



SURAT TUGAS
No. 069/J.16.01/LPPM/III/2020

Yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : LPPM-ITENAS
JL. PHH Mustafa No. 23 Bandung

Menerangkan bahwa :

Nama	NPP	Jabatan
Encu Saefudin, Ir., M.T.	930807	Dosen

Ditugaskan untuk melakukan,

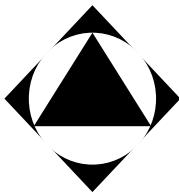
Kegiatan : Pelatihan International Welding Inspector Personel (IWIP) di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung
Sebagai : Tenaga Ahli
Tempat : Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung
Waktu : 10 Maret 2020 dan 16 Maret 2020

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 09 Maret 2020

Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LPPM) Itenas
Kepala,

Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
NPP 20010601



SURAT KETERANGAN
MELAKUKAN KEGIATAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL
No. 104/C.02.01/LPPM/II/2021

Yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
Jabatan : Kepala
Unit Kerja : LPPM-Itenas
JL. P.K.H. Mustafa No.23 Bandung

Menerangkan bahwa,

Nama	NPP	Jabatan
Ir. Encu Saefudin, M.T.	930807	Tenaga Ahli

Telah melakukan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat sebagai berikut:

Nama Kegiatan : Pelatihan International Welding Inspector Personel (IWIP) di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung
Tempat : Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung
Waktu : 10 Maret 2020 dan 16 Maret 2020
Sumber Dana : Kementerian Perindustrian Republik Indonesia

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandung, 11 Februari 2021

Lembaga Penelitian dan Pengabdian
kepada Masyarakat (LPPM) Itenas
Kepala,

Iwan Juwana, S.T., M.EM., Ph.D.
NPP. 20010601

LAPORAN KEGIATAN

PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT



PELATIHAN
INTERNATIONAL WELDING INSPECTOR PERSONEL
(IWIP)
DI BALAI BESAR BAHAN DAN BARANG TEKNIK (B4T)
BANDUNG

OLEH :

Encu Saefudin., MT **119930807**

PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Pelatihan International Welding Inspector Personel (IWIP) di Balai Besar
Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung

Nama Mitra 1 : Bapak Ir. Zulhadian

:

Ketua Tim Pengusul

NIDN/NIDK : 119930807
Nama lengkap (beserta gelar) : Encu Saefudin, MT
Pangkat/Golongan : IV A
Jenis Kelamin : Laki laki
Program Studi/Fakultas : Teknik Mesin/ FTI
Bidang Keahlian : Konstruksi
Alamat Kantor : Jl. PKH. Hasan Mustopa No. 23 Bandung 40124
Telepon/Faks Kantor : +62-22-7272215 / +62 -227202892
Alamat Rumah : Jl. Cibiru Hilir No 29 RT02 RW02 Cileunyi kab Bandung
Nomor HP/WA : 0818647431
Email : encu@itenas.ac.id
ID Sinta : :-

Anggota Tim Pengusul

Jumlah Anggota : -
Nama Anggota I/bidang keahlian : - /
Nama Anggota II/bidang keahlian : /
Mahasiswa yang terlibat : -
Laboran yang terlibat : -

Lokasi Kegiatan

Nama Mitra : Bapak Ir. Zulhadian
Wilayah Mitra 1 : di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung

- Desa/Kecamatan : -
- Kota/Kabupaten : Bandung
- Provinsi : Jawa Barat
- Jarak PT ke Mitra : -

Wilayah Mitra 2 :

- Desa/Kecamatan :
- Kota/Kabupaten :
- Provinsi :
- Jarak PT ke Mitra : km

Luaran yang dihasilkan : Laporan Pelatihan International Welding Inspector Personel (IWIP) di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung

Waktu Pelaksanaan : Tanggal 10 dan 16 Maret 2020

Total Biaya : - (wajib diisi)

Sumber pendanaan : RT Setempat (Rp.)

Sumber pendanaan : (Rp.)

Bandung, 10 Februari 2021

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknologi Industri



(Jono Suhartono, Ph.D

120020401

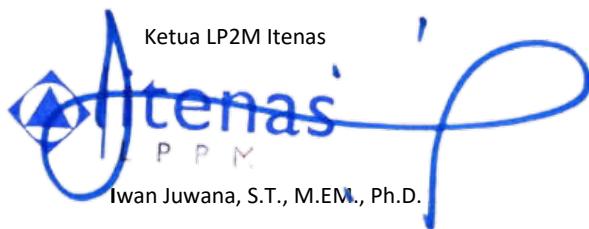
Pengusul

(Encu Saefudin,MT)

NIDK:119930807

Disahkan oleh :

Ketua LP2M Itenas



NIDN : 04030177



**AGENCY FOR INDUSTRIAL RESEARCH AND DEVELOPMENT
CENTER FOR MATERIAL AND TECHNICAL PRODUCT
BANDUNG - INDONESIA**

Approved Training Body within International Institute of Welding (IIW) by ANB Indonesian (IWS-ANB)

SURAT KETERANGAN

No.: 30.1/B4T-TC/III/2020

Menerangkan bahwa :

N a m a : Ir. Encu Saefudin, MT.
Sebagai : Instruktur

pada Pendidikan dan Pelatihan,

International Welding Inspector Personnel (IWIP)

Topic :

- Welding Inspection (4.1) - 9 Hours
- Technical Drawing Construction Welding (4.2) - 9 Hours

yang dilaksanakan pada program Diklat Tahun 2020, di Balai Besar Bahan dan Barang Teknik (B4T) Bandung

Bandung, 17 Maret 2020

Kepala Seksi Pengembangan Kompetensi dan Sarana Riset
Training Manager



Lampiran- lampiran

Bahan bahan presentasi pada kegiatan pelatihan



A. PENGERTIAN INSPECTION

- **Inspection atau Inspeksi**

Adalah teknologi untuk memeriksa dan meng-audit hasil konstruksi berdasarkan standard dan spesifikasi yang diacu. (Khusus ditujukan untuk sesuatu kegiatan konstruksi tertentu)

- **Syarat Inspector Las yang Professional**

Inspector las yang professional adalah inspector yang mengkhususkan pada pengendalian dan verifikasi hasil las sesuai standard dan spesifikasi .

- **Kegiatan ini terdiri dari 2 jenjang :**

- Quality Control
- Quality Assurance

Quality Control

- **Quality Control** adalah kegiatan fisik dilapangan yang menggunakan peralatan bantu untuk visual Inspection, NDT (Non Destructive Test) dan DT (Destructive Test) .

- Tujuan **Quality Control** adalah mengontrol (mengendalikan) kondisi las (baik mutu, pengerjaan, Workmanship dan fungsi sambungan)

Quality Assurance

- **Quality Assurance** adalah kegiatan untuk memverifikasi, meyakinkan dan mengaudit hasil kerja pihak QC.
- Dengan maksud untuk :
 - Meyakinkan bahwa pengelasan dilaksanakan dengan benar dan sesuai kaidah dalam standard dan spesifikasi yang diacu.
 - Menyakinan bahwa *mechanical integrity* (Integritas mekanis) memenuhi persyaratan keselamatan yang dituntut oleh *client* (stake holder).

Catatan :

- QC (**Quality Assurance**) bersifat operasional (berdasarkan kompetensi) dan menggunakan peralatan perlengkapan standard untuk mengendalikan mutu dan penggerjaan las.
- QA (**Quality Assurance**) bersifat managerial (hanya menggunakan *power of expertise* / daya kemampuan dan *power of experience*) pengalaman dan dilengkapi software dan hardware yang diperlukan.

Pisau Analisa

Setiap **inspector professional** harus menghayati dan mengamalkan 5 pisau analisa yaitu :

1. Keselamatan **Personel** (*Personnel Safety*)
2. Keselamatan **Produksi** (*Production Safety*)
3. Keselamatan **Konstruksi** (*Construction Safety*)
4. Keselamatan **Operasi** (*Operational Safety*)
5. Keselamatan **Lingkungan** (*Environmental Safety*)

- Setiap *inspector* yang menguasai aspek *safety* ini akan menjadi *inspector* yang :
 - *Credible* (dapat dipercaya)
 - *Accountable* (akuntabel/bertanggung jawab)
 - *Reliable* (dapat diandalkan)
- Dan menghasilkan mutu kerja yang **berkualitas** : maka *Acceptable* (cocok/dapat diterima)
- Sebaliknya *inspector* yang tidak menguasai 5 pisau analisa, akan bersifat **kurang/tidak professional** dengan hasil kerja **tidak berkualitas** : maka *rejectable* (gagal/tidak dapat diterima)

B. Pelaksanaan Inspeksi

- Harus dilaksanakan secara **teliti** (*Comprehensive*) dan **hati-hati** (*Careful*)
- Selalu **bercuriga** terhadap kemungkinan **penyimpangan** / salah kurang / lebih yang mengakibatkan **kerusakan konstruksi**
- Dapat mengalami **kekeliruan prosedur administrasi kerja**, oleh sebab itu harus melakukan **check** dan **re-check**
- Selalu bekerja berdasarkan **syarat syarat** (*conditional*) kerja, **rencana kerja** dan **dokumentasi** hasil kerja (data, referensi dan **photography**)
- **Disamping hal tersebut diatas, inspector harus memiliki kemampuan untuk :**
 - Mengetahui baik dan buruk
 - Harus menguasai bahasa inggris
 - Harus menguasai gambar teknik

- Seorang *inspector* yang professional, **tidak ada** langkah yang yang **tidak dicatat**.
- *Inspector* yang mencatat semua kegiatan inspeksi dan membuat laporan kerja **harian, mingguan, bulanan** dan **tahunan** (*year book*) yang berisi **risalah** dan riwayat pekerjaan / *activity* yang akurat.
- **Oleh karena itu laporan harus bersifat :**
 - Apa Adanya
 - Quantitatif dan Qualitatif
- Diupayakan laporan inspeksi hanya bersisi **satu lembar** saja, jika ada lembar lain lain maka dilampirkan di *attachment*.
- **Bahasa** laporan harus **lugas** hal ini penting untuk melindungi personel, pimpinan perusahaan dan lingkungan perusahaan.

TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.1 INSPECTION_2

I. DASAR-DASAR INSPECTION

II. LAS (*WELDING*)

III. BEBERAPA MASALAH DI LAPANGAN

IV MUSUH-MUSUH LAS

ENCU SAEFUDIN

B4T

10 MARET 2020

II. LAS (*WELDING*)

- A. DEFINISI DAN JENIS LAS
- B. OAW (*Oxy acetylene Weld*)
- C. SMAW (Shielded Metal Arc Welding)
- D. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)
- E. GMAW (Gas Metal Arc Welding)
- F. FCAW (Flux Core Arc Welding)
- G. SAW (Submarged Arc Welding)

Definisi Las dan Penghasil Panas

- **Las welding** adalah teknologi penyambungan dua atau lebih benda padat melalui **pencairan** (*dilution*) dan **perpaduan** (*Fusion*) menggunakan panas.
- **Panas Dihasilkan Dari :**
 - Oxygen / Accetylene (OAW)
 - Electrical Arc (Busur nyala listrik)
 - Kombinasi gas dan busur nyala
 - Friksi (*Friction*)
 - Induksi listrik (*Induction*)
 - Laser
 - Ultrasonic Wave
 - Electro Bombardment
 - Electrical Fusion
 - Plasma
 - Electrical Resistance

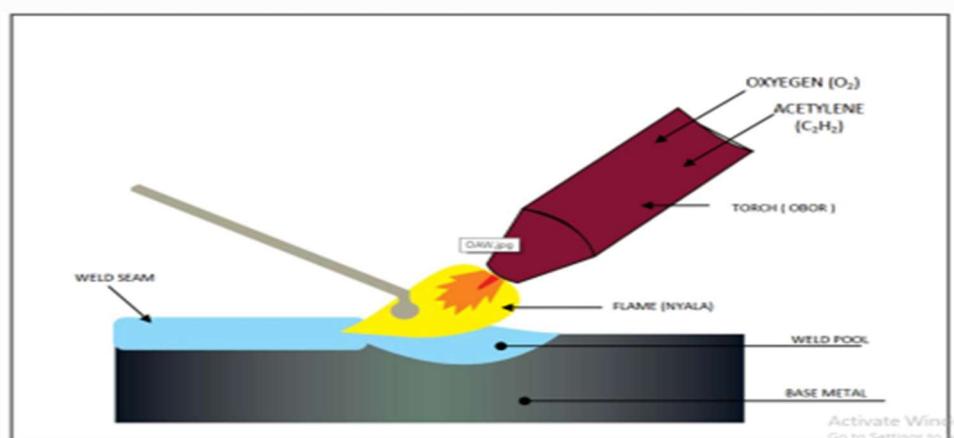
Definisi Las dan Penghasil Panas

- **Las welding** adalah teknologi penyambungan dua atau lebih benda padat melalui **pencairan (dilution)** dan **perpaduan (Fusion)** menggunakan panas.
- **Panas Dihasilkan Dari :**
 - Oxygen / Acetylene (OAW)
 - Electrical Arc (Busur nyala listrik)
 - Kombinasi gas dan busur nyala
 - Friksi (Friction)
 - Induksi listrik (Induction)
 - Laser
 - Ultrasonic Wave
 - Electro Bombardment
 - Electrical Fusion
 - Plasma
 - Electrical Resistance

JENIS-JENIS LAS

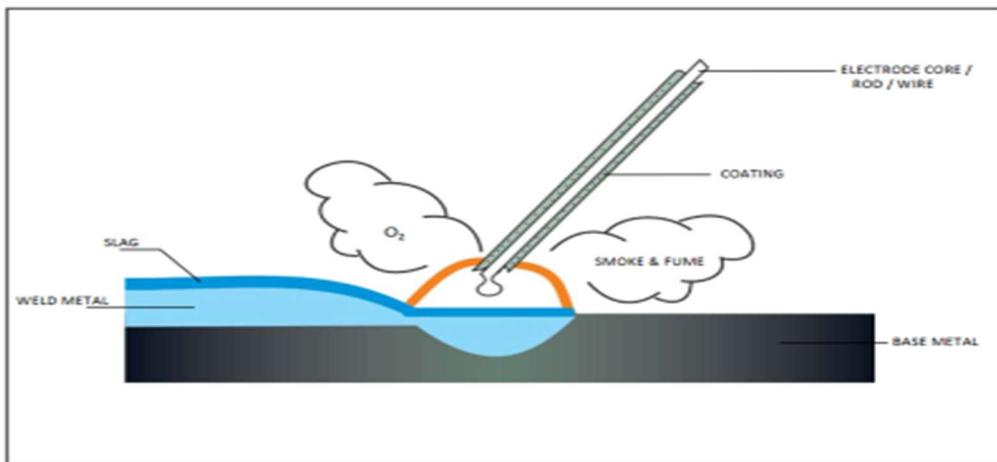
1. **OAW (Oxy acetylene Weld)** : **Las Karbit**
2. **SMAW (Shielded Metal Arc Welding)** : **Las logam Busur Listrik Terbungkus**
3. **GTAW (Gas Tungten Arc Welding)**
4. **GMAW (Gas Metal Arc Welding)/MIG – MAG WELDING**
5. **FCAW (Flux Core Arc Welding)**
6. **SAW (Submarged Arc Welding)**

A. OAW (Oxy Acetylene Weld)



Catatan : - Acetylene dapat juga dihasilkan dari kabid dan air

B. SMAW (Shielded Metal Arc Welding)

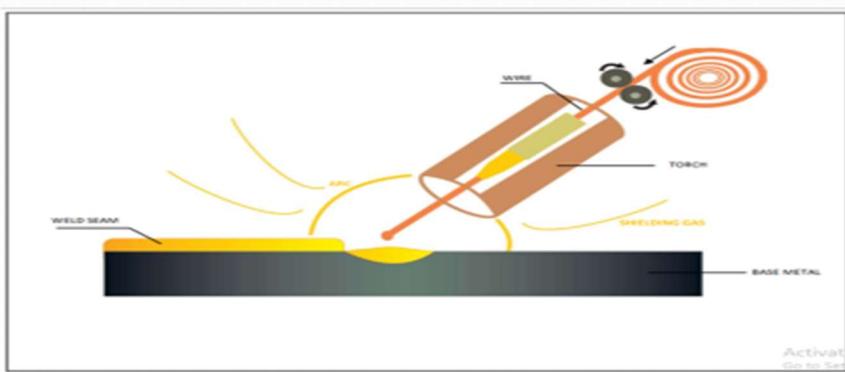


C. GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)

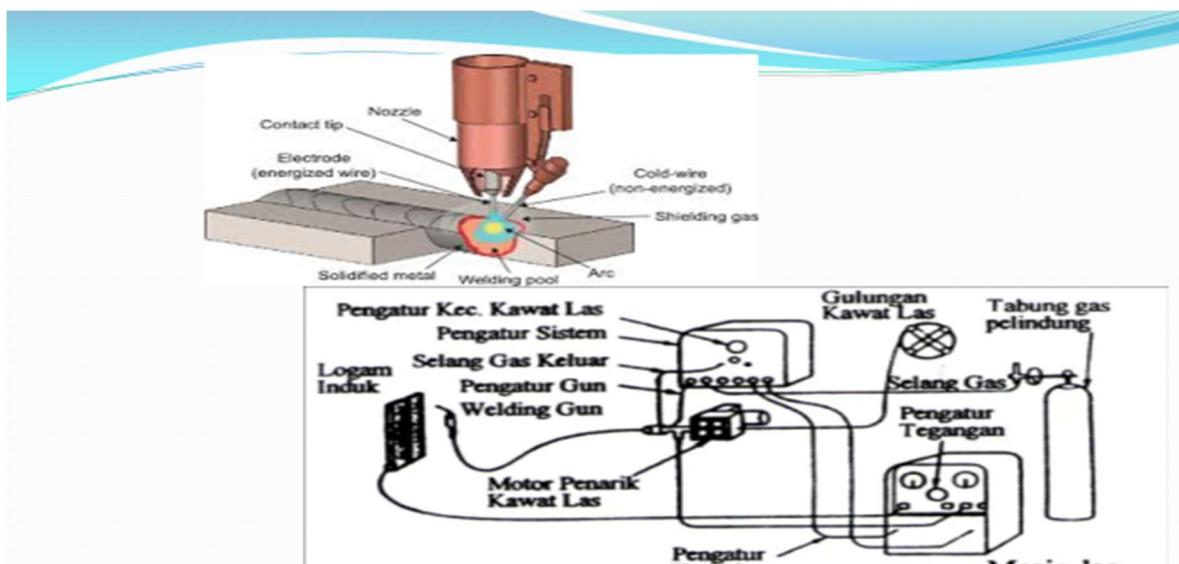


D. GMAW (Gas Metal Arc Welding)

a. GMAW (Gas Metal Arc Welding)
MIG – MAG WELDING
• MIG (Metal Inert Gas) + MAG (Metal Active Gas)



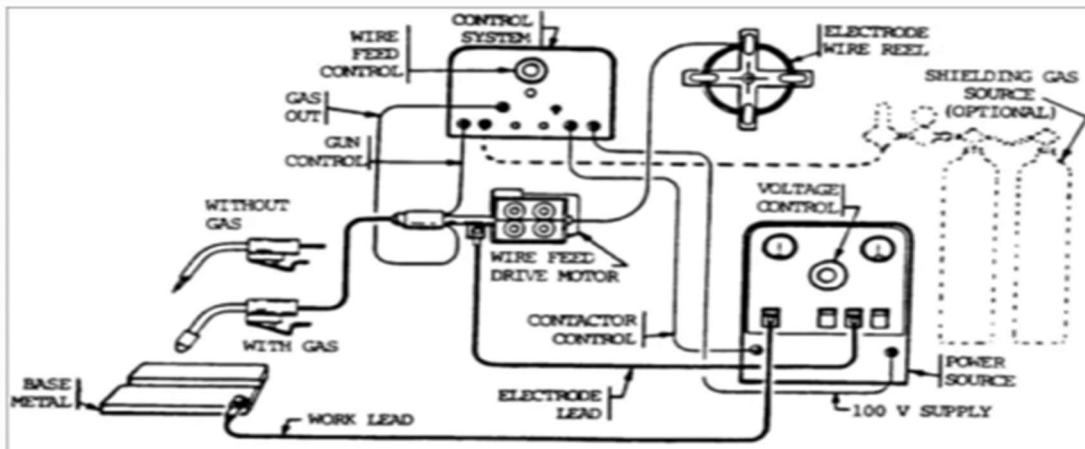
- **Pengertian Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding) MIG MAG** Adalah salah satu jenis proses Pengelasan atau penyambungan bahan logam yang menggunakan sumber panas dari energi listrik yang dirubah atau dikonversi menjadi energi panas, pada proses Las GMAW ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu roll dan menggunakan gas sebagai pelindung logam las yang mencair saat proses pengelasan berlangsung.
- Parameter pengelasan GMAW yang dapat mempengaruhi hasil lasan adalah Voltase, Ampere, Kecepatan Las dan Jenis Gas Pelindung.
- Pada Las GMAW terdapat dua jenis pembagian berdasarkan jenis gas pelindung yaitu Proses Las MAG dan Proses Las MIG.



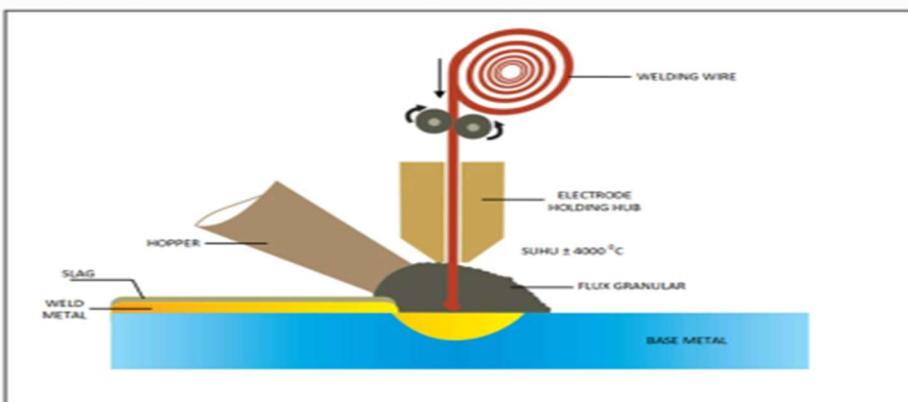
Peralatan Mesin Las FCAW :

- **Wire Feeder.**
Berfungsi untuk menarik kawat las dan mengeluarkannya melalui welding gun, pada proses ini kawat las dapat dikeluarkan secara terus menerus sampai proses pengelasan selesai.
- **Work Lead.**
Berfungsi untuk menghubungkan kabel masa dari mesin ke benda kerja.
- **Welding gun.**
Berfungsi untuk melakukan proses pengelasan yang merupakan tempat keluarnya kawat las dan gas pelindung.
- **Ampere dan Volt kontrol.**
Berfungsi untuk mengontrol besar kecilnya ampere dan voltase, biasanya pengontrol ini terdapat pada mesin las atau di wire feeder.
- **Tabung gas.**
Berfungsi untuk menyimpan gas pelindung yang digunakan sebagai gas pelindung saat proses pengelasan berlangsung. Berikut gambar skema proses las FCAW :

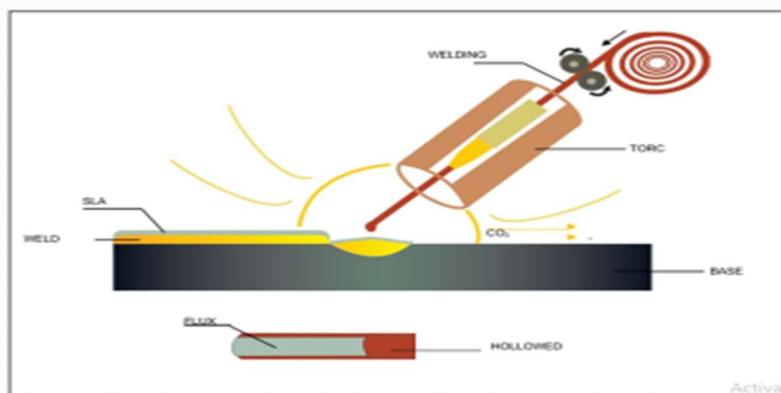
Berikut gambar skema proses las FCAW :



F. SAW (Submerged Arc Welding)

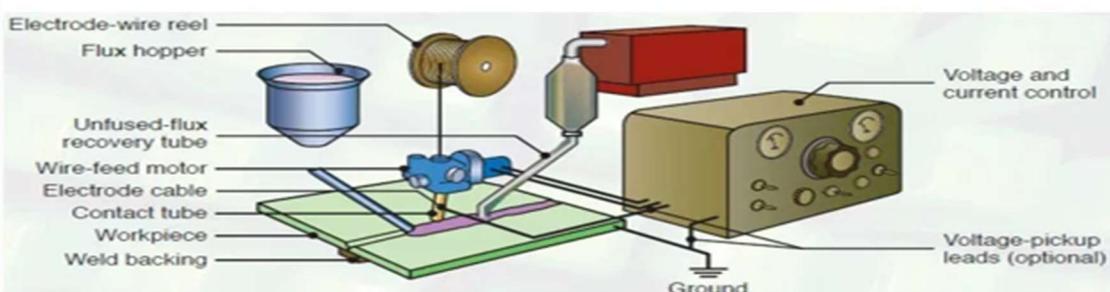


E. FCAW (Flux Core Arc Welding)



Prinsip kerja sama dengan GMAW bedanya hanya pada wirenya

Berikut gambar skema proses las FCAW :



KELEBIHAN DAN KEURANGAN SAW

• Kelebihan SAW

- Baik untuk pengelasan pelat tebal (steel) dan lebar
- Produktivitas / speed tinggi
- Mechanical strength tinggi

• Kekurangan SAW

- Mahal
- Tidak portable
- Sisa flux besar (efektif hanya 2x pakai).

TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.1 INSPECTION

- I. DASAR-DASAR INSPECTION
- II. LAS (WELDING)
- III. BEBERAPA MASALAH DI LAPANGAN
- IV MUSUH-MUSUH LAS

ENCU SAEFUDIN
B4T
10 MARET 2020

III. INSPECTION-(3)

- A. BEBERAPA MASALAH LAPANGAN
- B. PWHT (POST WELD HEAT TREATMENT)
- C. JENIS-JENIS RETAKAN (CRACK)

A. BEBERAPA MASALAH LAPANGAN

1. *Arc Strike :*

Cacat karena **torehan electrode bermuatan** pada base metal.

2. *Copper Burnt:*

Cacat karena kabel *grounding clamp* terkelupas

A. BEBERAPA MASALAH LAPANGAN

1. Arc Strike :

Cacat karena **torehan electrode bermuatan** pada base metal.

2. Copper Burnt:

Cacat karena kabel *grounding clamp* terkelupas

• Penyebab Cacat :

Cacat disebabkan oleh **torehan electrode bermuatan** pada base metal sehingga terjadi cacat pada material yang jika tidak ditanggulangi akan menimbulkan crack.

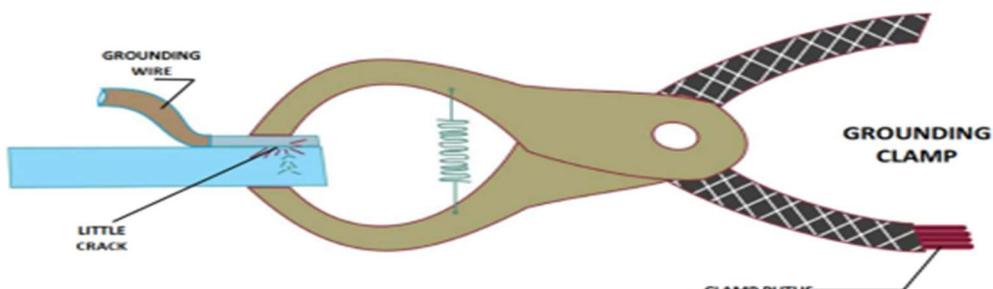
• Penanggulangan :

Digerinda hingga cacat hilang dan dilas ulang sesuai WPS dan dikikir hingga flush.

• Cara menghasilkan nyala awal pengelasan :

1. Ujung electrode di tempelkan **diujung** / dasar kampuh kemudian **ditarik** dan **diturunkan** sampai menghasilkan api
2. Ditempelkan terus sampai terjadi **shortcut**
3. Electrode boleh mengambil **tarikan** tetapi asalkan semua berada didalam kampuh

2. Copper Burnt



Sebab :

- Juru las malas mengganti clamp yang putus, sehingga grounding dilakukan secara illegal (kabel dikupas dan coppernya di clamp)
- Terjadi mini spark → timbul quenching → Martensit → Crack

B. PWHT (Post Weld Heat Treatment)

- **Tujuan PWHT :**

- PWHT adalah bagian dari *process heat treatment* yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses weldingan selesai.
- Material terutama carbon steel akan mengalami *perubahan struktur* dan grain karena effect dari pemanasan dan pendinginan.
- Struktur yang tidak homogen ini menyimpan banyak tegangan sisa yang membuat material tersebut memiliki sifat yang lebih keras namun ketangguhannya lebih rendah.
- Untuk mengembalikan kembali kepada sifat yang diinginkan terutama dalam ketangguhan maka struktur yang berubah tadi dikembalikan lagi ke struktur semula melalui *pemanasan pada waktu tertentu dan dalam jangka waktu tertentu pula*. Tergantung dari jenis material dan ketebalan material.

PWHT menurut AWS D1.1.

- Dalam AWS D1.1 paragraph 3.14 Postweld Heat treatment dijelaskan bahwa PWHT dapat dilakukan dengan pesyaratan sebagai berikut :
 1. Material yang di PWHT memiliki SMYS tidak melebihi 50 ksi (345 MPa)
 2. Material yang di PWHT bukan material Quench Tempered, Quenching and self Tempering (QST), bukan material TMCP
 3. Material yang akan di PWHT tidak mensyaratkan impact test pada Base Metal, HAZ atau weld metal.
 4. Adanya data pendukung kalau material yang di PWHT memiliki strength dan ductility yang cukup.
 5. PWHT harus di proceed sesuai dengan para 5.8

PWHT menurut ASME B31.I.

1. Aturan PWHT terdapat pada paragraph 331 hal 67 ASME B31.3 masalah Heat treatment. Disebutkan parameter PWHT merujuk kepada table 331.1.1 dimana PWHT di tentukan oleh grouping material dan thickness dari material masing masing.
2. PWHT yang dilakukan harus tertulis secara khusus dalam WPS yang akan di gunakan. PWHT menjadi factor essential dalam pembuatan WPS berdasarkan ASME IX.
3. Engineering design harus melakukan penagkajian khusus masalah heat treatmen dimana quality weldment memenuhi dari requirement code
4. Heat treatment untuk material yang dibending atau forming sesuai para 332.4

- **Yang harus diperhatikan dalam PWHT :**

- Proses PWHT dapat dilakukan dengan dua cara yaitu memasukkan benda uji kedalam dapur atau melakukan **pemanasan setempat localized** didekat daerah weldingan saja. Methode mana yang akan dilakukan lebih bersifat kepada pertimbangan ekonomis saja.
- **Parameter parameter dalam PWHT yang perlu dijaga adalah :**
 1. Heating rate .
 2. Holding temperature
 3. Cooling Rate
- **Record PWHT :**
Secara garis besar faktor-faktor penting yang harus dicatat dalam report PWHT adalah :
 1. Identitas dari Material (traceability, Spool No , or etc)
 2. Waktu diakukan PWHT
 3. Temperatur record dalam bentuk dot grafik atau sejenisnya.
 4. Personel PWHT.

PWHT (Post Weld Heat Treatment)

- Dimaksudkan untuk membuang tegangan internal

(tegangan sisa, tegangan displacement, Geser, Tegang Internal)

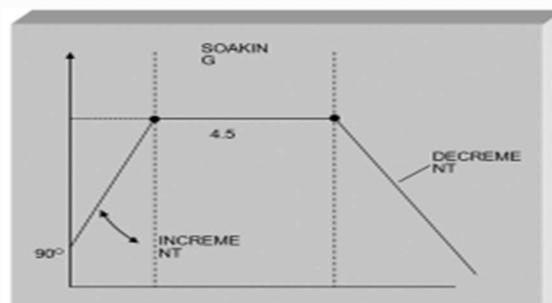
- **Caranya :**

Misalnya $t = 12''$

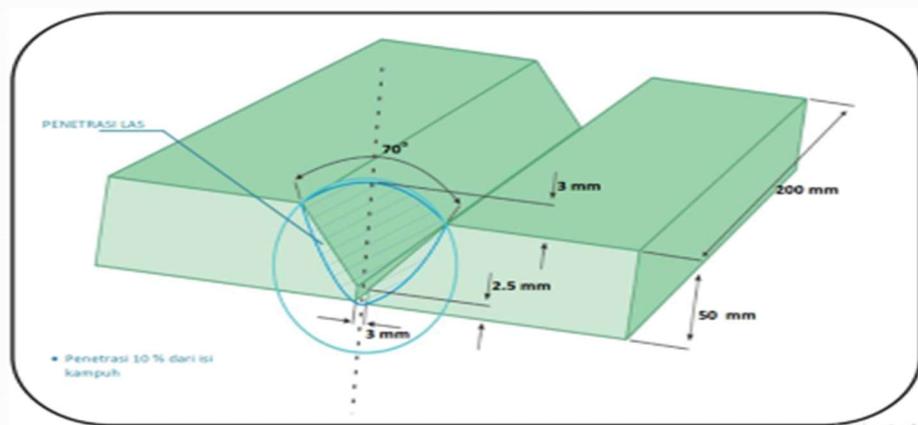
Maka diperlukan PWTH sebesar
 2" awal dipanaskan 1 jam/ inchi
 > 2" dipanaskan 15 menit / inchi
 tambahan jadi 12" dipanaskan 2 Jam +
 $10 \times 15' = 2 + \frac{1}{4} (10)$

$$= 2 + 2.5$$

$$= 4.5 \text{ Jam}$$



Contoh Perhitungan Persentase Dilusi

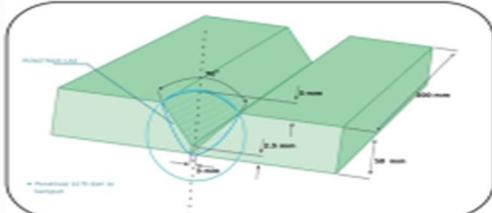


- Hitung persentase dilusii bahan dasar ke jalur las jika diketahui spes. gravity steel 7.85

- Berat electrode yang terpakai (100 batang) = 5 Kg

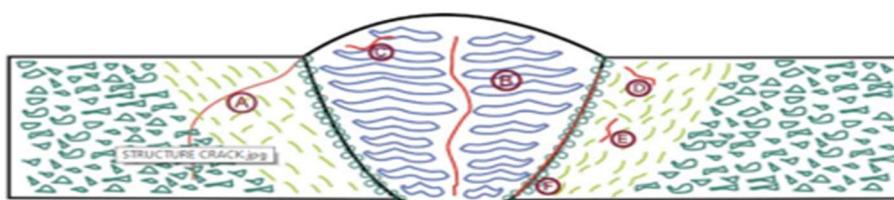
1. Luas lingkaran Imajiner :
 $\frac{1}{4} \times 3.14 \times (106)^2 \text{ mm}^2 = 8.820.26 \text{ mm}^2$
2. Luas Jaring
 $70/360 \times 8.820.26 = 1.715.05 \text{ mm}^2$
3. Volume Kampuh
 $1.715 \times 2000 = 3.430.000 \text{ mm}^3$
4. Berat Kampuh tanpa penetrasi las
 $3.43 \times 7.85 \text{ kg} = 26.92 \text{ kg}$
5. Berat Kampuh + Penetrasi
 $1.1 \times 26.92 = 29.61 \text{ kg} + (1/2 \times 25 \times 3) = 33.36 \text{ Kg}$
6. Berat elektroda yang masuk dalam jalur las = 5 kg

Jadi dilusii bahan dasar $\frac{33.36 - 5}{33.36} \times 100\% = 85.01\%$



C. JENIS-JENIS RETAK (CRACK)

- a) *Notch Crack*
- b) *Shrinkage Crack* (crack pengkerutan)
- c) *Liquation Crack*
- d) *Stress relief crack*
- e) *Underbead crack*
- f) *Reheat crack*



- a) *Notch Crack* adalah crack yang diinisiasi oleh keberadaan notch atau takik , (crack ini) adalah stress corrosion cracking / s.c.c , Ciri – cirinya adalah menerobos batas butir.
- b) *Shrinkage Crack* (crack pengkerutan) disebabkan oleh kandungan sulfur yang tinggi Fes yang pembekuannya lebih lambat dari baja.
- c) *Liquation Crack* adalah retakan akibat panas dan kandungan hydrogen yang tinggi, liquation Crack ini disebabkan oleh interaksi atom H kedalam Kristal pada suhu tinggi, kemudian membentuk gas H₂ yang secara granular tekanannya meninggi sehingga memecahkan batas butir Kristal (Suhu > 900 oC)
- d) *Stress relief crack* disebabkan oleh pelepasan stress internal sehingga merobek batas butir.
- e) *Underbead crack* bersifat lamelar dan berjenjang .yang terdapat pada daerah HAZ pada suhu ± 300 - 400 oC, terjadi pada HAZ yang jenuh dengan kandungan H₂.
- f) *Reheat crack* disebabkan oleh berkembangnya ukuran Kristal di zona fusi sehingga menghancurkan keseimbangan kohesi antara Kristal (biasanya akibat dissimilar welding).



- Jenis **crack** lainnya adalah
 - g) **Stress Corrosion cracking** pada austenitic stainless steel akibat garam yang berkonsentrasi > 50 ppm.
 - h) **Stress Corrosion cracking** pada Carbon steel akibat lengkungan dengan kandungan S tinggi.
 - i) **Hot crack** pada Stainless Steel akibat kandungan Ferrite $< 5\%$ dan $> 12\%$.
 - j) Cast Iron (Gray, Nodular, Malleable) akibat terciptanya Ferrocarbide pada suhu > 250 oC
 - k) Carbon equivalent $> 0.41\%$

TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.1 INSPECTION_4

- I. DASAR-DASAR INSPECTION
- II. LAS (WELDING)
- III. BEBERAPA MASALAH DI LAPANGAN
- IV MUSUH-MUSUH LAS

ENCU SAEFUDIN
B4T
10 MARET 2020

IV. MUSUH-MUSUH LAS

- A. *Oxidation*
- B. *Metal Upset*
- C. *Cacat Las*

Terdiri dari :

1. *Oxidation* ($\text{Fe}_x \text{O}^2 \longrightarrow \text{Fe}_2\text{O}_3$) yang getas dan keras.

Penanggulangannya adalah dengan :

- a. Coating atau Flux
- b. Shielding gas (Ar,He)
- c. Resistance Spot Welding
- d. Vacuum

2. *Metal Upset*

Pencegahannya dengan cara :

- a. Penyetelan yang sempurna
- b. Clamping
- c. Tack Welding
- d. Welding Sequence
- e. Menggunakan material dengan elongation rendah.

3. Cacat Las

- I. Visual :
 - f. Spatter
 - g. Pinhole
 - h. Porosity
 - i. Concavity
 - j. High low
 - k. Wide bead
 - l. Stop start
 - a. Undercut
 - b. Underfill
 - c. Cold Lap
 - d. Excessive Reinforcement
 - e. Crack (longitudinal & Transversal)
- II. Non Visual :
 - a. Incomplete Penetration
 - b. Blow hole
 - c. Excess wire
 - d. Excessive penetration
 - e. Root spatter
 - f. Root underfill
 - g. Underbead crack
 - h. Root porosity
- III. Internal :
 - a. Slag Inclusion
 - b. Slag lines
 - c. Internal porosity
 - d. Internal cold lap
 - e. Heavy metal inclusion (Tungsten)
 - f. Hollow bead
 - g. Worm hole
- IV. Extreme dangerous defect → sebab tidak dapat / sulit di radiography :
 - a. Internal cold lap
 - b. Incomplete Underbead crack

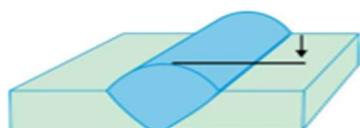
Visual



SPATTERS



UNDERCUT



EXCESSIVE REINFORCEMENT



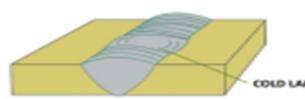
PINHOLE

Actif

Visual Lanjutan



UNDERFILL



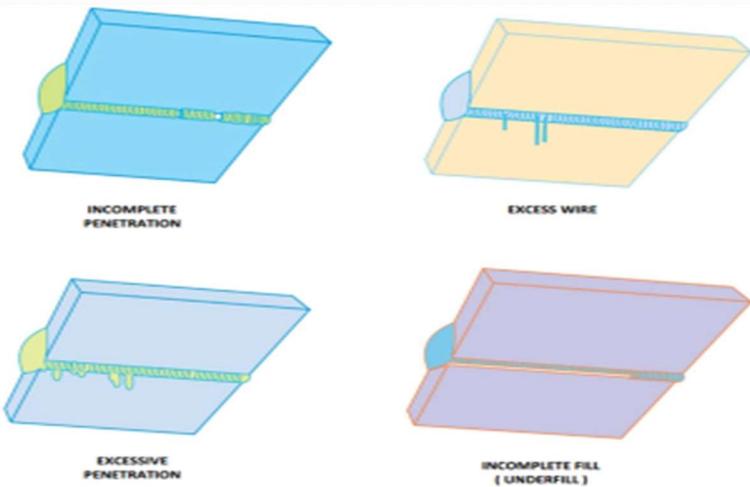
STOP START



LACK OF REINFORCEMENT

Non Visual

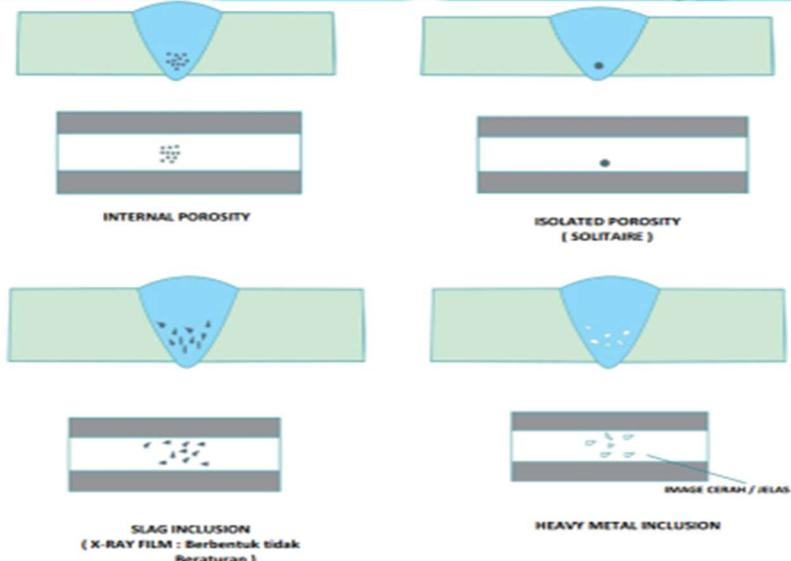
- (Di Permukaan tetapi tidak tampak)



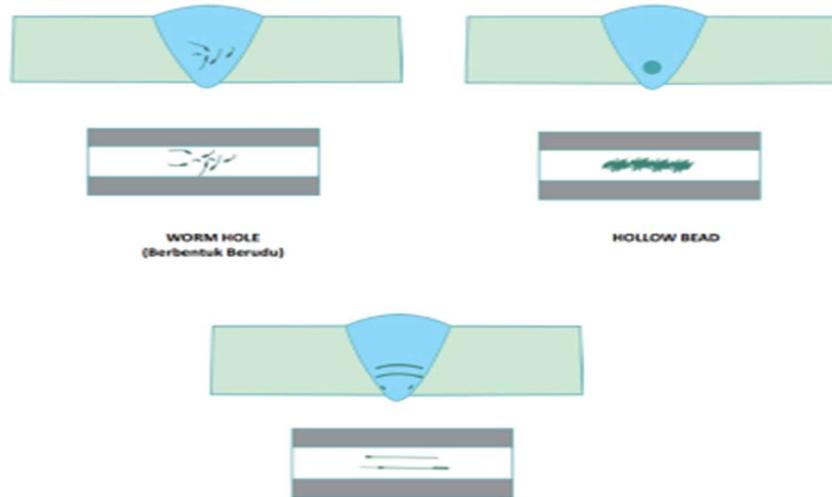
Non Visual Lanjutan



Internal



Internal Lanjutan

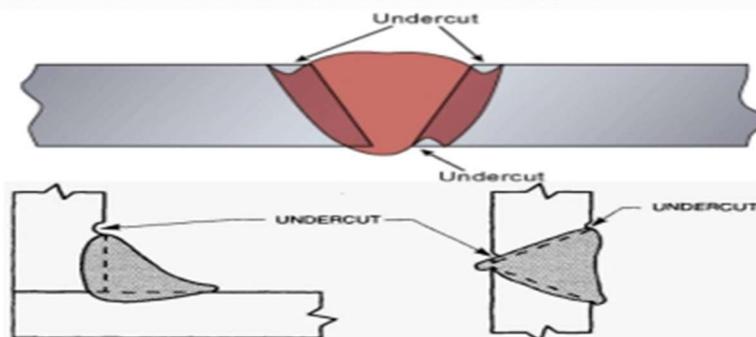


Macam Macam Cacat Pengelasan:

- **Jenis Cacat Las dan Penyebabnya Serta Cara Mengatasinya:**

1. **Cacat Las Undercut.**
2. **Porosity (Porositas).**
3. **Slag Inclusion.**
4. **Tungsten Inclusion**
5. **Incomplete Penetration.**
6. **Incomplete Fusion (Lack Of Fusion).**
7. **Over Spatter.**
8. **Hot Crack.**
9. **Cold Cracking.**
10. **Distorsi.**

1. Cacat Las Undercut.

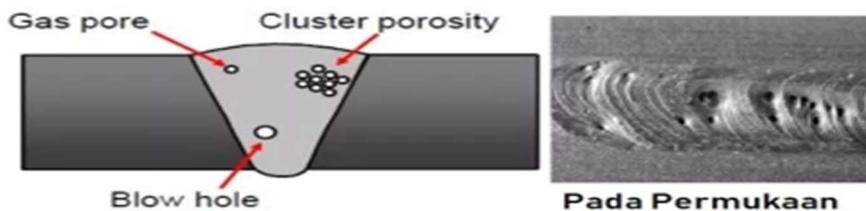


Undercut adalah sebuah cacat las yang berada di bagian permukaan atau akar, bentuk cacat ini seperti cerukan yang terjadi pada base metal atau logam induk.

Jenis cacat pengelasan ini dapat terjadi pada semua sambungan las, baik fillet, butt, lap, corner dan edge joint.

- **Penyebab Cacat Las Undercut:**
 - Arus pengelasan yang digunakan terlalu besar.
 - Travel speed / kecepatan las terlalu tinggi.
 - Panjang busur las terlalu tinggi.
 - Posisi elektroda kurang tepat.
 - Ayunan tangan kurang merata, waktu ayunan pada saat disamping terlalu cepat.
- **Cara mencegah Cacat Undercut:**
 - Menyesuaikan arus pengelasan, Anda dapat melihat ampere yang direkomendasikan di bungkus elektroda atau wps (Welding Procedure Specification).
 - Kecepatan las diturunkan.
 - Panjang busur diperpendek atau setinggi $1,5 \times$ diameter elektroda.
 - Sudut kemiringan 70-80 derajat (menyesuaikan posisi).
 - Lebih sering berlatih untuk mengayunkan yang sesuai dengan kemampuan.

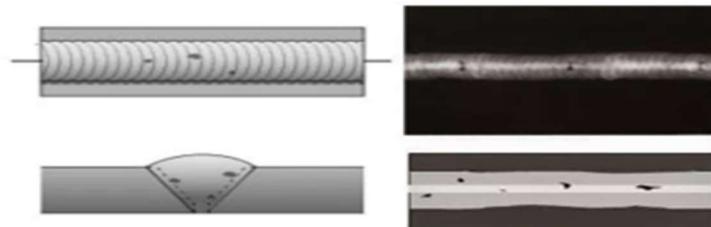
2. Porosity (Porositas).



Cacat Porositas adalah sebuah cacat pengelasan yang berupa sebuah lubang-lubang kecil pada weld metal (logam las), dapat berada pada permukaan maupun didalamnya. Porosity ini mempunyai beberapa tipe yaitu Cluster Porosity, Blow Hole dan Gas Pore.

- **Penyebab Cacat Las Porositas:**
 - Elektroda yang digunakan masih lembab atau terkena air.
 - Busur las terlalu panjang.
 - Arus pengelasan terlalu rendah.
 - Travel Speed terlalu tinggi.
 - Adanya zat pengotor pada benda kerja (karat, minyak, air dll).
 - Gas Hidrogen tercipta karena panas las.
- **Cara Mengatasi Cacat Las Porositas:**
 - Pastikan elektroda yang digunakan sudah dioven (jika disyaratkan), jangan sampai **kawat las** terkena air atau lembab.
 - Atur tinggi busur kurang lebih $1,5 \times$ diameter kawat las.
 - Ampere disesuaikan dengan prosedur atau rekomendasi dari produsen elektroda.
 - Persiapan pengelasan yang benar, memastikan tidak ada pengotor dalam benda kerja.
 - Untuk material tertentu panas tidak boleh terlalu tinggi, sehingga perlu perlakuan panas

3. Slag Inclusion.



Welding Defect Slag Inclusion adalah cacat yang terjadi pada daerah dalam hasil lasan. Cacat ini berupa slag (flux yang mencair) yang berada dalam lasan, yang sering terjadi pada daerah stop and run (awal dan berhentinya proses pengelasan).

Untuk melihat cacat ini kita harus melakukan pengujian radiografi atau bending.

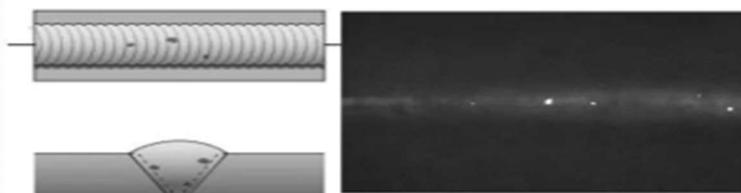
- **Penyebab Cacat Las Slag Inclusion:**

- Proses pembersihan Slag kurang, sehingga tertumpuk oleh lasan.
- Ampere terlalu rendah.
- Busur las terlalu jauh.
- Sudut pengelasan salah.
- Sudut kampuh terlalu kecil.

- **Cara Mencegah Cacat Slag Inclusion:**

- Pastikan lasan benar benar bersih dari slag sebelum mengelas ulang.
- Ampere disesuaikan dengan prosedur.
- Busur las disesuaikan.
- Sudut pengelasan harus sesuai.
- Sudut kampuh lebih dibesarkan (50-70 derajat).

4. Tungsten Inclusion



Cacat las Tungsten Inclusion adalah cacat pengelasan yang diakibatkan oleh mencairnya tungsten pada saat proses pengelasan yang kemudian melebur menjadi satu dengan weld metal, cacat ini hampir sama dengan slag inclusion namun saat diuji radiografi tungsten inclusion berwana sangat terang. Untuk jenis cacat las ini hanya terjadi pada proses pengelasan GTAW.

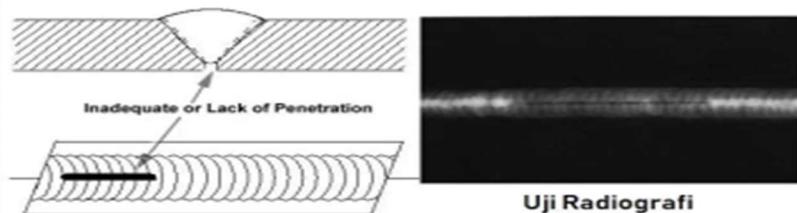
- **Penyebab Tungsten Inclusion:**

- Tungsten sudah tumpul saat proses pengelasan.
- Jarak tungsten terlalu dekat.
- Ampere terlalu tinggi.

- **Cara Mengatasi Cacat Las Tungsten Inclusion:**

- Tungsten harus diruncingkan sebelum digunakan untuk mengelas.
- Jarak harus disesuaikan.
- Ampere mengikuti range yang ada di prosedur.

5. Incomplete Penetration.



Uji Radiografi

Incomplete Penetration (IP) adalah sebuah cacat pengelasan yang terjadi pada daerah root atau akar las, sebuah pengelasan dikatakan IP jika pengelasan pada daerah root tidak tembus atau reinforcemen pada akar las berbentuk cekung.

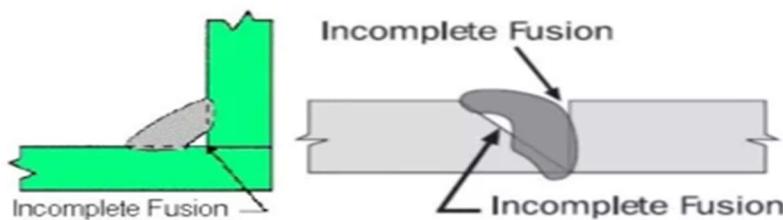
- **Penyebab Cacat Incomplete Penetration:**

- Travel speed terlalu tinggi.
- Jarak gap atau root opening terlalu lebar.
- Jarak elektroda atau busur las terlalu tinggi.
- Sudut elektroda yang salah.
- Ampere las terlalu kecil.

- **Cara mencegah cacat Incomplete Penetration:**

- Travel speed disesuaikan dengan WPS.
- Standar gap atau root opening 2-4 mm.
- Standar jarak elektroda $1,5 \times$ diameter elektroda.
- Ampere disesuaikan dengan Welding Prosedur.

6. Incomplete Fusion (Lack Of Fusion).



Cacat Incomplete Fusion adalah sebuah hasil pengelasan yang tidak dikehendaki karena ketidaksempurnaan proses penyambungan antara logam las dan logam induk. Cacat ini biasanya terjadi pada bagian samping lasan.

- **Penyebab Cacat Incomplete Fusion:**

- Posisi Sudut kawat las salah.
- Ampere terlalu rendah.
- Sudut kampuh terlalu kecil.
- Permukaan kampuh terdapat kotoran.
- Travel Speed terlalu tinggi.

- **Cara Mengatasi Cacat Incomplete Fusion:**

- Memperbaiki Posisi Sudut Elektroda.
- Menaikkan Ampere sesuai dengan WPS atau Ampere Recomended.
- Sudut kampuh sesuai dengan yang di WPS.
- Melakukan persiapan pengelasan yang benar, membersihkan semua kotoran.
- Mengatur Travel Speed yang sesuai.

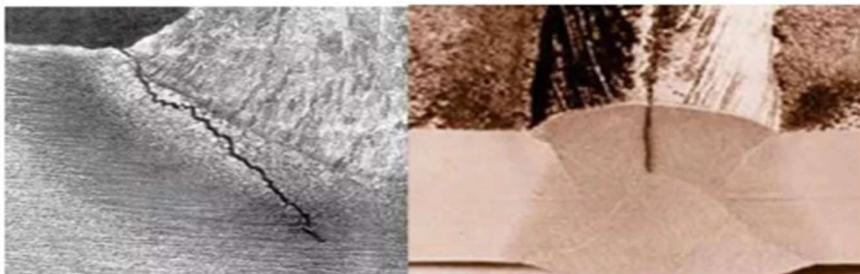
7. Over Spatter.



Spatter adalah percikan las, sebenarnya jika spater dapat dibersihkan maka tidak termasuk cacat. Namun jika jumlahnya berlebih dan tidak dapat dibersihkan maka dikategorikan dalam cacat visual.

- **Penyebab Spater atau percikan las berlebih:**
 - Ampere terlalu tinggi.
 - Jarak elektroda dengan base metal terlalu jauh.
 - Elektroda lembab.
- **Cara mencegah terjadinya cacat pengelasan Over Spatter:**
 - Arus diturunkan sesuai dengan rekomendasi.
 - Panjang busur (1,5 x diameter Elektroda).
 - Elektroda dioven sesuai dengan handbook (khususnya kawat las low hidrogen).

8. Hot Crack.



Hot Crack (retak panas) adalah sebuah retak pada pengelasan dimana retak itu terjadi setelah proses pengelasan selesai atau saat proses pemanasan logam lasan.

- **Penyebab Hot Crack:**
 - Pemilihan elektroda yang salah.
 - Tidak melakukan perlakuan panas.
- **Cara Mencegah Hot Crack:**
 - Menggunakan elektroda yang sesuai dengan WPS atau Low Hidrogen yang mempunyai sifat regangan yang tinggi.
 - Melakukan perlakuan panas (PWHT dan Preheat)

9. Cold Cracking.

- **Cold Cracking (retak dingin)** adalah sebuah retak yang terjadi pada daerah lasan setelah beberapa waktu (memerlukan waktu, bisa 1 menit, 1 jam, atau 1 hari) proses pengelasan selesai.
- **Penyebab Cold Cracking atau Retak dingin:**
 - Retak Dingin pada Bahan Las (Cold Cracking).
 - Cooling Rate terlalu cepat.
 - Arus pengelasan terlalu rendah.
 - Travel speed terlalu tinggi.
 - Tidak dilakukan pemanasan awal (pre heat).
- **Cara mencegah terjadinya Cold Cracking:**
 - Perlambat pendinginan setelah proses pengelasan.
 - Panas yang diterima sesuaikan dengan WPS.
 - Gunakan Arus yang direkomendasikan.
 - Travel speed pengelasan tidak terlalu cepat (lihat wps yang ada).
 - Lakukan pre heat (untuk material yang karbon ekuivalen diatas 0,40 maka harus dipreheat).

10. Distorsi.



Distorsi Pada Butt Joint



Distorsi pada Tee Joint

Pengertian distorsi pada **pengelasan** adalah sebuah perubahan bentuk material yang diakibatkan panas yang berlebih saat proses pengelasan berlangsung. Distorsi ini terjadi saat proses pendinginan, karena adanya panas yang berlebih maka material dapat mengalami penyusutan atau pengembangan sehingga akan tarik menarik dan membuat material tersebut melengkung

• Penyebab terjadinya distorsi:

- Panas yang berlebih.
- Ampere terlalu tinggi.
- Take weld (las ikat) kurang kuat.
- Persiapan pengelasan yang salah.

• Cara mencegah distorsi las:

- Menyesuaikan arus dengan yang ada di WPS.
- Take weld (las ikat) ditambah atau memberikan stopper (penguat pada logam induk).
- Melakukan Persiapan pengelasan yang benar.

- **Jenis jenis cacat pengelasan dan penyebabnya** di atas dapat terjadi pada las listrik (**SMAW**), GMAW, GTAW, SAW, FCAW, OAW. Namun untuk tungsten inclusion hanya terjadi pada GTAW, karena hanya pengelasan tersebut yang menggunakan logam tungsten.



TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.2 TECHNICAL DRAWING

- I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING**
- II. GAMBAR DAN SIMBOL/LAMBANG LAS (WELDING)**
- III. TEKNOLOGI LAS**

ENCU SAEFUDIN
B4T
16 MARET 2020

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. **FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR**
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR

Gambar Sebagai "Bahasa Teknik"

- Gambar merupakan sebuah alat untuk menyatakan maksud dari seorang sarjana teknik, → gambar sering disebut sebagai "**bahasa teknik**".
- Penerusan informasi adalah fungsi yang penting untuk bahasa maupun gambar.
- Perbandingan antara bahasa dan gambar, (Tbl. 1.1).

Tabel 1.1 Bahasa dan Gambar.

	Lisan	Kalimat	Gambar
Indra	Akustik	Visual	Visual
Ekspresi	Suara	Kalimat	Gambar
Aturan	Tata bahasa		Standar gambar

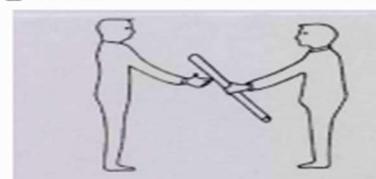
FUNGSI GAMBAR

Fungsi gambar dibagi kedalam tiga golongan :

1. Penyampaian informasi
2. Pengawetan, penyimpanan dan penggunaan keterangan
3. Cara-cara pemikiran dalam penyiapan informasi

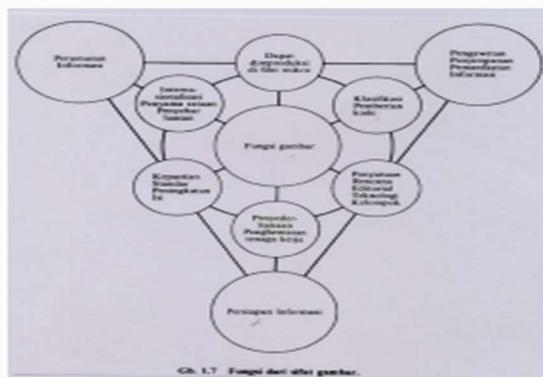
Meneruskan maksud dari perancang dengan tepat kepada orang-orang yang bersangkutan, :

- perencanaan proses,
- pembuatan,
- pemeriksaan,
- perakitan,
- dan sebagainya., (Gb. 1.1).



Gb. 1.1 Penyampaian informasi.

FUNGSI dan SIFAT GAMBAR



Gb. 1.7 Fungsi dari sifat gambar.



Gb. 1.8 Sifat-sifat dan kecondongan dari standar-standar gambar.

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)

- Dalam gambar dipergunakan beberapa jenis garis, yang masing-masing mempunyai arti dan penggunaannya sendiri.
- Ada empat jenis garis :

garis nyata ————— garis kontinu,
garis gores ----- garis pendek-pendek dengan jarak antara,
garis bergores - - - - garis gores panjang dengan gores pendek di antaranya.
garis bergores ganda - - - - garis gores panjang dengan gores pendek di antaranya.

- Jenis garis menurut tebalnya ada tiga, yaitu :
 - Garis tebal
 - Garis sedang, dan
 - Garis tipis
- Ketiga jenis ini memiliki perbandingan 1 : 0,7 : 0,5

GAMBAR GARIS GORES DAN GARIS BERTITIK

Benar		
Salah		
Benar		
Salah		
Benar		
Salah		

Gb. 2.4 Gambar garis gores dan garis bertitik.

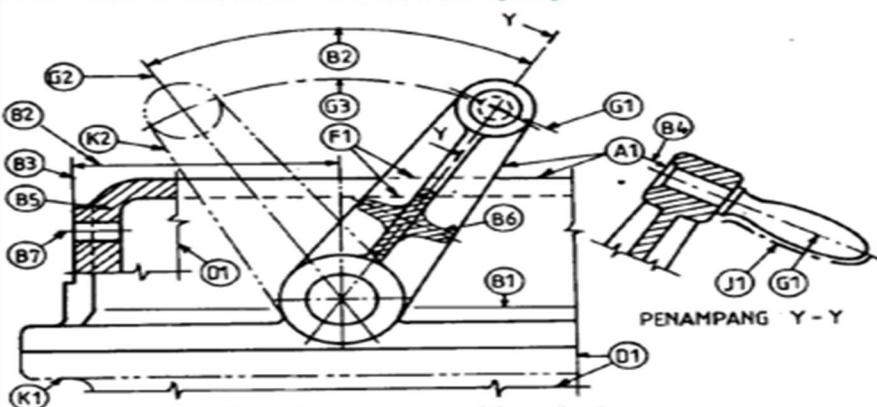
**Tabel 2.1 Macam-macam garis dan penggunaannya.
(ISO. R 128)**

Jenis garis	Keterangan	Penggunaan
A _____	Tebal kontinu.	A1. Garis-garis nyata (gambar). A2. Garis-garis tepi.
B _____	Tipis kontinu. (lurus atau lengkung)	B1. Garis-garis berpotongan khayal (imaginer). B2. Garis-garis ukur. B3. Garis-garis proyeksi/bantu. B4. Garis-garis penuunjuk. B5. Garis-garis artis. B6. Garis-garis nyata dari penampang yang diputar di tempat. B7. Garis sumbu pendek.
C _____	Tipis kontinu bebas.	C1. Garis-garis batas dari potongan sebagian atau bagian yang dipotong, bila batasnya bukan garis bergores tipis.
D. 1) _____	Tipis kontinu dengan sig-sig.	D1. Sama dengan C1.
E _____	Garis gores tebal 2).	E1. Garis nyata terhalang. E2. Garis tepi terhalang.

F _____	Garis gores tipis.	F1. Garis nyata terhalang. F2. Garis tepi terhalang.
G _____	Garis bergores tipis.	G1. Garis sumbu. G2. Garis simetri. G3. Lintasan.
H _____	Garis bergores tipis, yang dipertebal pada ujung-ujungnya dan pada perobahan arah.	H1. Garis (bidang) potong.
J _____	Garis bergores tebal.	J1. Penunjukan permukaan yang harus mendapat penangan khusus.
K _____	Garis bergores ganda tipis.	K1. Bagian yang berdampingan. K2. Batas-batas kedudukan benda yang bergerak. K3. Garis sistem (pada baja profil). K4. Bentuk semula sebelum dibentuk. K5. Bagian benda yang berada di depan bidang potong.

- 1) Garis ini cocok untuk gambar yang diproduksi dengan mesin.
2) Walaupun terdapat dua macam garis, tiap lembar memakai hanya satu macam saja (jangan dicampur!).

PENGGUNAAN KHAS DARI MACAM-MACAM JENIS GARIS (1)



Gb. 2.5 Penggunaan khas dari macam-macam jenis garis.

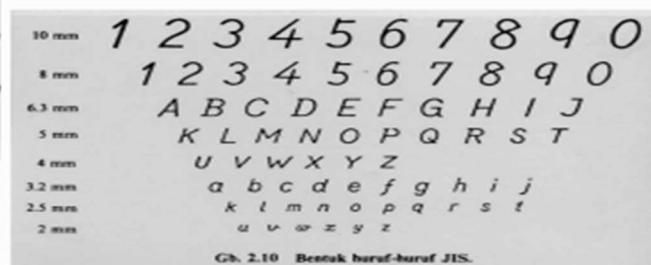
HURUF-HURUF

- Huruf-huruf, angka-angka dan lambang-lambang dipergunakan untuk memberi ukuran-ukuran, catatan-catatan judul dsb.
- Ciri-yang perlu :
 - Jelas
 - Seragam
 - Dapat dibuat microfilm (refroduksi).
- Bentuk huruf (dan angka)
 - Harus mudah ditulis dan dibaca
 - ISO 3098/1-1974 (Gb. 2.9)
 - Contoh Standar Jepang untuk tulisan tangan (Gb.2.10)
- Ukuran huruf (dan angka)
 - Tinggi h dari huruf besar diambil sebagai dasar ukuran
 - Daerah standar tinggi huruf : 2,5; 3,5; 5; 7; 10; 14 dan 20 mm
 - Perbandingan huruf yang dianjurkan (Tabel 2.2).

BENTUK HURUF-HURUF ISO dan JIS



Gb. 2.9 Bentuk huruf-huruf (miring)-ISO.



Gb. 2.10 Bentuk huruf-huruf JIS.

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

Jenis-Jenis Proyeksi

Untuk menyajikan sebuah benda tiga dimensi pada sebuah bidang dua dimensi, dipergunakan cara proyeksi

Gambar Pandangan :

1. Gambar pandangan tunggal

- Gambar perspektif : (satu titik, dua titik, tiga titik)
- Gambar proyeksi miring
- Gambar aksonometri : (gb isometri, gb dimetri gb trimetri)

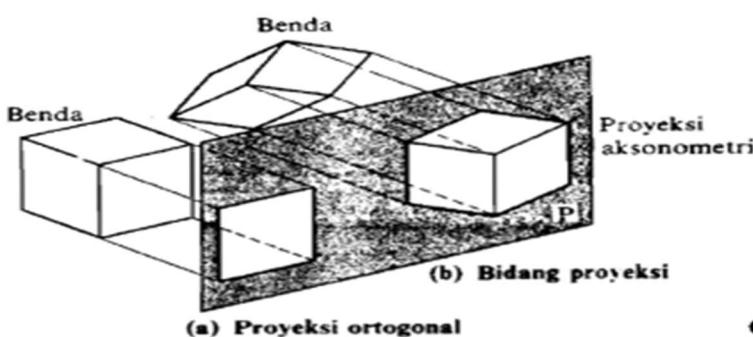
2. Gambar pandangan jamak /

Gambar proyeksi sejajar /

Proyeksi Ortogonal :

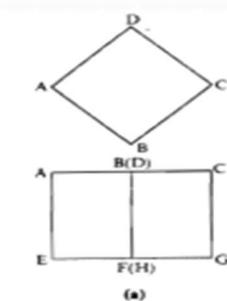
- Proyeksi sudut Pertama (Eropa)
- Proyeksi sudut Ketiga (Amerika)

Proyeksi Ortogonal

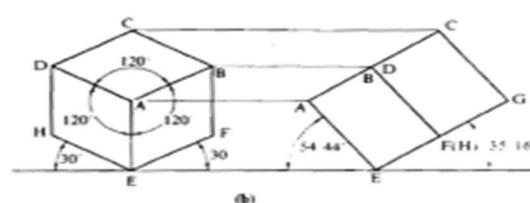


Gb. 5.3 Proyeksi ortogonal.

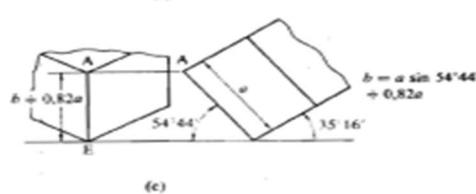
Proyeksi Isometri



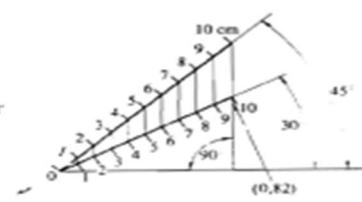
(a)



(b)



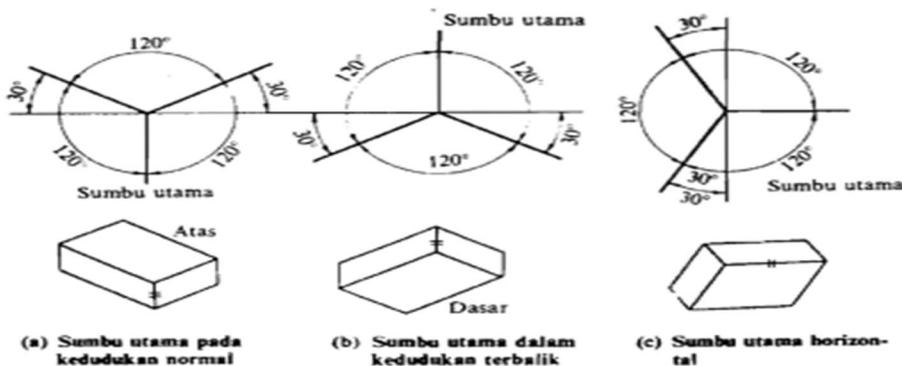
(c)



(d) Skala isometri.

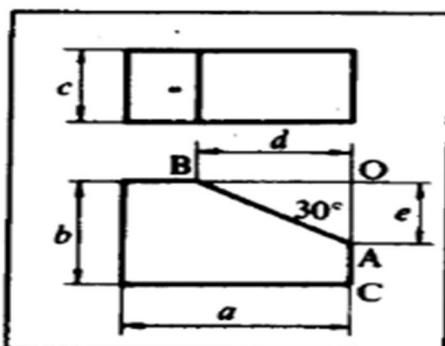
Gb. 5.4 Proyeksi isometri.

Kedudukan Sumbu-sumbu Isometri



Gb. 5.7 Kedudukan sumbu-sumbu isometri.

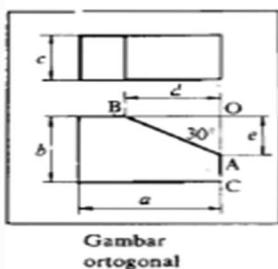
Contoh : Gambar Isometri



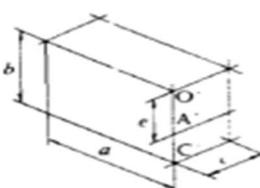
Gambar ortogonal

- Buatlah Gambar isometrinya dari gambar ortogonal di samping berikut (pandangan /tampak depan dan pandangan / tampak atas)

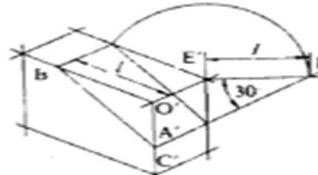
Contoh : Gambar Isometri



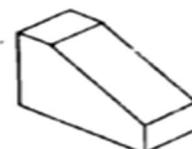
Gb. 5.8 Gambar isometri dari sebuah benda dengan bidang yang miring.



(a)



(b)

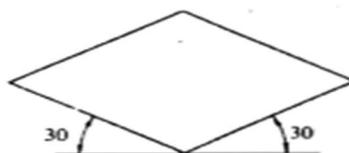


(c)

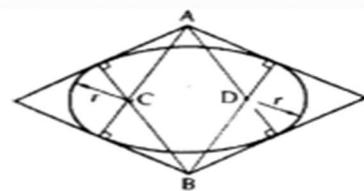
Gambar Isometri Lingkaran (Cara Pendekatan)



(a) Lingkaran dengan diameter d



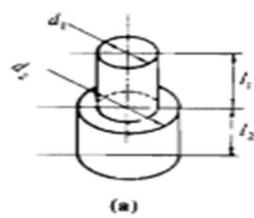
(b) Gambar isometri segi empat yang mengelilingi lingkaran



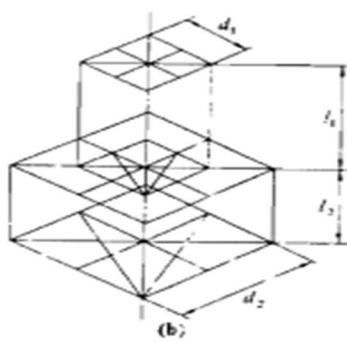
(c) Penggambaran sebuah ellips dengan cara pendekatan

Gb. 5.10 Gambar isometri lingkaran dengan cara pendekatan.

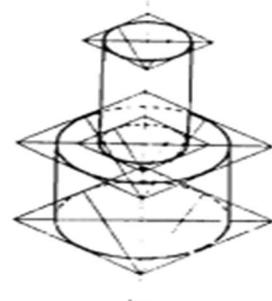
Gambar Benda dengan Proyeksi Isometri



(a)



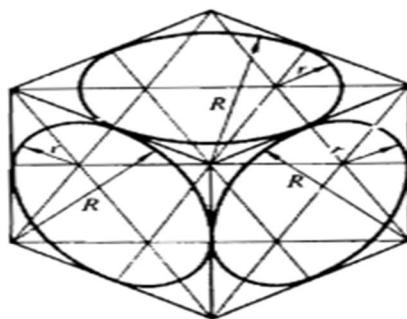
(b)



(c)

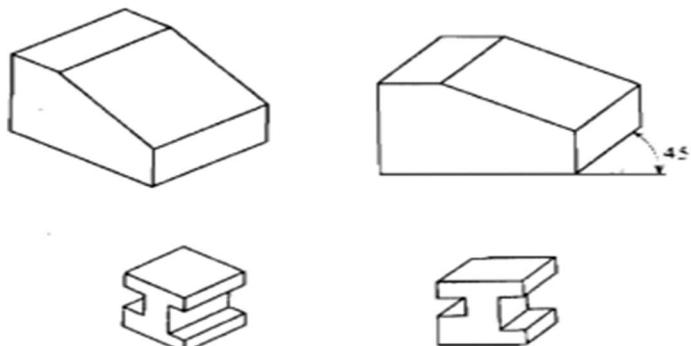
Gb. 5.11 Menggambar benda dengan proyeksi isometri.

Gambar Isometri Lingkaran pada Tiga Bidang



Gb. 5.12 Gambar isometri lingkaran pada tiga bidang.

Perbandingan Gambar Isometri dengan Proyeksi Miring

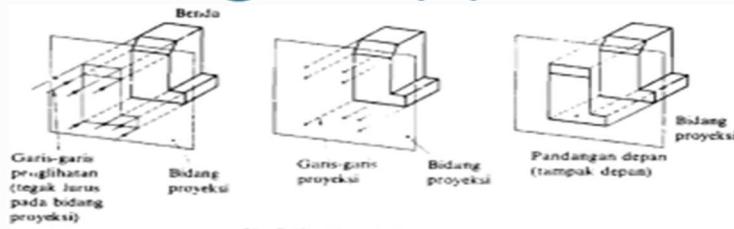


Gb. 5.14 Perbandingan gambar isometri dengan gambar miring.

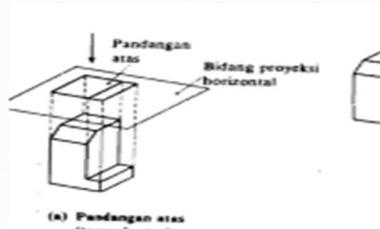
I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

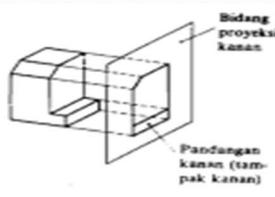
Proyeksi Ortogonal (1)



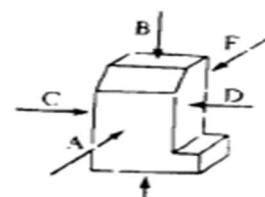
Gb. 5.17 Proyeksi ortogonal.



Gb. 5.18 Proyeksi ortogonal.



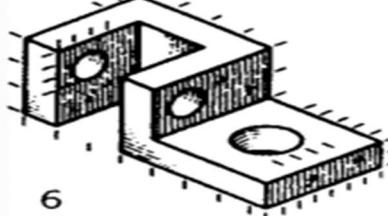
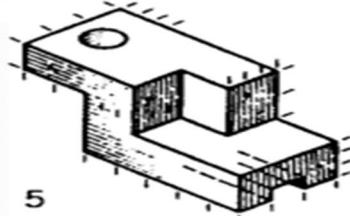
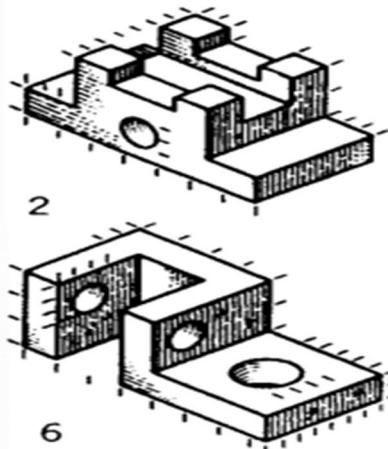
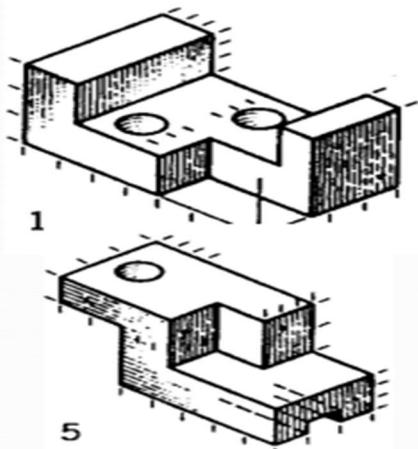
Gb. 5.19 Proyeksi ortogonal.



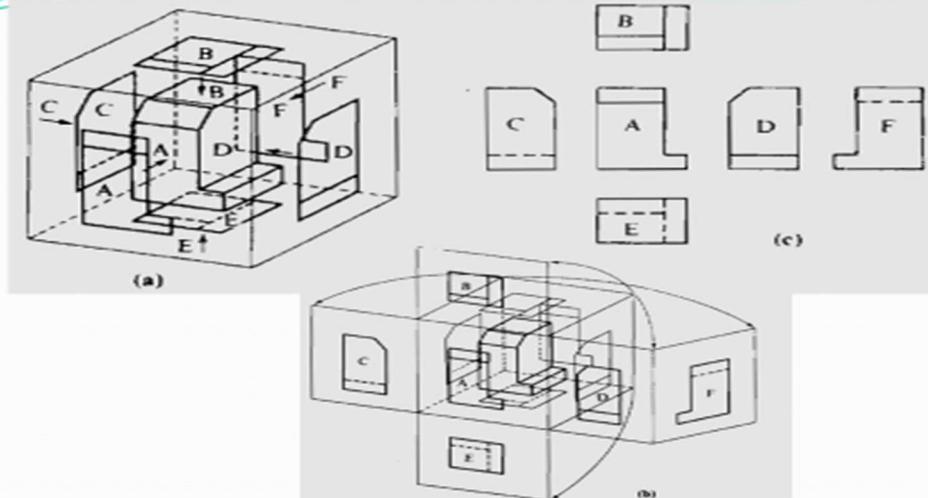
di

LATIHAN SOAL : 1, 2 (1kotak=15X15)

BUATLAH GAMBAR PROYEKSI ORTOGONAL DARI GAMBAR BERIKUT



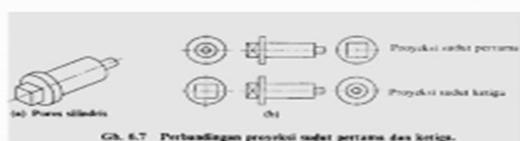
PROYEKSI SUDUT KETIGA (PROYEKSI AMERIKA) - 1



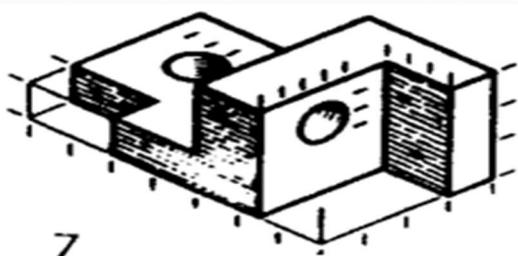
Gb. 6.3 Proyeksi sudut ketiga atau proyeksi Amerika.

Beberapa Keuntungan Cara Proyeksi Sudut Ketiga

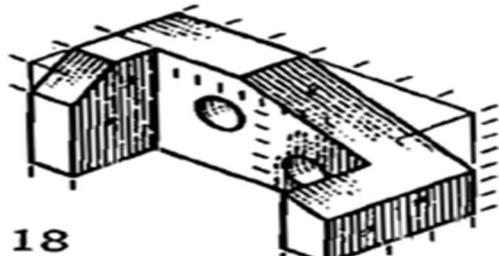
- Bentuk benda dapat langsung dibayangkan; Gb 6.6
- Gambarnya mudah dibaca; Gb 6.7
- Pandangan yang berhubungan diletakkan berdekatan
- Mudah untuk membuat pandangan tambahan atau pandangan setempat; Gb 6.8



SOAL LATIHAN -2



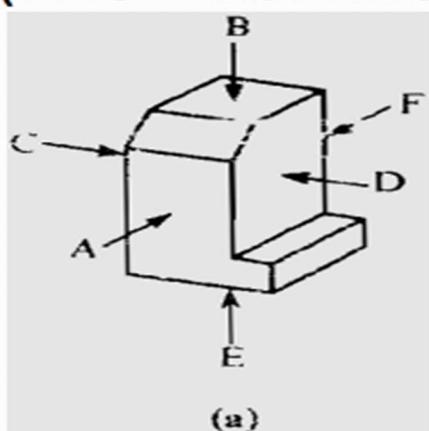
7



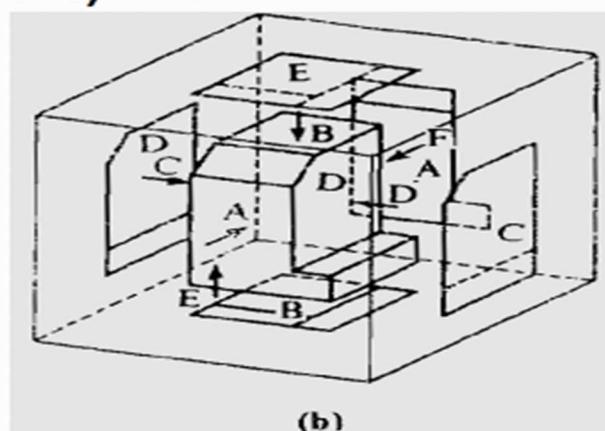
18

- BUATLAH GAMBAR DARI KE-6 PANDANGAN, MENURUT PROYEKSI AMERIKA
- KERTAS A4, POSISI HORIZONTAL
- UKURAN : 1 KOTAK = 10X10
- DIAMTER = 1 KOTAK

PROYEKSI SUDUT PERTAMA (PROYEKSI EROPA) - 1

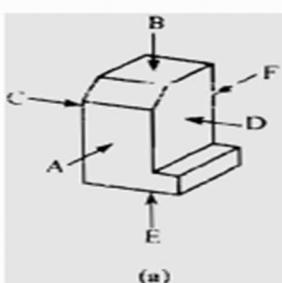


(a)

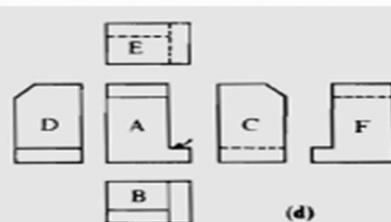


(b)

PROYEKSI SUDUT PERTAMA (PROYEKSI EROPA)

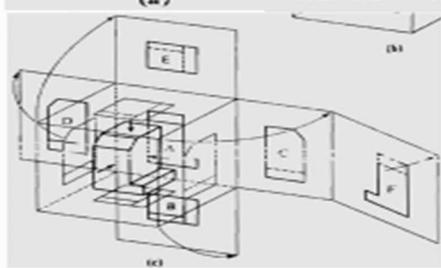


(a)

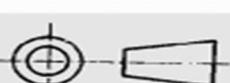


(d)

Gb. 5.2 Proyeksi sudut pertama atau proyeksi Eropa.



(a) Proyeksi sudut pertama.

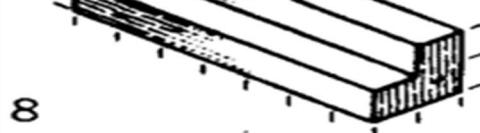
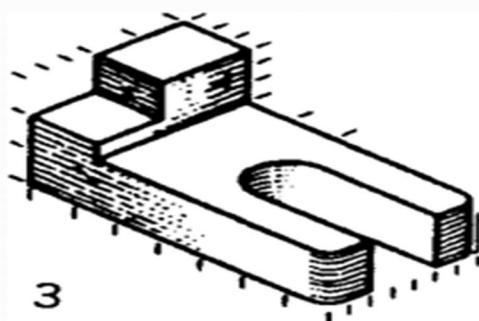


(b) Proyeksi sudut ketiga.

Gb. 6.5 Lambang cara proyeksi.

dii

SOAL LATIHAN -2



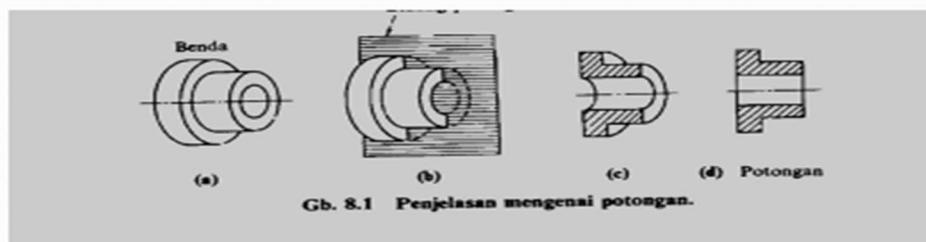
- BUATLAH GAMBAR DARI KE-6 PANDANGAN, MENURUT PROYEKSI EROPA
- KERTAS A4, POSISI HORIZONTAL
- UKURAN : 1 KOTAK = 10×10

I. DASAR-DASAR *TECHNICAL DRAWING*

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. **GAMBAR POTONGAN**
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

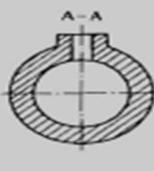
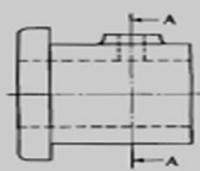
Penyajian Potongan

- Gambar potongan (potongan) :** gambar untuk mendapatkan gambaran dari bagian-bagian yang **tersembunyi**, dan bagian yang menutupi dibuang.
- Potongan utama** : potongan yang bidang potongnya (dibuat) melalui sumbu dasar; Gb. 8.1.
- Bidang potong dibuat diluar sumbu dasar** ; bidang potongnya harus diberi tanda dan arah penglihatannya dinyatakan dengan anak panah; Gb. 8.2.
- Peraturan-peraturan umum yang berlaku untuk gambar-gambar proyeksi berlaku juga untuk potongan.

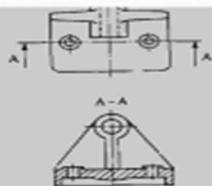


div

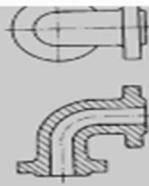
POTONGAN TIDAK/MELALUI MELALUI GARIS SUMBU DASAR



Gb. 8.2 Potongan tidak melalui garis sumbu dasar.



Gb. 8.4 Potongan dengan garis bidang potong



Gb. 8.3 Potongan melalui garis sumbu dasar.

Cara Cara Membuat Potongan

- Potongan dalam satu bidang.
- Potongan dalam lebih dari satu bidang; Gb. 8.5 s/d 8.7.
- Potongan separuh; Gb. 8.8.
- Potongan setempat; Gb. 8.9.
- Potongan yang diputar ditempat atau dipindahkan; Gb. 8.10 & 8.11.
- Susunan potongan-potongan berurutan; Gb. 8.12 & 8.13.

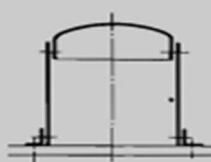
POTONGAN BENDA TIPIS



Gb. 8.14 Potongan benda tipis.



Gb. 8.15 Potongan benda tipis dengan ruang kosong di antaranya.

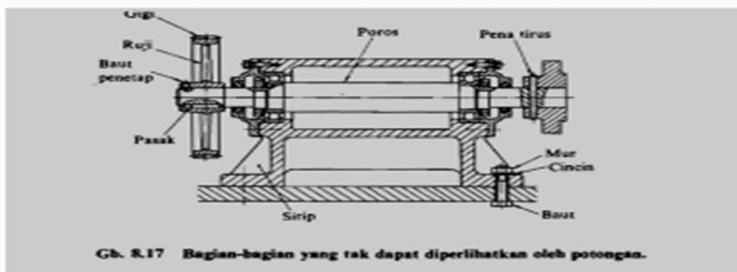


Gb. 8.16 Potongan benda tipis digambar dengan garis tebal.

BAGIAN YANG TIDAK BOLEH DIPOTONG

- Bagian benda atau benda yang tidak boleh dipotong (dalam arah memanjang), seperti:

Rusuk penguat, sirip, baut, paku keling, pasak, poros, dsb. ; Gb. 8.17.



Arsir

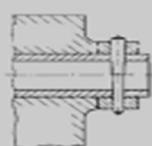
- Kemiringan garis arsir adalah 45° terhadap garis sumbu, atau terhadap garis gambar; Gb. 8.18 s/d 8.22.
- Ketebalan garis arsir, termasuk garis tipis.
- Jarak garis-garis arsir disesuaikan dengan besarnya gambar.
- Bagian-bagian potongan yang terpisah, diarsir dengan sudut yang sama; Gb. 8.1, 8.3, 8.6 dan 8.7.
- Bagian-bagian yang berdampingan harus dibedakan sudutnya; Gb. 8.19.
- Penampang yang luas dapat diarsir secara terbatas (pada kelilingnya saja); Gb. 8.20.
- Potongan sebagian (meloncat) diarsir serupa; tapi dapat juga digeser; Gb. 8.21.
- Garis-garis arsir dapat dihilangkan untuk menulis huruf atau angka; Gb. 8.22.



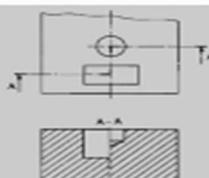
Gb. 8.18 Arsir.



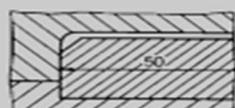
Gb. 8.19 Arsir dari bagian-bagian yang berdampingan.



Gb. 8.20 Arsir bidang yang luas.



Gb. 8.21 Arsir pada potongan sejajar (meloncat).



Gb. 8.22 Arsir dan angka.



(a) Benda



(b) Benar



(c) Salah

Gb. 8.23 Contoh potongan yang salah.

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

- A. FUNGSI DAN SIFAT GAMBAR
- B. ELEMEN GAMBAR (GARIS DAN HURUF)
- C. PENYAJIAN BENDA 3 DIMENSI : GAMBAR ISOMETRI
- D. PROYEKSI ORTOGONAL : PROYEKSI AMERIKA DAN EROPA
- E. GAMBAR POTONGAN
- F. GAMBAR UKURAN
- G. GAMBAR SAMBUNGAN LA

10. ATURAN DASAR MEMBERI UKURAN

• Garis Ukur dan Garis Bantu; Gb. 10.1

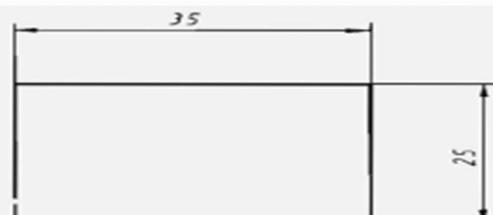
- Garis bantu dan garis ukur ditarik dengan garis tipis
- Garis bantu ditarik sedikit melebihi, kira-kira 2 mm dari garis ukur



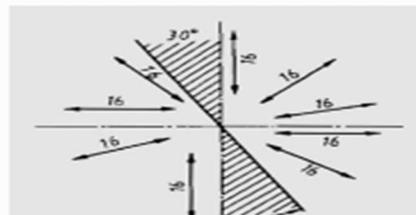
Gb. 10.1 Garis ukur dan garis bantu.

Tinggi dan Arah Angka Ukur

- Tinggi dan bentuk angka ukur, ditentukan oleh ISO 3098
- Angka dan huruf, harus diletakkan di tengah-tengah dan sedikit di atas garis ukur
- Ukuran pertama harus dapat dibaca dari bawah gambar
- Ukuran kedua harus dapat dibaca dari sebelah kanan gambar; Gb.10.3
- Memberi ukuran pada garis miring; Gb.10.5
- Ukuran Sudut; Gb.10.6, garis ukur merupakan garis lengkung



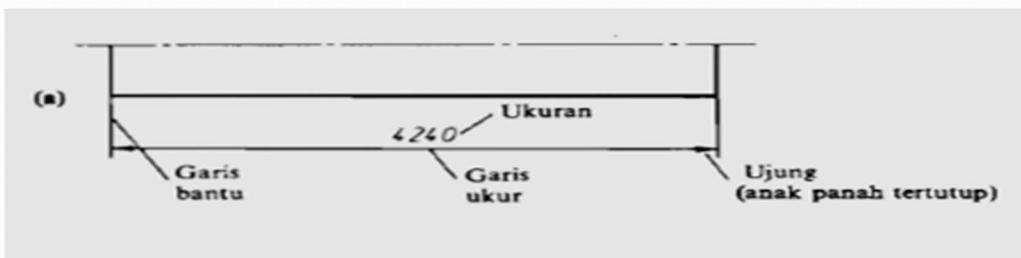
Gb. 10.3 Ukuran-ukuran normal.



Gb. 10.5 Memberi ukuran pada garis ukur miring.

Ujung dan Pangkal Garis Ukur

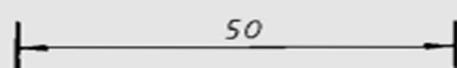
- Ada 3 cara, yaitu :
- Anak panah tertutup, garis miring dan titik; Gb.10.7



CONTOH MEMBERI UKURAN

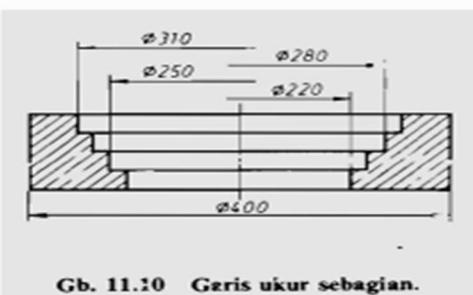


Gb. 11.1 Contoh memberi ukuran.

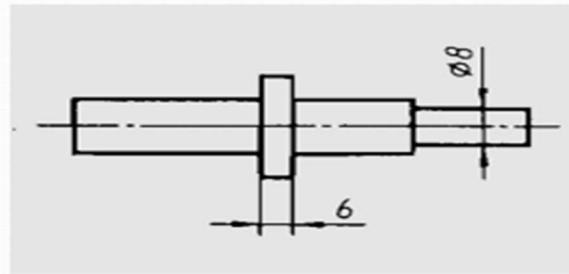


Gb. 11.7 Garis ukur dan angka.

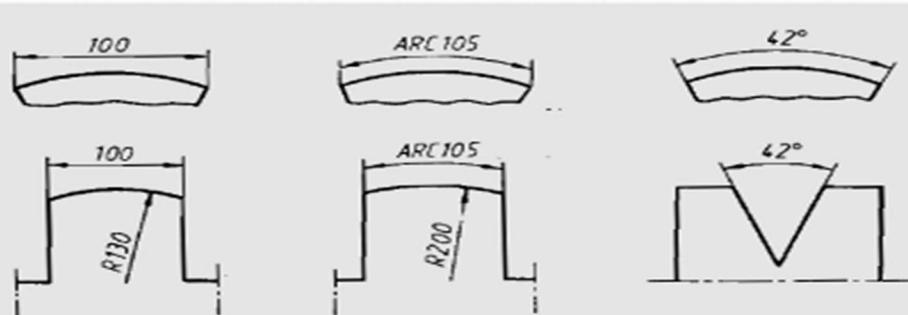
GARIS UKUR SEBAGIAN



Gb. 11.10 Garis ukur sebagian.

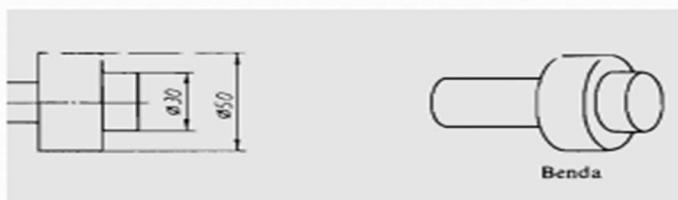


MEMBERI UKURAN TALI BUSUR, BUSUR DAN SUDUT

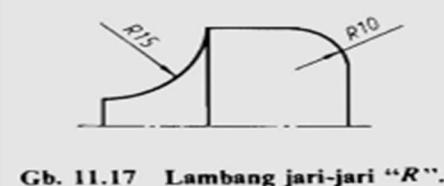


Gb. 11.14 Memberi ukuran tali busur, busur dan sudut.

LAMBANG diameter dan Jari-Jari

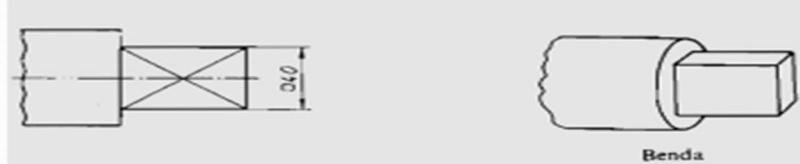


Gb. 11.16 Lambang diameter " ϕ ".

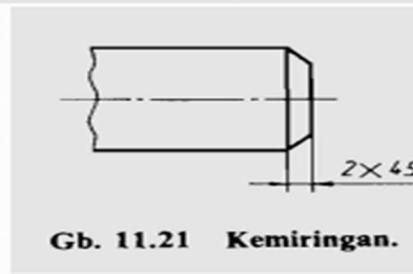


Gb. 11.17 Lambang jari-jari " R ".

LAMBANG BUJUR SANGKAR dan Kemiringan

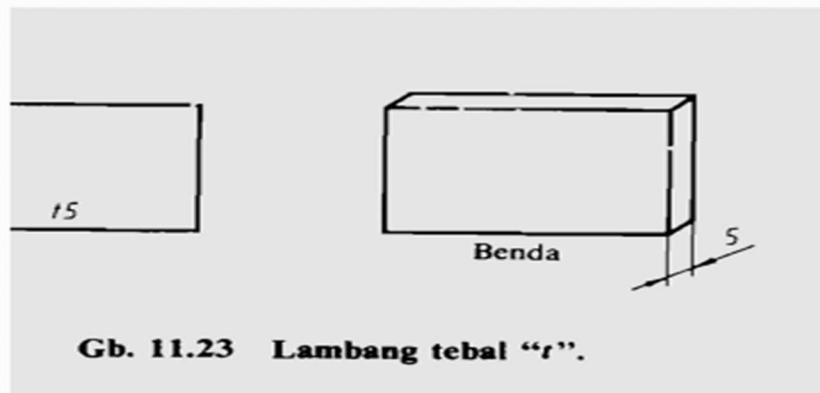


Gb. 11.19 Lambang Bujur sangkar " \square ".



Gb. 11.21 Kemiringan.

LAMBANG KETEBALAN



Gb. 11.23 Lambang tebal "t".

TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.2 TECHNICAL DRAWING

I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING

II. GAMBAR DAN SIMBOL/LAMBANG LAS
(WELDING)

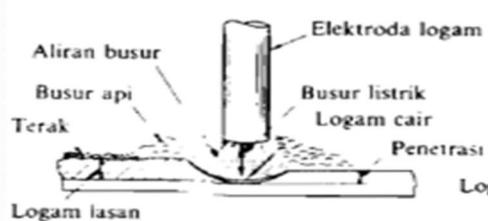
III. TEKNOLOGI LAS

ENCU SAEFUDIN

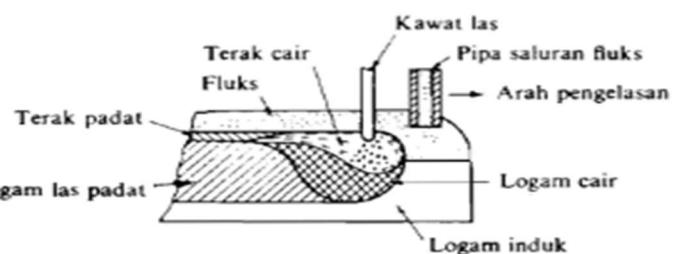
B4T

16 MARET 2020

PENGELASAN BUSUR LOGAM DAN LAS BUSUR RENDAM

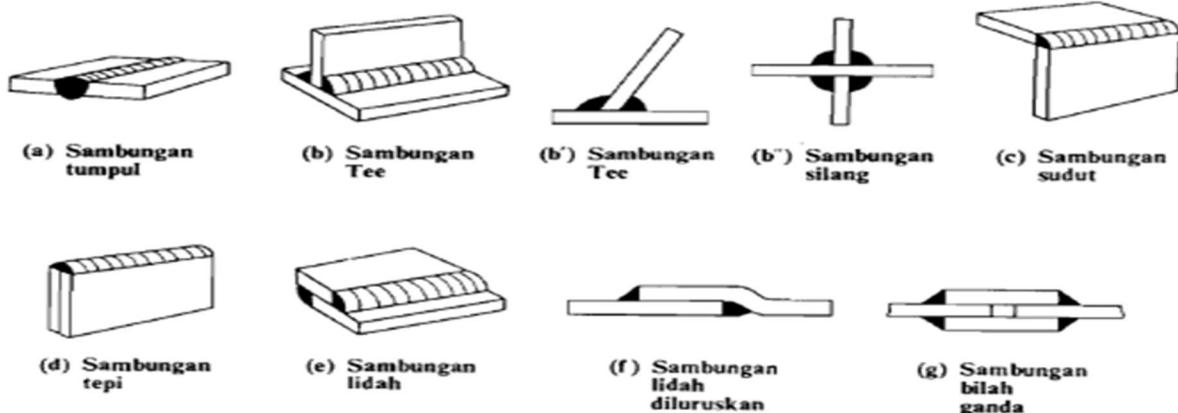


Gb. 18.1 Pengelasan busur logam.



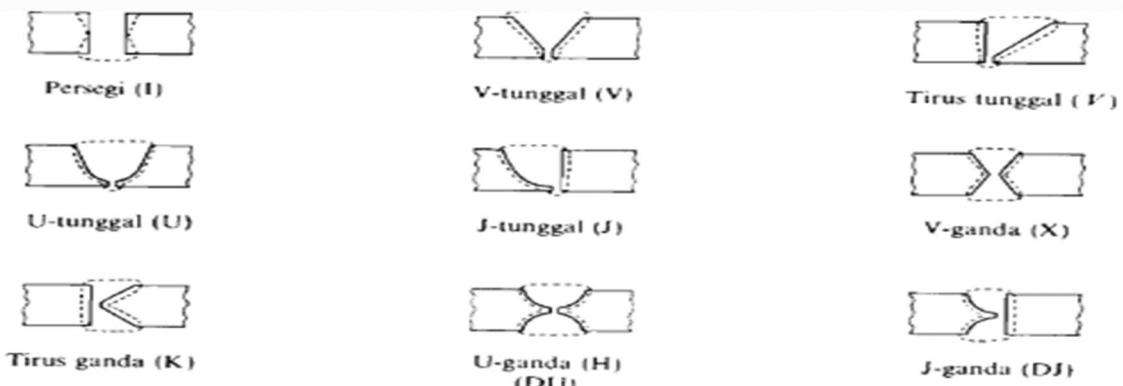
Gb. 18.2 Las busur rendam.

BENTUK-BENTUK SAMBUNGAN LAS



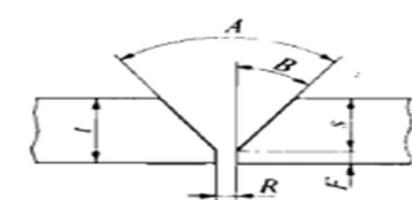
Gb. 18.3 Bentuk-bentuk Sambungan

BENTUK-BENTUK ALUR

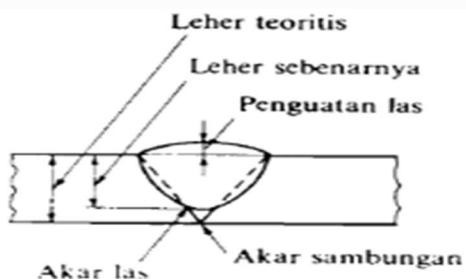


Gb. 18.4 Bentuk-bentuk Alur.

ISTILAH-ISTILAH ALUR DAN LAS TUMPUL



Gb. 18.5 (a) Istilah-istilah Alur.



Gb. 18.5 (b) Las tumpul.

LAMBANG-LAMBANG DASAR (1)

Tabel 18.1 Lambang-lambang dasar.

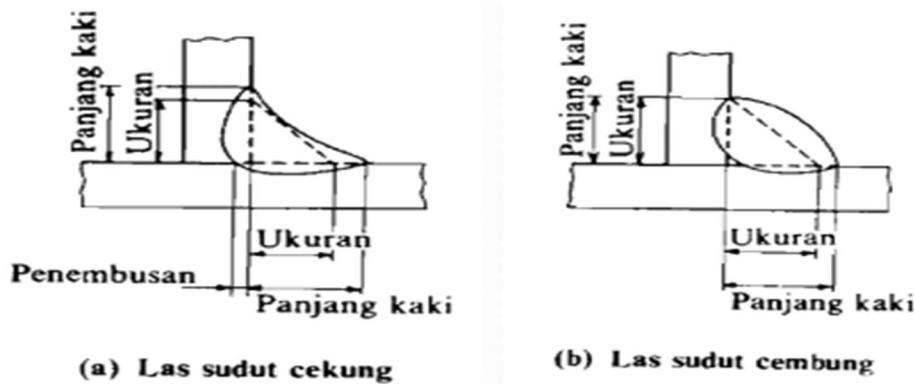
(Sesuai JIS Z 3021-1972)

Cara pengetahuan dan gambar	Golongan las dan lambang				
		Sisi jauh	Sisi dekat		Kedua sisi
Las lurus	Jenis las flens ganda				
	Jenis las flens				
	Las I			Las I ganda	
	Las V			Las X	
	Las tirus			Las K	
	Las J			Las J ganda	
	Las U			Las H (las U ganda)	
	Las V			Las X	
	Las tirus			Las K	

Golongan las dan lambang				
Cara pe- ngela- sim	Sisi jauh	Sisi dekat		Kedua sisi
Las sudut	Kontinyu 		Kontinyu (ganda) 	
	Tidak Kontinyu 		Tidak kontinyu (sejajar) 	
			Tidak kontinyu (Zig-zag) 	
Sumbat & Celah				
Kancing				
Las timbul				
Titik				
Proyeksi				
Kampuh				
Flash atau Upset				
Las tabanan				

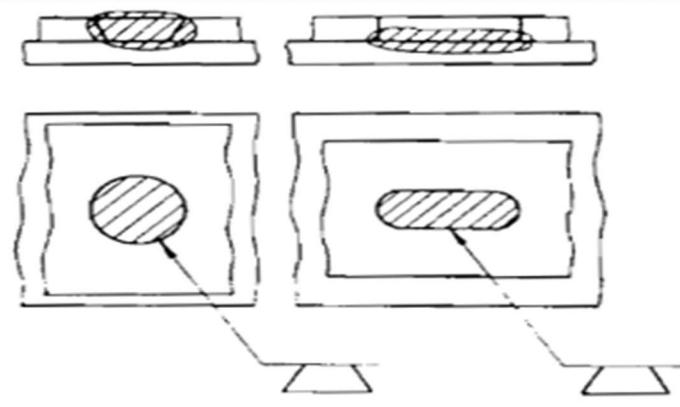
Catatan: Sebuah garis horizontal tipis menunjukkan kedudukan garis dasar.

LAS SUDUT



Gb. 18.6 Las sudut.

LAS TITIK DAN LAS CELAH



Gb. 18.7 Las titik dan Las celah.

PENUNJUKAN GARIS-GARIS REFERENSI DAN LAMBANG-LAMBANG



(a) Garis panah mengarah kepada permukaan yang akan diberi alur.

(b) Bagian B yang akan diberi alur berada di sebelah kanan bagian A, oleh sebab itu garis referensinya ditempatkan di sebelah kanan.

Gb. 18.8 Penunjukan garis-garis referensi dan lambang-lambang.

LAMBANG-LAMBANG TAMBAHAN

Tabel 18.2 Lambang-lambang Tambahan.

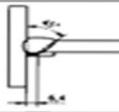
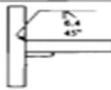
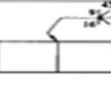
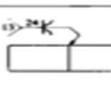
Pembagian		Lambang tambahan	Keterangan
Kontur lasan	Datar Cembung Cekung	—○—	Cembung keluar terhadap garis dasar Cekung keluar terhadap garis dasar
Penyelesaian	Pahat Gurinda Mesin	C G M	Bila cara penyelesaian tidak perlu dijelaskan, lambangnya dapat diberikan oleh F.
Pengelasan di lapangan Pengelasan keliling Pengelasan keliling di lapangan	● ○ ◎		Bila sudah jelas harus dilas keliling, lambang ini tidak diperlukan.

CONTOH LAMBANG-LAMBANG LAS (1)

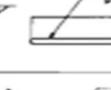
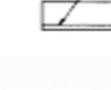
Tabel 18.3 Contoh lambang-lambang las.

Sambungan las		Benda	Penunjukan
Las alur persegi	Celah akar 2 mm		
Las alur V	Tebal Dalam alur Sudut alur Celah akar 19 mm 16 mm 60° 2 mm		
Las alur V ganda	Dalam alur Sisi panah Sisi sebelah Sudut alur Sisi panah Sisi sebelah Celah akar 16 mm 9 mm 60° 90° 3 mm		
Las alur U ganda	Dalam alur Sudut alur Jari-jari alur Celah akar 25 mm 25° 6 mm 0 mm		

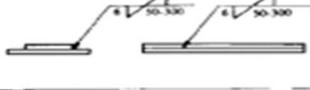
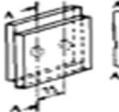
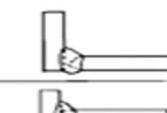
CONTOH LAMBANG-LAMBANG LAS (2)

Sambungan las		Benda	Penunjukan
Las alur tirus	Dengan bilah Sambungan T Sudut alur Celah akar	45° 6,4 mm	 
Las alur tirus ganda	Sisi panah Dalam alur Sudut alur Sisi sebelah Dalam alur Sudut alur Celah akar	16 mm 45° 9 mm 45° 2 mm	 
Las alur J ganda	Dalam alur Sudut alur Jari-jari Celah akar	28 mm 35° 13 mm 2 mm	 
Las alur J	Dalam alur Sudut alur Jari-jari Celah akar	24 mm 35° 13 mm 3 mm	 

CONTOH LAMBANG-LAMBANG LAS (3)

Pengelasan		Benda	Penunjukan
Las alur U	Dalam alur	27 mm	 
Las alur tirus ganda	Kedua sisi		 
Las alur tirus	Sisi sebelah atau sisi jauh		 
Las kontinyu	Sudut satu sisi - tebal las	6 mm	 
Las sudut kontinyu	Kedua sisi tebal las	6 mm	 

CONTOH LAMBANG-LAMBANG LAS (4)

Las sudut tidak kontinyu	Las sudut tidak kontinyu (Zig-zag) Tebal las 6 mm Panjang las 50 mm Jarak antara 300 mm	 
Las titik	Pada sisi panah atau sisi dekat, dipergunakan kawat las pipih	 
Gabungan lambang-lambang dasar	Sambungan las tirus ganda dengan las sudut	 
	Sambungan las tirus dan las sudut	 

CONTOH-CONTOH LAMBANG LAS (1)

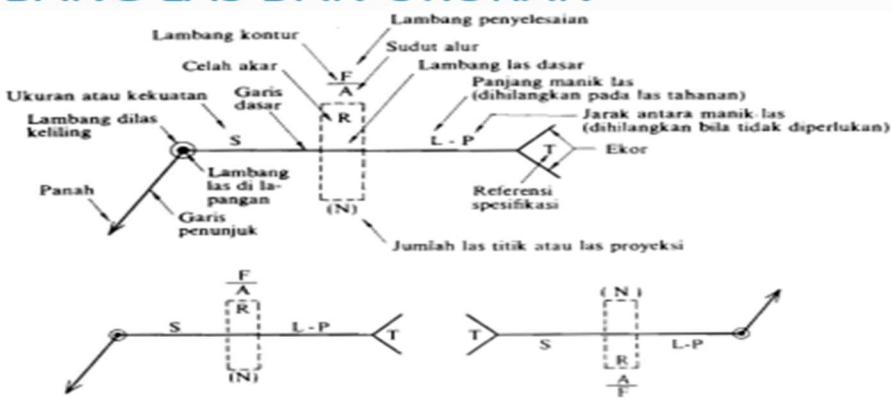
Tabel 18.4 Contoh-contoh lambang-lambang las.

Kontur las	Las tumpul	Benda	Perusukan
		Datar	Cembung
Las indut	Datar		
	Cembung		
	Cekung		
Penyelesaian Darih Las	Las tumpul dilas dengan pahat		
	Las sudut dengan kaki tidak sama difinis cekung 2 mm dengan gerinda		
	Las tumpul pipa difrais dengan mesin. Lambang las keliling tidak dipakai		

CONTOH-CONTOH LAMBANG LAS (2)

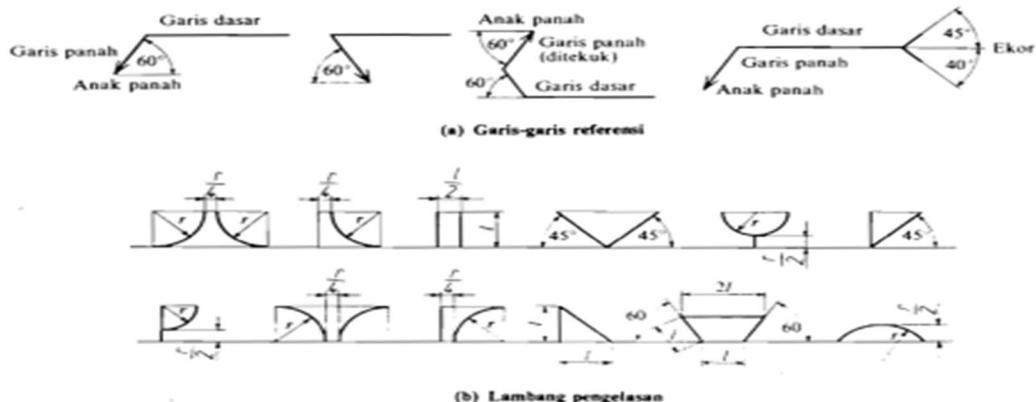
Las di lapangan (Las sudut kontinu)		
Las keliling (Las sudut kontinu)		
Las keliling di lapangan (Las sudut kontinu)		

LAMBANG LAS DAN LETAK STANDAR LAMBANG LAS DAN UKURAN



Gb. 18.9 Lambang las dan letak standar lambang las dan ukuran.

GARIS-GARIS REFERENSI DAN LAMBANG-LAMBANG PENGELASAN



Gb. 18.10 Garis-garis referensi dan lambang-lambang pengelasan.

Sambungan las	Bentuk sambungan	Ilustrasi	Simbol
Sambungan kempuh V tunggal Single V butt/groove weld			
Sambungan kempuh V ganda atau kempuh X ganda Double V butt/groove weld			
Sambungan kempuh I square butt/groove weld			
Sambungan kempuh bevel tunggal single bevel butt/groove weld			
Sambungan kempuh bevel ganda atau kempuh K Double bevel butt/groove weld			
Sambungan kempuh U tunggal single U butt/groove weld			
Sambungan kempuh U ganda double U butt/groove weld			
Sambungan kempuh J tunggal Single J butt/groove weld			
Sambungan kempuh J ganda Double J butt/groove weld			
Sambungan kempuh bevel melintang Flange bevel groove			
Sambungan kempuh V mengembang Flange - V groove			
Sambungan sudut luar Flange butt joint			

II. SIMBOL PENGELASAN

Simbol Pengelasan 1 :

1. Pengertian Las :

- Pengelasan merupakan penyambungan dua bahan atau lebih yang didasarkan pada prinsip-prinsip proses difusi, sehingga terjadi penyatuhan bagian bahan yang disambung.

2. Jenis-jenis pengelasan

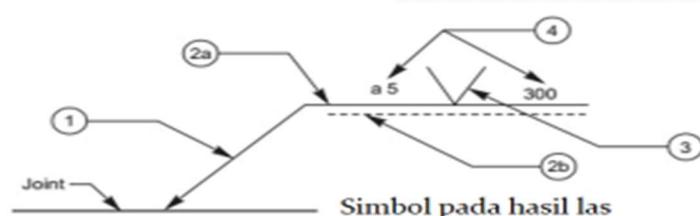
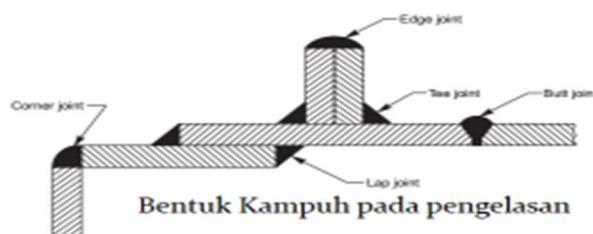
- Ada beberapa bentuk dasar sambungan las yang biasa dilakukan dalam penyambungan logam, bentuk tersebut adalah *butt joint*, *fillet joint*, *lap joint edge joint*, dan *out-side corner joint*



Aplikasi Pengelasan

- Industri manufaktur tidak dapat terlepas dari penyambungan logam.
- Penyambungan logam dilakukan dengan berbagai tujuan, diantaranya adalah untuk membuat suatu barang yang tidak mungkin dilakukan dengan teknik lain, memudahkan pekerjaan, serta dapat menekan biaya produksi.
- Proses penyambungan logam yang banyak digunakan dalam industri manufaktur adalah **las**. Pengelasan logam merupakan pilihan yang cukup tepat.
- Pengelasan tidak membutuhkan waktu lama, konstruksi ringan, kekuatan sambungan cukup baik, serta biaya relatif murah.
- Penerapan sambungan las sangat luas. Sambungan las banyak digunakan pada **konstruksi jembatan, gedung, industri otomotif, industri peralatan rumah tangga**, bahkan industri barang dengan bahan plastik pun banyak menggunakan proses las tersebut,

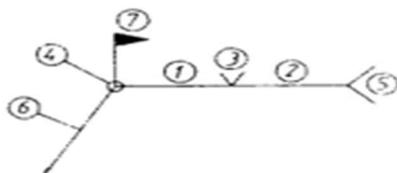
Bentuk Kampuh dan simbol pada hasil las



Simbol Dasar Pengelasan

No.	Designation	Illustration	Symbol
1.	Butt weld between plates with raised edges (the raised edges being melted down completely)		八
2.	Square butt weld		
3.	Single-V butt weld		▽
4.	Single-bevel butt weld		▽
5.	Single-V butt weld with broad root face		Y
6.	Single-bevel butt weld with broad root face		Y
7.	Single-U butt weld (parallel or sloping sides)		Y
8.	Single-U butt weld		¶
9.	Backing run; back or backing weld		△
10.	Fillet weld		△
11.	Plug weld; plug or slot weld		□
12.	Spot weld		○
13.	Seam weld		◎

Penunjukkan Pengelasan



1. ukuran dasar penampang potong las
2. panjang pengelasan
3. lambang las (biasanya sesuai kampuh/lihat tabel standar)
4. lambang untuk pengelasan sekeliling benda kerja
5. informasi lain yang perlu, misalkan proses pengelasan (dengan kode angka)
6. anak panah dan garis penunjuk (garis tipis kontinyu)
7. lambang untuk pengelasan di lapangan (jarang dicantumkan)

Kelengkapan pada penunjukkan las

CONTOUR		
FLUSH	CONVEX	CONCAVE
WELD-ALL-AROUND		

Contoh Pengelasan :



Simbol pengelasan 2 : UKURAN KAMPUH LAS

1. Butt Joint
2. Fillet Joint
3. Las Sudut Berjarak
4. Double Fillet Joint
5. Zig zag Fillet Joint
6. Resistance Spot Weld
7. Arc Spot Weld
8. Seam Weld

1. Butt Joint

Illustration

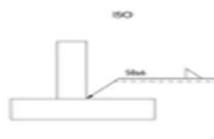
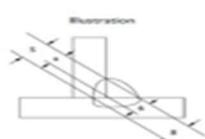
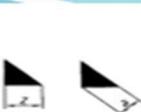


ISO



- **Butt joint** adalah teknik penyambungan 2 komponen dengan posisi sejajar.
- Biasanya tipe ini memiliki banyak variasi bentuk kampuh (akan dijelaskan pada teori las butt joint).
- Secara umum simbol pengelasan pada sambungan las but joint ini sesuai dengan bentuk coakannya (perhatikan gambar ISO) dan angka 6 menerangkan tentang kedalaman kampuh las.
- Dalam standar Amerika menggunakan Inchi

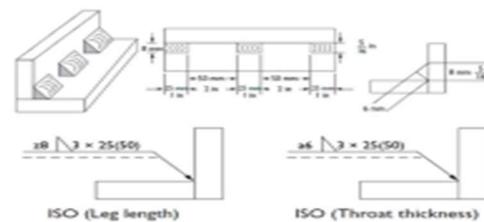
2. Fillet Joint



- **Fillet joint** adalah penyambungan/pengelasan 2 komponen dengan posisi tegak lurus. Biasanya memiliki bentuk kampuh las berbentuk segitiga siku-siku, berbeda bentuk kalau dalam kasus yang berbeda.
- Untuk lebih jelasnya silahkan melihat gambar tentang *Fillet joint* di atas (simbol sesuai ISO dan proyeksi Eropa).
- Untuk penulisan simbol ikuti aturan gambar di atas.

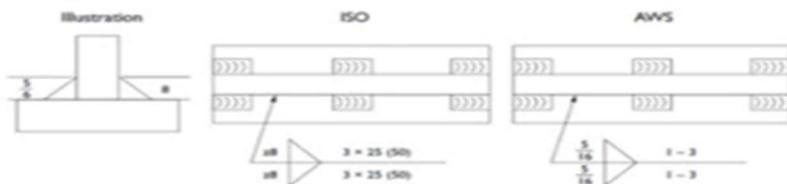
3. Las Sudut Berjarak

$a \triangle n \times l (e)$



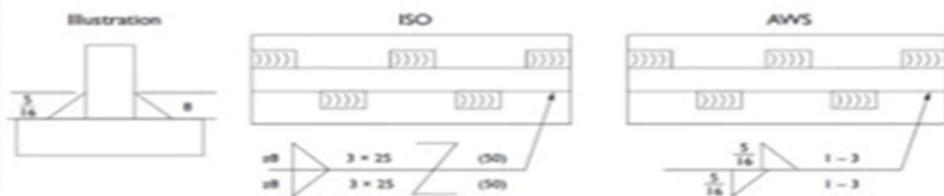
- Las sudut berjarak bisa dilihat pada gambar diatas.
- Pada gambar diatas bisa dijelaskan bahwa dalam pemberian simbol las sudut berjarak yang perlu diperhatikan adalah :
 - n = jumlah las sudut (contoh diatas adalah 3)
 - l = panjang pengelasan (contoh diatas adalah 25 mm)
 - e = jarak antar kampuh las (contoh diatas adalah 50mm)
- Untuk penulisan sesuai standar ISO silahkan ikuti kaidah diatas

4. Double Fillet Joint



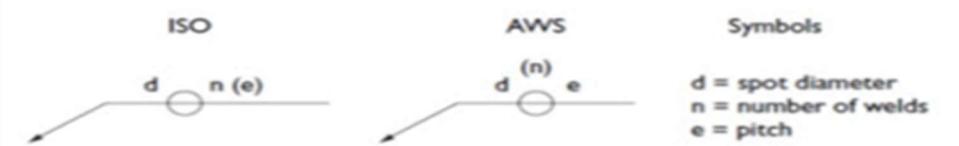
- **Double fillet joint** hampir sama halnya dengan las sudut berjarak, yang membedakannya adalah dalam pengelasannya ditambah di sebaliknya (lihat seperti gambar diatas).
- Dalam penulisannya sama seperti las sudut berjarak tetapi di bawahnya juga ditambah seperti itu juga.

5. Zig zag Fillet Joint



- **Zig zag fillet joint** adalah sistem pengelasan dengan jarak kampuh las saling bergantian (zig zag).
- Dalam sistem ISO ditulis dengan simbol Z seperti gambar diatas

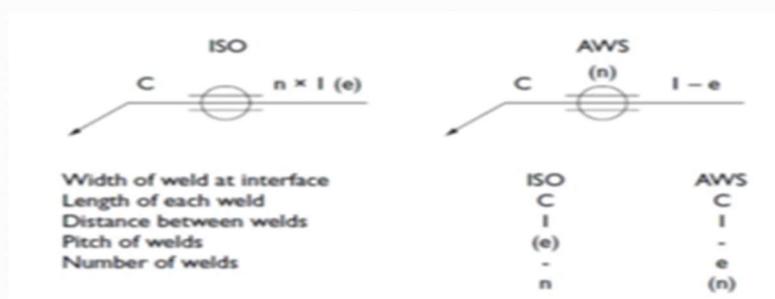
6. Resistance spot weld



7. Arc Spot Weld



8. Seam Weld



TERIMA KASIH

PELATIHAN PENGELASAN

4.2 TECHNICAL DRAWING

- I. DASAR-DASAR TECHNICAL DRAWING
- II. GAMBAR DAN SIMBOL/LAMBANG LAS (WELDING)
- III. **TEKNOLOGI LAS**

ENCU SAEFUDIN
B4T
16 MARET 2020

TEKNOLOGI LAS

- **Gambar teknik** adalah **komunikasi teknik** antara **designer** dan pihak pelaksana untuk merealisasikan suatu benda konstruksi dari fitur **dua dimensi** menjadi **konstruksi sebenarnya**.

A. General Arrangement

Ciri – cirinya adalah :

1. Halus
2. Jelas
3. Terukur
4. Berevisi dan bertanggal
5. Biasanya selalu dalam pandangan depan dan kadang – kadang dilengkapi dengan detail penampang bagian yang krusial.

Kegunaannya adalah :

1. *Engineering Design*
2. *Ordering / Pemesanan*
3. *Maintenance*
4. *Konstruksi*
5. *Inspeksi dan test*
6. *Fire Fighting dan Fire Proofing*
7. *Instalasi*
8. *Pengangkatan dan pengangkutan*
9. *Fabrikasi*
10. *Painting, Insulation dan Corrosion Protection*
11. *Certification*

B. Flow Diagram

Ciri-cirinya adalah :

- a) Halus
- b) Tidak terukur dan tidak terorientasi
- c) Dilengkapi dengan sketsa equipment (nama dan Jenis) berupa symbol.
- d) *Maintenance*
- e) *Inspection*
- f) *Hazops (Hazardous Operational Study)*
- g) Isolasi kebakaran dan polusi
- h) Sertifikasi dan perijinan

C. Piping Diagram

Ciri cirinya adalah :

- a) Halus
- b) Terukur
- c) Berorientasi tata letak
- d) *Piping* selalu diberi tanda diameter, nomor spool piece, kode pipa panas atau dingin
- e) Berukuran panjang spool piece
- f) Dilengkapi dengan symbol equipment yang terangkai dengan pipa
- g) Symbol safety appendages (*Pressure gage, Thermometer, Safety valve, Ventilation Valve,*) dll
- h) Berevisi dan bernomor drawing

Kegunaannya

1. Instalasi
2. Fabrikasi
3. Inspeksi
4. *Hydrotest Pakage*
5. *Certificate Pemerintah*

D. Plot Plan

Ciri cirinya adalah :

- a) Pandangan Atas
- b) Peletakan *Equipment* dan Orientasi North
- c) Halus
- d) Terukur
- e) Berevisi dan tanggal
- f) Nomor tanggal

Kegunaanya

1. Instalasi
2. Konstruksi
3. Pengangkutan
4. Proyek
5. Pemesanan Logistik
6. *Inspection*
7. *Maintenance*
8. *Fire Fighting*

E. Elevation Drawing

Ciri cirinya adalah :

- a) Halus
- b) Terukur (Khusus Elevasi)
- c) Orientasi Vertical (S,W,L,L WL)
- d) *Foundation Cross Section*

Kegunaannya

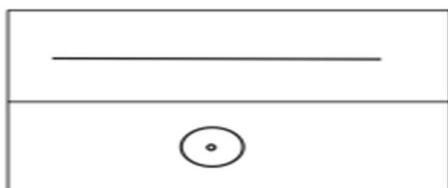
- 1. Proyek
- 2. *Inspection*
- 3. *Fire Fighting*
- 4. *Earth Moving (Cut & Drill)*
- 5. *Foundation Vertical Cross Section*
- 6. *Positioning*
- 7. *Installation*
- 8. *Soil Investigation*

BENTUK GAMBAR

- Gambar 2 Dimensi dan Isometrik 3 Dimensi
- Gambar 2 Dimensi (berupa simbol – simbol)

GAMBAR PIPA

PIPA

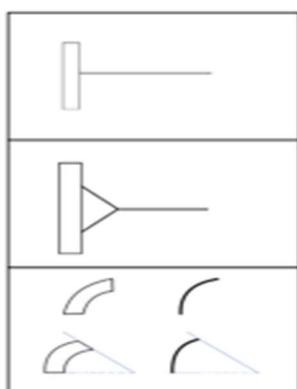


Pandangan depan dan atas

Pandangan samping kanan / kiri

GAMBAR FLENS (FLANGE)

FLANGE



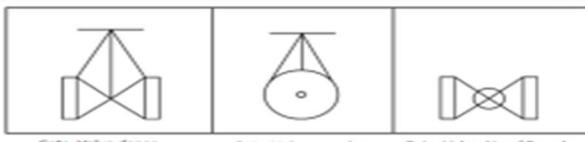
Pandangan depan flange slip on

Pandangan depan weld and flange

Elbow 90 °

Elbow 45 °

GAMBAR KATUP (VALVE)



Gate Valve depan

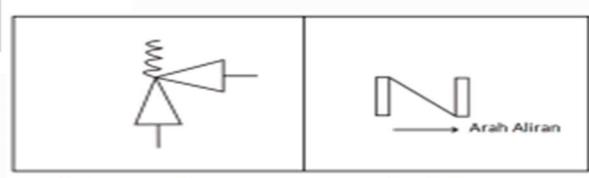
Gate Valve samping

Gate Valve Atas / Bawah



Control Valve depan

Control Valve samping

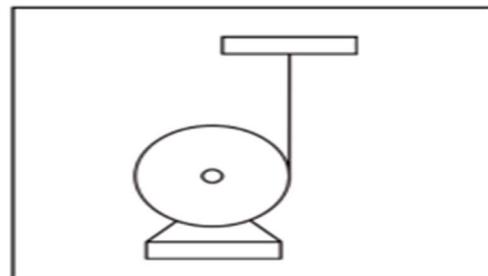


Spring Type Valve

Check Valve Depan

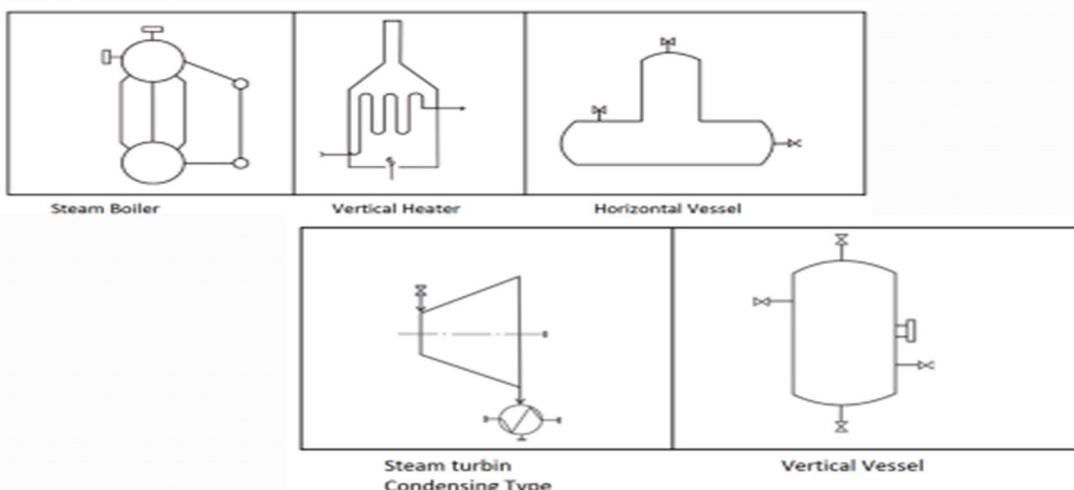
Aktivator Wina

GAMBAR POMPA CENTRIFUGAL

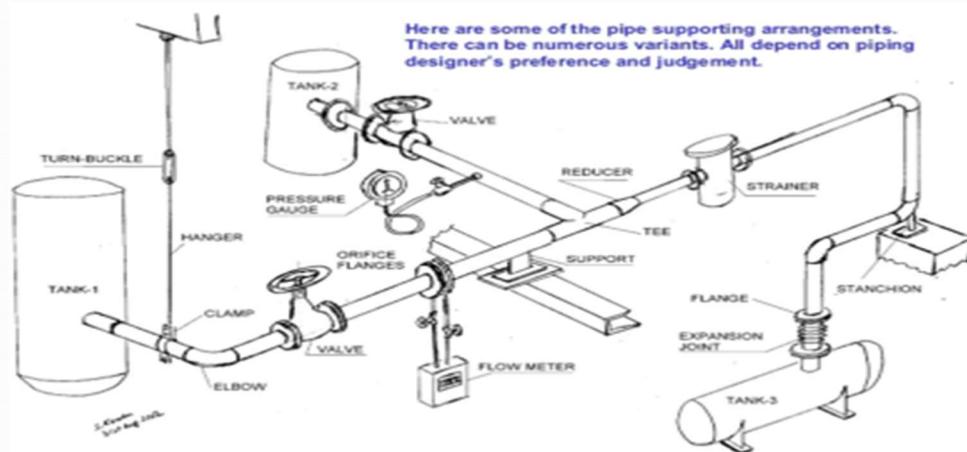


Pompa Centrifugal
depan

Activate Windows

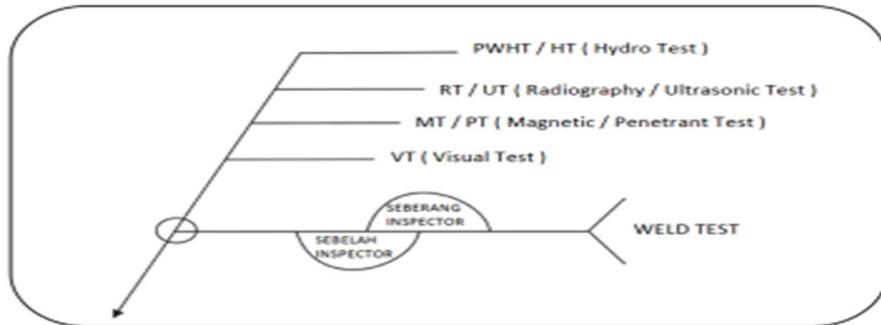


CONTOH GAMBAR ISOMETRI SISTEM PEMIPAAN



B. WELDING SIMBOL

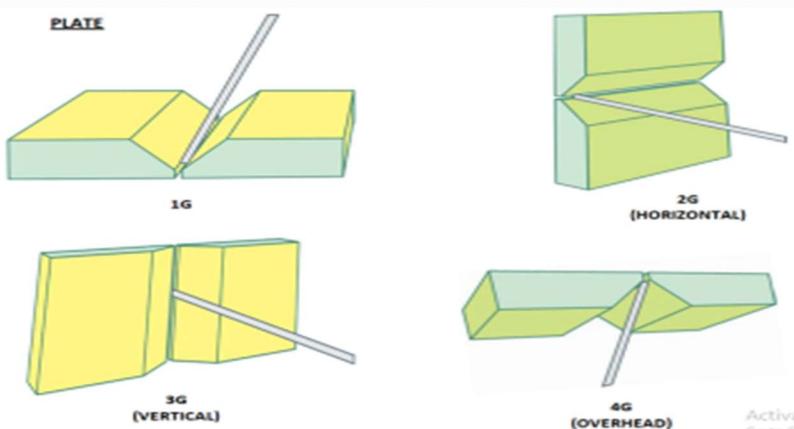
WELDING SYMBOL



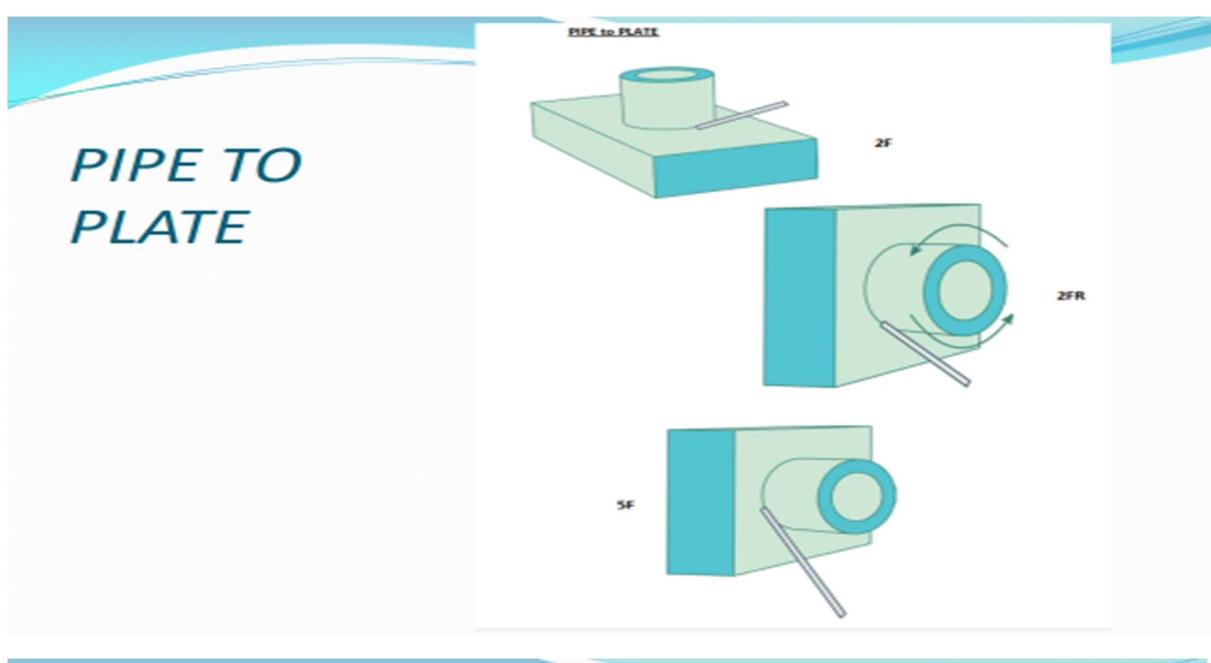
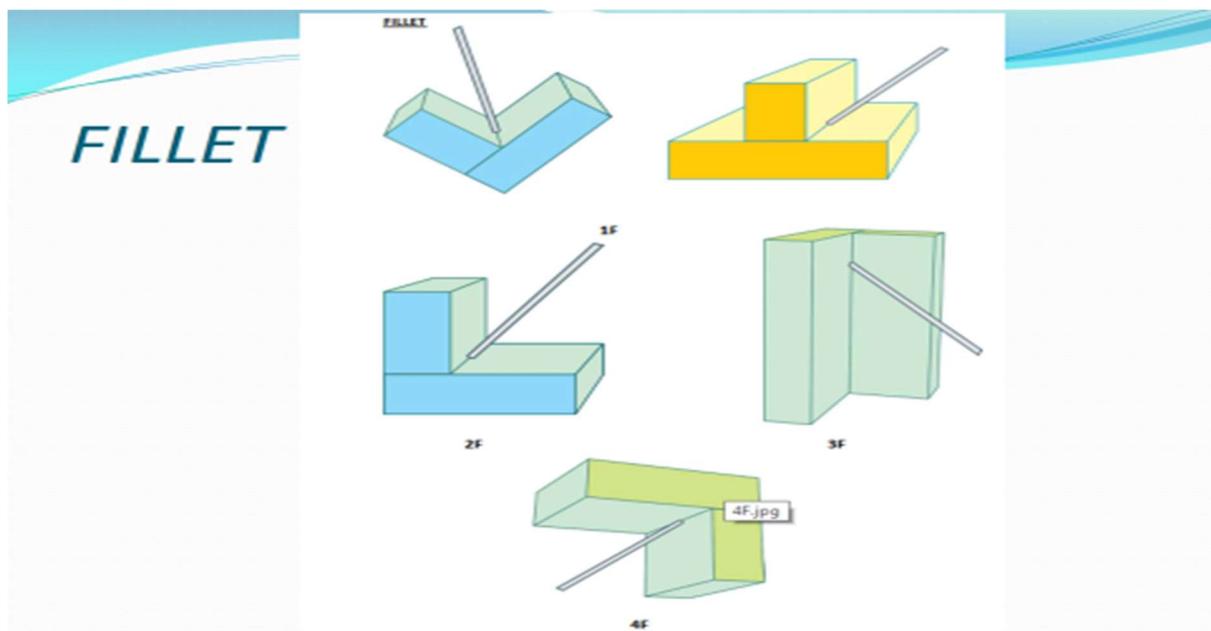
POSISI PENGELASAN

- PLATE
- FILLET
- PIPE TO PLATE

PLATE



X



CAST IRON (BESI COR)

- Jenis yang Dapat dan Tidak Dapat dilas
- Sifat Cast Iron
- Cara pengelasan

CAST IRON (BESI COR)

Jenis cast Iron (besi cor) yang dapat dilas dan yang tidak dapat dilas :

- **Cast Iron yang dapat dilas adalah :**

- I. Gray Cast Iron
- II. Malleable Cast Iron
- III. Nodular Cast Iron

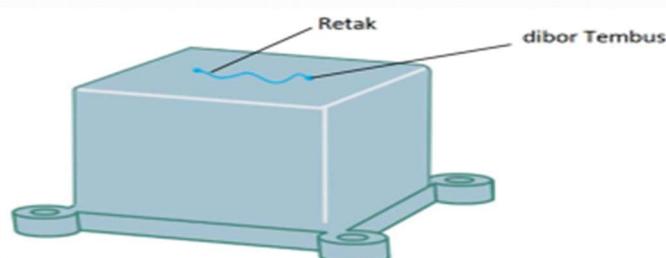
- **Cast Iron yang tidak dapat dilas adalah :**

- I. Ni Resist

Sifat Cast Iron

- Keras, getas (Mudah retak)
- Bagus untuk tuangan
- Tahan karat (**terhadap**) atmosfir dan air
- Tidak tahan jika terendam dalam air asin yang lama yang akan terjadi *graphitization* (kehilangan ferrum, sisa graphit saja)
- Pada suhu $> 250^{\circ}\text{C}$ akan terbentuk ferrocarbide (FeC₆) yang keras / getas.

Cara pengelasan

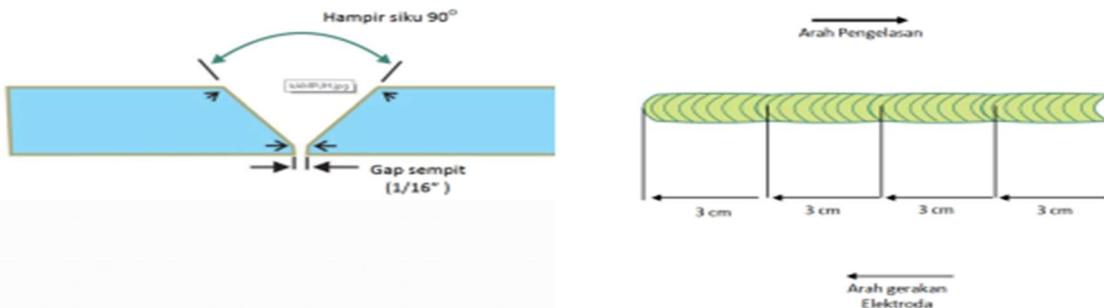


- a. Pembuatan kampuh hanya dapat menggunakan *gouging* saja.
- b. Tidak disarankan menggunakan gerinda karena akan menyebar luaskan minyak atau sludge yang mempersulit pengelasan
- c. Penggerindaan hanya untuk membuang lapisan ferro caribide akibat gouging, tujuannya untuk menghaluskan permukaan ex - gouging yang kasar

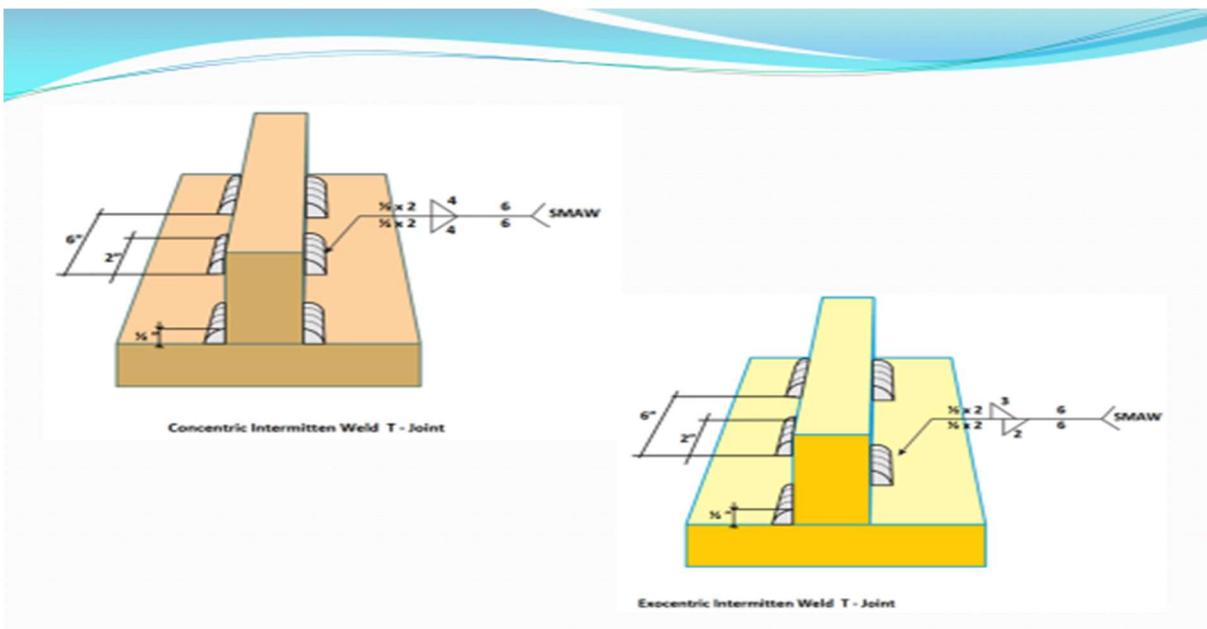
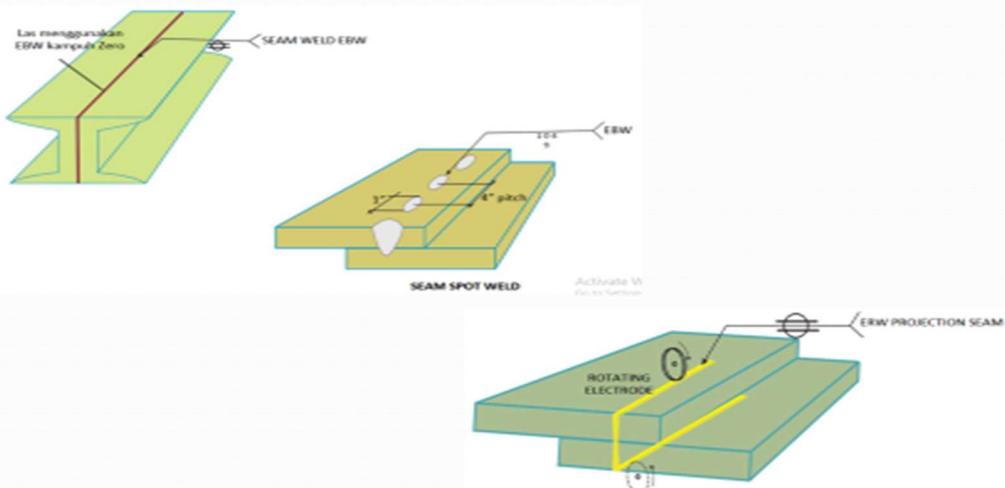


d. Bentuk kampuh

e. Menggunakan elektroda E-NiFeCl atau E-NiCl
EØ 1/16" (supaya heat inputnya kecil → tidak panas ≤ 250 °C)



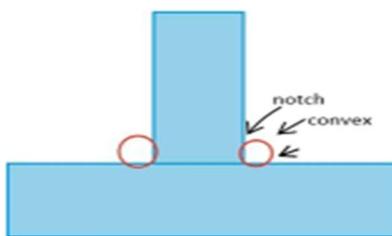
JENIS SAMBUNGAN



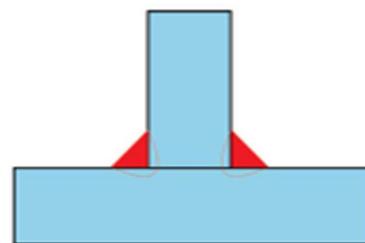
TACK WELD

- Tack Weld
- Untuk suatu pengelasan yang bertaraf internasional, dipersyaratkan penyetelan (*fitting*) yang *zero tolerance*.
- Untuk *tack weld* harus dikerjakan oleh *qualified welder* dan menggunakan ketentuan WPS yang di acu, untuk hal ini removalnya tidak diperlukan karena dilebur bersama root pas.
- Untuk *tack weld* yang dilaksanakan oleh *qualified welder*, walaupun memakai WPS yang diacu, tetap diharuskan dibuang sebelum dilewati root bad.

Konfigurasi :

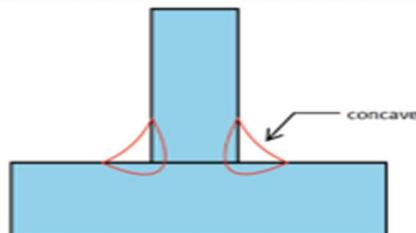


- T joint dilas dengan double fillet weld
- Jika ampere ≤ 80 akan berbentuk cembung dengan stress tinggi ($\pm 80.000 \text{ psi}$), rawan scc

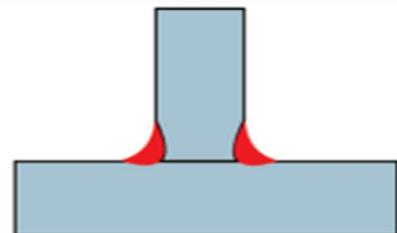


- Ampere antara 90 – 100 A penampang weld cukup bagus dengan kemungkinan retak kecil (disebabkan oleh displacement stress)
- Stress maksimum sedang

Konfigurasi Lanjutan :



- Jika ampere tepat pada $\geq 100 \text{ A}$ lebih sedikit, maka konfigurasi fillet concave (zero stress)



- Jika ampere > 120 akan terjadi severe undercut yang akan menghasilkan displacement stress yang mungkin dapat menyebabkan retak, mengurangi mechanical integrity dan surface

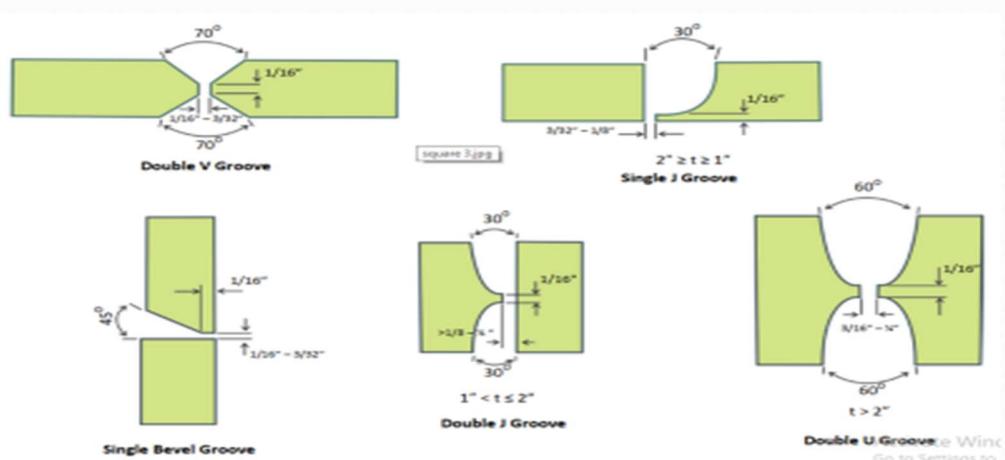
(X)

WELDING DESIGN

- A. Butt or Groove Weld
- B. Fillet Weld

WELDING DESIGN

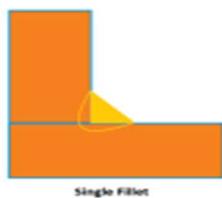
- A. Butt or Groove Weld
- B. Fillet Weld



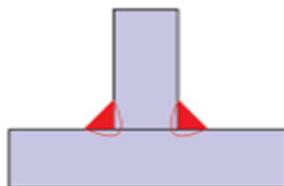
(X)

B. Fillet Weld

Fillet Weld



Single Fillet
Corner Joint

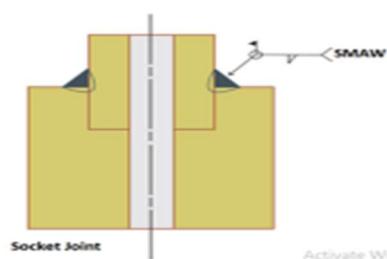


Double Fillet
T-Joint

Activate Welds

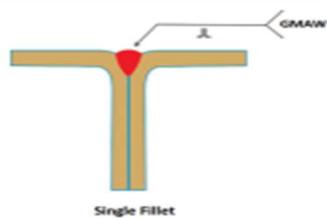


Double Fillet
Overlap Joint

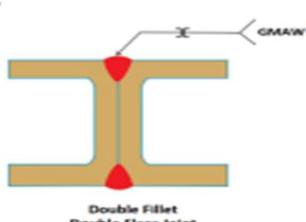


Socket Joint

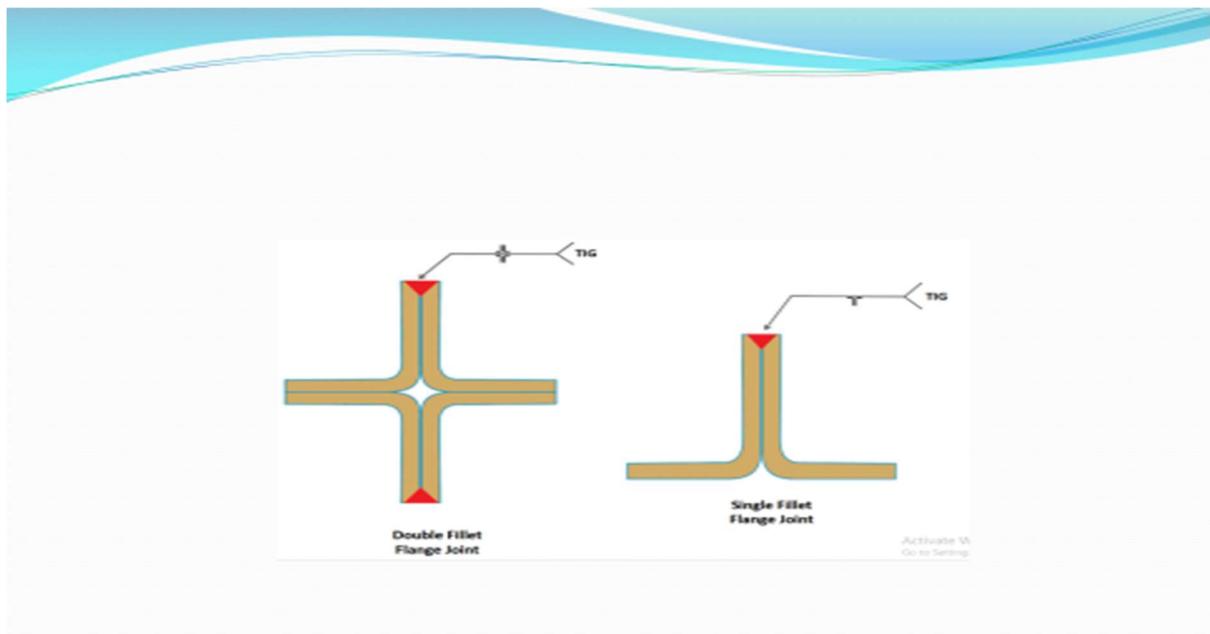
Activate Welds



Single Fillet
Flare Joint



Double Fillet
Double Flare Joint



TERIMA KASIH