungan Ventil/katub : **W 21,80 x 1/14"**
 Warna : **Abu-abu (DIN 4678)**

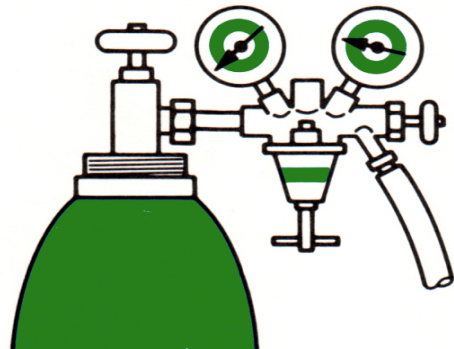


CO₂ dapat diangkut cair dalam tangki tetapi pengambilan dalam keadaan gas dan pemakaian biasanya tidak boleh lebih dari 10% per jam gas CO₂.

c) Nitrogen (N_2)



Sambungan botol nitrogen



Tanda pengenal :

Warna _____

Sambungan dengan manometer
ulir _____

1. Symbol Kimiawi = N_2

2. Sifat-sifat Umum

Nitrogen adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, tak berasa, Nitrogen lebih ringan dari udara, terdapat di udara kurang lebih 78 %. Nitrogen adalah gas yang sangat reaktif, dia sering dipakai sebagai gas inert, pada penambahan nitrogen, akan terdapat bahaya pada pernafasan.

3. Sifat-sifat Fisikalis.

- Berat molekul : 28,018
- Massa jenis gas argon pada 15 C dan 1 bar (750 torr) : 1,1170 kg/m³
- Massa jenis argon cair pada 1 bar : 0,808 kg/l
- Temperatur kritis : -147°C
- Tekanan kritis (absolut) : 33,94 bar (34,6 kp/cm²)
- Titik didih pada 1 bar : -195,9°C
- Perubahan massa jenis Nitrogen : udara : 0,987

4. Perhitungan ekuivalent gas nitrogen dan nitrogen cair.

m gas pada 15°C dan 1 bar	l cair dalam keadaan mendidih dan 1 bar	Berat Kg
1	1,448	1,170
0,691	1	0,808
0,855	1,238	1

5. Pembuatan.

Gas Nitrogen yang digunakan dalam teknik, diperoleh dengan cara proses penguraian udara, dalam perdagangan gas nitrogen memiliki kemurnian 7,995 % volume

6. Pemakaian.

- Pada teknik pengelasan dan pemotongan
 - Las cari dari plasma : - Campuran Nitrogen dan hidrogen sehingga gas pelindung (Formiergas)
 - Las Plasma : - Campuran Nitrogen dan Hidrogen plus Argon sebagai gas pemotong
- Pemakaian lainnya
 1. Industri Pembuatan Baja
 2. Industri Kimia
 3. Industri Makanan
 4. Idustri Elektro
 5. Industri Plastik

7. Delivery dan Penyimpanan

- a. Nitrogen Gas
 - Botol baja

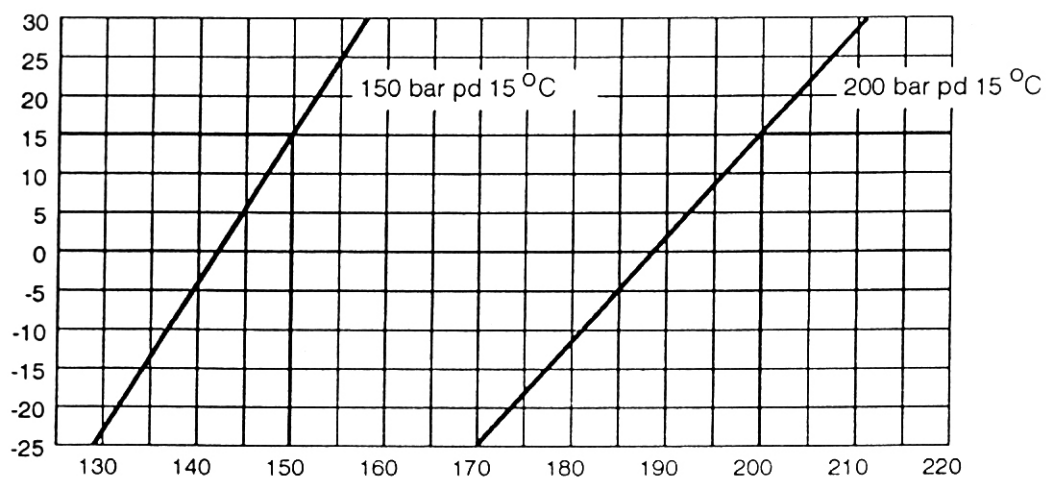
Volume l	Tekanan lebih pengisian bar	isi gas m ³
10	150	1,5
10	200	2,0
40	150	6,0
50	200	10,0

Untuk gas yang dimampatkan pada botol baja berlaku DIN 4664 dan katub botol DIN 477 (lembar 1)

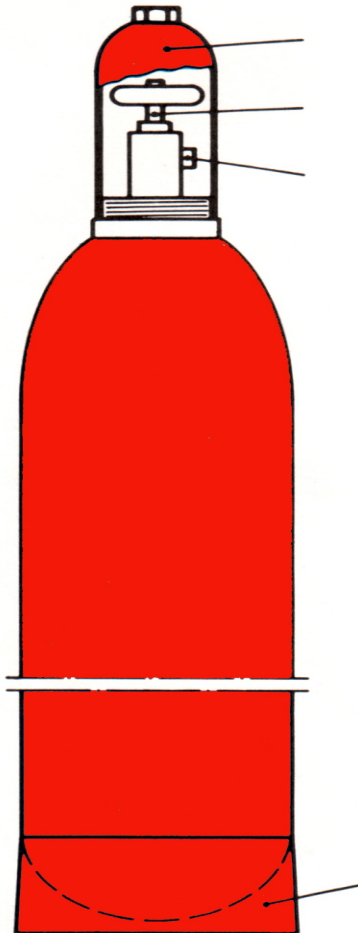
Sambungan botol : **W 24,32 x 1/14**
Warna : **Hijau** (DIN 4878)

b. Nitrogen Gas

Penyimpanan pada tangki atau tangki yang bergerak. Sedangkan untuk transportasinya digunakan truck tangki. Adapun untuk jumlah yang kecil digunakan jerigen (Kannen)



d) Hidrogen (H_2)



Sambungan botol Hidrogen



Tanda pengenal :

Warna _____

Sambungan dengan manometer

ulir _____

1. Symbol Kimiawi = H_2

2. Sifat-sifat Umum

Hidrogen adalah gas yang tak berwarna, tak berbau, tak berasa. Gas ini mudah terbakar dan tidak beracun. Daerah penyalaan bila bercampur dengan udara terletak diantara 4,0 % s/d 75,6 % H_2 . Hidrogen adalah gas yang ringan padat, dia 0,07 kali lebih berat dari udara. Aliran hidrogen kering dalam jumlah yang besar dalam atmosfer. akan

menyebabkan penyalaan (sendiri) melalui muatan elektrostatik.

3. Sifat-sifat Umum

- Berat molekul : 2,018
- Kerapatan gas hidrogen pada 15 °C dan 1 bar (750 torr) : 0,0840 kg/m
- Kerapatan gas hidrogen cair : 0,0708 kg/l
- Temp kritis : -239,9 °C
- Tekanan kritis (absolut) : 12,9 bar (13,2 kp/cm²)
- Titik didih pada 1,0133 (780 torr) : -252,78 °C
- Daerah nyala diudara : 40% - 75,6% H₂
- Temp. Nyala : 578 °C
- Nilai panas / kalor (bawah) : 12.000 kj/kg (28570 kcal/kg)
- Perbandingan kerapatan massa jenis H₂ : Udara : 0,0695
- Temp. Pembakaran : 2045 °C

4. Perhitungan equivalent untuk gas hidrogen dan hidrogen cair

m³ gas berdasarkan 15 QC & 1 bar 750 torr	Cairan (Dalam keadaan mendidih)	Berat kg
1	1,19	0,08
0,84	1	0,07
11,88	14,12	1

5. Pembuatan

Di dalam teknik kebutuhan hidrogen diperoleh lewat proses chloral - elektrolisa yaitu hasil dari proses elektrolisa air atau pemisahan dari CH. Kemurnian H₂ yang biasa diperoleh ≥ 99,5 %.

6. Pemakaian

- Pada las Karbit / otogen
Gas hidrogen di pakai untuk pengelasan plat-plat tipis, las karbid solder dari timah hitam dan Oxycutting.
- Pada las listrik / cair
Pada pengelasan baja (campuran hidrogen dan nitrogen sebagai pelindung akar - formier gas)
- Pada Pematangan plasma (Campuran hidrogen dengan nitrogen dan argon sebagai gas pemotong)
- Pemakaian lainnya (proses kimiawi, teknik peroketan)

7. Delivery & Penyimpanan

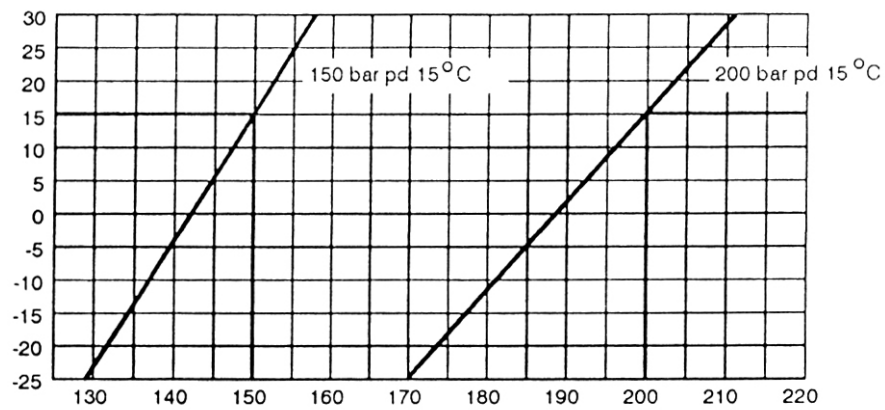
- a. Gas Hidrogen
Botol-botol baja

Volume l	Tek lebih pada pengisian Bar (kp/cm²)	Isi Gas (m²)
---------------------	---	------------------------------------

10	200	2
40	150	6
50	200	10

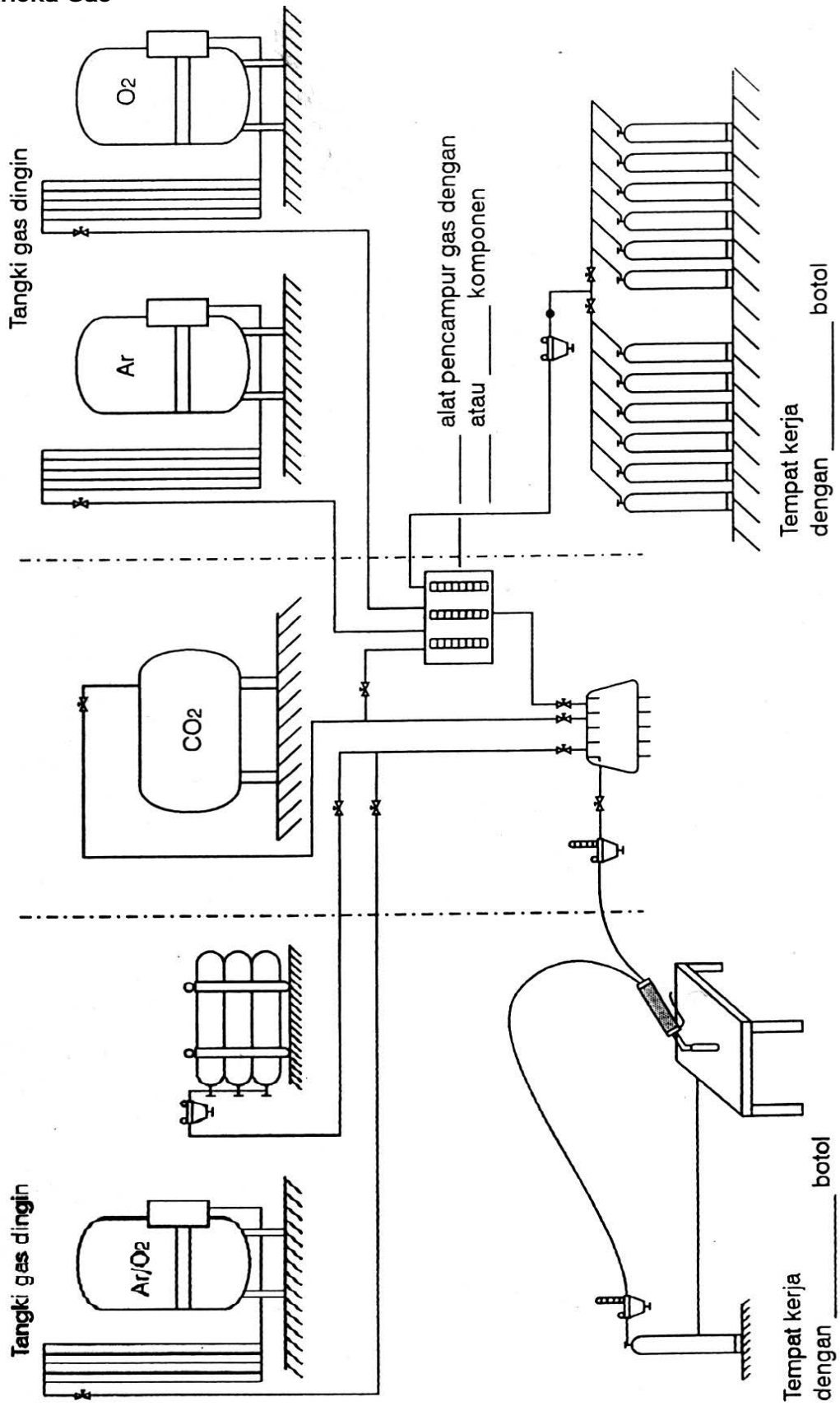
Untuk gas - gas yang dimampatkan pada botol-botol baja berlaku DIN 4664 dan DIN 477 untuk ventil botol (lembar 1)

- Sambungan ventil (katub) = **W 21,80 x 1/14 " kiri**
- Warna = **Merah (DIN 4678)**



Hubungan antara tekanan pada botol yang tergantung temp gasnya.

4.3 Aneka Gas



4.4 Macam, Fungsi dan Pemakaian Gas Pelindung

Jenis Gas	Oksigen (O ₂)	Gas Bakar			Gas Pelindung		
		Acetylen (C ₂ H ₂)	Propan (C ₃ H ₈)	Karbondioksida (Co ₂)	Argon (Ar)	Former Gas (H ₂ + N ₂)	
a. Tanda/Mode - Botol - Selang - Pipa	Biru Biru Biru	Kuning Kuning Kuning	Merah Merah Kuning	Abu-abu Hitam Hitam	Abu-abu Hitam Hitam	Merah Merah Kuning	
b. Massa Jenis Gas dibanding Udara	Lebih berat	Lebih ringan	Lebih berat	Lebih berat	Lebih berat	Lebih ringan	
c. Pengambilan/ kebutuhan	Tertutup es(beku) pada pengambilan yang berlebihan	Terbatas	Tertutup es(beku) pada pengambilan an yg berlebihan	Tertutup es(beku) pada pengambilan an yg berlebihan	Terbatas	Terbatas	
d. Dipakai sbg	- Gas pembakaran - Gas pembantu	Gas bahan bakar	Gas Pelindung	Gas Pelindung	Gas Pelindung	Gas Pelindung	
e. Bahaya- bahaya	Tidak mudah terbakar, dengan pengkayaan oksigen diudara meningkatkan bahaya kebakaran !!!! JANGAN !!!!! - Untuk tujuan lain - Tak ada ole & Feft	Explosif - Bila terdapat 2% diudara - Titik besar ± 300 °C - Penguraian Acetylene	Explosif - Antara 2-9% diudara - Titik besar ± 300 °C - Penguraian Acetylene SESAK NAFAS - Dpt dihilangkan dg hembusan udara	SESAK NAFAS - Dpt dihilangkan dg hembusan udara	SESAK NAFAS - Dpt dihilangkan dg hembusan udara	SESAK NAFAS - Dpt dihilangkan dg hembusan udara - Titik bakar pd ± 5% H ₂ (bara)	

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

1. Bagaimana massa jenis gas argon dibanding udara....?
 - a. Lebih ringan
 - b. Lebih berat
 - c. sama berat
 - d. Tak terukur

2. Tanda/ kode botol argon adalah berwarna....
 - a. Biru
 - b. Merah
 - c. Abu-abu
 - d. Orange

3. Fungsi gas argon pada las WIG adalah sebagai
 - a. Gas bakar
 - b. Gas penyalan
 - c. Gas pemotong
 - d. Gas pelindung

4. Gas - gas dibawah ini yang bukan termasuk gas inert adalah...
 - a. Karbondioksida
 - b. Argon
 - c. Kawat helium
 - d. Neon, Xenon, dll

5. Gas yang dikategorikan gas yang aktif adalah...
 - a. Gas Karbondioksida
 - b. Gas Argon Kawat helium
 - c. Gas helium
 - d. Gas neon, xenon

6. Didalam las TIG, gas pelindung yang dipakai untuk pengelasan stainless steel (bajatahan karat) adalah...
 - a. Argon, Helium
 - b. Karbondioksida
 - c. Hidrogen + nitrogen
 - d. Argon + CO₂ (O₂)

7. Berapakah gas pelindung yang dibutuhkan untuk pengelasan kampuh tumpul dengan posisi mendatar...
 - a. 6-8 liter/menit
 - b. 10-12 liter/menit
 - c. 16-20 liter/menit
 - d. 10 M/h

8. Gas pelindung yang menguatkan reaksi dalam cairan las adalah...
 - a. Argon
 - b. Karbondioksida
 - c. Hidrogen + nitrogen
 - d. Argon + CO₂ (O₂)

9. Tanda pengenal untuk gas pelindung argon adalah...
 - a. Merah
 - b. Kuning
 - c. Abu - abu
 - d. Biru

10. Pada las tungsten inert gas (TIG), brander las (torch) disambungkan dengan kutub / pole listrik adalah...
 - a. Positif
 - b. Negatif
 - c. Positif & negatif samasaja
 - d,. Tak ada aturannya

5.1 BAJA

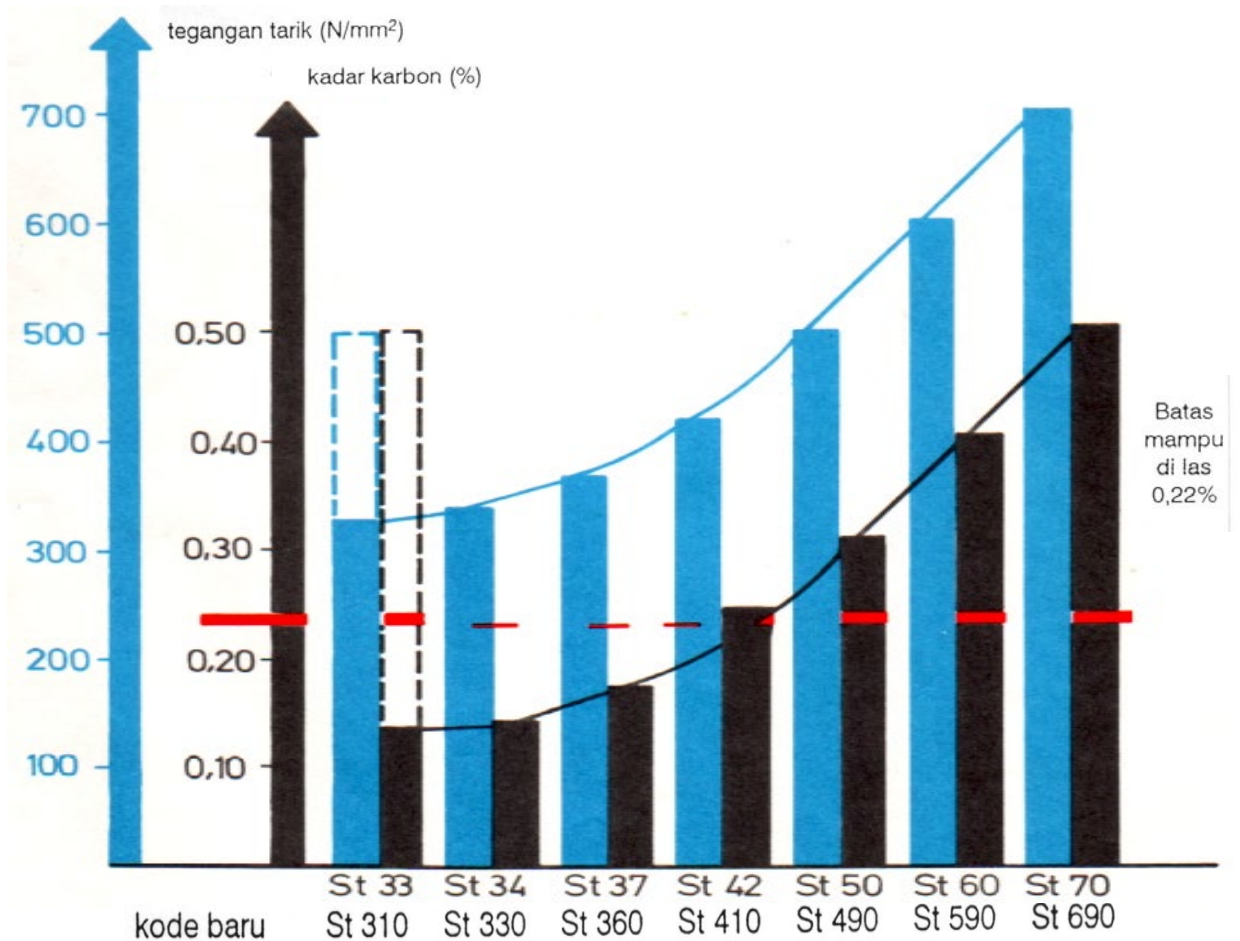
Baja adalah logam paduan antara besi (Fe) dengan _____ (___) masih ditambah unsur-unsur paduan lainnya, misalnya Si, Mn, Mo, Cr dan lain-lain.

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

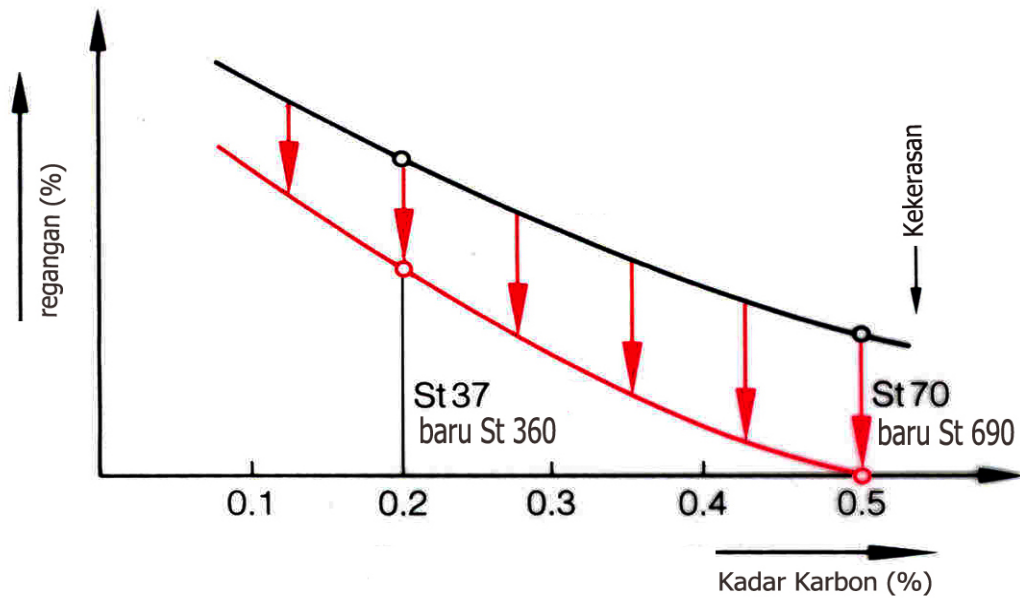
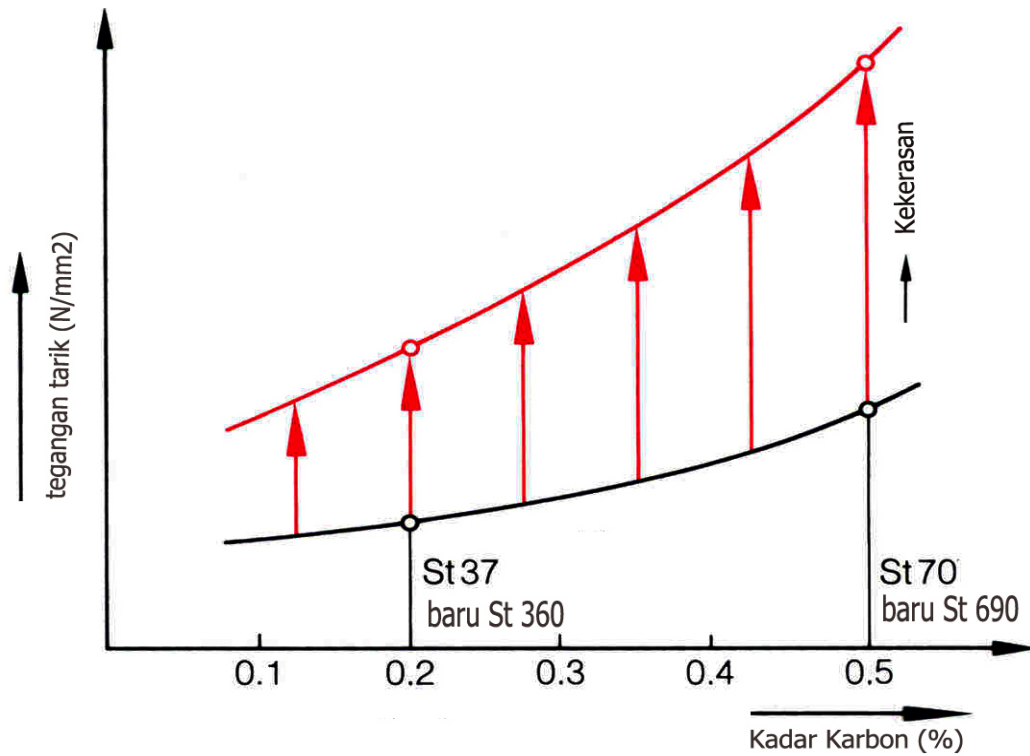
b. Prasyarat untuk Pengelasan Normal



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

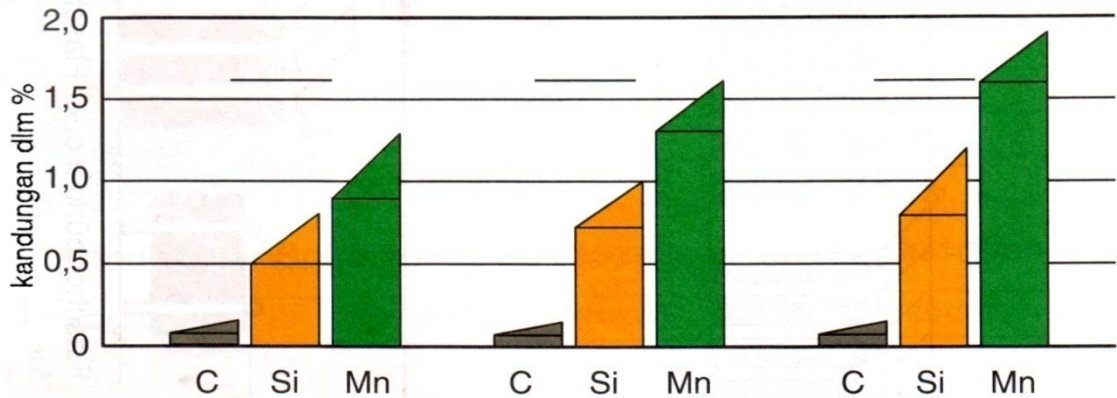
5.2 Bahan Tambahan untuk Pengelasan

Tanpa Muatan listrik			
Nama		Pemakaian	
Kawat	Batang	Pengelasan	Contoh
Kawat	Batang	- Las Karbit (GAS)	Las Karbit
Las	Las	- Las WIG / TIG	Las WIG / TIG
Dengan Muatan Listrik			
Kawat Elektroda	Batang Elektroda	Pengelasan yang mencairkan elektroda	E, MIG, MAG, Up, Es

5.3 Kawat Las WIG/TIG untuk Konstruksi Baja Sesuai DIN EN-1668

Tipe

Susunan _____ dari kawat las sesuai tabel 2 DIN EN 1668



Contoh Kode :

Kawat EN 1668 - W3Si1
 Bentuk delivery ↑
 No. Form ↑
 Susunan Kimiawi ↑

Contoh Kode :

Kawat EN 1668 - W4Si1 2.4
 Bentuk delivery ↑
 No. Form ↑
 Susunan Kimiawi ↑

Diameter

Diameter rata-rata dalam mm							
1,6	2,0	2,4	3,0	3,2	4,0	5,0	6,0

Tabel komposisi kimiawi untuk kwat las dan batang las (prosentase massa)

Symbol	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S(%)	Ni(%)	Mo(%)	Al(%)	Ti+Zr(%)	Other element
W0	Komposisi yang tak terjamin									
W1	0,06 ... 0,14	0,05 ... 0,80	0,90 ... 1,30	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15	
W2	0,06 ... 0,14	0,70 ... 1,00	1,30 ... 1,60	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15	V 0,03
W3	0,06 ... 0,14	0,80 ... 1,20	1,60 ... 1,90	0,025	0,025	0,15	0,15	0,02	0,15	Cr 0,15
W5	0,06 ... 0,14	0,50 ... 0,80	1,10 ... 1,40	0,025	0,025	0,15	0,15	0,05 ... 0,20	0,05 ... 0,25	Cu *) 0,35
W7	0,06 ... 0,14	0,50 ... 0,90	1,00 ... 1,60	0,020	0,020	0,9 ... 1,50	0,15	0,02	0,15	
W8	0,06 ... 0,14	0,40 ... 0,80	1,00 ... 1,40	0,020	0,020	2,10 ... 2,70	0,15	0,02	0,15	
W9	0,08 ... 0,12	0,30 ... 0,70	0,90 ... 1,30	0,020	0,020	0,15	0,4 ... 0,60	0,02	0,15	
Single value are maximum values										
*) The remaining part of copper plus coating in steel must not exceed 0,35 %										

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

Tabel nilai takik dan pemuaiian

Angka pertama nilai takik pada 28 Joule	Angka kedua nilai takik pada 47 Joule	Temperatur pengujian (°C)	Pemuaiian
0	0	Tidak ada jaminan	
1	1	+ 20	
2	2	0	
3	3	- 20	22 24
4	4	- 30	
5	5	- 40	

a. Gas Pelindung dengan Satu Komponen

Jenis Gas	Penggunaan
Argon	Las WIG dan Las MIG
Helium	
CO ₂	Las MAG untuk baja - Baja konstruksi
N ₂	Las Plasma dan Pematongan Plasma
H ₂	

b. Gas Pelindung dari Dua Komponen

Susunan / Struktur	Penggunaan
Ar + 0,5% O ₂	Aluminium dan Aluminium Paduan
Ar + 1% O ₂ (Las Argon S1)	Baja Paduan tinggi, Baja tahan panas, Baja Tahan karat, Tembaga, & Tembaga Paduan
Ar + 3% O ₂ (Las Argon S3)	Baja Paduan rendah dan Baja Konstruksi dengan struktur Halus
Ar + 5% O ₂ (Las Argon S5)	Baja - baja paduan rendah dan baja karbon tinggi
Ar + 15 - 20% CO ₂	Baja, baja Paduan rendah & baja karbon tinggi
Ar + 15% H ₂ (Argon W)	Baja - baja paduan tinggi dengan Pengelasan yang di mekanisir
Ar + 3 - 7% H ₂	Pengelasan dengan plasma dari baja-baja paduan tinggi, tembaga, nikel & nikel paduan

c. Gas Pelindung dengan 3 Komponen

Susunan / Struktur	Penggunaan
Ar + 15% CO ₂ + 5% O ₂ (COXOGEN)	Baja, Baja-baja paduan rendah
Ar + 13% CO ₂ + 3% O ₂ -	Baja, Baja Paduan rendah, juga semua baja - Baja dengan struktur halus (Fine Grain)
Ar + 20% He + 3% CO ₂	Baja - Baja paduan tinggi
Ar + 20% CO ₂ + 2% O ₂	Baja - Baja Lunak

I. Berilah tanda silang pada jawaban yang Saudara anggap benar

1. Pembagian baja menurut DIN 17100, berdasarkan pada
 - a. Nilai batas mulur
 - b. Nilai batas patah takik
 - c. Nilai takik
 - d. Nilai kekerasan

2. Apa pengaruh kenaikan kandungan kadar karbon (C) dalam baja....
 - a. Menaikkan nilai batas mulur
 - b. Menaikkan nilai batas patah
 - c. Menaikkan batas takik
 - d. Menaikkan keuletan

3. Jenis baja yang dalam pengelasan mendapatkan perlakuan normal (tanpa pemanasan awal) adalah....
 - a. St 33
 - b. St 60
 - c. St 37
 - d. St 50

4. Sifat manakah dari sifat material/bahan logam yang bila dilas tidak berpengaruh/berubah....
 - a. Kemampuan penghantar panas
 - b. Kemampuan tarik
 - c. Kekerasan
 - d. Keuletan

5. Apakah maksud 5 pada bahan tambahan Baja EN 1668 – W3Si1.5.....
 - a. Bahan tambahan
 - b. Diamter kawat
 - c. Prosentase kandungan tembaga
 - d. Klasifikasi bahan tambahan

II. Isilah titik-titik di bawahini dengan pernyataan-pernyataan yang berkaitan dengan pembungkus darikawat las sebagai berikut :

Kawat Las DIN EN 1668 – W.433.3.W5Si1.2,4


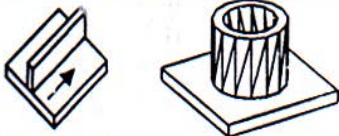



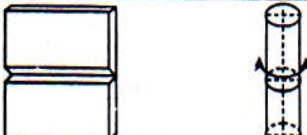



Maksudnya W =
43 =
W5Si1 =
2,4 =
DIN EN 1668 =

6.1 Bentuk Penampang dan Nama Kampuh Las

a. 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 ↑			

b. Posisi Pengelasan

Sketsa	Nama Posisi	Tanda
	Mendatar	
	Horizontal	
	Horizontal diatas kepala	
	Vertikal naik	
	Vertikal turun	
	Mendatar tegak/ Melintang	
	Diatas kepala	
	Vertikal naik 45° (Sumbu miring 45°)	
	Vertikal turun 45° (Sumbu miring 45°)	

6.2 Teknik Pengelasan

6.2.1 Penyalaan Busur

Dalam penyalaan busur las WIG, hendaknya busur harus menyala di daerah yang telah di teruntukan, hal ini dapat mengurangi kesalahan lasan.

Ada dua macam/jenis penyalaan dalam las WIG yaitu :

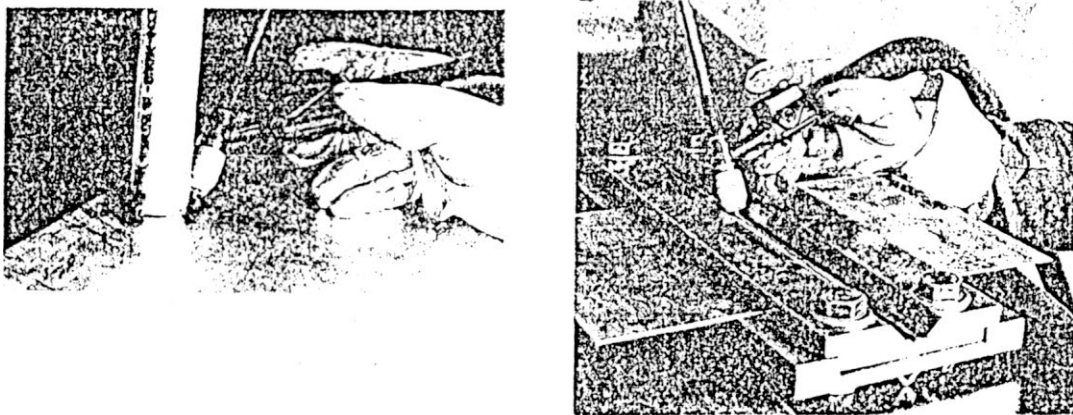
a. *Penyalaan kontak*

Cara ini hanya untuk beberapa material tertentu (misal : Cupper = tembaga).

Elektroda menyentuh sesaat pada bagian yang ditetapkan, maka busur listrik tersebut menyala. Pada saat elektroda kontak/menyentuh dengan benda kerja maka ujung elektroda akan menempel, sehingga tidak dapat digunakan lagi.

Ujung elektroda harus digerinda kembali, ujung elektroda yang terputus akan berada di bak las dan sebagai kesalahan las "Wolfram dalam lasan".

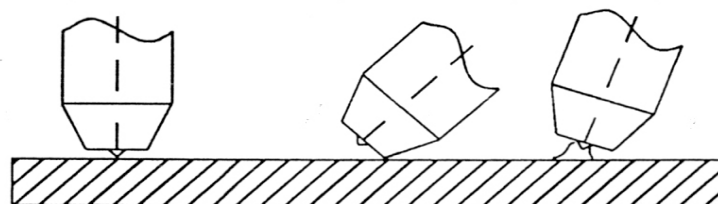
Bila hasil lasan di rongten akan tampak dengan jelas.



b. *Penyalaan tanpa kontak (dengan impuls generator)*

Penyalaan dengan cara ini brander dimiringkan sehingga gas nozzle berada dipinggir benda kerja.

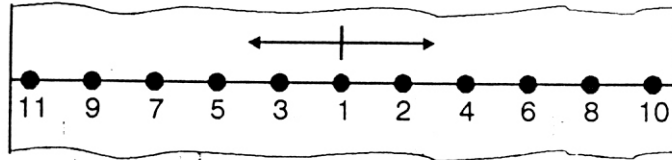
Jarak antara ujung elektroda dan benda kerja adalah 1 - 2 mm. Kaca / topeng pelindung kita tutup, kenop kita hidupkan. Brander secara perlahan-lahan ditegakan. sehingga ujung elektroda dekat dengan benda kerja, maka terjadilah busur listrik.



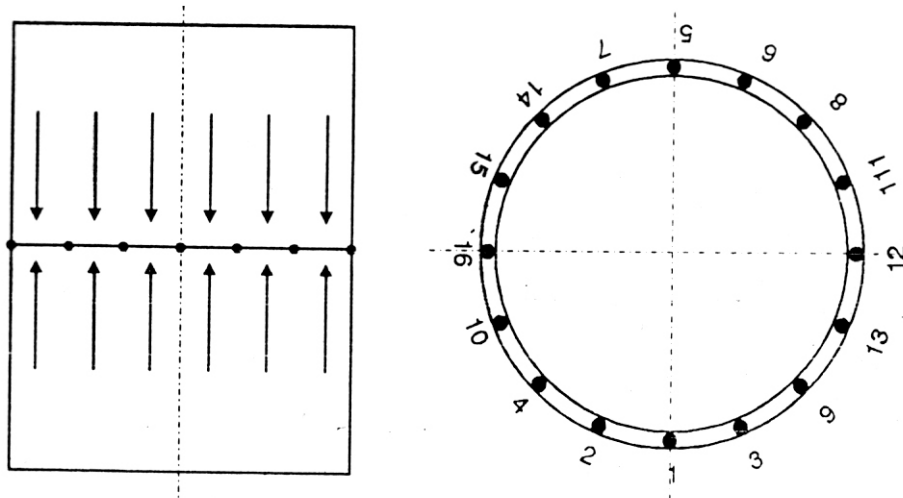
6.2.1 Las Ikat

Sebelum mengelas, benda kerja diberi las ikat, hal ini dikerjakan untuk perubahan bentuk akibat pemuaian dan penyusutan benda kerja atau akibat pengelasan sudut, akar las dsb. Pada pekerjaan serie, biasanya benda kerja di las dalam fixture/jig. Las ikat ditaruh dekat kampuh las.

Juga untuk menghindari/mengurangi perubahan bentuk dapat dilakukan dengan las ikat.
 Di bawah ini urutan las ikat pada plat :

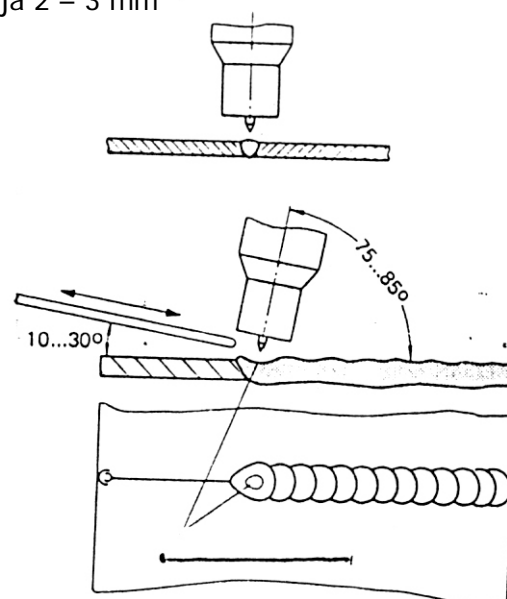


Demikian pula untuk las ikat untuk pipa.



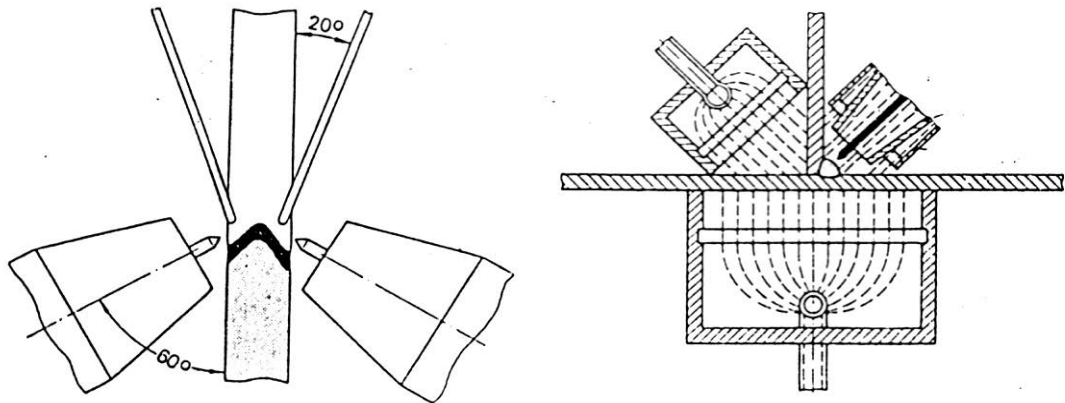
6.2.3 Arah Pengelasan

- Benda kerja yang sudah diikat akan dilas dengan arah kanan ke kiri
- Jarak pucuk elektroda dengan benda kerja 2 – 3 mm
- Sukut brander 75 – 85°
- Bahan tambahan bersudut 10 – 30°



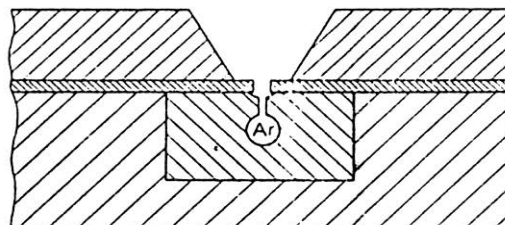
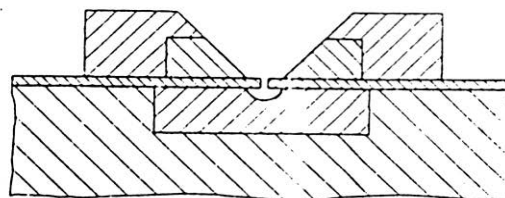
6.2.4 Pengelasan dua sisi yang bersamaan

Pengelasan dua sisi yang bersamaan ada pengelasan WIG dapat dilakukan oleh 2 orang juru las. Metode ini dapat dilakukan dengan posisi vertikal dan biasanya dilakukan untuk material/bahan aluminium, tembaga dan baja paduan.



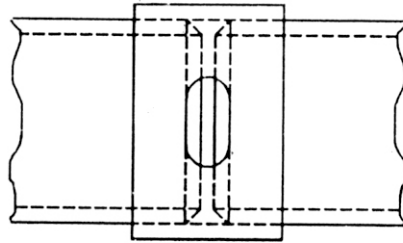
6.2.5 Perlindungan Akar Las

Sisi akar dari kampuh las untuk satu kampuh atau lebih akan terjadi pemanasan yang tinggi, apabila tanpa perlindungan oksidasi maka sisi akar tersebut terbakar, atau kasar dengan warna abu-abu. Untuk mengatasi hal tersebut, dipakai orang gas pelindung akar las (argon, formiergas), yang disalurkan melalui sebuah bantalan tembaga yang diberi lubang kecil-kecil antena/jarak yang beraturan (klem penjepit).



Dalam pekerjaan pipa, perlindungan, perlindungan akar las diberikan selama proses pengelasan dari 2 bagian pipa yang dilas.

Dengan menggunakan mantel plat, maka gas pelindung tidak akan keluar dan sebaliknya udara penyebab oksidasi tidak dapat masuk. Juga kadang-kadang dipakai kleben band untuk merapatkan bagian-bagian tersebut.



Klem penjepit dapat diputar

6.2.6 Penyambungan Kampuh Las

Untuk setiap penyambungan kampuh las, apabila itu mulai pengelasan atau berakhirnya pengelasan hendaknya tetap diberi gas pelindung untuk beberapa saat (pasca gas pelindung). Dengan maksud agar kampuh terlindung dari pengaruh buruk Atmosfer (oksidasi, nitrogen dll).

Bagian akhir kampuh las (end krater) biasanya terjadi over heating, untuk mengurangi oksidasi dipergunakan pengelasan arus sekunder (krater fuller strom) atau dipergunakan pengendali arus jarak jauh.

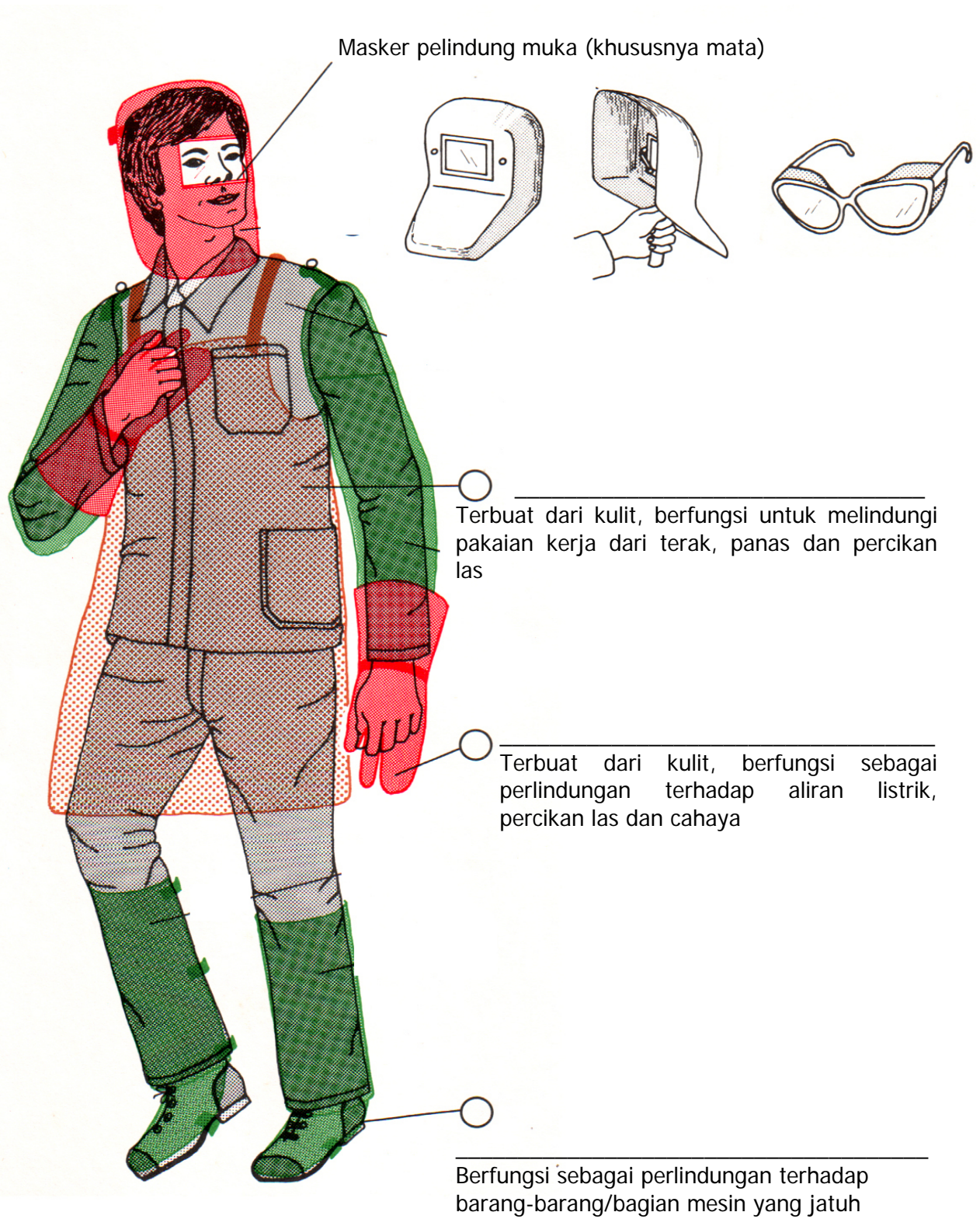
Bahaya yang sering terjadi dalam teknologi pengelasan adalah :

- a. Bahaya kebakaran dan ledakan
- b. Gas-gas berbahaya (gas-gas, uap, asap, dll)
- c. Bising suara
- d. Sinar-sinar berbahaya (ultra violet, infra merah, sinar panas, dll)
- e. Bahaya sengatan listrik
- f. Bahaya keselamatan alat angkat dan angkut.

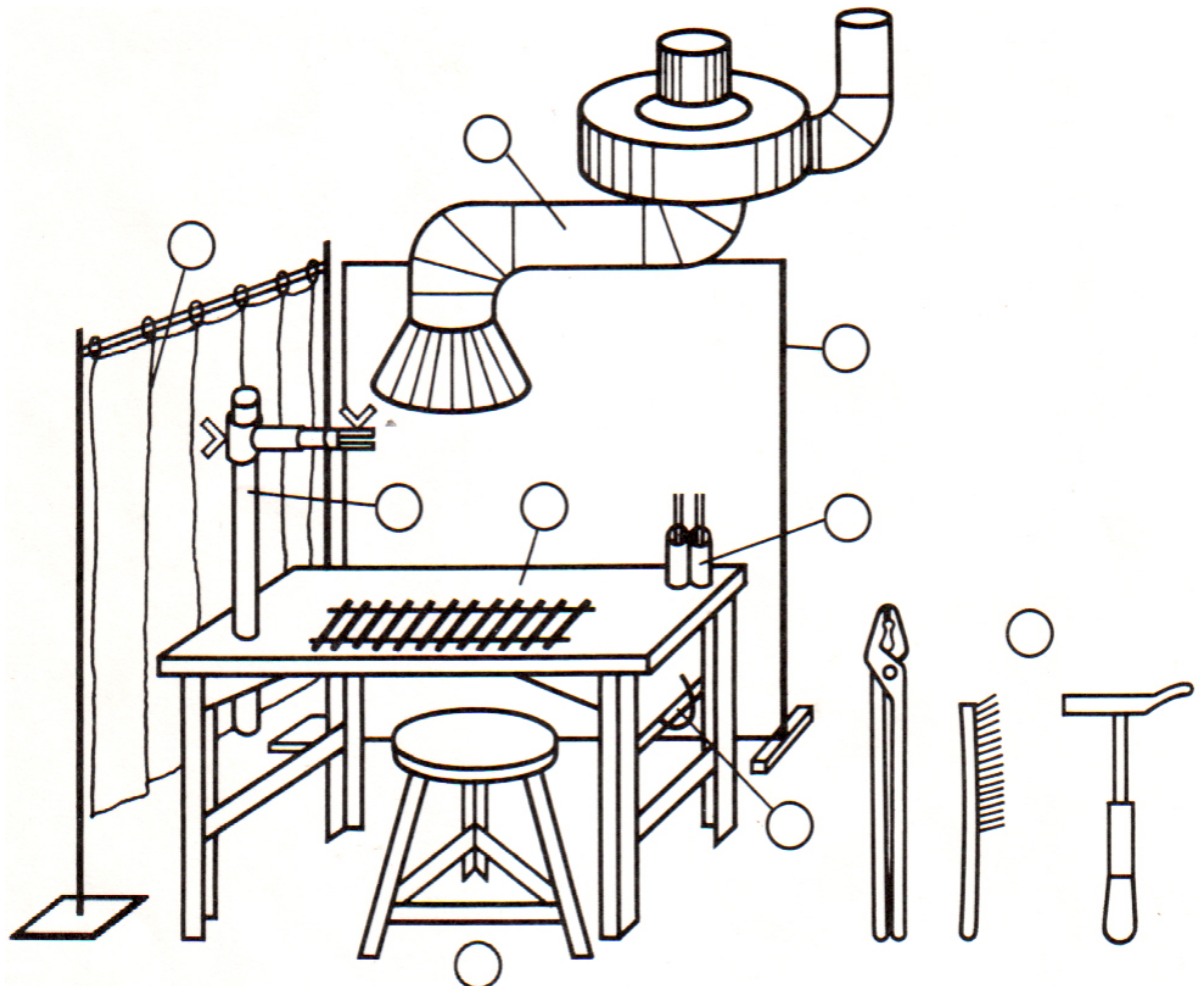
7.1 Sarana Perlindungan Tubuh Juru Las

Nama	Fungsi	Keterangan
Baju kerja/ Pelindung Tubuh/ Celemek/apron	Perlindungan terhadap - Cahaya/sinar panas - Percikan	Di dalam ruang yang sempit jangan _____
Sepatu Kerja	Perlindungan terhadap - Percikan cairan las - Benda jatuh	Sepatu kerja yang baik hendaknya _____
Tutup Kepala	Perlindungan terhadap - _____	Lebih baik memakai helm
Kacamata	- Sinar (infra merah, ultra violet - Percikan	Pakailah kacamata yang distandarisasi, misalnya : _____

7.1.1 Sarana Perlindungan Tubuh Juru Las



7.1.2 Tempat Kerja



Tempat kerja pengelasan harus dilengkapi dengan alat-alat, fixtures/jig dan lain-lain dengan maksud sebagai alat bantu pengelasan benda kerja, serta dilengkapi pula dengan sarana pelindung yang memadai, antara lain :


Nama Peralatan	Tujuan Fungsi
1. Jig/fixture	Alat bantu pengelasan
2. Penyedot asap	Penyedot gas, asap dan uap
3. Meja las	Menaruh/mengerjakan benda kerja
4. Sikat kawat	Membersihkan kapuh
5. Tang penjepit	Memegang/menggerakkan benda kerja panas
6. Palu terak	Melepas terak dan percikan las
7. Kursi	Tempat duduk juru las
8. Dinding pelindung	Pelindungan terhadap sinar/cahaya las

7.2 Bahaya Kebakaran dan Ledakan (Explosif)

7.2.1 Bahaya KEBAKARAN/Ledakan karena Gas Oksigen

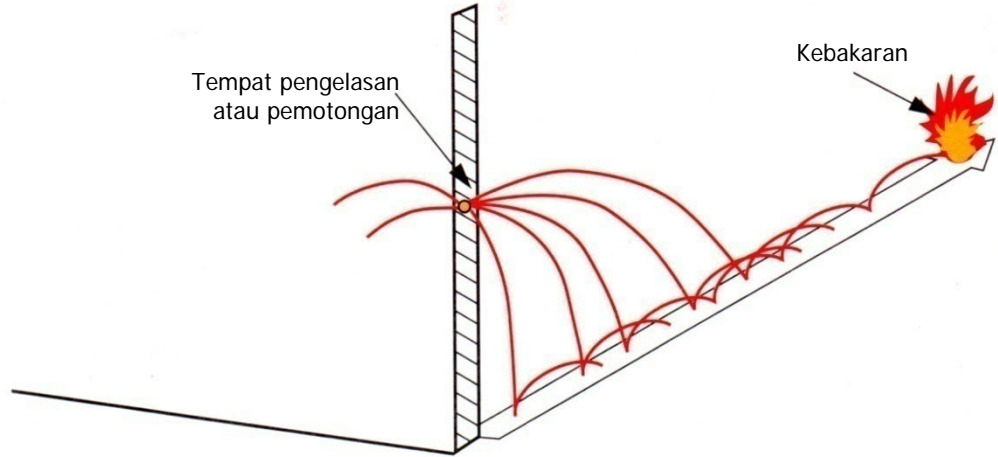
- a. Penyebab
 - Karena sambungan
 - Gas yang keluar tak terkontrol
- b. Akibat
 - _____
 - Kecepatan pembakaran
 - Temperatur pembakaran
- c. Langkah-langkah pencegahan
 - Jangan gunakan gas oksigen untuk :
 - o Meniup
 - o Mendinginkan
 - o Meniup ke peralatan
 - o _____
 - o Check kerapatan pada bagian yang berongga

7.2.2 Bahaya Kebakaran dari Instrumen

- a. Penyebab :
_____, atau perapat (seal) yang salah.
- b. Akibat :
 - Nyala api yang panjang dapat melelehkan manometer atau kutub-kutub botol gas.
 - Botol gas dapat terbang "bagaikan roket"
- c. Langkah-langkah pencegahan :
 - Seluruh manometer (oksigen, acetylene, dll) jangan dilumasi dengan fett/gemuk.
 - Beri tanda/kode "Fett Free" pada botol-botol gas
 - Gunakan  (tanda gambar)

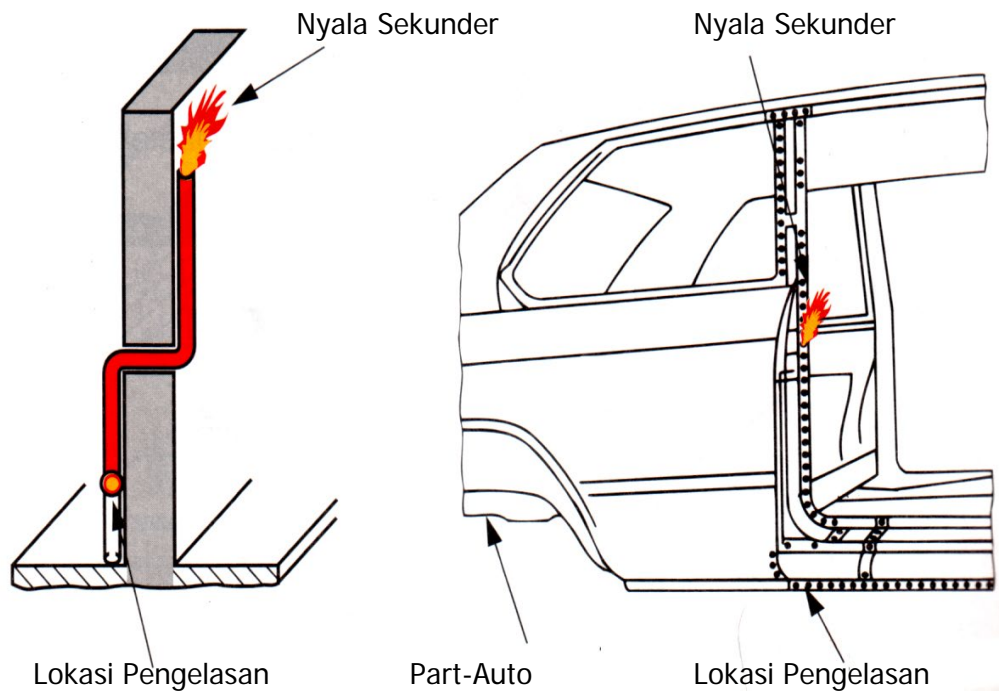
7.2.3 Bahaya Kebakaran/Ledakan karena Percikan yang Melompat

Pengelasan, pemotongan dan percikkan grinda, metal transfer seperti : percikan terak dapat _____ dan menjadi penyebab kebakaran.



Nyala sekunder

Dengan keluarnya partikel gas yang tidak terbakar sempurna dari perpisaan dapat menyebabkan _____, bila bercampur dengan udara/ oksigen yang lokasinya jauh dari lokasi pengelasan.

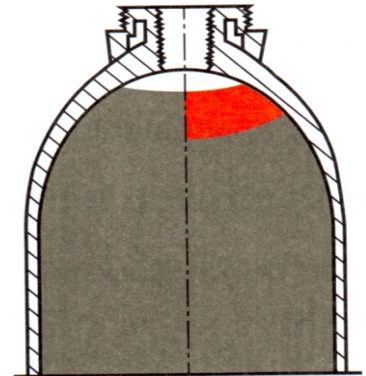


7.2.4 Bahaya dari Acetylene : Kerusakan botol acetylene

Penyebab :

- a. Nyala balik dari brander las hingga botol acetylene
- b. Pemanasan luar pada katub-katub botol

kerusakan botol acetylene



Tanda-tanda kerusakan botol acetylene

Temperatur _____, gas yang keluar membawa jelaga atau asap teal, gas sangat berbau.

Sikap kita dalam menghadapi kerusakan botol

- a. Tutup katub botol
 - b. Bila botol menjadi panas botol di bawa ke _____, ruangan didinginkan dengan air yang banyak
 - c. Bila botol _____, beritahu supaya orang-orang berlari dan tutup dindinkan dengan banyak air.
 - d. Dinginkan botol acetylene ± 24 jam dan dikontrol.
 - e. Botol acetylene yang _____, jangan digunakan lagi.



Perhatian !

- a. Kerusakan botol acetylene terjadi pada temperatur yang tinggi dan tekanan yang tinggi dan menyebabkan ledakan botol acetylene
- b. Gas bakar yang mengalir dapat menyebabkan ledakan bila bercampur dengan udara/gas bakar.

7.2.5 Zat-zat Berbahaya

Penyebab :

Las Otogen Pemanasan Pelurusan Brazing Pemotongan Gouging	Las Busur Listrik manual	MIG G MAG G MIG/MAG	WIG
--	-----------------------------	---------------------------------	-----

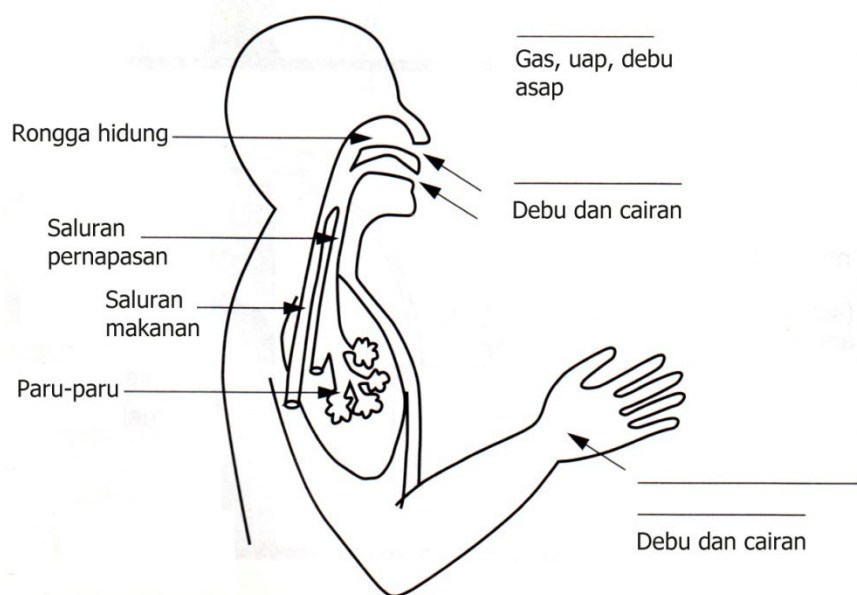
Zat-zat yang berbahaya

- a. Gas-gas
- b. Uap
- c. Asap
- d. Debu

Dalam hal tertentu erdapat tambahan zat berbahaya dari pelapisan dan kotoran-kotoran pada pekerjaan brazing.

Pengaruh : **BAHAYA TERHADAP KESEHATAN**

Zat-zat yang berbahaya terhirup masuk ke tubuh manusia



7.2.6 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)



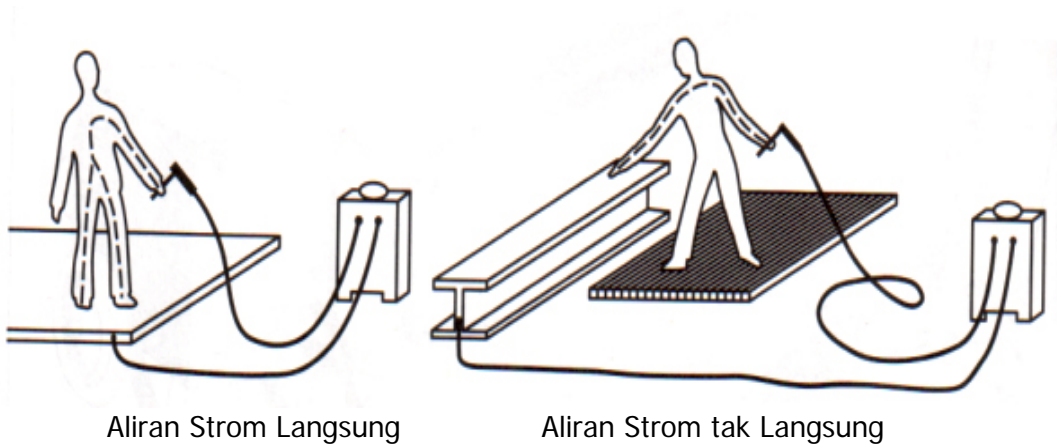
Benar.....
(lokasi pengelasan di sisi/setinggi dada)

Untuk gas-gas berbahaya berlaku ambang batas
 MAK = Konsentrasi tempat kerja yang maksimum
 TRK = Konsentrasi teknis yang terarah

7.2.7 Bahaya dari Strom Listrik

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

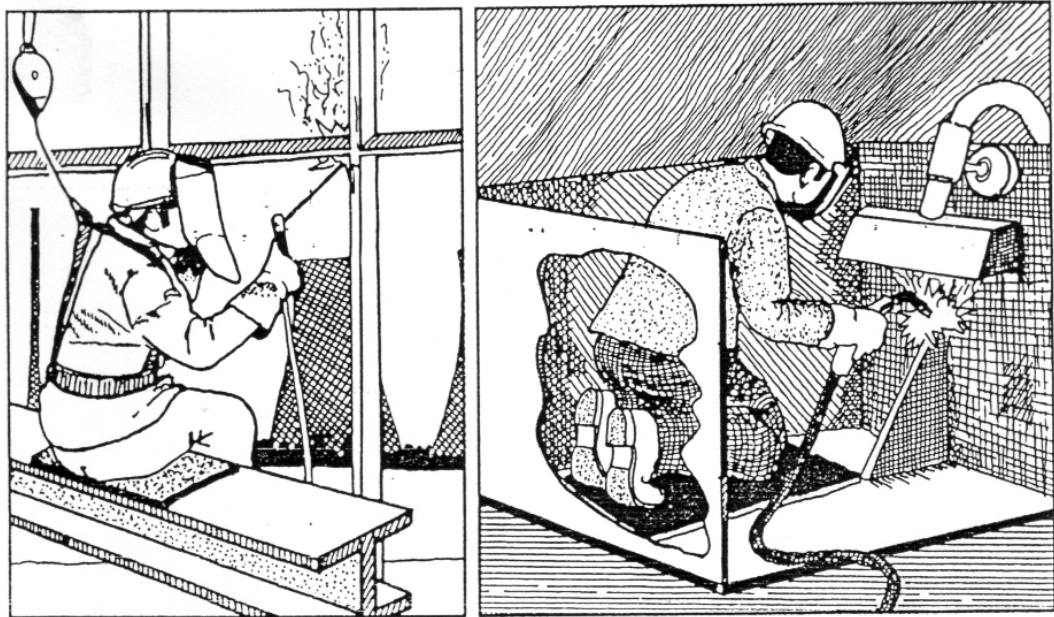
Pengaruh : Bila aliran strom _____ memasuki tubuh manusia, akan terjadi sebagai berikut :

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

7.2.8 Peningkatan Keadaan Bahaya 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 :

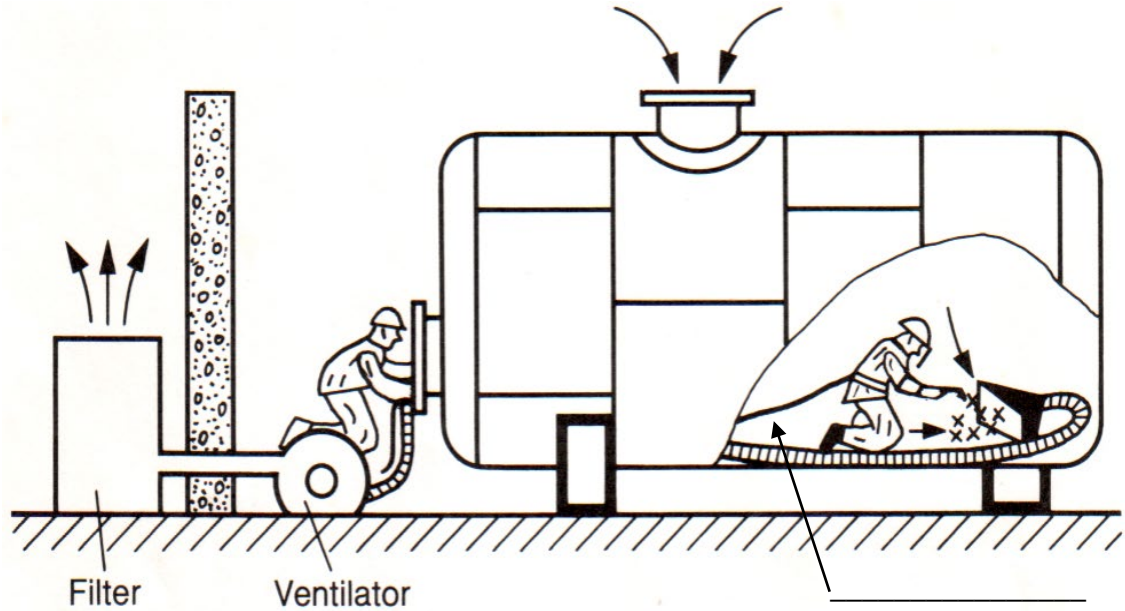
1. Gunakan mesin las dengan tanda / kode sebagai berikut :

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

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

7.2.9 Keselamatan Kerja pada Ruang Kerja yang Sempit

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



Usaha-usaha untuk menghindari kecelakaan :

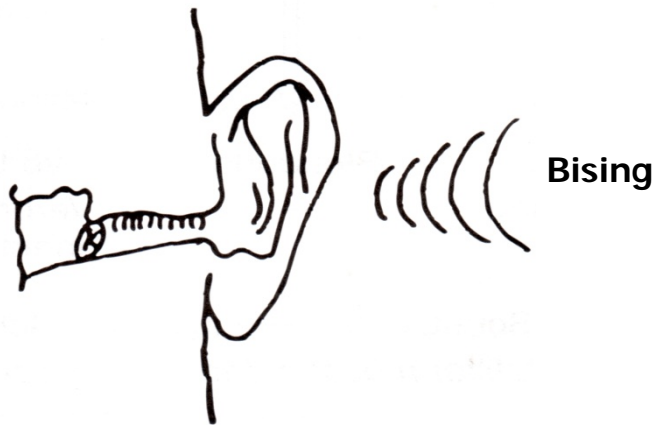
- Pakaian _____ dengan sistem sedot
- Bekerja dengan _____ sebagai pembantu dalam hal keselamatan kerja
- Gunakan penerangan dan mesin las listrik dengan tegangan maksimum _____ Volt
- Jauhkan alat-alat kerja dari tangki pada waktu istirahat.

7.2.10 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

7.2.11 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. Disamping itu busur listrik juga menghasilkan dua 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 matanya terlalu lama terkena sinar ini, mata akan menjadi merah (belegen).

Usaha untuk mengatasi bahaya cahaya dan sinar :

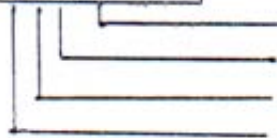
- a. Menggunakan pelindung mata/filter sekaligus maskernya.
- b. Memakai _____ guna melindungi kulit dan tubuh, serta sarung tangan guna melindungi tangan
- c. Tempat kerja las sebaiknya juga diberi tirai (screen) agar orang lain juga terhindar dari bahaya.

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
Fabrikan
Tingkat perlindungan

Las Busur Listrik (MMA)

9 A 1 DIN 198 CE

7.2.12 Kesalahan Penanganan Alat dan Peralatan



Bild 1a.



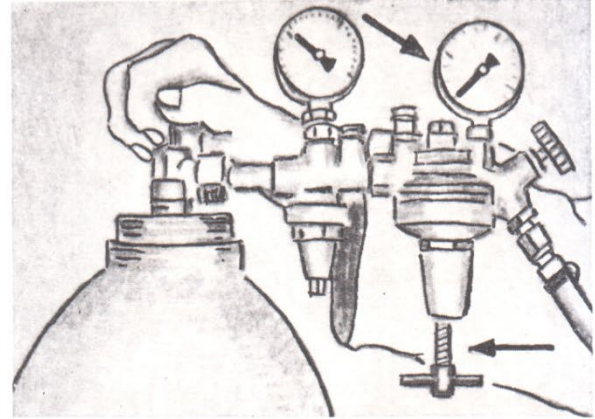
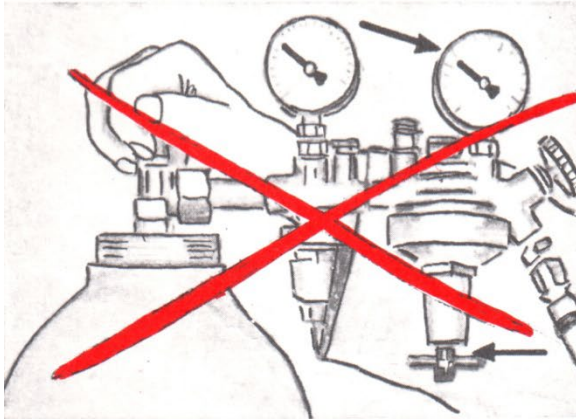
Bild 1b.



Bild 2a.



Bild 2b.



Kesalahan Penanganan Alat dan Peralatan

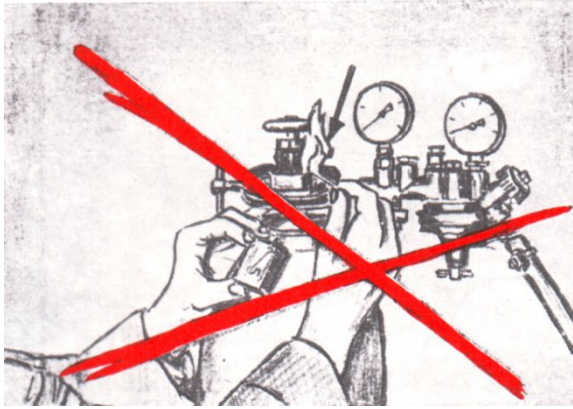


Bild 1.0a.

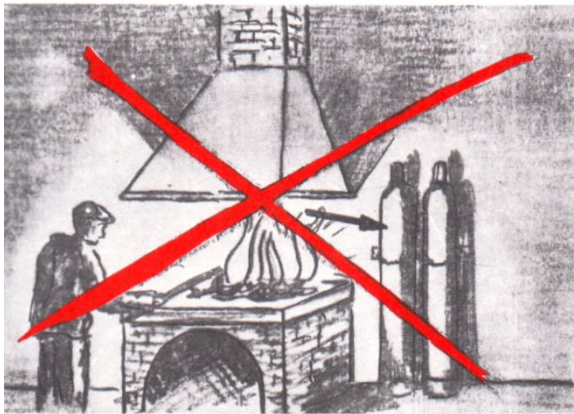
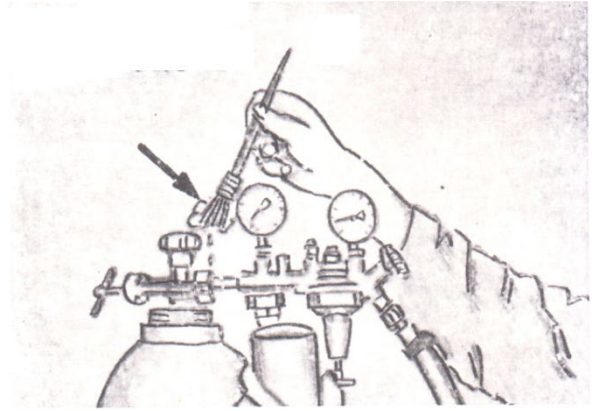


Bild 5a.

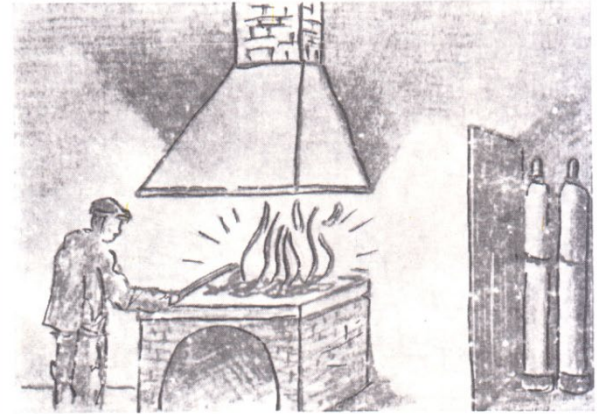


Bild 5b.

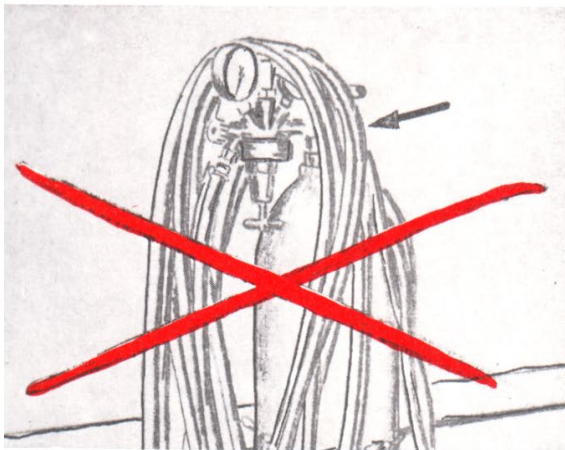


Bild 6a.

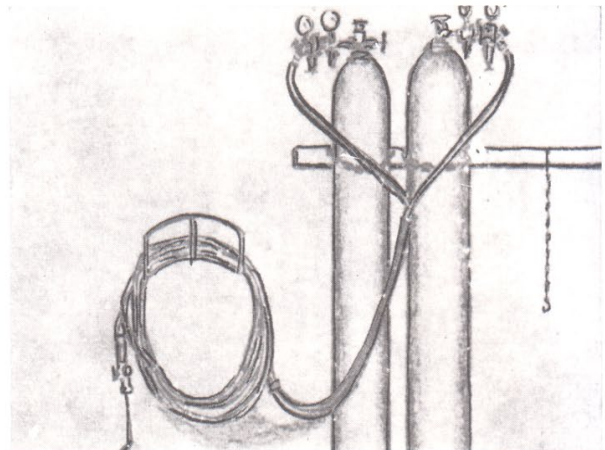
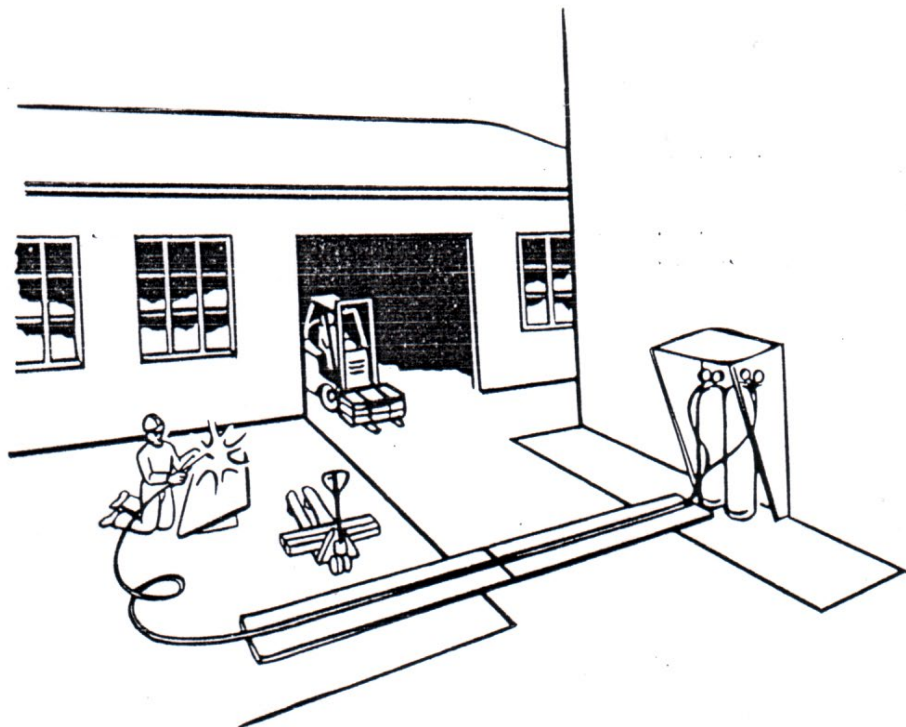
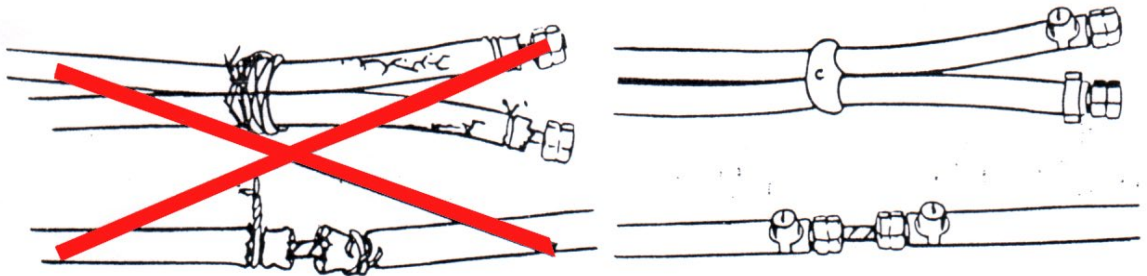


Bild 6b.

Kesalahan Penanganan Alat dan Peralatan



7.3 Keselamatan Kerja

Bahaya yang sering terjadi dalam teknologi pengelasan adalah sebagai berikut :

No	Bahaya	Macam / Jenis	Penyebab	Akibat / Efek	Langkah – langkah Pencegahan
1.	Kebakaran dan Ledakana / Ekplosif	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gas Bakar/Oksigen 2. Instrumentti 3. Nyala sekunder / percikan 4. Kerusakan acetylen 5. Bekerja di ruang sempit 6. Tabung-tabung berbahaya 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kerapatan sambungan 1. Seal/mat salah 1. Partikel gas tak terbakar sempurna 2. Percikan yang melompat 1. Nyala balik dari blander 1. Zat-zat berbahaya 2. Strom listrik 3. Perkayaan gas-gas O₂, C₂H₂ 1. Isi zat beracun 2. Isi zat mudah terbakar 3. Isi zat mudah meledak 1. Las Otogen 2. Las Busur Listrik 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Kecepatan pembakaran 2. Temp. pembakaran 1. Nyala api panjang 2. Seperti roket 1. Kebakaran ditempat lain diluar area pengelasan 1. Botol panas / meledak 1. Peralatan ventilasi 1. Zaat beracun 2. Pembakaran 3. Ledakan 1. NOx 2. Gas 3. Asap 4. Debu 	<p>Ditutup dengan udara</p> <p>Jangan dilumasi dengan Fett / gemuk</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kontrol awal dan cegah 2. Jangan mengelas di tempat bahaya 1. Tutup katub & bawa pergi / dinginkan 1. Peralatan ventilasi - Kosongkan & bersihkan - Isi air selama pengelasan - Usahakan tak ada percikan api las - Ventilasi, brander kecil (mak) - Posisi juru las - Ventilasi (mak)
2,	Bahan-bahan yang merusakkan / merugikan	<ol style="list-style-type: none"> 1. Gas-gas 2. Uap 3. Asap 4. Debu 			

No.	Bahaya	Macam / Jenis	Penyebab	Akibat / Efek	Langkah-langkah Pencegahan
3.	Gaduh / berisik	Bahaya suara gaduh berisik dari mesin las	1.Brander plasma 2.Mesin las trafo 3.Syarat pendengaran	Berisik dapat merusak system syaraf pendengaran	<ul style="list-style-type: none"> - Mesin tak berisik - Peredam suara 85 dB untuk orang - Peredam suara pada ruangan
4.	Sinar-sinar yang tampak (Optis)		1.Sinar Ultra Violet 2.Sinar Infra Merah 3.Sinar Panas	1.Kebutan 2.Silau 3.Keruh mata, kulit terbakar	<ul style="list-style-type: none"> - Kaca mata las 9A1 - Dinding pelindung - Penutup, dll
5.	Bahaya dari strom listrik	1.Strom listrik(aliran) 2.Pengaruh lingkran listrik 3.Peningkatan keadaaan bahaya listrik	1.Strom via tubuh manusia 2.Strom dari kerusakan alat - Klem - Sambungan kabel - Isolator	1.Kejut 2.Kram pada otot 3.Serangan jantung 4.Gangguan pematasan 5.Terbakar tingkat tinggi 6.Jantung berhenti berdetak/selama strom mengalir	<ul style="list-style-type: none"> - Tegangan kosong mesin - Gunakan sarung tangan - Isolator gunakan - Mesin-mesin kode (S K atau 42 V) - Isolasi - Peralatan pelindung tubuh
6.	Kesalahan penanganan alat / peralatan	1.Botol gas 2.Sambungan-sambungan listrik 3.Perlengkapan perlindungan tubuh	- Cara bawa, pelumasan - Klem - Pelindung kabel - Kaca yang pecah - Sarung tangan kumal - Sepatu tak berisolasi	- Kerusakan, terbakar - Elektrik shok - Kebutuan - Elektrik shok, terbakar - Elektrik dan terbakar	<ul style="list-style-type: none"> - Gunakan alat bantu - Isolasi - Kaca las - Isolator - Isolator

I. 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 diatas 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

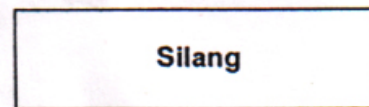
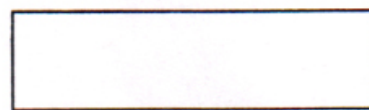
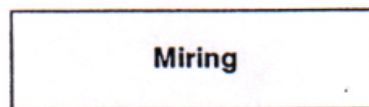
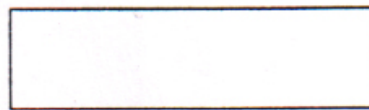
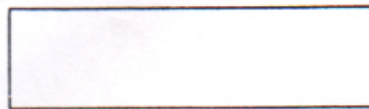
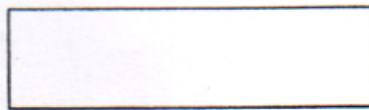
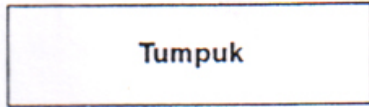
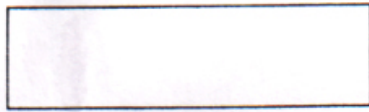
4. Berapakah tegangan kosong yang diijinkan untuk mesin-mesin las trafo :
 - a. 42 volt
 - b. 65 volt
 - c. 70 volt
 - d. 100 volt

5. Berapakah tegangan kosong yang diijinkan untuk mesin-mesin las unformer/generator :
 - a. 42 volt
 - b. 65 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 bersinggungan dengan pemegang (handle) elektroda

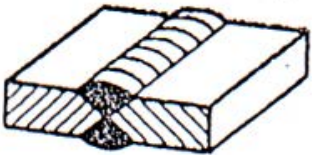
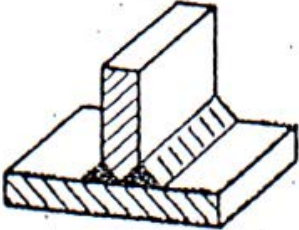
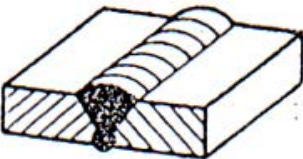
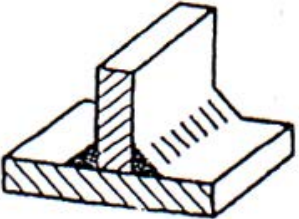
7. Sebutkan jenis sinar yang tidak ditimbulkan oleh pengelasan busur listrik
 - a. Sinar ultra violet.
 - b. Sinar rontgen
 - c. Sinar infra merah.
 - d. Sinar panas

8.1 Macam Sambungan Las



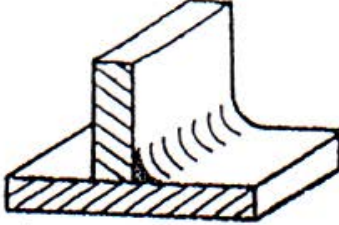

8.1.1 Macam Kampuh Las

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


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

8.1.2 Simbol Tambahan

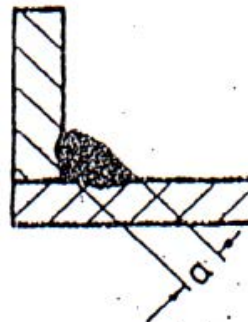
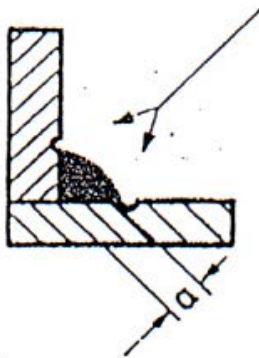
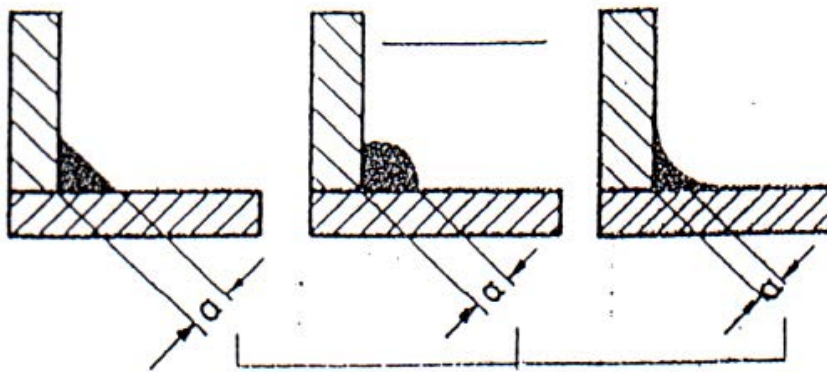
Bentuk permukaan	Gambar
Cembung	
Rata	
Cekung	

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

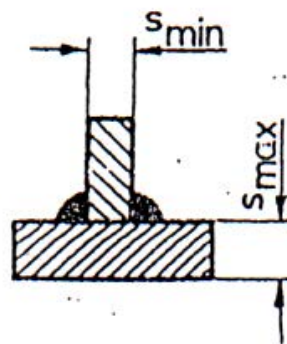
8.1.3 Simbol Pelengkap

Proses pengelasan	Gambar
Proses pengelasan di lapangan	

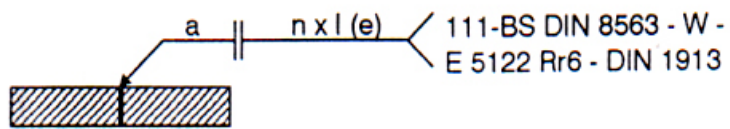
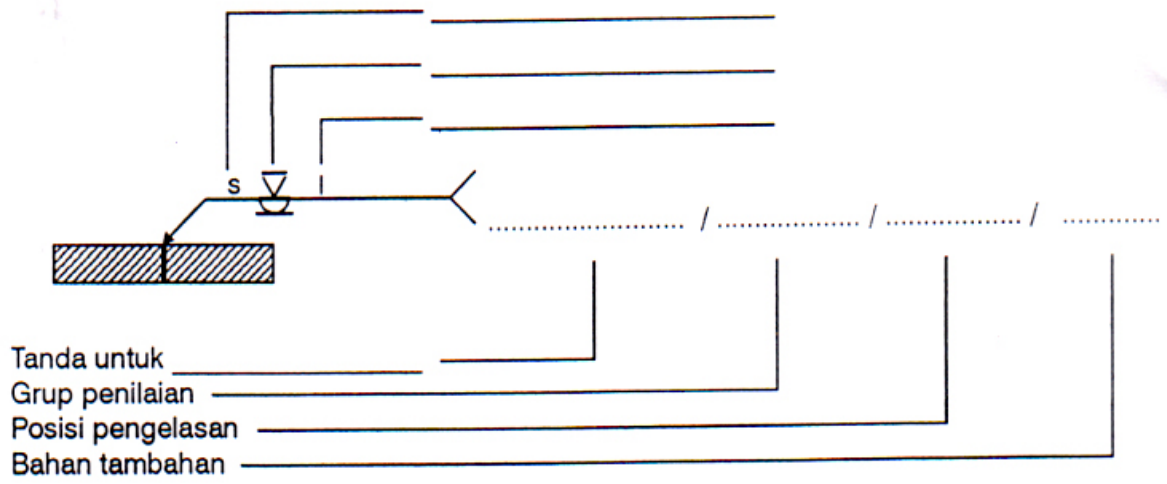
8.1.4 Tebal Kampuh Las (ukuran "a")



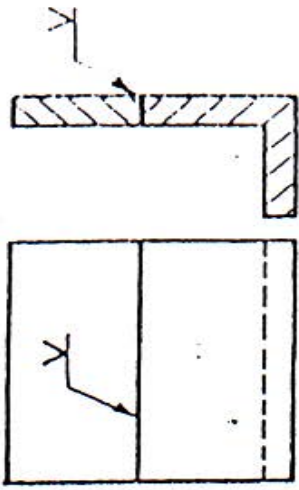
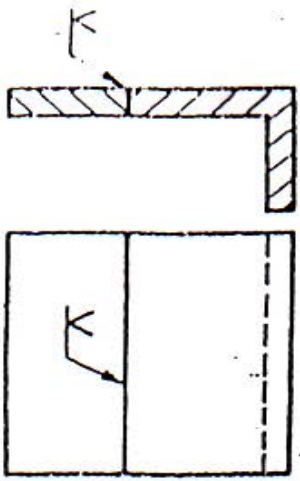
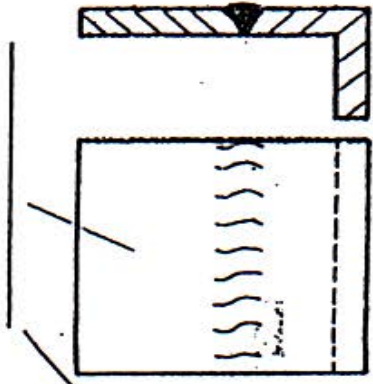
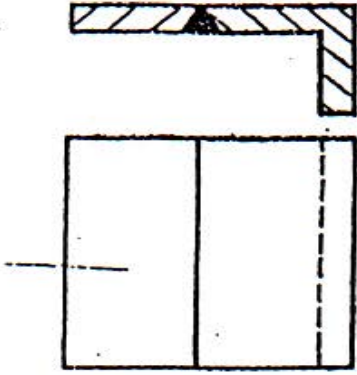
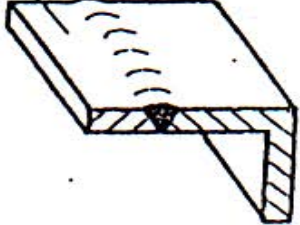
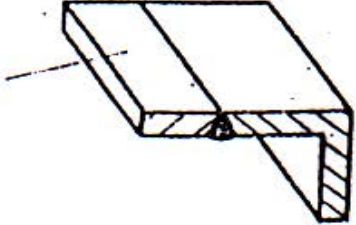
(DIN 4100
 $a_{\min} = 3 \text{ mm}$
 $a_{\max} = 0,7 \cdot s_{\min}$)



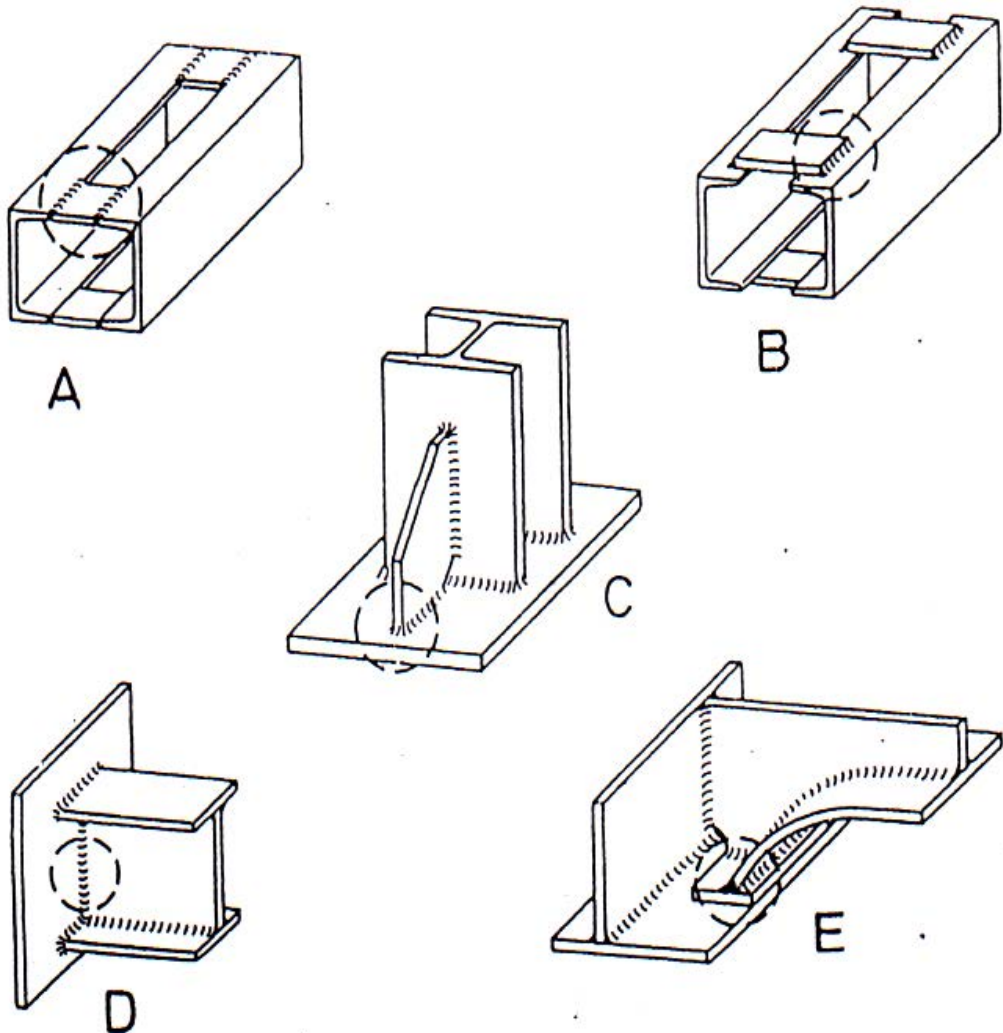
8.2 Penyusunan Tanda Gambar untuk Pengelasan



8.3 Latihan Menyusun Tanda Gambar Untuk Pengelasan

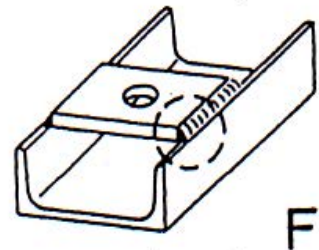
Simbol		
		
Pengelasan		
Gambar		

8.4 Latihan



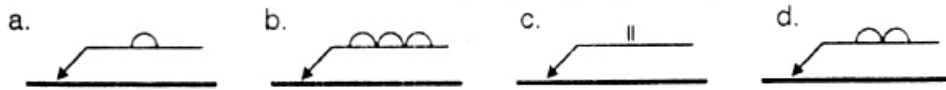
Tunjukkan gambar dari sambungan las dibawah ini
(isi dengan huruf yang sesuai)

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

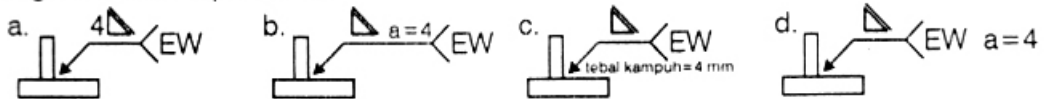


I. Berilah tanda silang untuk jawaban yang Saudara anggap benar ..!

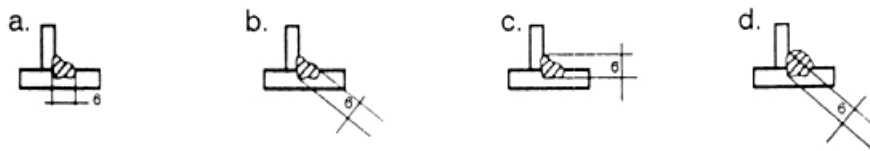
1. Manakah simbol - simbol dibawah ini yang menunjukkan pengerjaan mengelas tambahan.



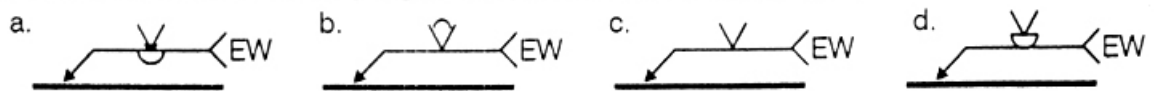
2. Manakah sketsa dibawah ini menunjukkan normalisasi kampuh T (siku) dengan tebal kampuh 4 mm



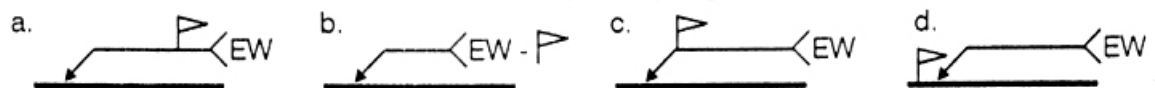
3. Manakah sketsa dibawah ini yang menunjukkan tebal kampuh las (a) adalah 6 mm



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

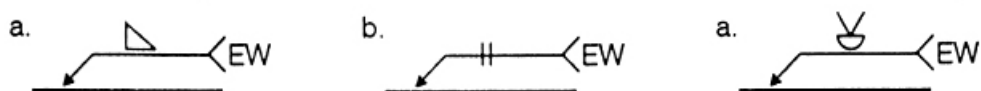


5. Manakah simbol dari sketsa dibawah ini merupakan pengelasan dilapangan



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

- Maksud dari tanda - tanda gambar dibawah ini adalah



Bentuk kampuh

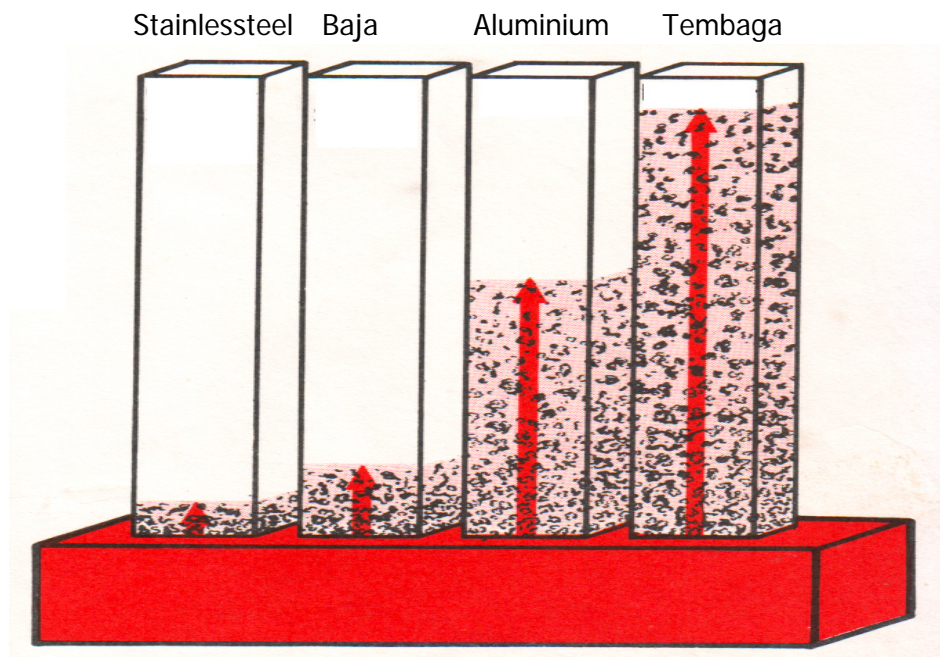
Posisi pengelasan

9.1 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.

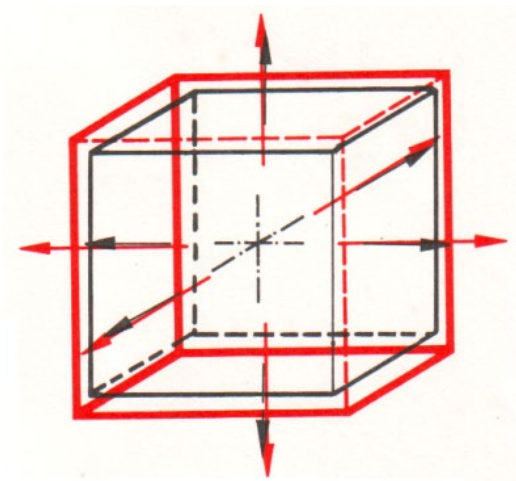
Ini disebabkan oleh _____ dari atom

Daya hantar panas



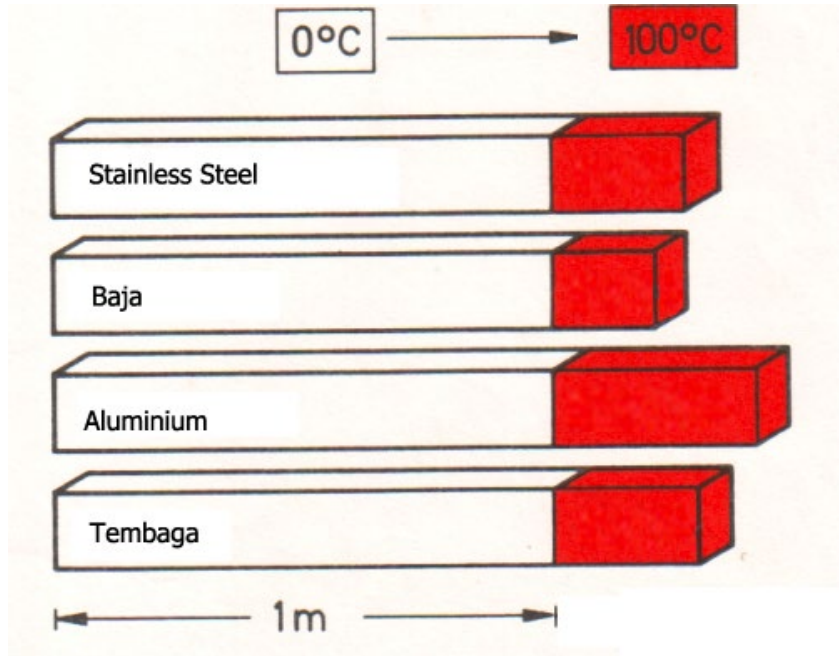
Contoh: Daya hantar untuk	Stainless steel	= 0,0035 cal/cm/dt/°C
	Baja	= 0,1310 cal/cm/dt/°C
	Aluminium	= 0,5040 cal/cm/dt/°C
	Tembaga	= 0,9400 cal/cm/dt/°C

9.1.1 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 $= 1,3 \text{ mm}$
 Aluminium $= 2,5 \text{ mm}$
 Tembaga $= 1,8 \text{ mm}$

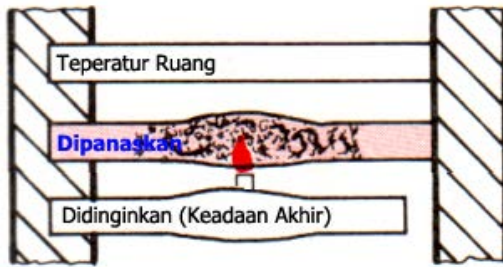
9.1.2 Tegangan dan Perubahan Bentuk

a. Pemuaian dan Penyusutan Bebas



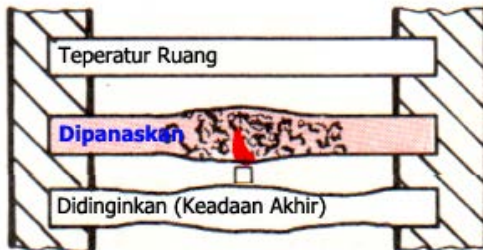
Perubahan bentuk	Tegangan
Pemuaian bebas	

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 :

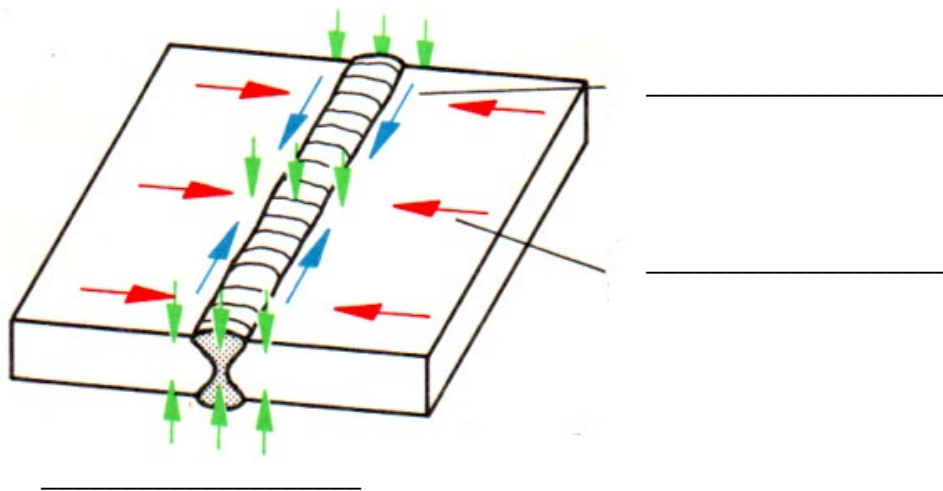
- Jenis pengelasan.
- Kecepatan Pengelasan.
- Sifat yang dimiliki logam.

9.1.3 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

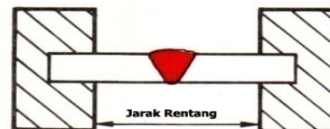


9.1.4 Tegangan dalam Las

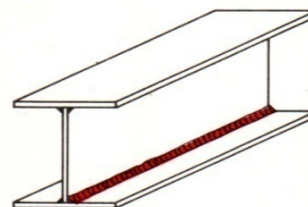
Tegangan dalam las terjadi disebabkan oleh penyusutan yang _____

Hal tersebut disebabkan oleh :

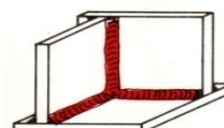
- Bagian luar dari batang yang dilas terjepit



- Bagian dalam dari material yang induk di sebelahnya



- Bagian dalam las dari kampuh dilas yang menumpuk



Yang harus diperhatikan, bahwa tegangan dalam las

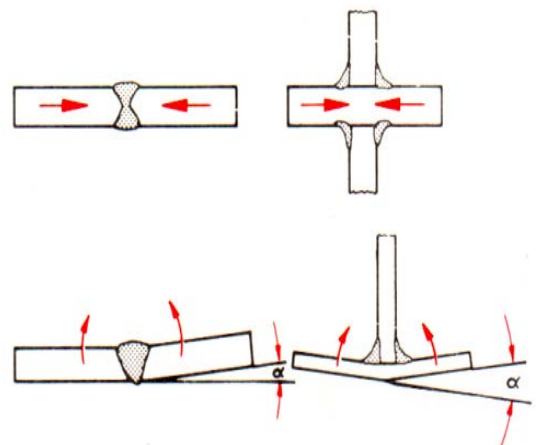
- Tidak tampak
- Dapat terjadi _____ arah sumbunya.
- Sangat berbahaya bila terjadi pada _ penyusutan memanjang atau _____ penyusutan ke arah kampuh las.
- Akan menyebabkan retak dan patah bila batang yang dilas tidak memiliki kemungkinan untuk mengubah bentuknya

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 (dibawah $+5^{\circ}\text{C}$) dilakukan tanpa pemanasan awal

9.2 Perubahan Bentuk Akibat Penyusutan

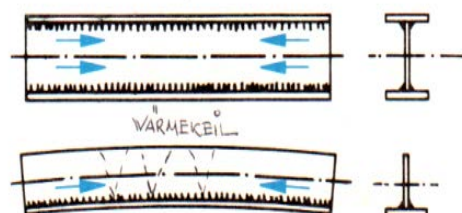
- a. Penyusutan ke arah kampuh las
Perubahan bentuk akibat penyusutan ke arah kampuh las adalah _____ dari plat yang terletak bebas.



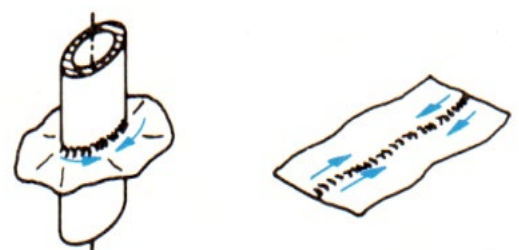
Perubahan bentuk _____ dari kampuh tumpul dan kampuh siku

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

Perubahan bentuk _____



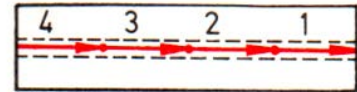
Perubahan bentuk _____ pada plat tipis



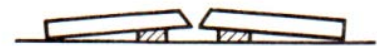
c. Penyusutan yang terhalang akan mengakibatkan retak pada kampuh las apabila kemungkinan untuk mengubah bentuk tidak ada.

d. Usaha mengatasi perubahan bentuk

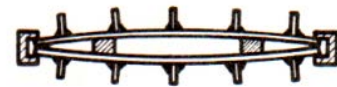
Pengelasan dengan berurutan yang benar dan pendek



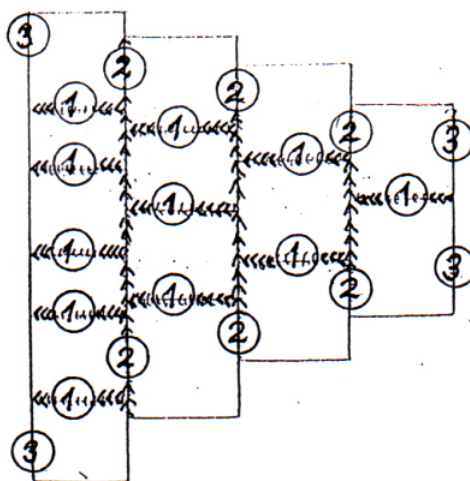
Memberi sudut awal sebelum pengelasan



Memberi tegangan awal pada plat dengan cara mengganjalnya

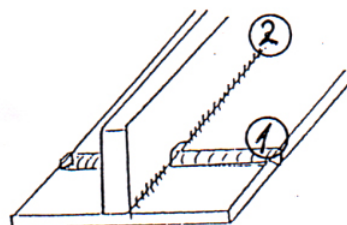


9.3 Contoh Urutan Pengelasan yang Benar

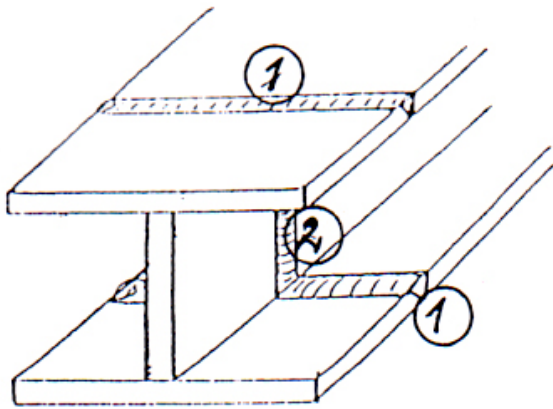


Menyambung-nyambung plat :

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

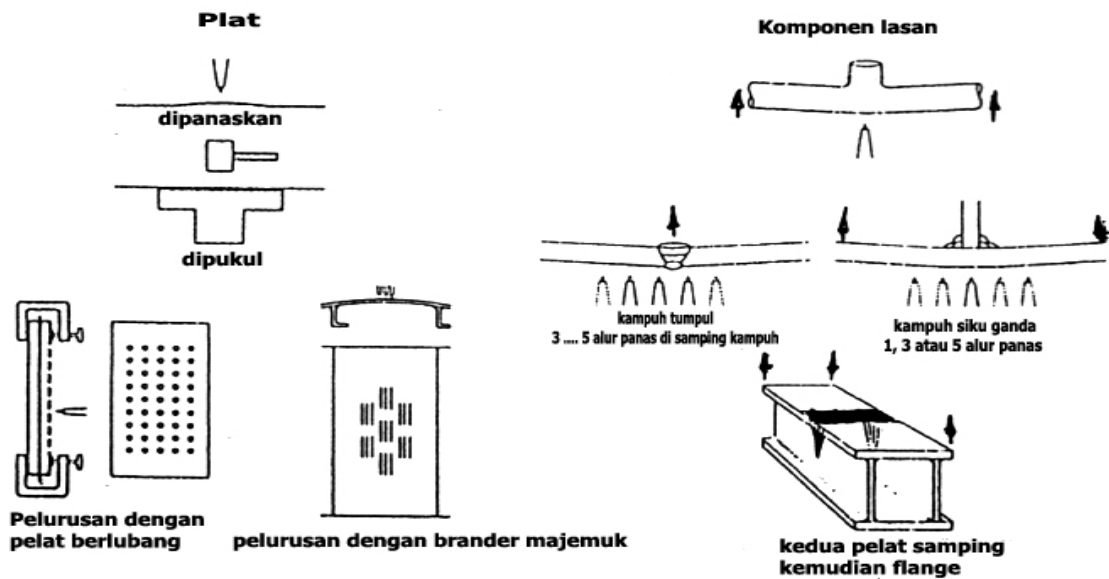


1. Kampung tumpul
2. Kampung siku

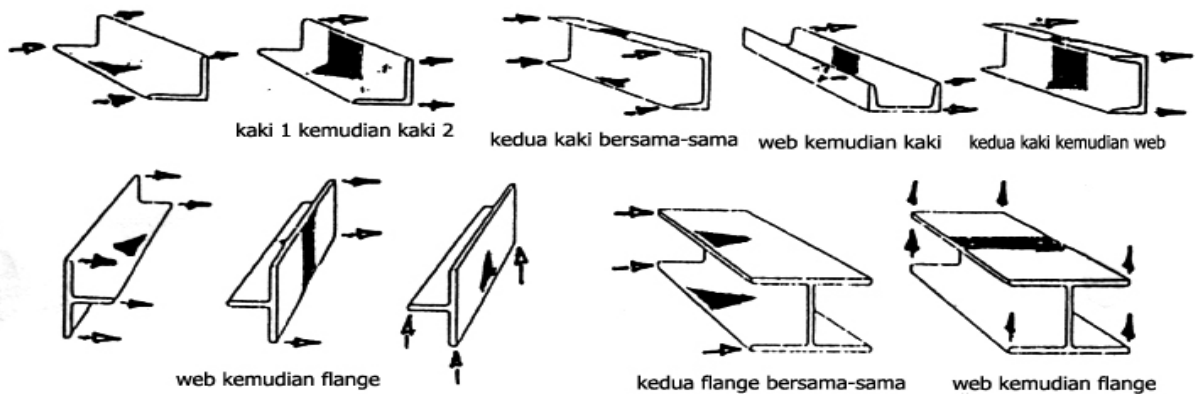


1. Mengelas flange
2. Mengelas web

9.3.1 Meluruskan pembengkokan dengan Nyala Api



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

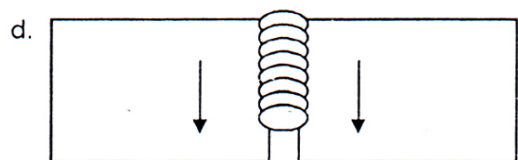
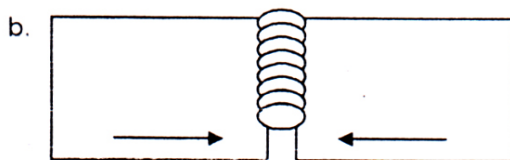
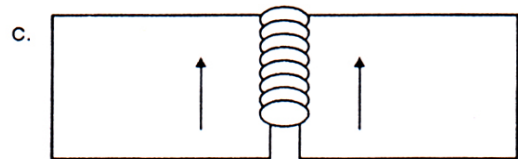
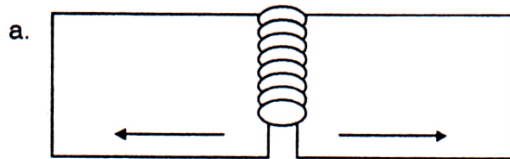


I. Berilah tanda silang pada jawaban yang saudara anggap **benar..!**

1. Apakah yang menyebabkan benda kerja yang dilas membengkok ?

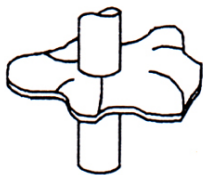
- a. Pemuaiian benda kerja pada pengelasan.
- b. Pemakaian elektroda yang tidak cocok
- c. Pengelasan tidak cocok
- d. Penyusutan kampuh las pada waktu mendingin

2. Dari sketsa dibawah ini yang menunjukkan deformasi / perubahan bentuk dari pengelasan plat kampuh tumpul adalah ...

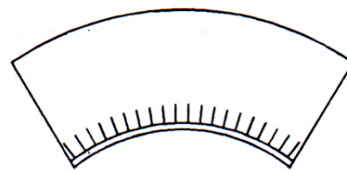


3. Bagaimana perubahan bentuk yang terjadi, bila penyusutan kearah penampang ..

a. Kerutan pada plat tipis



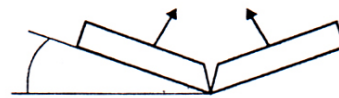
c. Pembengkokan balok



b. Pemendekan dari balok



d. Pembengkokan sudut



4. Usaha-usaha untuk mengatasi / mengurangi perubahan bentuk adalah

- a. Untuk plat di klem
- b. Balok di klem.
- c. Pemanasan
- d. Memakai bahan tambahan dengan tegangan tarik yang tinggi

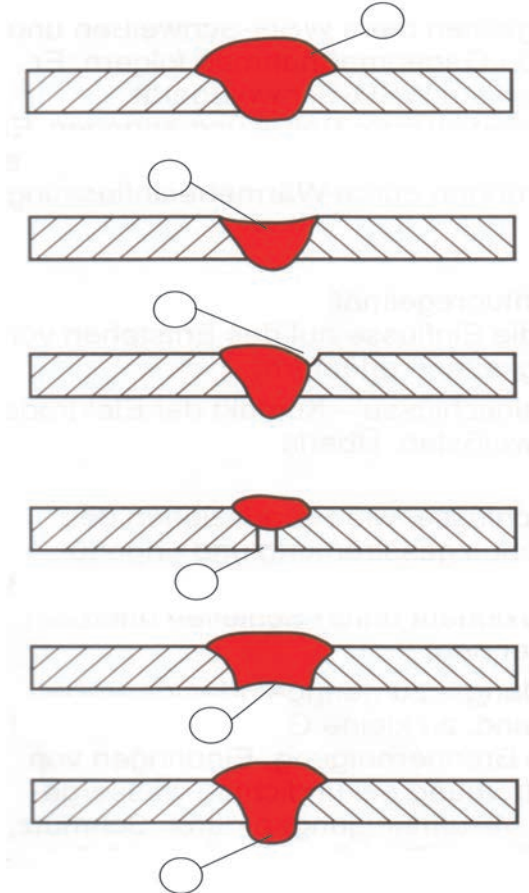
5. Bagaimana pada pengelasan terdapat tegangan dalam yang menjurus kearah retak bahan ..

- a. Gerak bebas yang tidak cukup.
- b. Kecepatan las yang lambat
- c. Kampuh las dipukul-pukul.
- d. Pemanasan awal

KUALITAS PENGESALAN

10.1 Kesalahan-kesalahan dalam Pengelasan WIG/TIG

a. Kesalahan _____

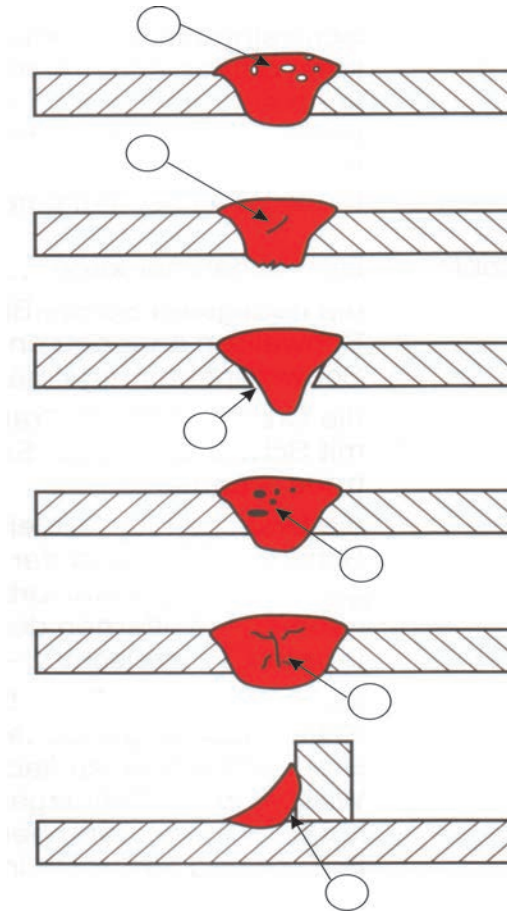


1. Akar las menggantung
2. Kampuh las terlalu cekung
3. Akar las tak sempurna
4. Penetrasi tak sempurna
5. Takikan di tepi kampuh las
6. Kampuh las terlalu cembung

Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya kesalahan _____

- | | |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Penyetelan alat <ul style="list-style-type: none"> - Tegangan/amper - Diagram mesin las - _____ 2. Jalannya brander (torch) <ul style="list-style-type: none"> - Kecepatan pengelasan - Gerakan brander _____ - Kemiringan brander - Jarak wolfram elektroda ke benda kerja | <ol style="list-style-type: none"> 3. _____ <ul style="list-style-type: none"> - Bentuk kampuh las - Ukuran kampuh las - Kebersihan daerah kampuh las 4. Kawat las/bahan tambah |
|--|---|

b. Kesalahan _____

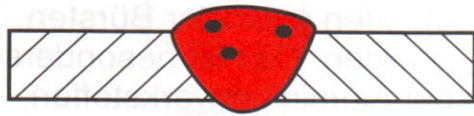


1. Retak akibat penyusutan
2. Kampuh las tak homogen
3. Oxida dalam kampuh las/akar las teroksidasi
4. Gas dalam kampuh las
5. Akar las tak sempurna
6. Berpori-pori

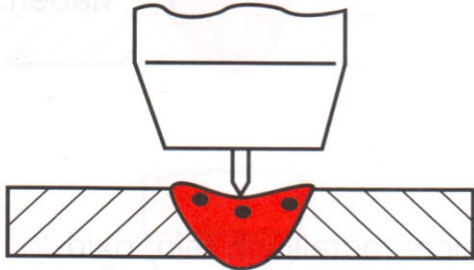
Hal-hal yang mempengaruhi terjadinya kesalahan _____

1. Penyetelan alat
 - Tegangan/ampere
 - Diagram mesin las
 - _____
2. Jalannya brander (torch las)
 - Kecepatan pengelasan
 - Gerakan brander _____
 - Kemiringan brander
 - Jarak wolfram elektroda ke benda kerja
3. _____
 - Bentuk kampuh las
 - Ukuran kampuh las
 - Kebersihan daerah kampuh las
4. Kawat las/bahan tambah

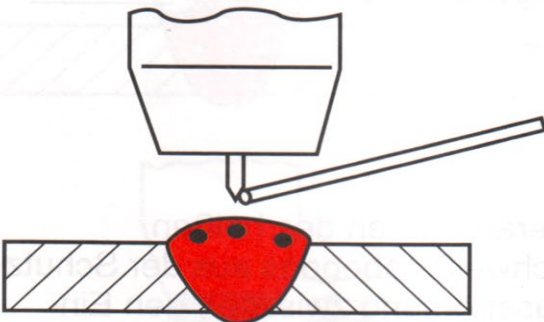
10.2 Penyebab Wolfram dalam Kampuh Las



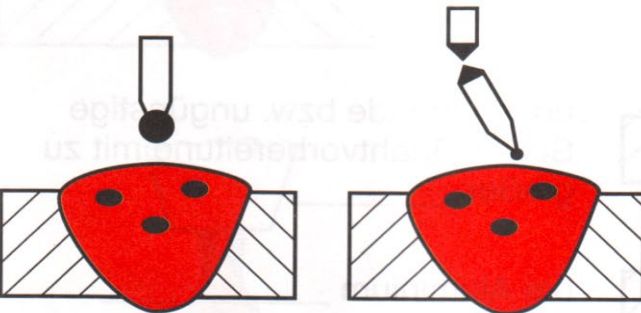
Wolfram dalam kampuh las akan _____ tapi di permukaan kampuh las akan _____ tampak



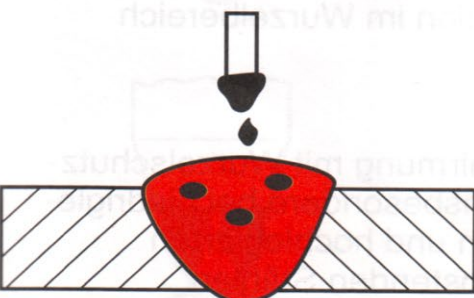
Kontak antara wolfram elektroda panas dengan bak lasan



Wolfram elektroda panas bersinggungan dengan _____

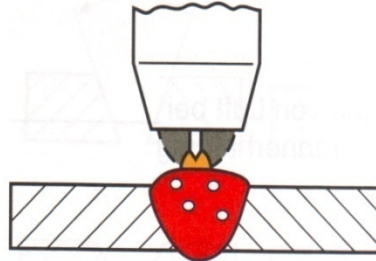


Wolfram elektroda _____, bila dipakai dengan arus searah (minus pole pada elektroda)

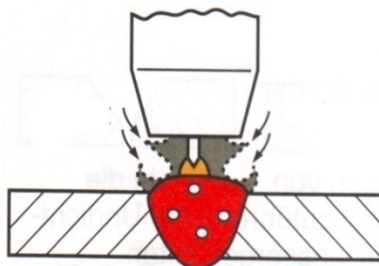


Wolfram mengalami pembebanan lebih pada _____

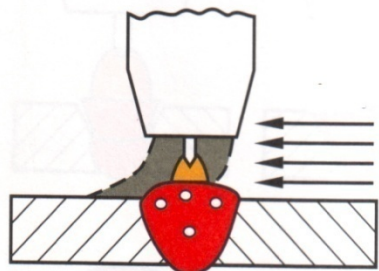
10.3 Penyebab Terjadinya Pori-pori (1)



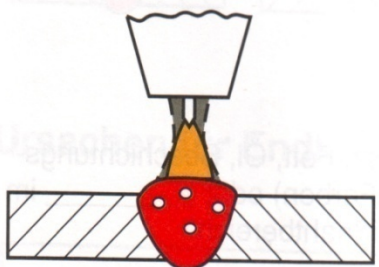
_____ jumlah gas pelindung



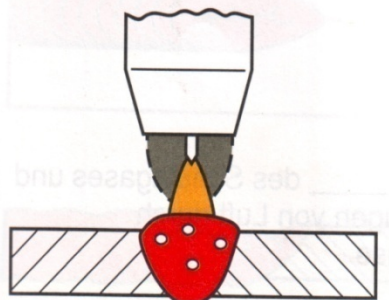
Turbulensi perlindungan gas yang diakibatkan oleh _____ gas pelindung



Gangguan gas pelindung _____ oleh kecepatan udara di atas 1 m/s

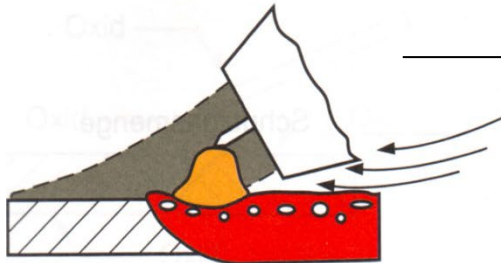


Gas Nozzle terlalu _____ aturannya : Diameter gas nozzle lebar bak las

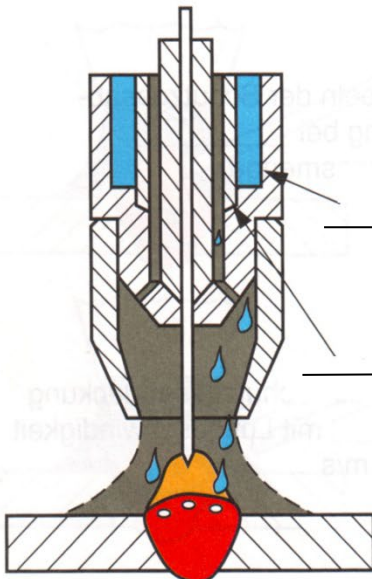


Jarak kepala nyala terlalu _____

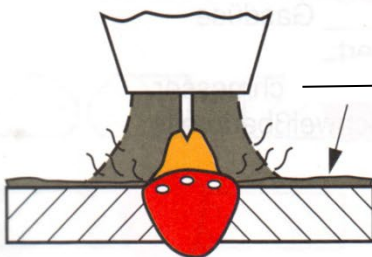
Penyebab Terjadinya Pori-pori (2)



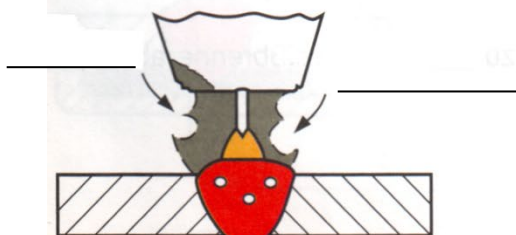
Udara yang terhisap akibat _____, las yang terlalu miring



Masuknya _____, daerah aliran gas pelindung akibat dari nozzle dan air pendingin tidak rapat

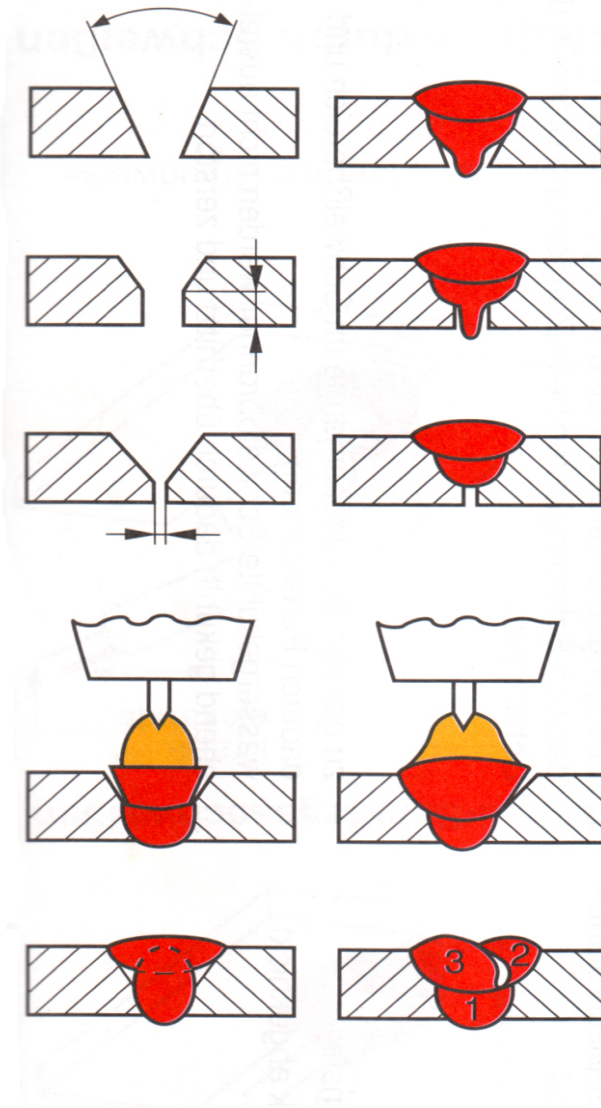


Kotoran, Fett oil, cat, dll ada _____ kampuh las



_____, gas pelindung dan terhisap udara _____ oleh gas nozzle

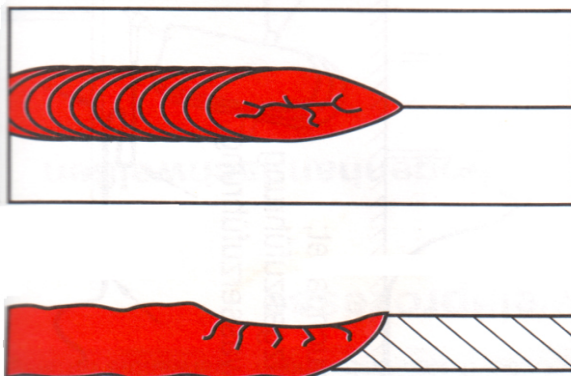
10.4 Penyebab Terjadinya Kampuh Las Tak Homogen



Persiapan las yang salah

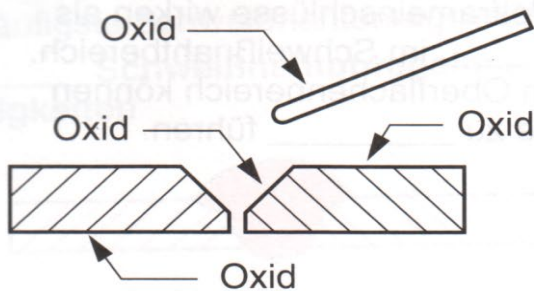
- Sudut kampuh las _____
- Tinggi sambungan _____
- Jarak sambungan dibanding dengan tinggi sambungan _____
- Tidak cukup cairan lasan akibat dari pengelasan yang terlalu cepat _____ dengan brander las
- Alur-alur las yang _____

10.5 Penyebab Terjadinya Retak di Akhir Kampuh

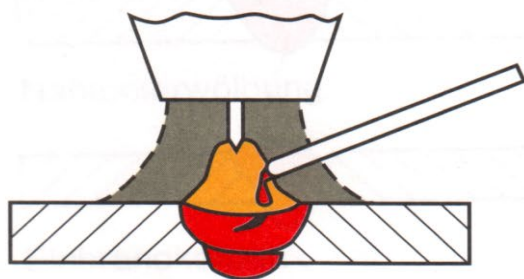


- Strom las yang _____
- Kecepatan las yang terlalu rendah
- Akhir kampuh memperoleh cairan lasan yang _____ cukup

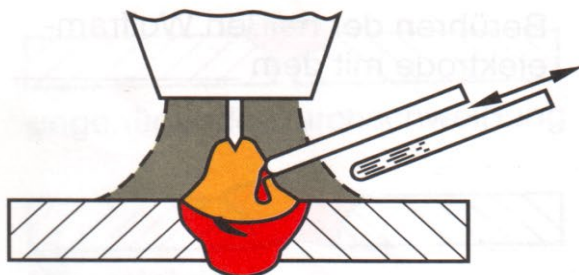
Penyebab Oxida pada Kampuh Las



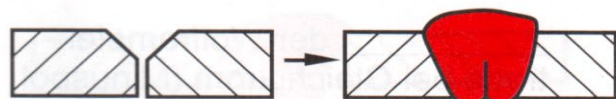
Oksida harus _____ dari kampuh las dengan cara digerinda atau digosok dengan sikat kawat, pada logam aluminium oksidanya memiliki temperatur _____ dari logam induknya.



Alur las yang tidak bersih, oksida pada batang kawat las tidak dibersihkan/ diambil akan menyebabkan _____ kampuh las.



Kawat las yang pans ditarik keluar dari gas pelindungnya, akan menyebabkan oksida.



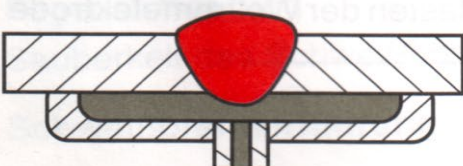
Persiapan kampuh las yang tidak cukup atau kurang baik dengan _____ yang terlalu besar.



Pada aluminium sebaiknya _____ dipatah.



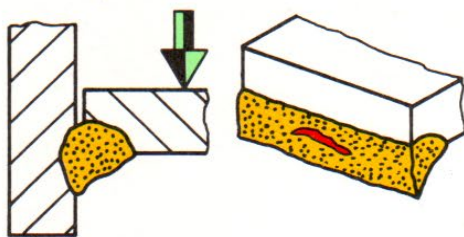
Oksida di daerah akar las.



Lindungi akar las dengan gas pelindung khususnya pada logam paduan rendah dan logam tahan karat.

10.6 Pengujian Hasil Lasan

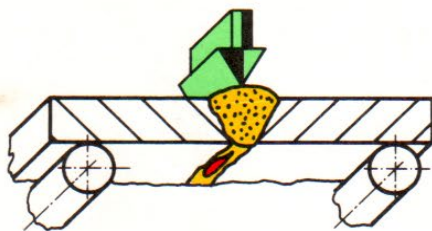
10.6.1 Pengujian dengan Pengrusakan (Destruktif)



Pengamatan :

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

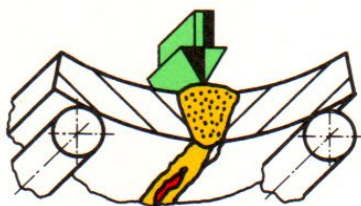
Maksud/tujuan :



Pengujian tekuk/lipat :

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

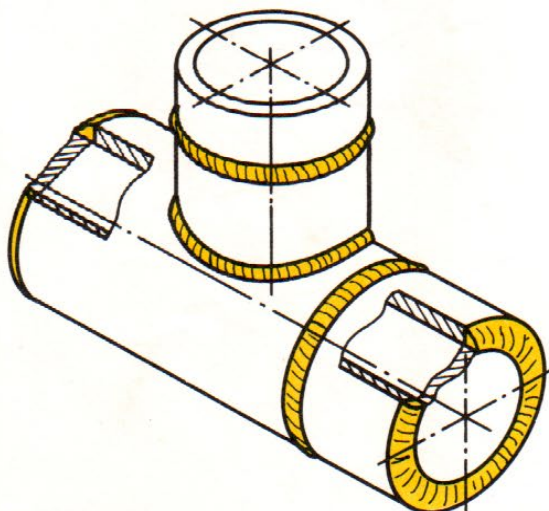
Maksud/tujuan :

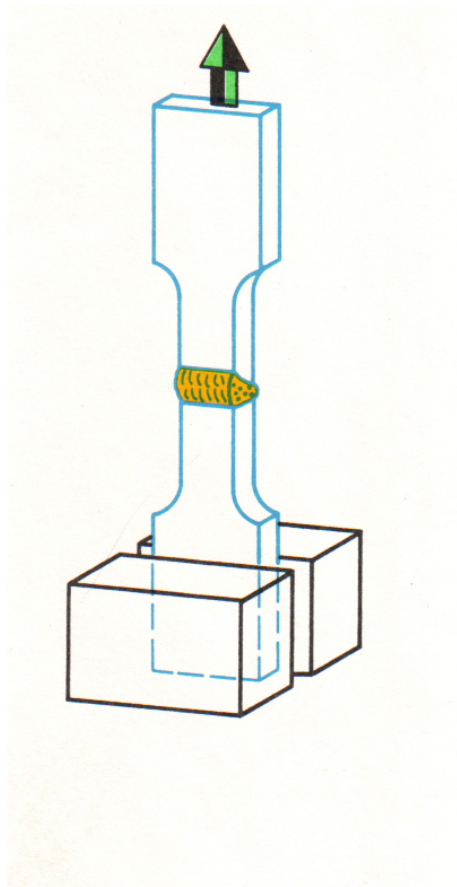


Pengujian tekan dengan air :

Hasil lasan dikenai tekanan menurut ketentuan yang telah ditetapkan.

Maksud/tujuan :



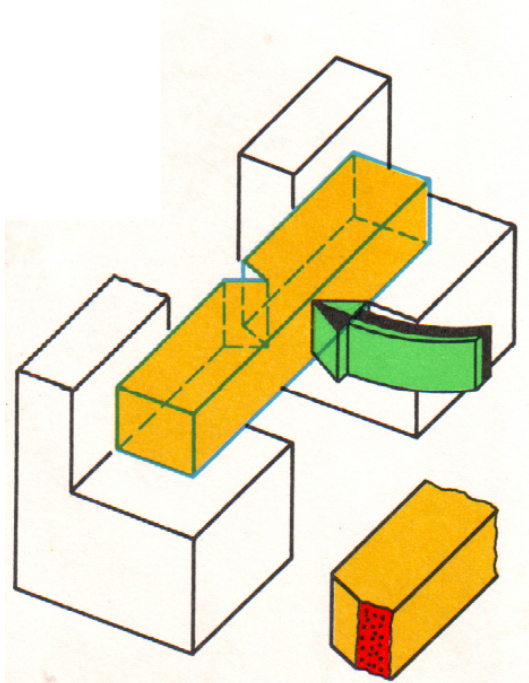


Pengujian tarik :

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

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

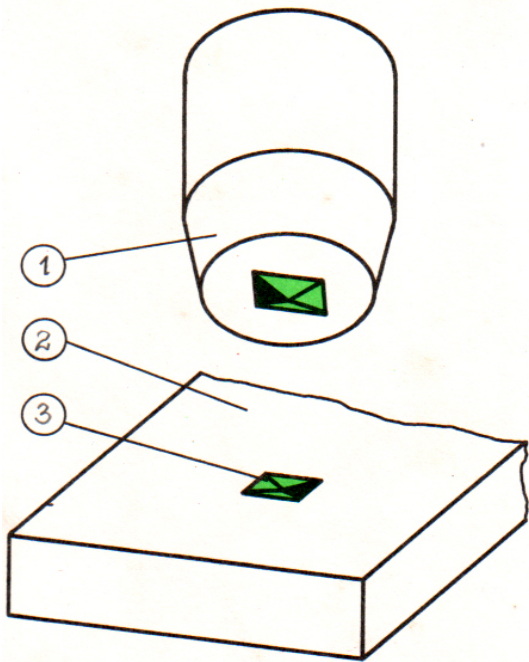
Maksud/tujuan :



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 :

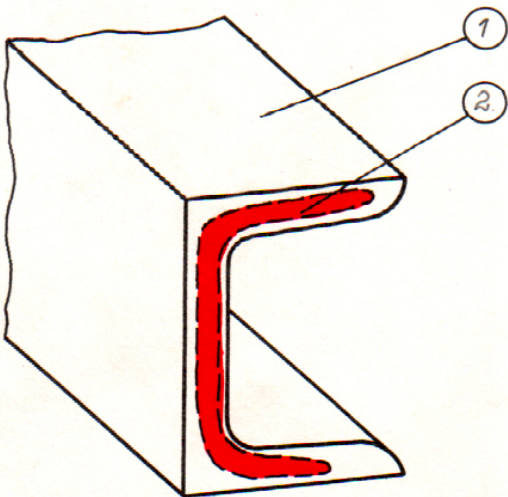


Pengujian kekerasan :

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)



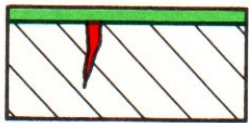
Gambar Afdruk Baumann :

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

Maksud/tujuan :

1. Baja profil
2. Area timbunan kotoran

10.6.2 Pengujian Tanpa Merusak (Non Destructif Examination = NDE)



Pengujian dengan zat pewarna :

Cara/penjelasan :

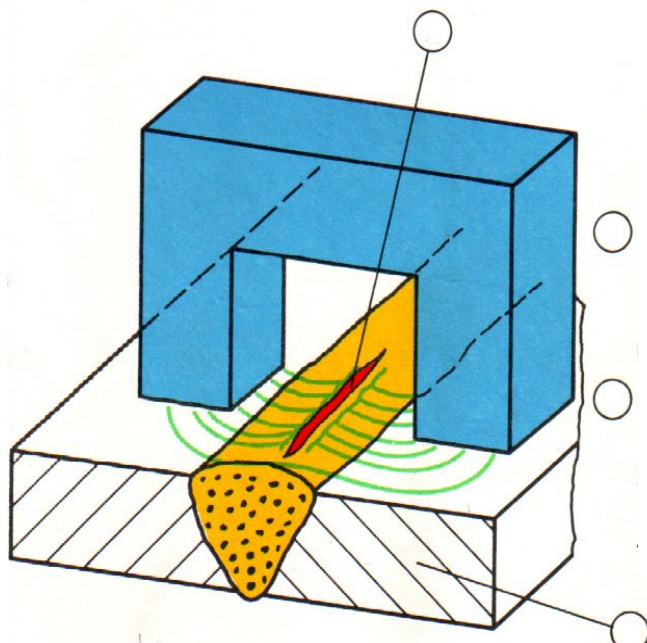
- Permukaan yang akan diuji dibersihkan

- 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

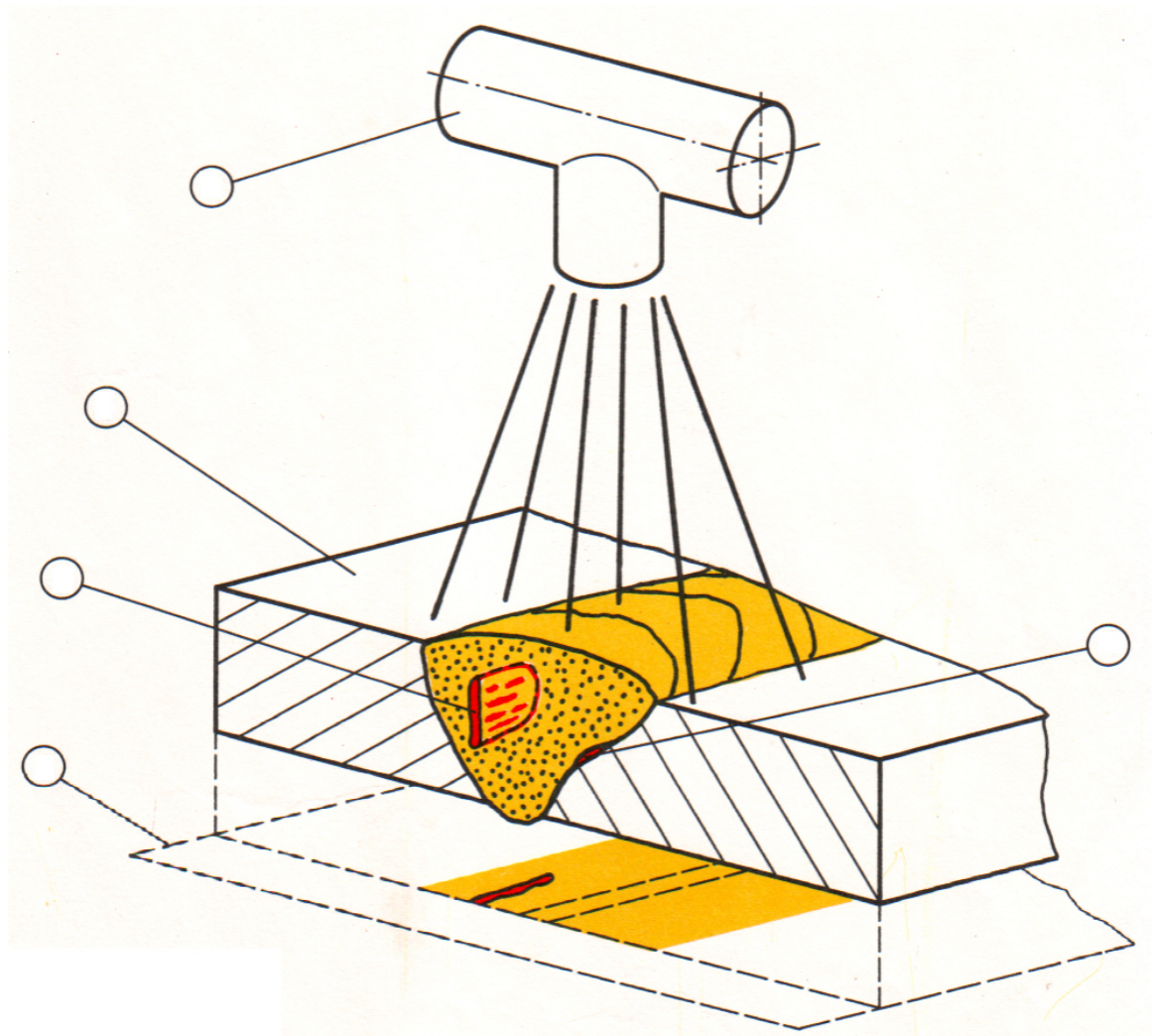
Maksud/tujuan :

10.6.3 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 searah dengan garis sinar akan kabur

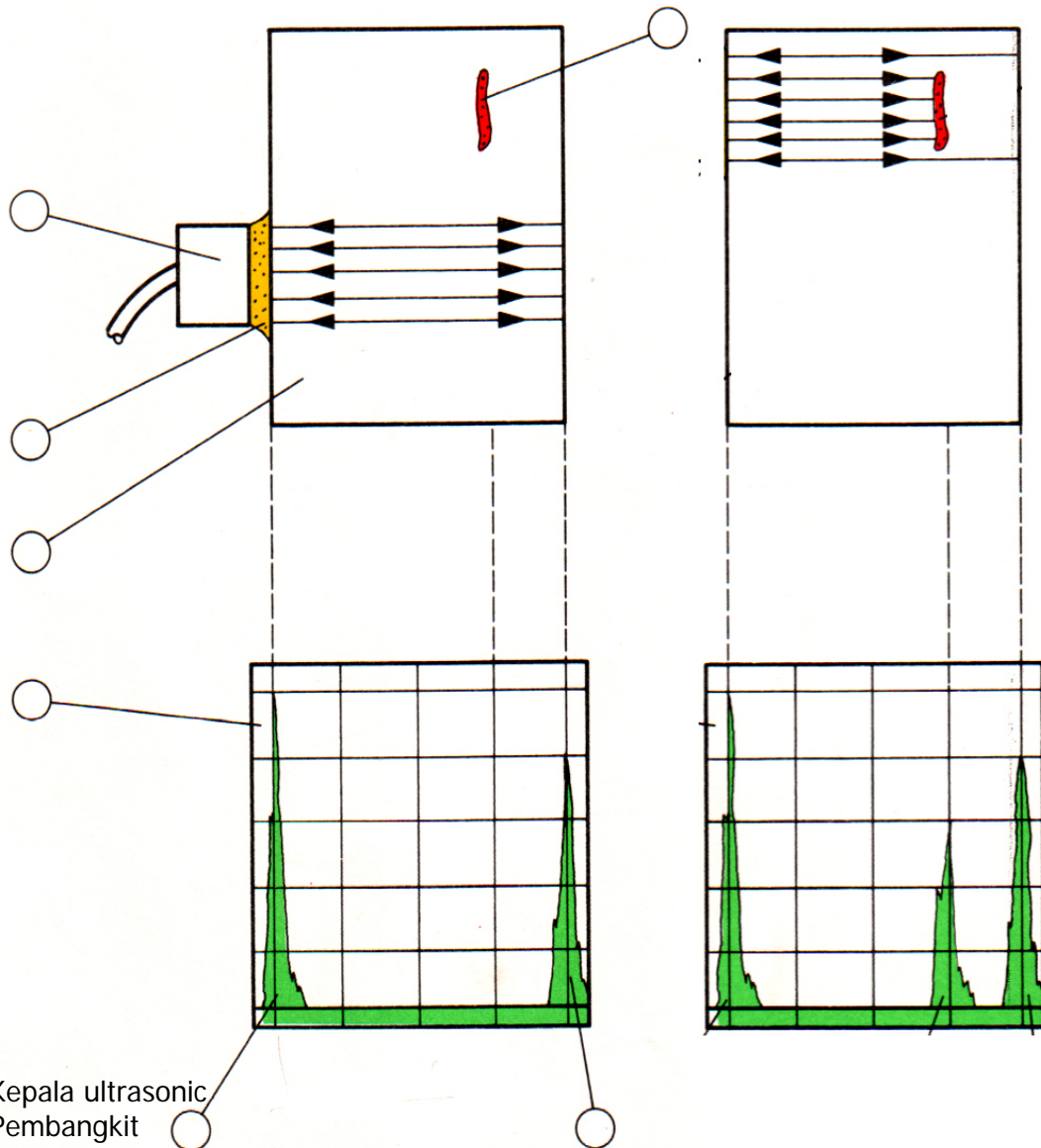
10.6.4 Pengujian dengan ultrasonik

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 monitor

Maksud / tujuan :



1. Kepala ultrasonic
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

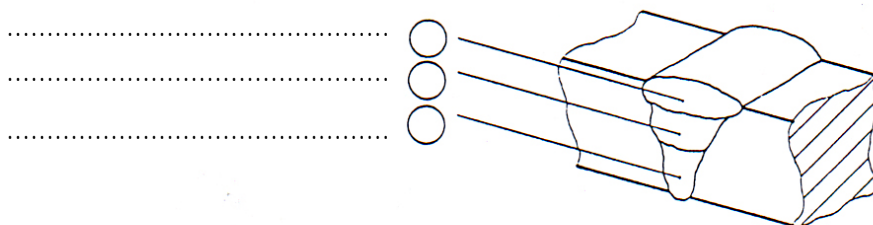
4. Pengujian tarik hasil lasan dimaksudkan untuk mendapatkan....

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

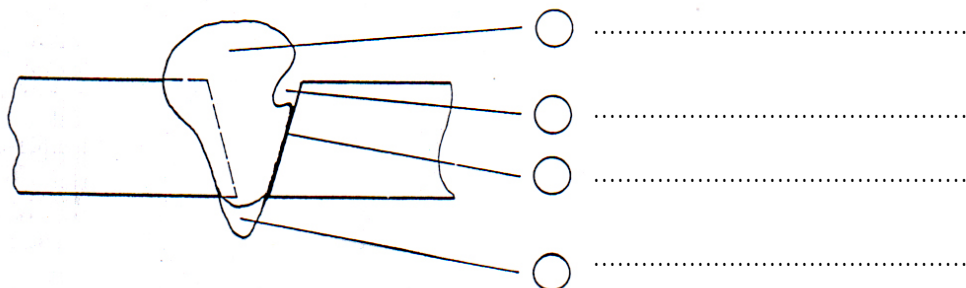
5. Pengujian takik hasil lasan, dimaksudkan untuk mendapatkan....

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

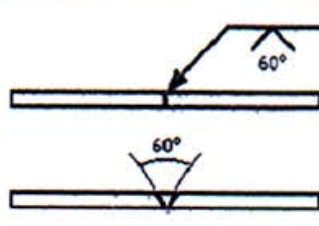
II. Sebutkan nama dari masing-masing lapisan pada kampuh las di bawah ini !



Sebutkan nama dari masing-masing kesalahan di bawah ini !



- 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 Location : INLASTEK Manufacturing welding procedure reference No : - Wpar No : - Manufacturer : INLASTEK Welder name : M.Sulton Welding process : MIG Welding posisi : PA/1G(Mendatar) Joint type : V.Single Butt weld Joining form : Remark :	Examinier or Test Body : INLASTEK Parent Material Specification : MS 45 Mat Thickness : 6 mm Methode of Preparation or cleaning Preparation Cleaning : Brush / Grinding Remark :
WELDING DESIGN 	WELDING SQUNCES Welding Squence : <ol style="list-style-type: none"> 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 Norm : G424 M.G3 Si 1 Trade Mark : - Permission : - Post – Drying : Dry Store Cooling : Air cooling Shielding gas : CO2/GAS AKTIF	Weaving : No Weafing, Stright layer Grooving : Surface Preheat temp : Dry:25° C Interpass temp : - Heat treatment : Slow Cooling Welder's test : EN 287 -1 PF Remark :
MANUFACTURER : NAME DATE SUGNATURE	EXAMINIER OR TESTBODY Eko Marjiyanto NAME DATE SUGNATURE

(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 dibawah 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.
(UUV VBG 15 " Welding, Cutting dan proses pengerjaan yang terkait)
2. Penanganan dari peralatan pengelasan yang sesuai dengan prosesnya.

Las Otogen/Gas - Nyala api - Gas-gas pada las otogen - Teknik pengelasan (kekiri / kekanan)	Las busur (E, MAG, TIG) - 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.

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

11.1.1. Variable yang mempengaruhi pemilihan uji kualifikasi personel pengelasan untuk baja menurut EN ISO 9606 -1 (baja)

Proses Pengelasan

111.	Las busur listrik (manusai (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	Tungsten inert gas welding

Tipe bahan tambah
 nm No filler metal
 wm with filler metal

Proses Pengelasan
 G, TIG
 G, TIG, MIG, MAG

A	Acid - covered	(selubung asam)	E
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

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

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



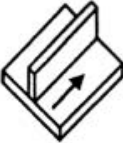
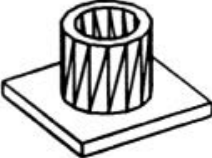
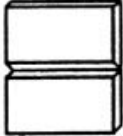

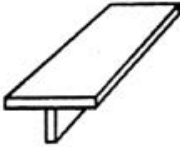


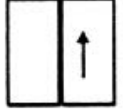
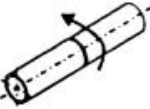
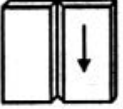
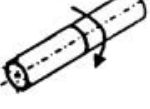
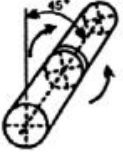

- $D > 150\text{ mm}$

- D sampai dengan 2 D

- 0,5 D sampai dengan 2 D

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

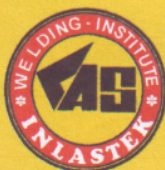
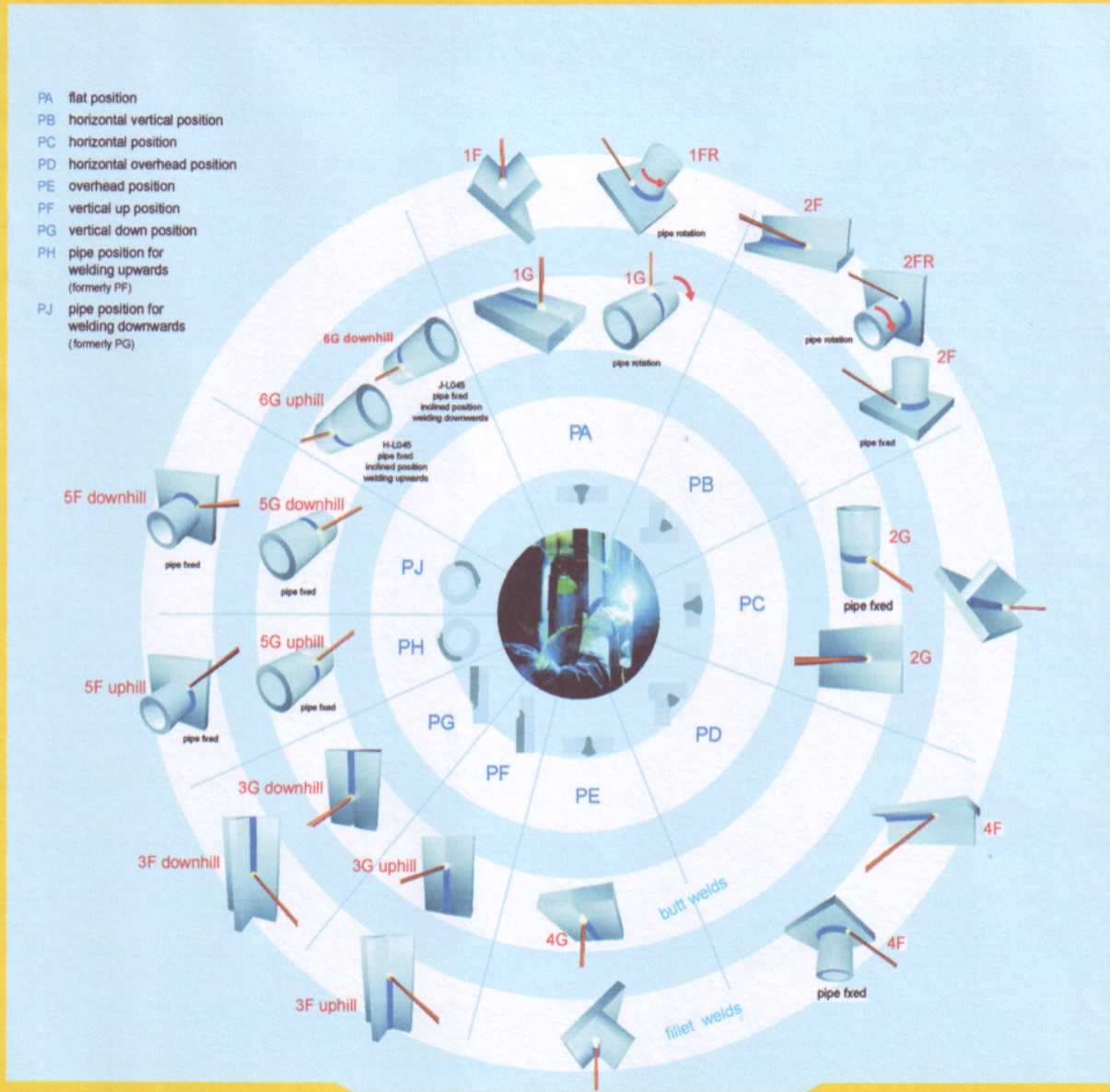
Posisi Pengelasan

		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

11.1.3 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



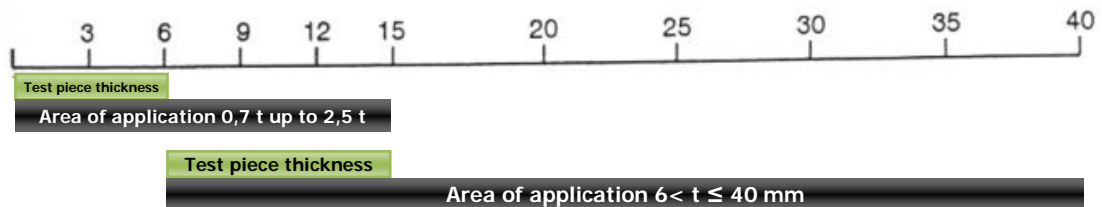
Material

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

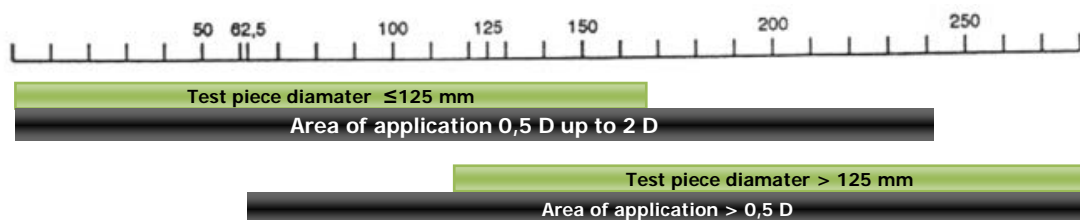
Filler metal

wm	= With filler metal
nm	= No Filler metal

Test piece Thickness ukuran dalam mm



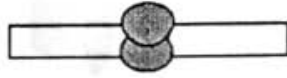
Semi Finished tube (diameter dalam mm)



Pelaksanaan Pengelasan



ss Pengelasan satu sisi



bs Pengelasan dua sisi



gg Gouging dan pengrerindaan pada akar las



mb Pengelasan dengan penyangga bak lasan



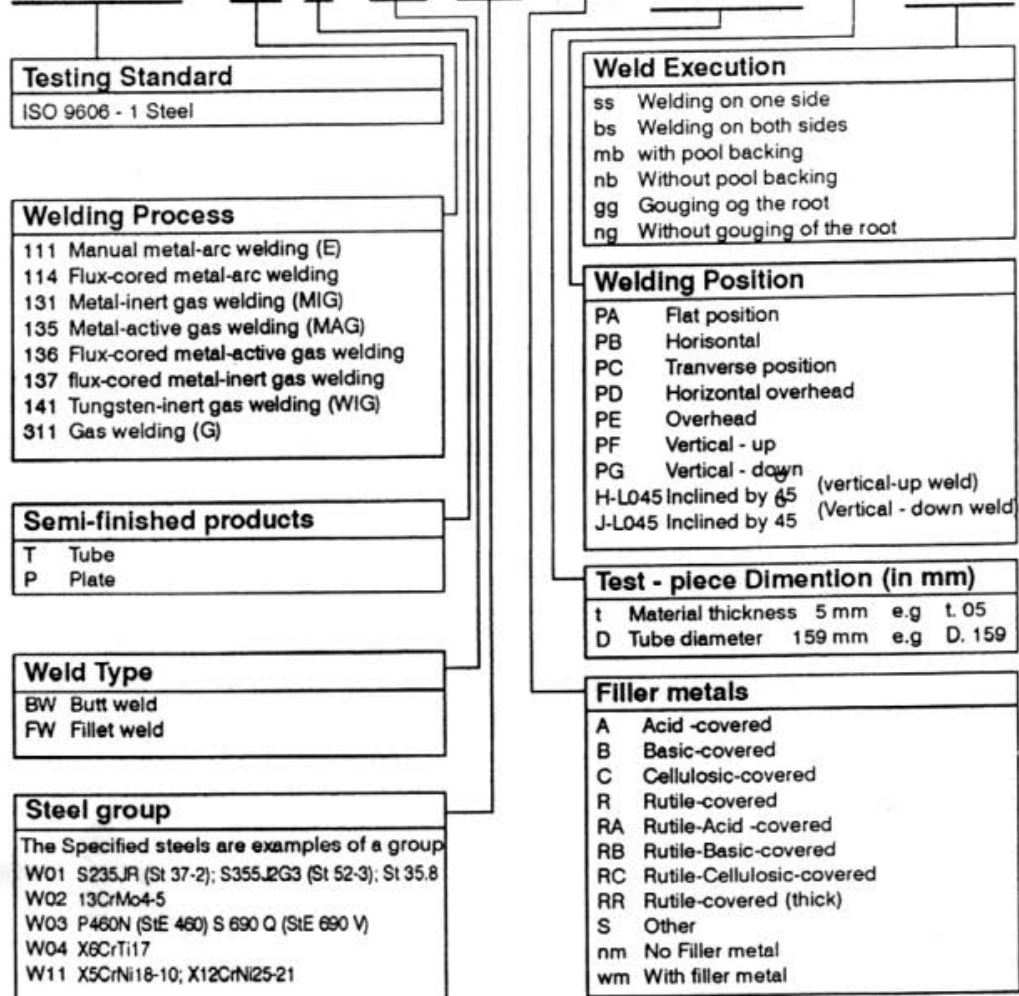
nb Pengelasan tanpa penyangga bak lasan.



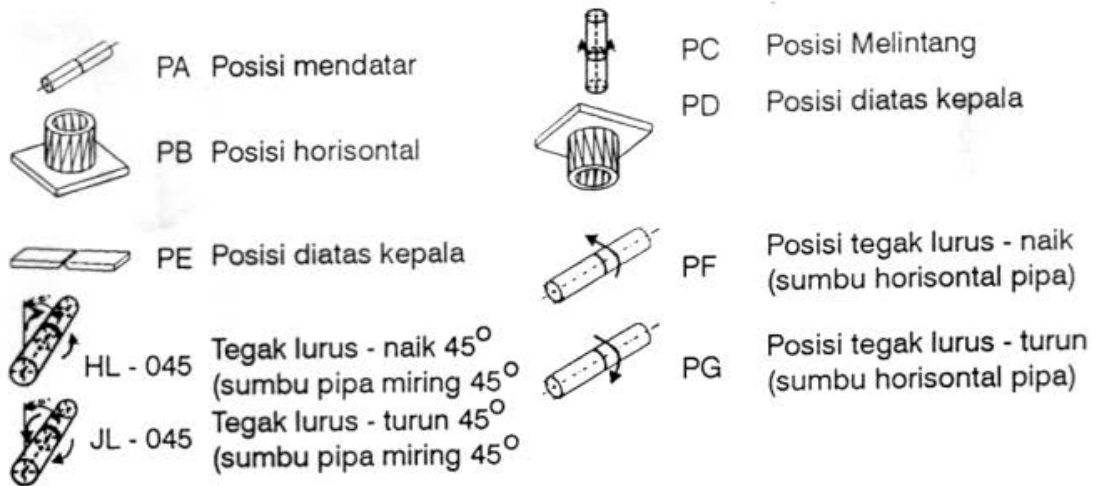
ng Tanpa gouging dan pengrindaan

Test Designation According to ISO 9606 - 1 (Steel)

ISO 9606-1 **141** T BW W01 wm t05 D159 PA ss nb



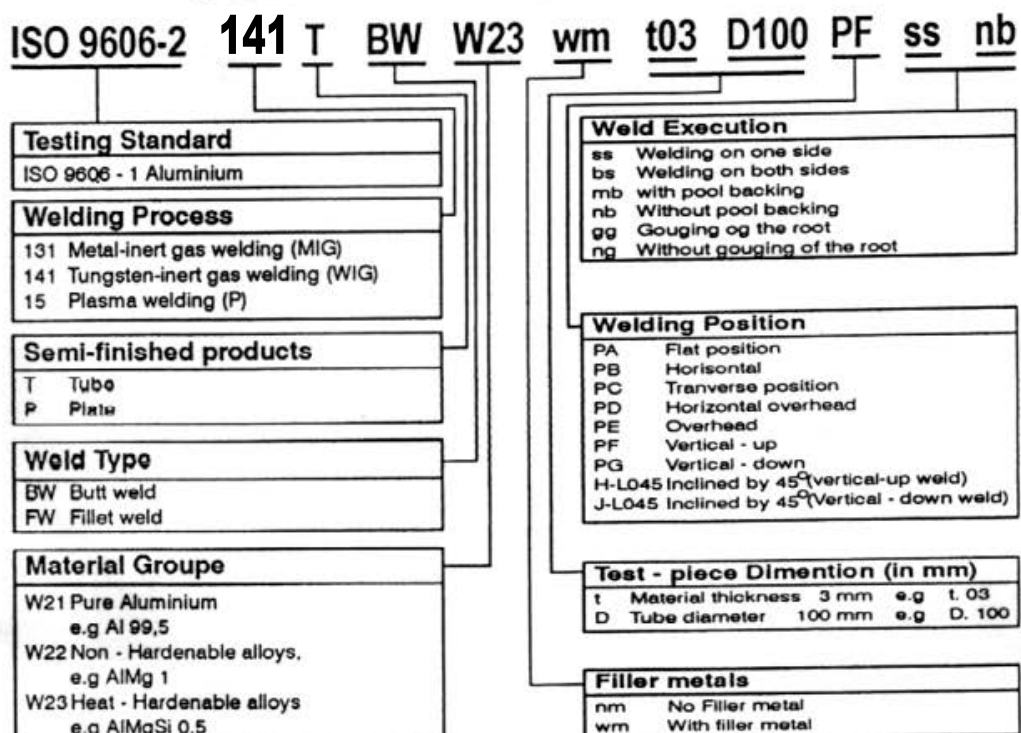
Welding Position



Welding Execution

Hardening (Hardenable Al alloys : W23)	ag
Pengelasan satu sisi	ss
Pengelasan dua sisi	bs
Gouging dan pengrindaan 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 PRAKTIKI LAS

PROGRAM INSTRUKTUR LAS

FOREMAN WELDING COORDINATOR LEVEL IV	PENDIDIKAN & PELATIHAN (TEORI & PRAKTEK) "PRAKTIKSI LAS" : MMA,TIG,MIG/MAG,G	Final Examination	146-160 jam	180 jam	Final Examination	PENDIDIKAN & PELATIHAN (TEORI & PRAKTEK) "INSTRUKTUR LAS" : MMA,TIG,MIG/MAG,G
		Praktisi Las (Welding Practitioner)	Part 3	Tahap 3	Instruktur Las "Utama"	
		Dasar-dasar Technologie Pengetasan (Praktek)	Part 2	Tahap 2	Instruktur Las " Madya "	
		Dasar-dasar Technologie Pengetasan (Teori)	Part 1	Tahap 1	Instruktur Las " Muda " Pratama	
		Dasar-dasar keteknikn General Technical Foundation	Part 0			

PRASYARAT :

Practical Test	
1. DIN EN 287-1	- MMA ϕ 70 - 180 mm
2. DIN EN ISO 9606	- TIG 16 - 14 mm
	- MIG/MAG Bw,PC,PF
3. Wawancara	- G Fw : PF

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

PROGRAM PROFESI LAS

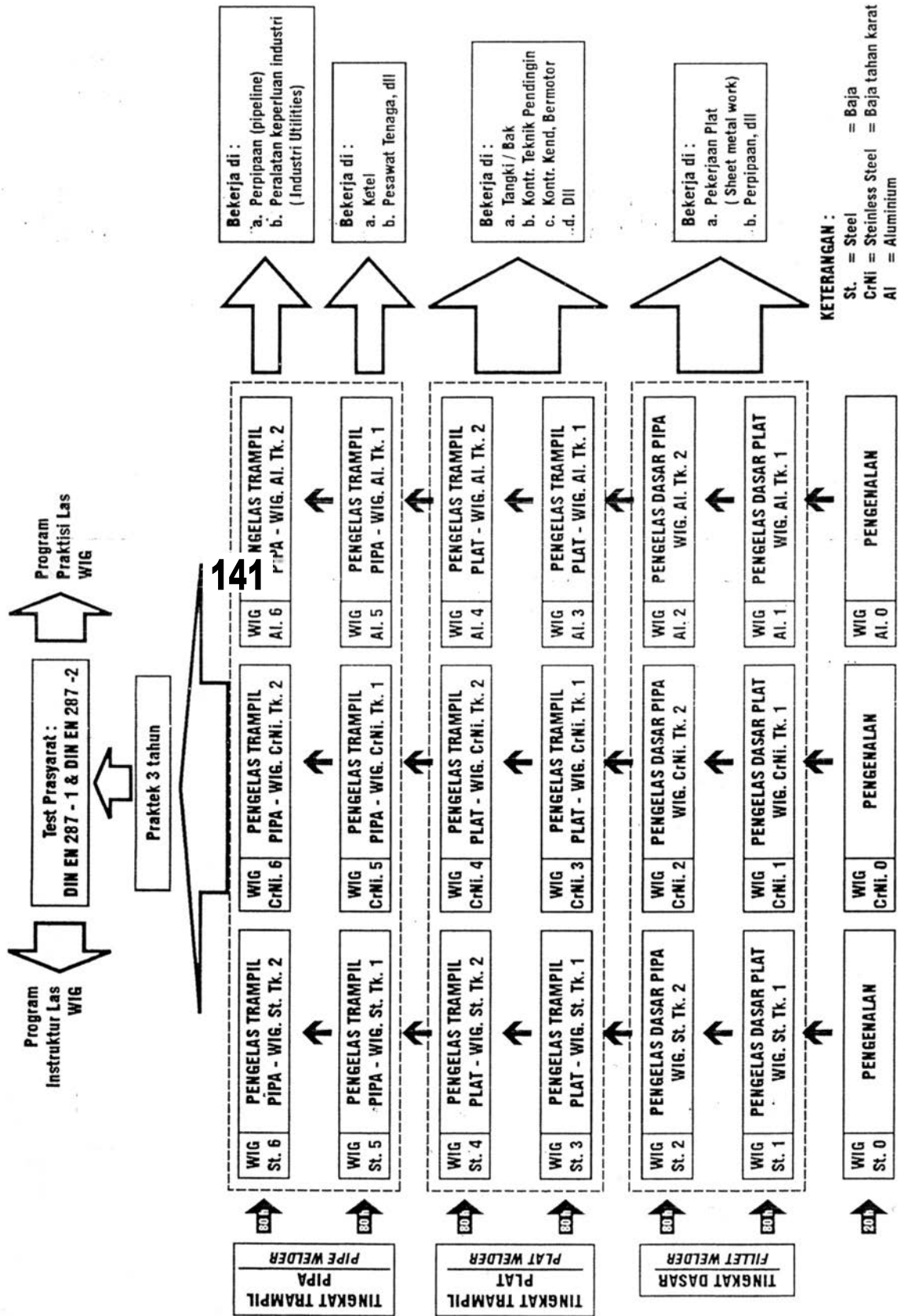
JURU LAS WELDER	240-560 Jam	TINGKAT TERAMPIL PIPA (PIPE WELDER)	E6	T6	M6	G6
			E5	T5	M5	G5
	120-360 Jam	TINGKAT TERAMPIL PLAT (PLATE WELDER)	E4	T4	M4	G4
			E3	T3	M3	G3
	40-100 Jam	TINGKAT DASAR PLAT (FILLET WELDER)	E2	T2	M2	G2
			E1	T1	M1	G1
	0 - 20 Jam	PENGENALAN (Introduction)	E0	T0	M0	G0

**REGULER
1 TAHUN**

Prasyarat :
1. Lulusan SMU/SMK atau yang sederajat
2. Usia min 17 tahun

Ket :
E: Las Busur Listrik Manual (MMAW)
T: Las Tungsten dengan Gas Pelindung(GTAW)
M: Las Metal dengan Gas Pelindung(GMAW)
G: Las Ototen (OAW)

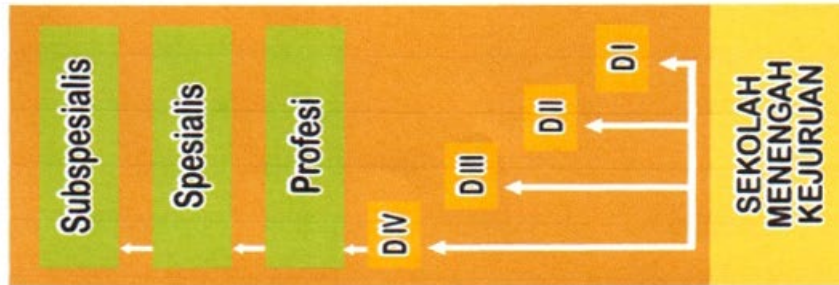
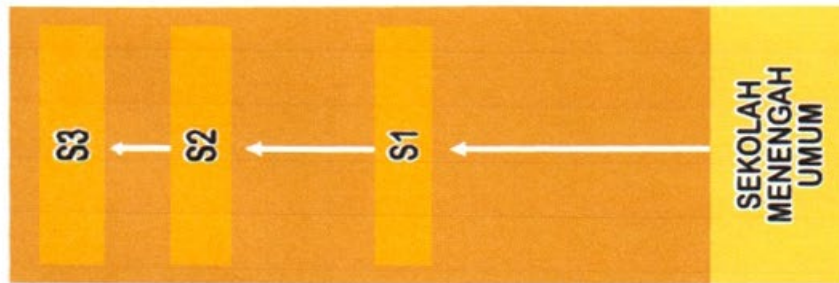
11.2 Jenis-jenis Kualifikasi pada Las WIG / TIG



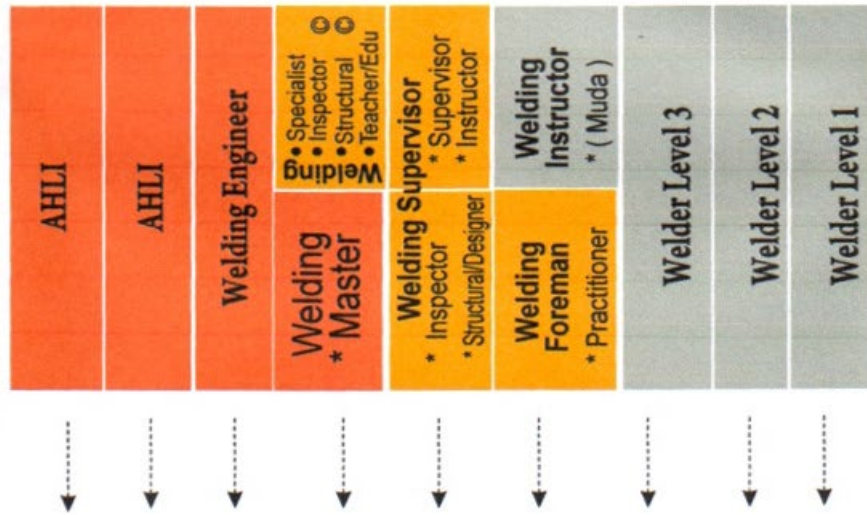
Skema Sertifikasi

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	International Welding Structure Design (IWSD) - IWSD - Comprehensive - IWSD - Standard	-	-
4	International Welding Specialist (IWS)		Welding Supervisor
	International Welding Inspector (IWIP); - IWIP – Comprehensive - IWIP – Standard - IWIP - Basic	-	Welding Inspektor : - Welding Inspector Yuniior - Welding Inspector Senior
6	International Welding Practitioner (IWP)	-	-
7.	International Welder (IW) - International Tube welder (ITW) - International Plate welder (IPW) - International Fillet welder (IFW) - Internasionaal Fabricator welder	AWF – CWCS - S3 - Pipe /tube Welder - S2 - Plate Butt Welder - S1 - Plate Fillet Welder.	SKKNI / KKKNI : - Welder Sertifikat III - Welder Sertifikat II - Welder Sertifikat I
Selain pendidikan / training tsb diatas , masih ada Pendidikan dan Pelatihan (TOT) untuk Instruktur Las (Welding Instruktur)			
	-	-	1. Instruktur Las (Master)
	-	-	2 Instruktur Las (Standard.)
	-	-	3 Instruktur Las (Basic / Associate)

JENJANG PENDIDIKAN FORMAL



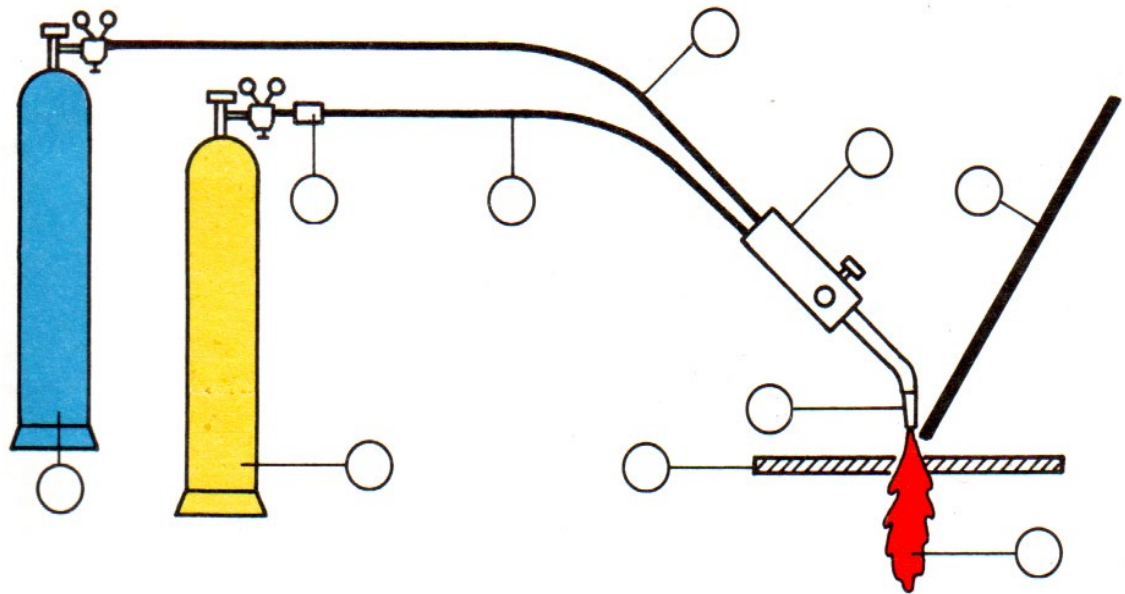
SKEMA KIKNI



Pengembangan Karir Berbasis Pelatihan Kerja Produksi (PBEP)

○ Komprehensif

12.1 Las Otogen (OAW) --- 311

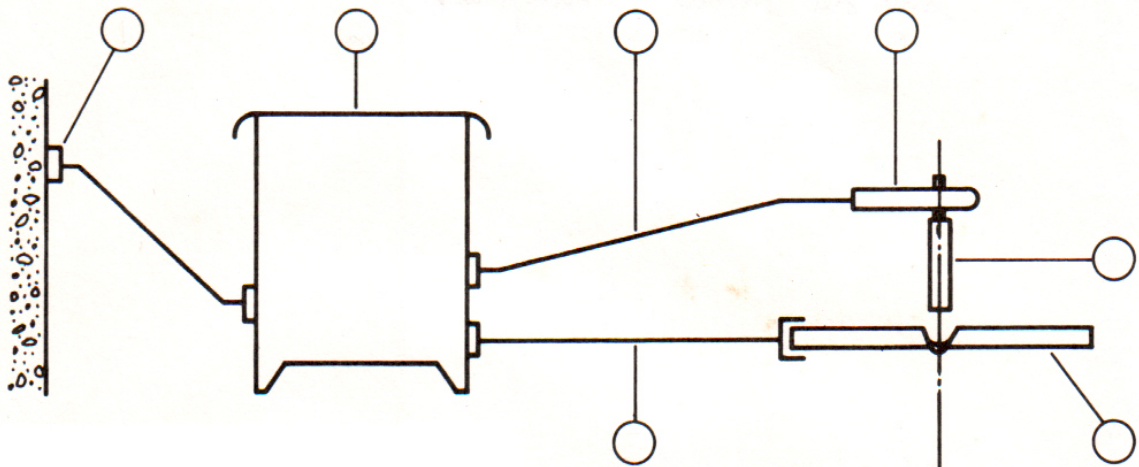


1. Botol oksigen dan manometer
2. Botol acetylen dan manometer
3. Slang gas oksigen
4. Slang gas acetylen
5. Brander las
6. Bahan tambahan
7. Benda kerja
8. Kepala nyala
9. Nyala api
10. Alat pengaman

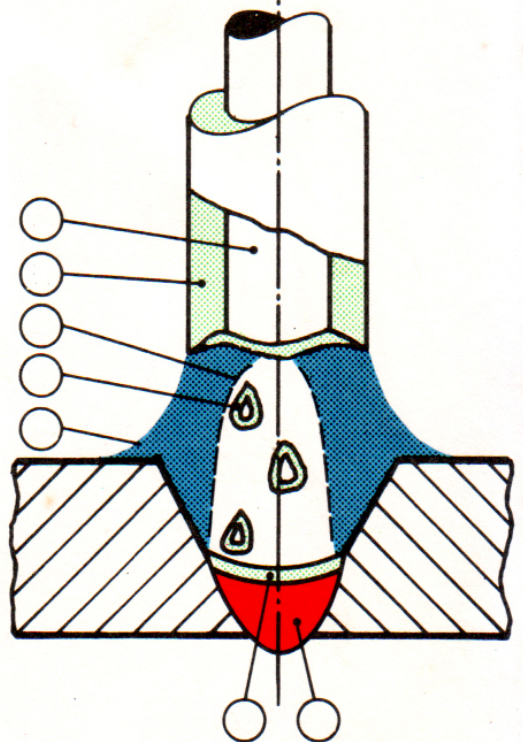
Pemakaian yang ekonomis :

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

12.2 Las Busur Listrik manual (MMA) --- 111



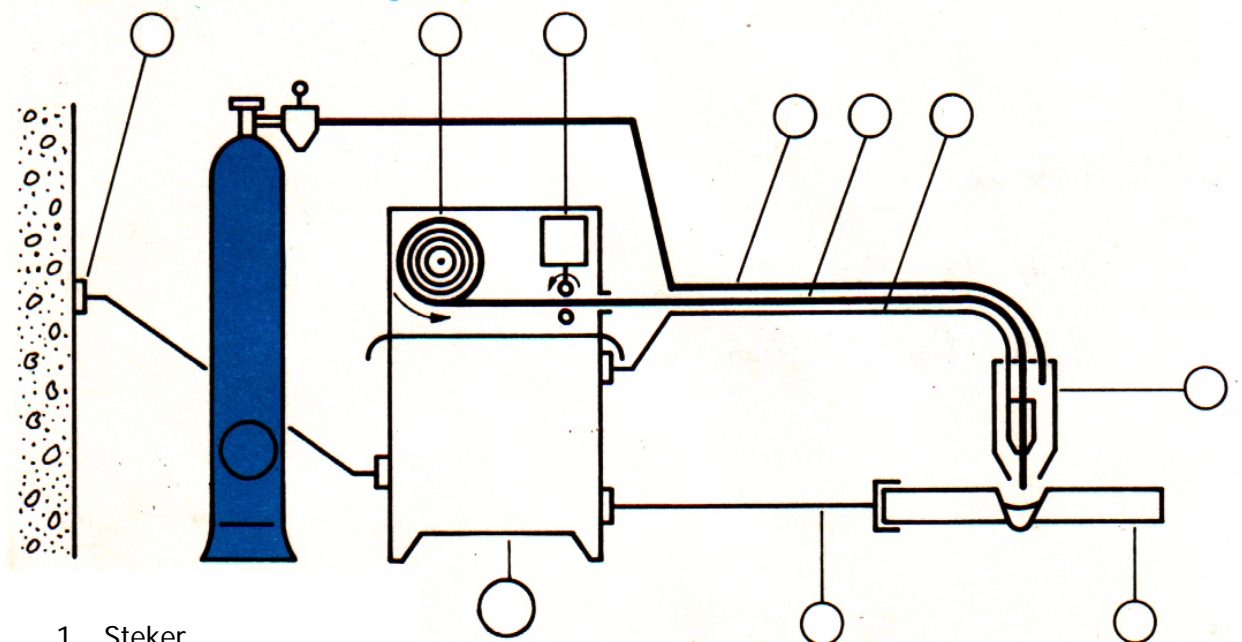
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las ke elektroda
4. Kabel ke benda kerja
5. Pemegang elektroda
6. Elektroda
7. Benda kerja
8. Inti elektroda
9. Selubung elektroda
10. Busur listrik
11. Cairan gas
12. Lonceng gas
13. Terak
14. Hasil pengelasan (kampuh las)



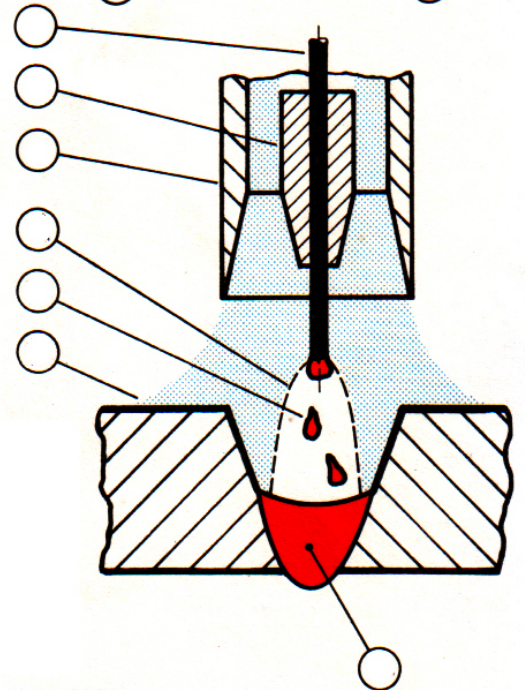
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : Dipakai untuk segala posisi (universal)

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



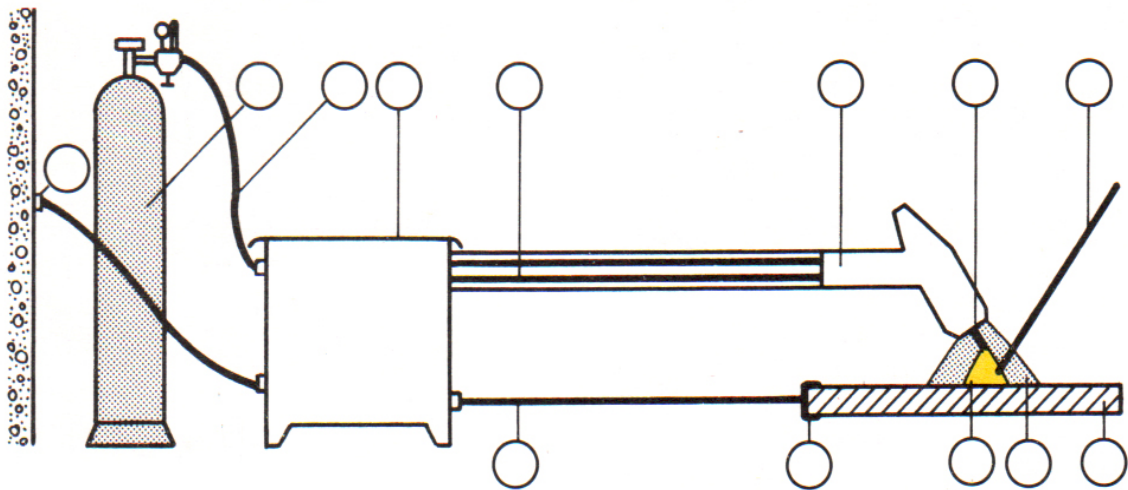
1. Steker
2. Mesin las
3. Gulungan kawat
4. Motor penggerak kawat
5. Botol gas pelindung
6. Kabel las
7. Kawat las
8. Slang gas pelindung
9. Kabel las (ke benda kerja)
10. Brander
11. Benda kerja
12. Pipa kontak listrik.
13. Nozzle gas pelindung
14. Busur listrik
15. Perpindahan logam
16. Metal gas pelindung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



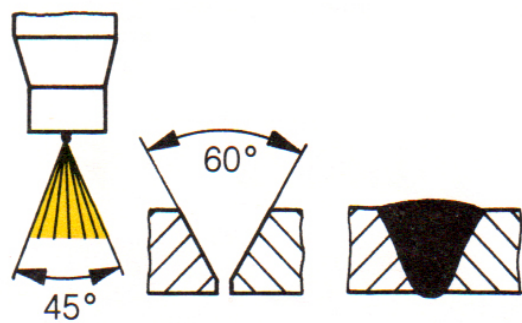
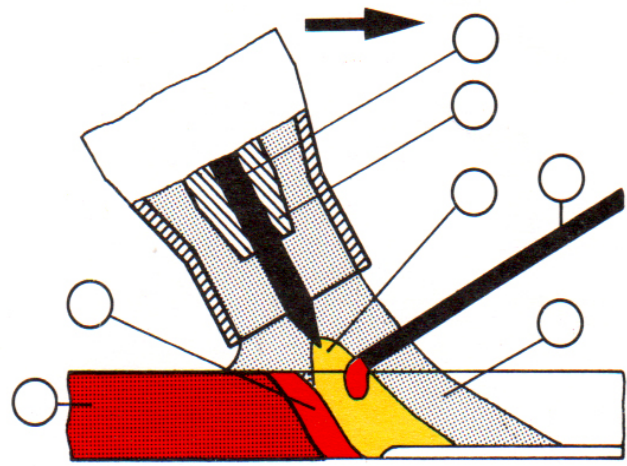
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

**12.4 Wolfram Inert Gas (WIG)
Tungsten Inert Gas (TIG) --- 141**



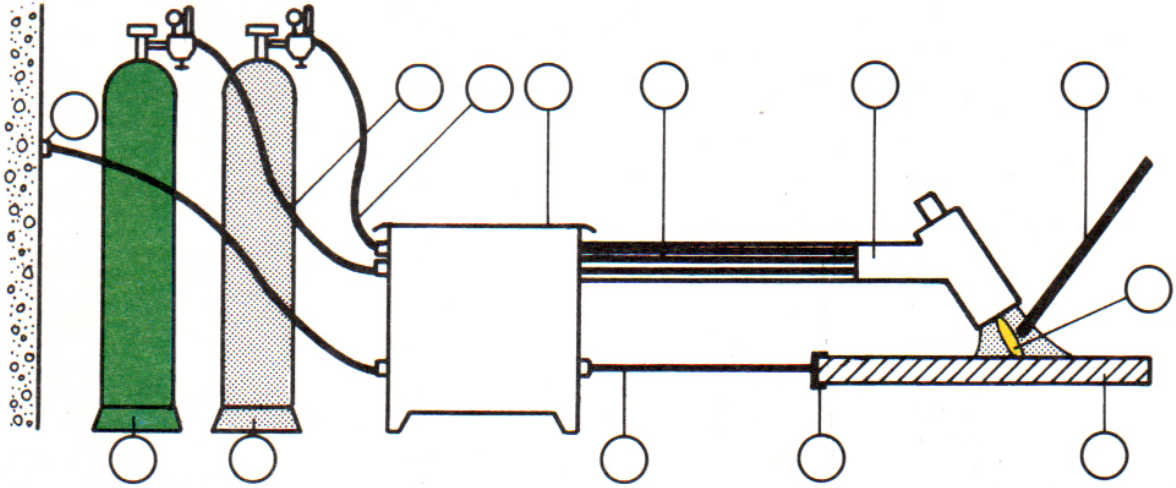
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Klem benda kerja
6. Botol gas pelindung
7. Slang gas pelindung
8. Brander
9. Bahan tambahan
10. Elektroda wolfram
11. Collet
12. Benda kerja
13. Busur listrik
14. Cairan las
15. Kampuh las
16. Mantel gas pelindung



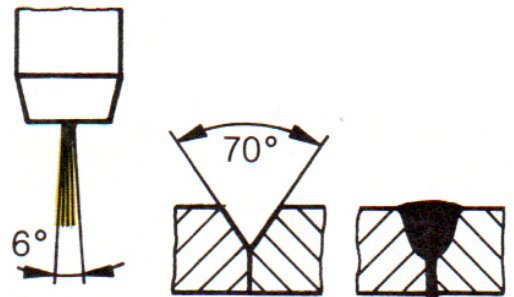
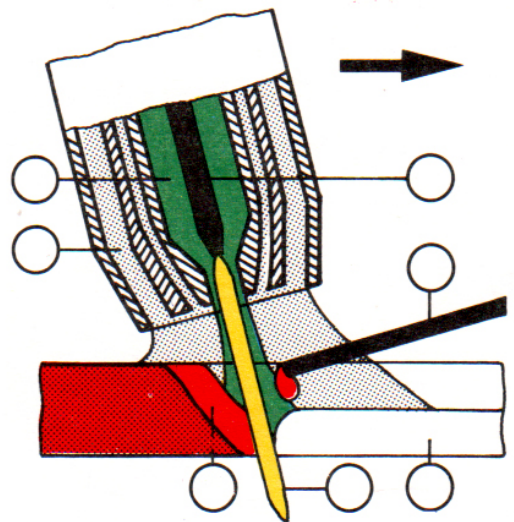
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

12.5 Las Plasma Wolfram (WP) --- 115



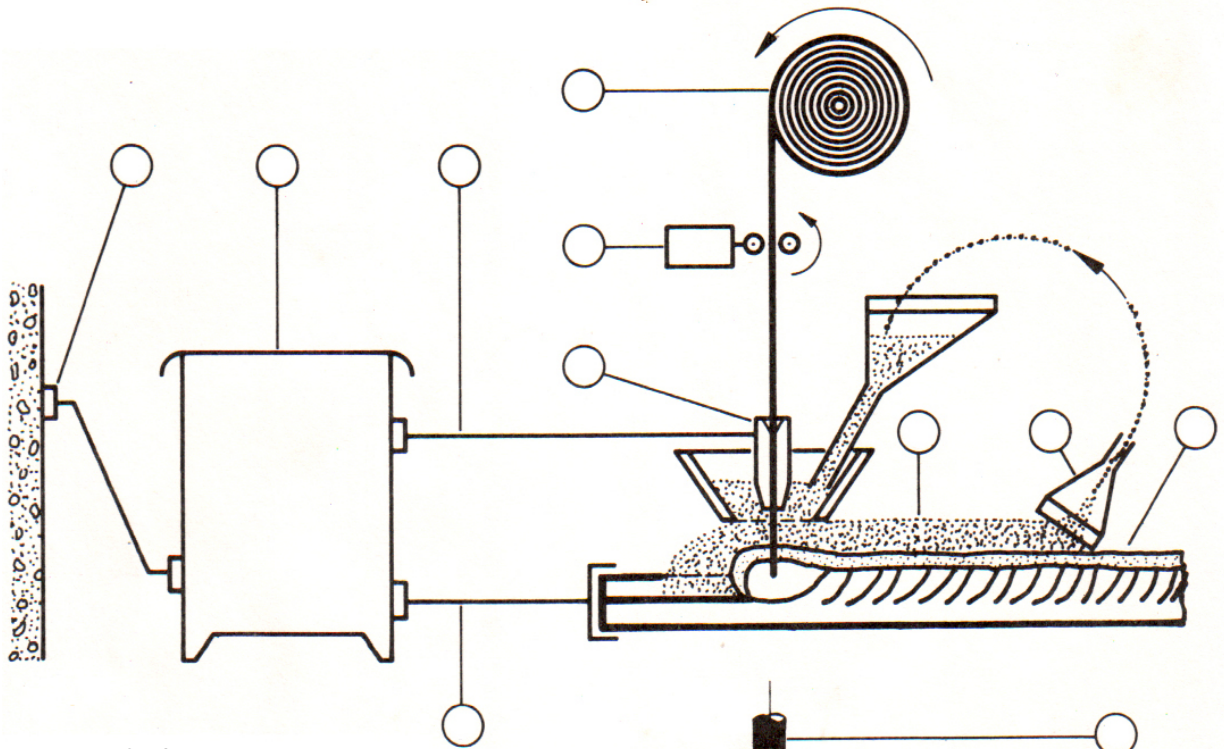
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Massa las
6. Botol gas pelindung
7. Botol gas plasma
8. Slang gas pelindung
9. Slang gas plasma
10. Brander
11. Bahan tambahan
12. Elektroda wolfram
13. Gas pelindung
14. Benda kerja
15. Gas plasma
16. Kampuh las
17.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



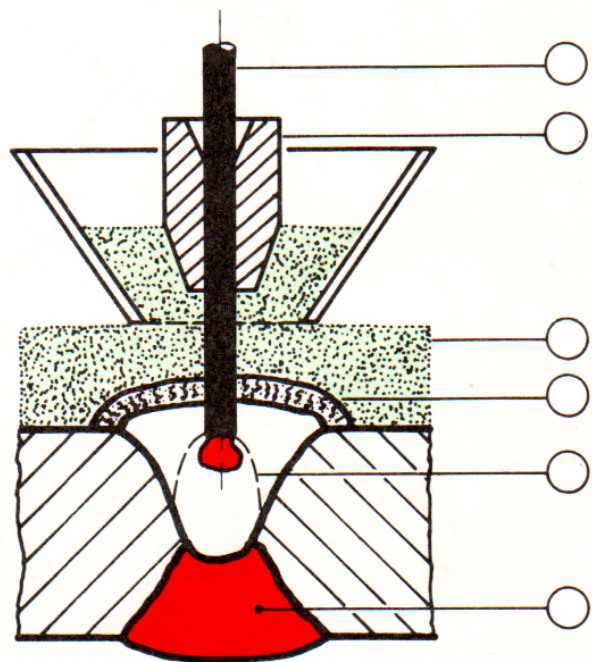
--- Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

12.6 Pengelasan di bawah Serbuk (SAW) ---> 121



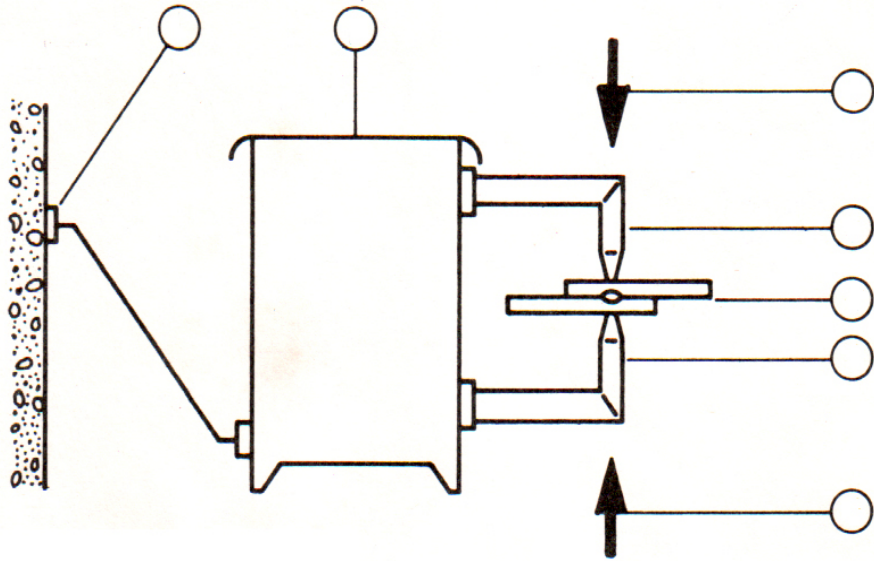
1. Steker
2. Mesin las
3. Kabel las (ke elektroda)
4. Kabel las (ke benda kerja)
5. Gulungan kawat
6. Motor penggerak kawat
7. Pipa kontak
8. Serbuk pelindung
9. Terak
10. Penghisap serbuk
11. Kawat las
12. Busur listrik
13. Lapisan kampuh las



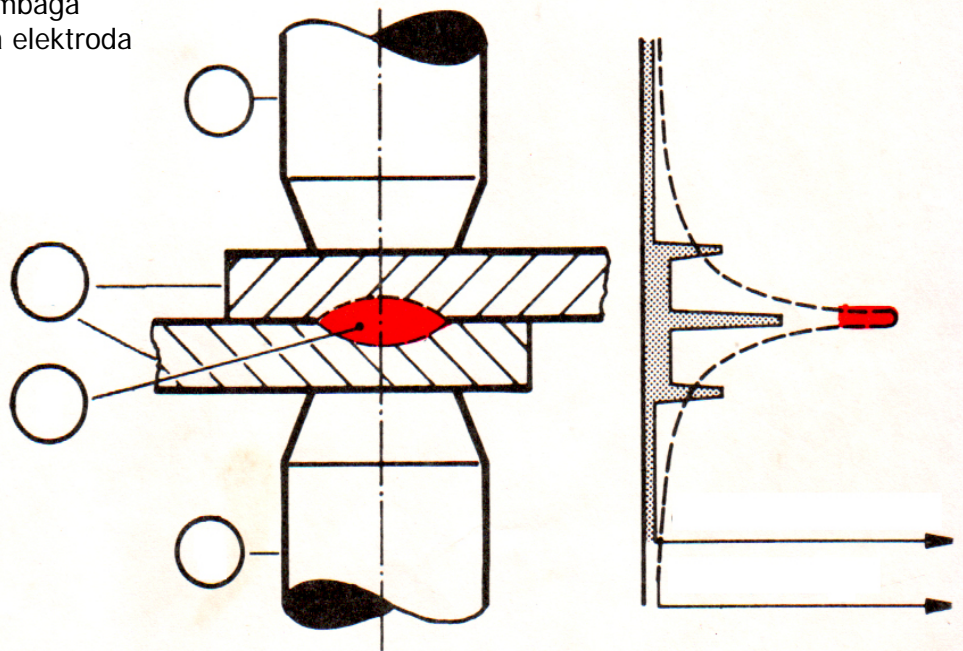
Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

12.7 Las Tahanan Listrik (RW)



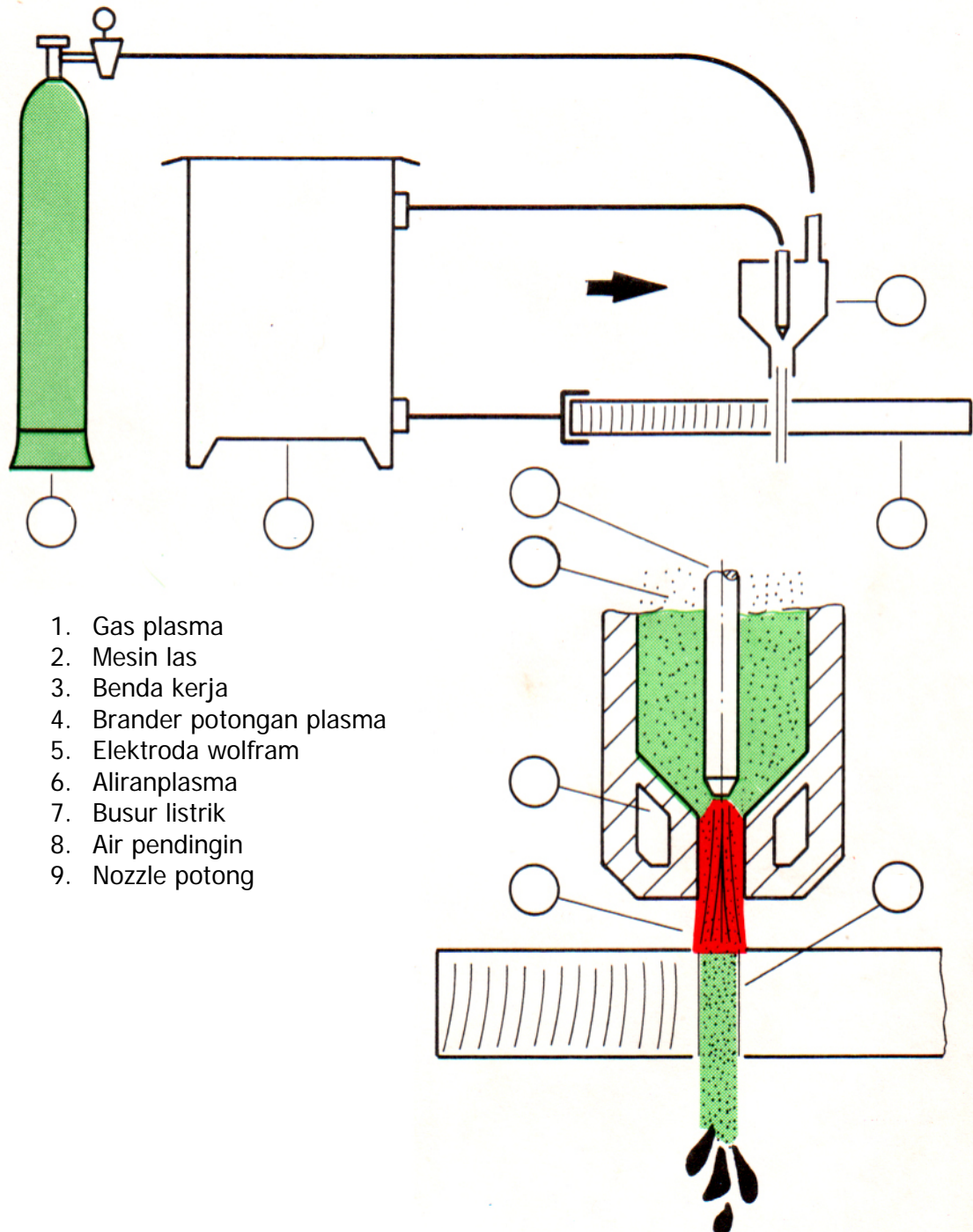
1. Steker
2. Mesin las
3. Elektroda tembaga
4. Tekanan ada elektroda
5. Benda kerja
6. Kampuh las



Pemakaian yang ekonomis

Material : _____
 Ketebalan : _____
 Keterangan : _____

12.8 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.

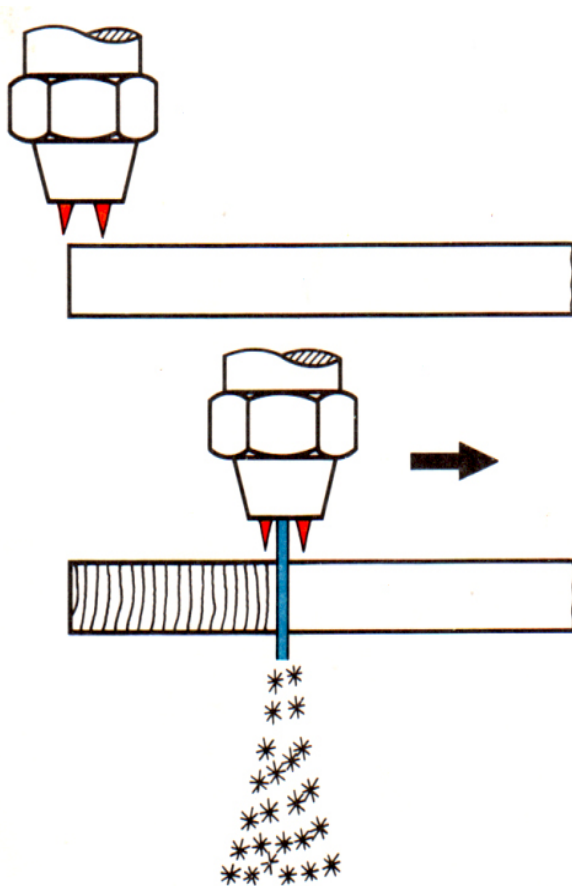
PROSES PEMOTONGAN TERMIS (THERMAL CUTTING)

13.1 PROSES PEMOTONGAN OXY – ACYTYLEN

Pemotongan Oxy – Acetylen adalah proses pemotongan Termis, secara umum proses ini digunakan untuk persiapan kampuh 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 rendahdari temperatur cairnya.
- C. Temperatur cair dari lapisan Oxid 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

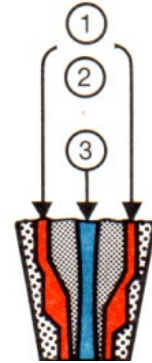
a. Prinsip

- Gas untuk Pemanasan

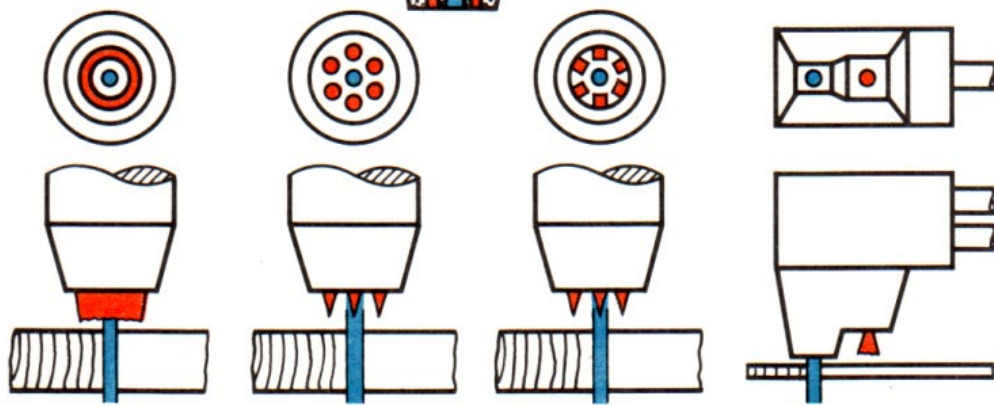
O _____
O _____

- Gas untuk Pemotongan

O _____
O _____



b. Tipe / Model



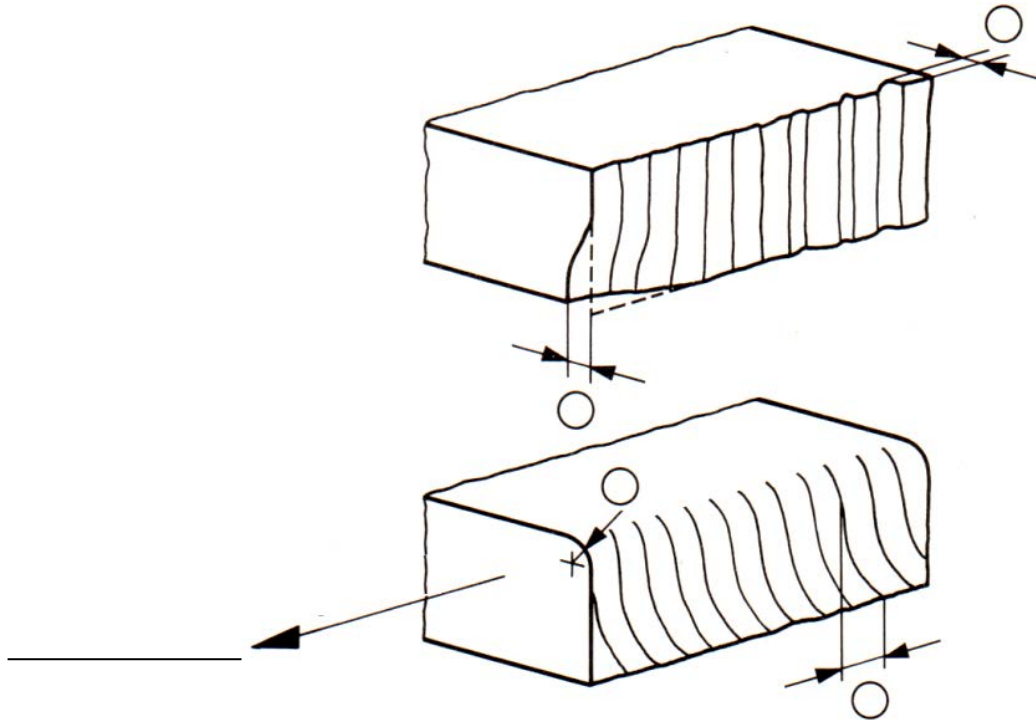
O _____ O _____ O _____ O _____

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 nyala ~ 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. Kedalaman - 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)

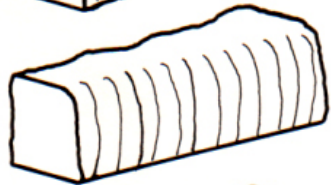
Kesalahan Pemotongan & Penyebabnya

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

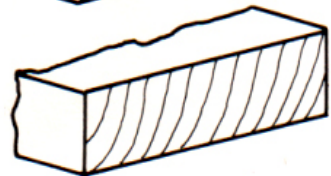
Potongan tidak rata



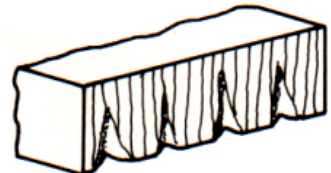
Pojok penampang mencair → banyak



Pergeseran ukiran potong/ penampang → besar



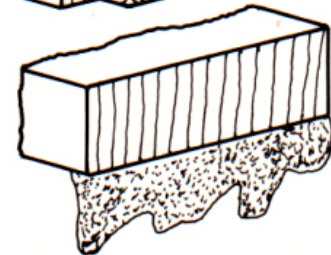
Potongan/penampang berkawah



Potongan/penampang terpotong-potong



Terak menempel Keras (berjenggot)



13.2 GOUGING

a. Gouging dengan Oxy-Acetylen

Gouging dengan Oxy-Acetylen akan digunakan untuk gouging cacat-cacat kampuh las gouging pada sisi akar las sebelum mengelas di sisi akar las atau untuk persiapan kampuh U.

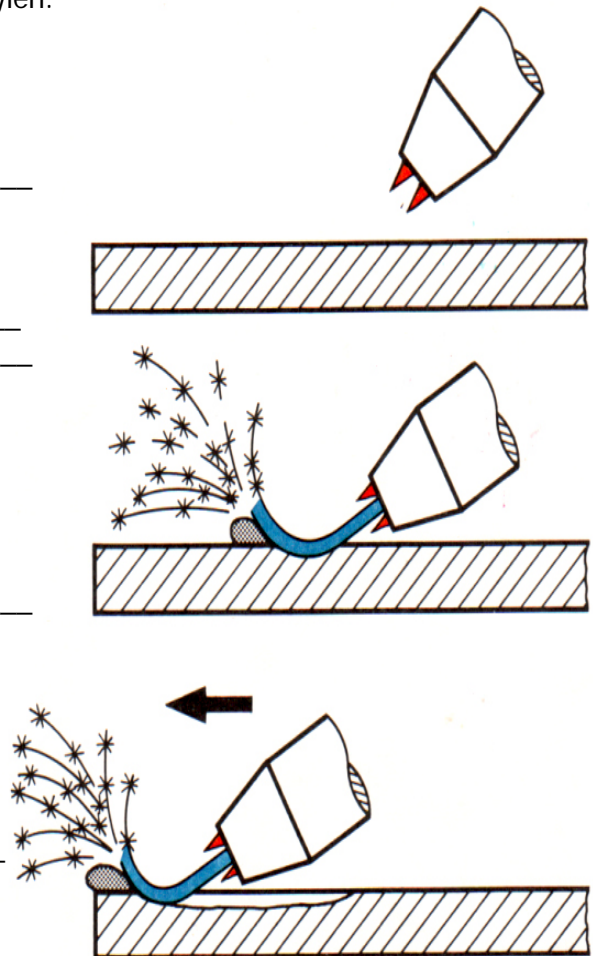
Proses gouging adalah mirip seperti pemotongan dengan Oxy-Acetylen, namun gouging cutting torch memiliki lubang oksigen yang paling sehingga aliran oksigen (O_2) lebih lemah dan aliran O_2 akan membengkok/menyimpang arah dapat lebih baik. Material yang dapat diproses gouging ini apabila memiliki kesesuaian untuk pemotongan dengan proses Oxy-Acetylen.

Nyala pembakaran memanaskan
Permukaan benda kerja

Aliran gas Oksigen (O_2) membakar
Material sampai _____

Melalui gerakan menarik. Grooving
terjadi untuk grooving synclinal

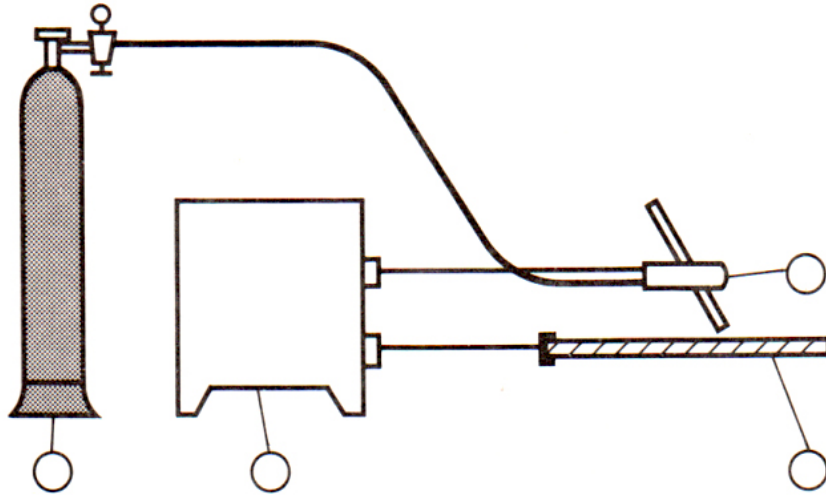
Cairan terak tipis bergerak ke arah
Gouging _____



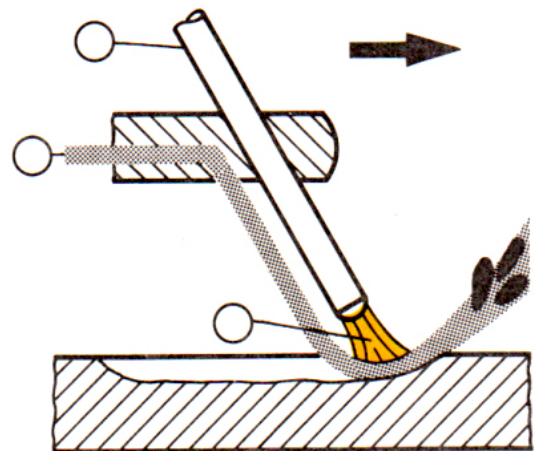
b. Gouging dengan Proses Electric Arc dan Udara Bertekanan

Gouging dengan electric Arc dan udara bertekanan sama seperti pemakaiannya. Sama seperti gouging dengan Oxy-Acetylen walaupun dalam hal ini materialnya mencair dan tidak terbakar.

Gouging dengan proses Electric Arc dan Udara Bertekanan banyak digunakan pada pengerjaan materia-material, khususnya yang tidak bisa pakai gouging Oxy-Acetylen.

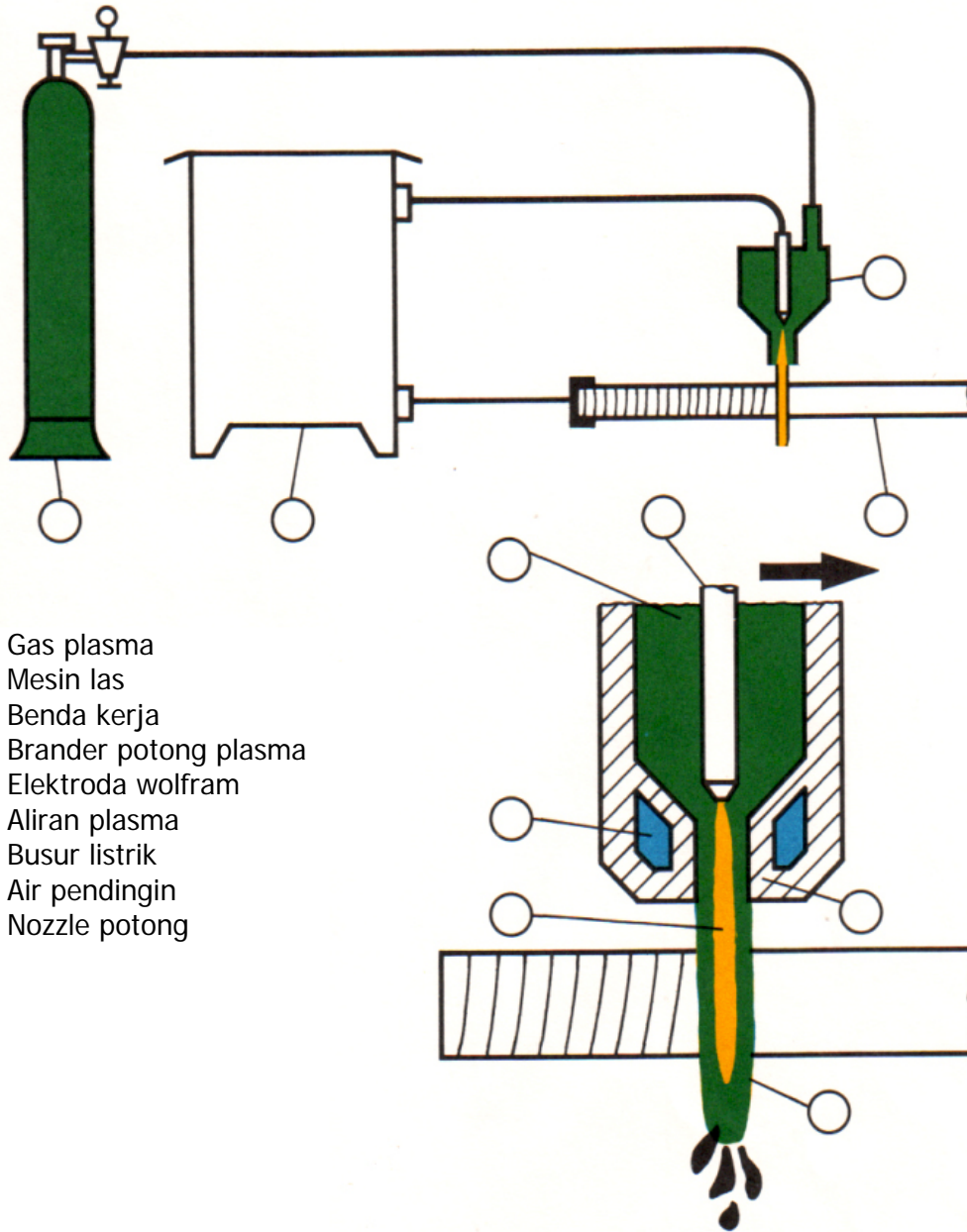


1. Botol udara bertekanan
2. Sumber tenaga
3. Pemegang elektroda potong
4. Elektroda karbon
5. Busur listrik
6. Benda kerja
7. Udara bertekanan



Busur listrik menyala di antara Elektroda Karbon dan benda kerja, busur listrik mencairkan permukaan benda kerja. Di sepanjang aliran elektroda karbon dan udara bertekanan menggerakkan cairan benda kerja ke luar dari gouging.

Pemotongan dengan Plasma

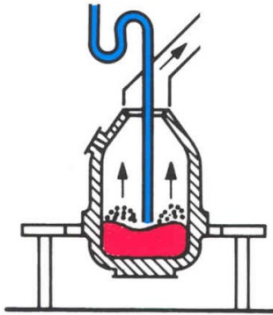


1. Gas plasma
2. Mesin las
3. Benda kerja
4. Brander potong plasma
5. Elektroda wolfram
6. Aliran plasma
7. Busur listrik
8. Air pendingin
9. Nozzle potong

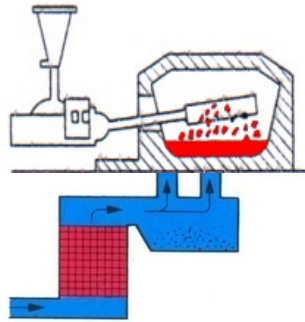
Gas plasma (.....) mengalir dari Nozzle potong (.....). Busur listrik (.....) menyala di antara elektroda wolfram (.....) dan benda kerja (.....). Busur listrik ini memanaskan gas plasma menjadi aliran energi plasma yang memiliki temperatur ____°C. Daerah yang dilalui energi plasma ini akan mencair (membuat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

14.1 Proses Fabrikasi Baja

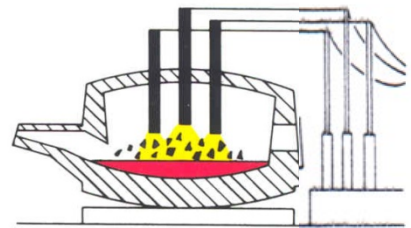
Converter Steel Process



Open heat Process

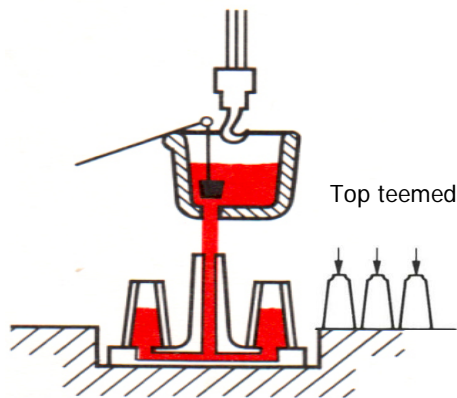


Elektro steel Process



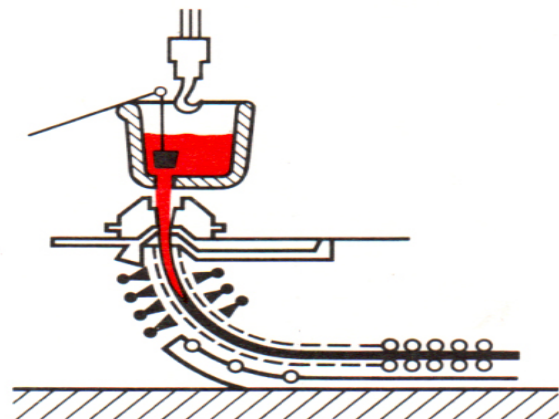
Proses Penuangan Baja

Penuangan _____



Diproses lebih lanjut dengan Proses rolling atau tempa

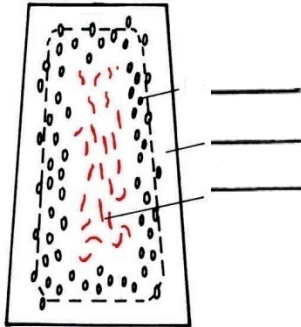
Penuangan _____



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

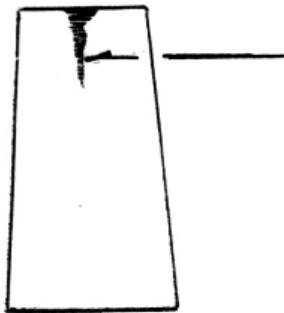
14.2 Type Penuangan (Casting)

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.	_____

14.3 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)

Efek Unsur Paduan pada Pengelasan

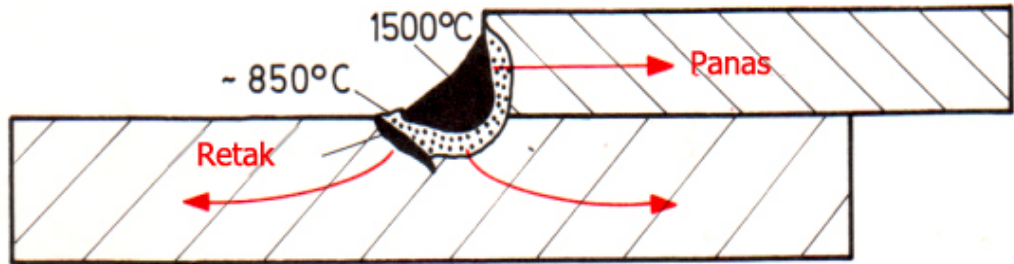
Unsur	kode kimiawi	Daerah pemakaian	Effek terhadap Pengelasan.
karbon	C	Semua Baja	*meningkatnya unsur ini, sebagian dr kesesuaian Pengelasan menjadi (buruk).
Mangaan	Mn	Baja	*memperbaiki kesuaian pengelasan
Chrom Molybden	Cr Mo	Baja	*Chrom bahaya thd pengerasan. *memperbaiki kesesuaian pengelasan via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

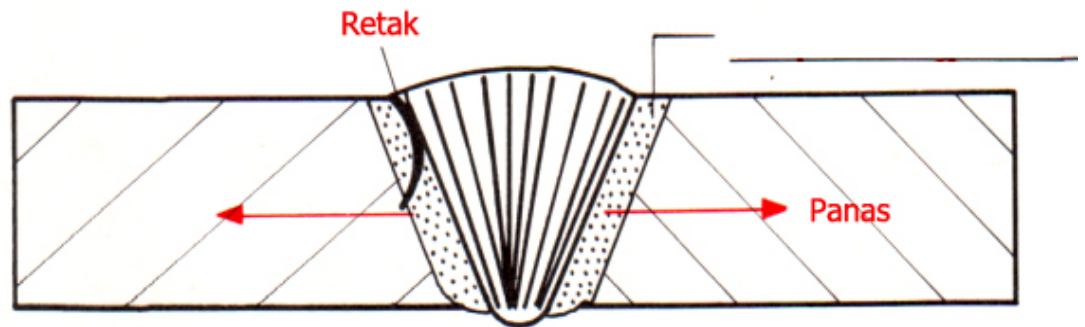
Pengerasan terjadi : Dengan pemanasan di atas 723 °C dan pendinginan yang cepat, maka baja menjadi _____

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

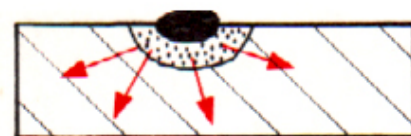
Zone pengerasan pada baja dengan kandungan karbon yang tinggi



Penyebaran panas yang cepat yaitu kerah panah

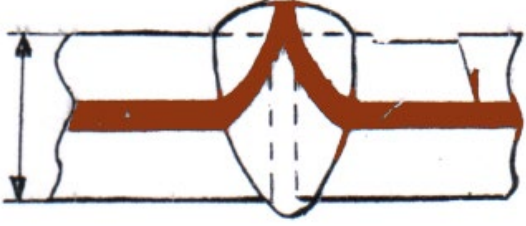
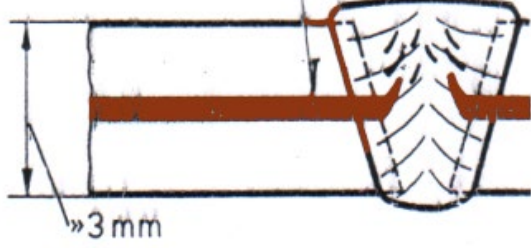
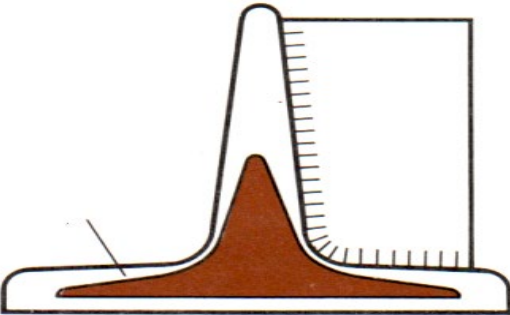
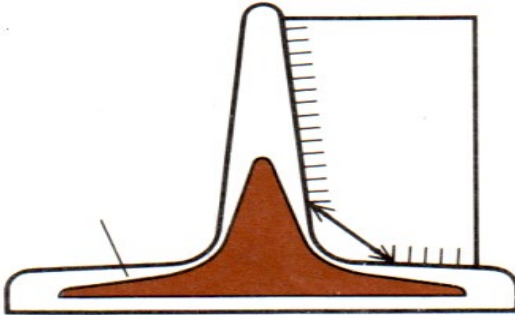


Lokasi penyalaan dan las ikat



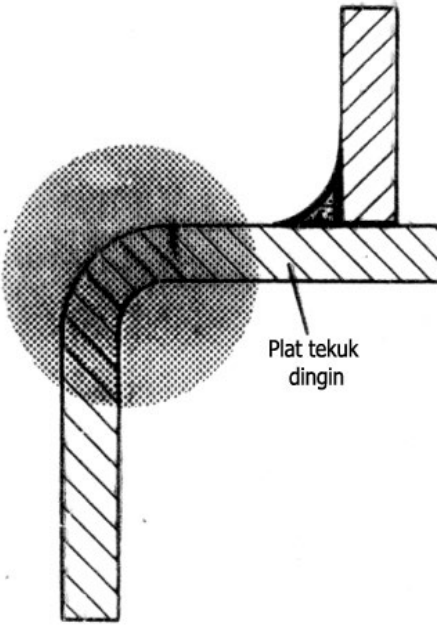
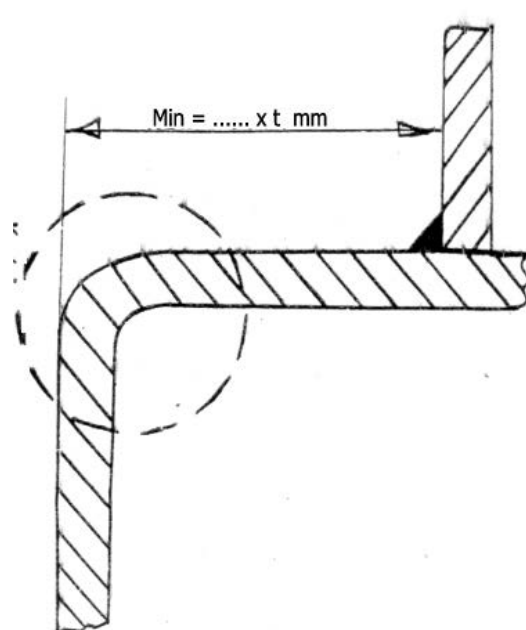
Di lokasi penyalaan dan las ikat terdapat penyebaran panas yang cepat akibatnya _____

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 kampuh I, akan terjadi pencampuran langsung dan banyak akibatnya terjadi _____ pada kampuh las.</p>	 <p>Dibuat sambungan las dengan kampuh 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_2) 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) dijauhkan dari zona tekuk dingin.</p>

14.4 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

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 ?

- Mangan Nickel Belerang Silisium

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

- Mangan 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.


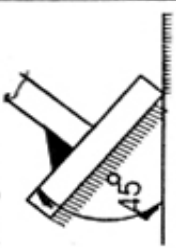
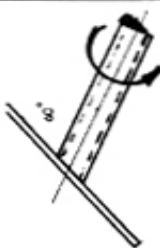
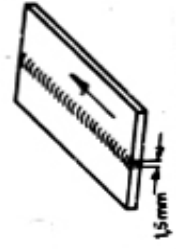
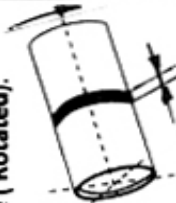
9. apa yg ditampilkan dr bahaya retak karena penuaan (aging) Baja ?

- apa saja ttg Las Penekukan dalam kondisa dingin
 Pengelasan didalam atau disamping daerah / disekitar tekuk dingin.
 Penyimpanan bahan baja yg terlalu lama dalam gudang.

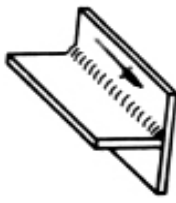
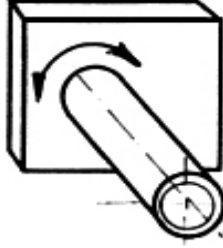
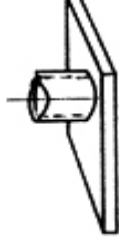
10. Sebutkan unsur /paduan yg diberikan pd baja membuat patah getas (rapuh)?

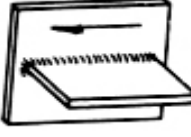
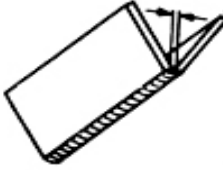

- Mangan Molyden Nickel Nitrogen.

LATIHAN PRAKTEK : MAG / MIG – 1

No	Jenislatihan	BahanInduk	BahanTambah (mm)	Gas pelindung	Posisi pengelasan	Tebal (t) Material	Durasi (jam)	SKETSA
1.	Menarik (menumpuk) / Kampuh I Fillet Weld.	Plate : *Mild steel MS (W01)	G3Si1 Wire Ø 0,8 – 1,0	SG2/SG3	PA	t ≥ 3,0 mm	4	Proses :135 
2	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate : *Mild Steel (W01)	G3Si1 Wire Ø 0,8 - 1,0	SG2 /SG3	PA	t ≥ 8.0 mm	7	Proses : 135 , miring 45° 
3	Kampuh Siku (T) Fillet weld	Plate : *MS (W01) Tube : *Mild steel Ø 3 inch (schd 20)	G3Si1 Wire Ø0,8-1,0 mm	SG2 / SG3	PA	t ≥ 8,0 mm t ≥ 3,0 mm	21	Proses : 135 .Tube (rotated) , 60° 
4	Kampuh I Fillet weld	Plate : *Ms (W01)	G3Si 1 Wire Ø 0,8-1,0 mm	SG2 / SG3	PA	t ≥ 3,0 mm	12	Proses :135 . 
5	Kampuh I Fillet weld	Tube : *Ms (W01) Ø 3 inch (schd 20)	G3Si 1 Wire Ø0,8-1,0 mm	SG2 /SG3	PA	t ≥ 3,0 mm	21	Proses : 135 . .Tube (Rotated). 


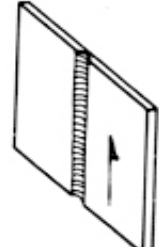
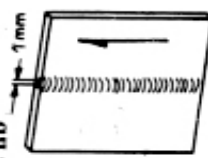
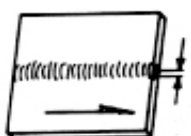
LATIHAN PRAKTEK : MAG / MIG – 2

No	Jenis Pelatihan	Bahan Induk	Bahan Tambah (mm)	Gas Pelindung	Posisi pengelasan	Tebal-Mat (t) mm	Durasi (jam)	SKETSA
1	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate : *Mild steel (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 -1,0mm	SG2/SG3	PB	$t \geq 8,0$	8	Proses : 135 & 136 
2	Kampuh Siku (T) tube to Plate Fillet Weld	Plate : *MS (W01) Tube : *Ø 3 Inch (schd.20)	G3Si 1 Ø 0,8-1,0 mm	SG2/SG3	PH	$t \geq 8,0$ $t \geq 3,0$	21	Tube (Rotated) 
3	Kampuh Siku (T) Tube to plate Fillet Weld	Plate : *MS (W01) Tube : *Ø 3 Inch (Schd.20)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PB	$t \geq 8,0$ $t \geq 3,0$	21	Proses 135,Tube (Fixed). 

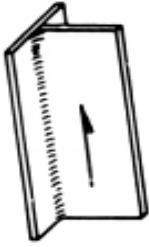
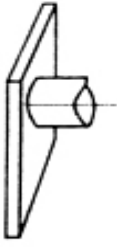


4	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate: *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 -1,0mm	SG2/SG3	PF	t ≥ 8,0	21	Proses 135.& 136 . 
5	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate : *MS(W01)	G3Si 1 Ø 0,8-1,0 mm	SG2/SG3	PC	t ≥ 8,0	16	Proses 135 & 136. 
6	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Pipe : *6 Inch (schd 40) *5 Inchi (Schd.40)	G3Si 1 Ø 0,8-1,0 mm	SG2/SG3	PC	t ≥ 4,0	14	Proses 135 & 136 

Jumlah (1 & 2) 166

LATIHAN PRAKTEK : MAG / MIG – 3

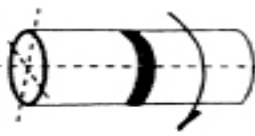
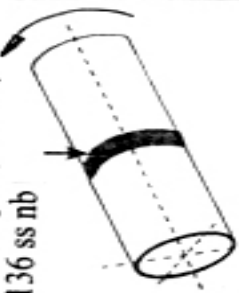
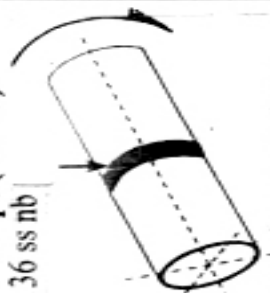
No	Jenis Pelatihan	Bahan Induk	Bahan Tambah (mm)	Gas Pelindung	Posisi Pengelasan	Tebal Mat (mm)	Durasi (jam)	SKETSA.
1	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8- 1,0 mm	SG2/SG3	PF/PG	t ≥ 8,0	14	Proses 135 & 136 
2	Kampuh V (mendatar) Butt Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PA	t ≥ 8,0	14	Proses 135. Ss.nb. 
3	Kampuh V Butt Weld	Plate : *MS (W01)	G#Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PF	t ≥ 8,0	26	Proses : 135 ss nb 136 bs nb 
4	Kampuh V Butt Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PG	t ≥ 8,0	16	Proses 135.ss.nb. 

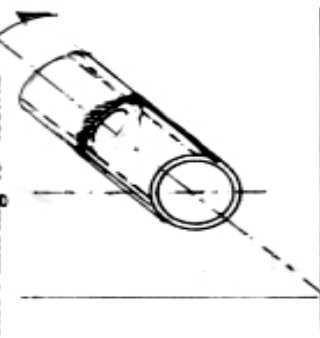
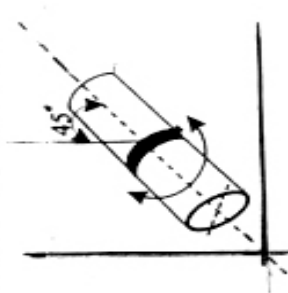
LATIHAN PRAKTEK : MAG / MIG – 4

No	Jenis Latihan	BahanInduk	Bahan Tambah	Gas Pelindung	Posisi Pengelasan	Tebal Mat (mm)	Durasi (Jam)	SKETSA.
1	Kampuh Siku (T) Fillet Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PD	t ≥ 8,0	16	Proses : 135 & 136 
2	Kampuh Siku Tube to Plate Fillet Weld	Plate: *MS (W01) Tube *3 Inch (schd 20)	G3Si 1 Ø 0,8 - 1,0 mm	SG2/SG3	PD	t ≥ 8,0 t ≥ 3,0	24	Prosee 135 .Tube (Fixed) 
3	Kampuh V Butt Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PC	t ≥ 8,0	24	Proses : 135 ss nb 136 ss nb 
4	Kampuh V Butt Weld	Plate : *MS (W01)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	PE	t ≥ 8,0	24	Proses 135.ss.nb 

Jumlah (3 & 4) 158

LATIHAN PRAKTEK : MAG / MIG – 5

N0	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambah	Gas Pelindung	Posisi pengelasan	Tebal Mat(mm)	Durasi	SKETSA
1	Kampuh V Butt Weld	Pipe: Ø 6 Inchi (schd.40)	G3Si1 Ø 0,8 - 1,0 mm	SG2/SG3	PC	$t \geq 4,0$	32	<p>Proses : 136 & 136 ss nb</p> 
1	Kampuh V Butt Weld	Pipe : Ø 6 Inchi (sched 40)	G3Si1 Ø 0,8 - 1,0 mm	SG2/SG3	PH	$t \geq 4,0$	38	<p>Proses 135 .Pipe (Fixed) & 136 ss nb</p> 
2	Kampuh V Butt Weld	Pipa : Ø 6 Inchi (Schd 40)	G3Si1 Ø 0,8 - 1,0 mm	SG2/SG3	PJ	$t \geq 4,0$	14	<p>Proses 135 .Pipe (Fixed) & 136 ss nb</p> 

No	Jenis Latihan	Bahan Induk	Bahan Tambah	Gas Pelindung	Posisi Pengelasan	Tebal Mat (mm)	Durasi (Jam)	SKETSA
1	Kampuh V Butt Weld	Pipa : *Ø 6 Inchi\ (Schd.40)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2/SG3	J-L 045	t ≥ 8,0	24	<p>Proses : 135 . Pipe (Fixed) Posisi : miring 45° .ss.nb</p> 
2	Kampuh V Butt Weld	Pipa: Ø 6 Inchi (Schd 40)	G3Si 1 Ø 0,8 – 1,0 mm	SG2 /SG3	H-L 045	t ≥ 8,0	38	<p>Proses : 135 . Pipe (Fixed) Posisi miring 45° .ss.nb.</p> 

Jumlah (5 & 6)

146

- | | | |
|-----|--|------|
| 17) | DIN 4647 Teil 1
Sichtscheiben für Augenschutzgeräte;
Schweißerschutzfilter | 1) |
| | DIN 4647 Teil 6
Sichtscheiben für Augenschutzgeräte;
Vorsatzscheiben | 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 Flammwärmern | |
| | - 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 | |

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

- | | | |
|----|--|----|
| 1) | AcetV
Verordnung über Acetylenanlagen und Calcium
carbidlager (Acetylenverordnung) | 3) |
| | TRAC 001: Allgemeines,
Aufbau und Anwendung der TRAC | 3) |
| | TRAC 201 Acetylenentwickler | 3) |
| | TRAC 202 Acetylenkühler, - trockner und – teiliger | 3) |
| | TRAC 204 Acetylenleitungen | 3) |
| | TRAC 206 Acetylenflaschenbatterieanlagen | 3) |
| | TRAC 207 Sicherheitseinrichtungen | 3) |
| | TRAC 208 Acetyleneinzelflaschenanlagen | 3) |
| | TRAC 301 Calciumcarbidlager | 3) |
| | TRAC 302 Kalkschlammgruben | 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
Errichten von Starkstromanlagen mit Kennspannungen bis 1000 V | 1)5) |
| 2) | DIN VDE 0540 und DIN VDE 0540a
Bestimmungen für Gleichstrom – Lichtbogen
Schweißgeneratoren und – umformer | 1)5) |
| 3) | DIN VDE 0541 und DIN VDE 0541a
Bestimmungen für Stromquellen zum
Lichtbogenschweißen mit Wechselstrom | 1)5) |
| 4) | DIN VDE 0542 und DIN VDE 0542a
Bestimmungen für Lichtbogen – Schweißgleichrichter | 1)5) |
| 5) | DIN VDE 0543
Schweißstromquellen zum Lichtbogenhand schweißen
für begrenzten Betrieb; Deutsche Fassung EN 50 060 | 1)5) |
| 6) | DIN VDE 0544 Teil 99
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Erste Teilveröffentlichung | 1)5) |
| | DIN VDE 0544 Teil 100
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
sicherheitstechnische Festlegungen für den Betrieb | 1)5) |
| | DIN VDE 0544 Teil 101
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Errichtungen | 1)5) |
| | DIN VDE 0544 Teil 102
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Steckverbindungen für Schweißleitungen | 1)5) |
| | DIN VDE 0544 Teil 103
Schweißeinrichtungen und Betriebsmittel für das
Lichtbogenschweißen und verwandte Verfahren;
Stromquellen | 1)5) |
| 7) | DIN 8569 Teil 200
Stabelektrodenhalter für das Metall –
Lichtbogenschweißen; Größen, Anforderungen,
Prüfungen | 1) |
| 8) | DIN 49 441
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, 10 A, 250 V \cong
und 10 A, 250 V - , 16 A, 250 V ~ | 1) |
| | DIN 49 441 Teil 2
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, DC 10 A / 250 V,
AC 16 A / 250 V; spritzwassergeschützt | 1) |
| | DIN 49 441 Teil 3
Zweipolige Stecker mit Schutzkontakt, DC 10 A / 250 V,
AC 16 A / 250 V; Lehre für Stecker und
Außendurchmesser; Prüfvorrichtung | 1) |
| 9) | DIN 49 462 Teil 2
Mehrpolige Krageinsteckvorrichtung mit Schutzkontakt
16 und 32 A, über 42 bis 750 V; Stecker, | 1) |

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.