

## **Prerequisites**

*5.7 Perform manual heating and thermal cutting*

*5.12 Perform routine manual metal arc welding*

*5.15 Weld using manual metal arc welding process*

*5.51 Select welding processes*

*5.52 Apply safe welding practices*

*9.2 Interpret technical drawing*

*12.23 Perform engineering measurements*

*18.1 Use hand tools*

*18.2 Use power tools/hand held operations*

## **Course contents**

- ***Introduction of SMAW***
- ***SMAW Equipments***
- ***Types of electrodes and metals***
- ***Welding technique***
- ***Weld defects***
- ***Distorsi prevention***
- ***Etc***

## **Kiat – kiat dalam mengikuti training**

**Satu training akan berhasil jika semua pihak yang terlibat berpartisipasi serta berperan dengan aktif**

- 1. Pengetahuan dan pengalaman anda akan lebih berguna jika dishare**
- 2. Disetiap topik pembelajaran membutuhkan keaktifan anda**
- 3. Bertanyalah jika belum tahu tentang materi yang sedang dibahas**
- 4. Hormati dan hargai sesama peserta dan instructure**
- 5. Sampaikan apa yang ada dipikiran anda**

## **Training objectives**

**Diakhir sesi pembelajaran peserta diharapkan mampu melakukan pengelasan menggunakan proses SMAW serta mengidentifikasikan prosedur yang sesuai dengan material yang dilas sehingga dapat menghindari dan memperkecil rework ataupun reweld diseluruh lokasi operasional tempat kerja**

# Topic 1

SMAW

SMAW

*Introduction*

## **Sejarah singkat SMAW**

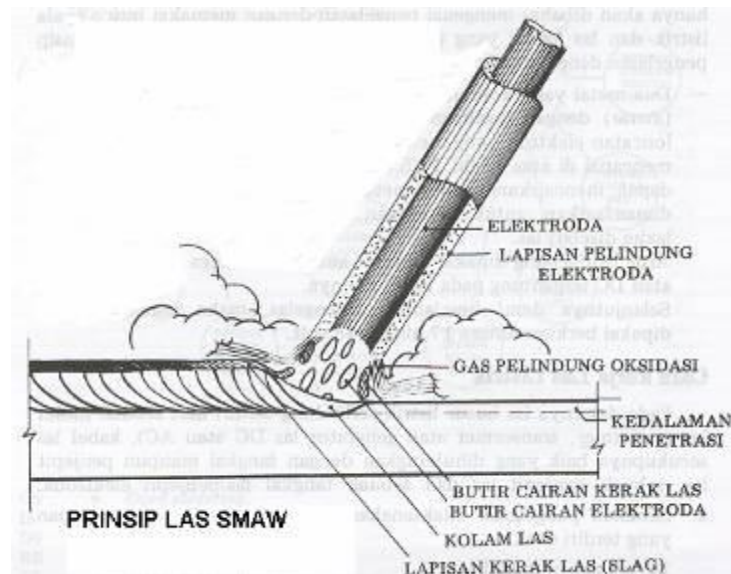
**Th1800, Sir Humphry Davy menemukan electric arc, penemuan ini kemudian dilanjutkan oleh seorang ilmuwan rusia "*Nikolai Slavyanov*" dan ilmuwan amerika "*C.L Coffin*" yang menemukan arc welding menggunakan electrode dan mulai populer di tahun 1900'**

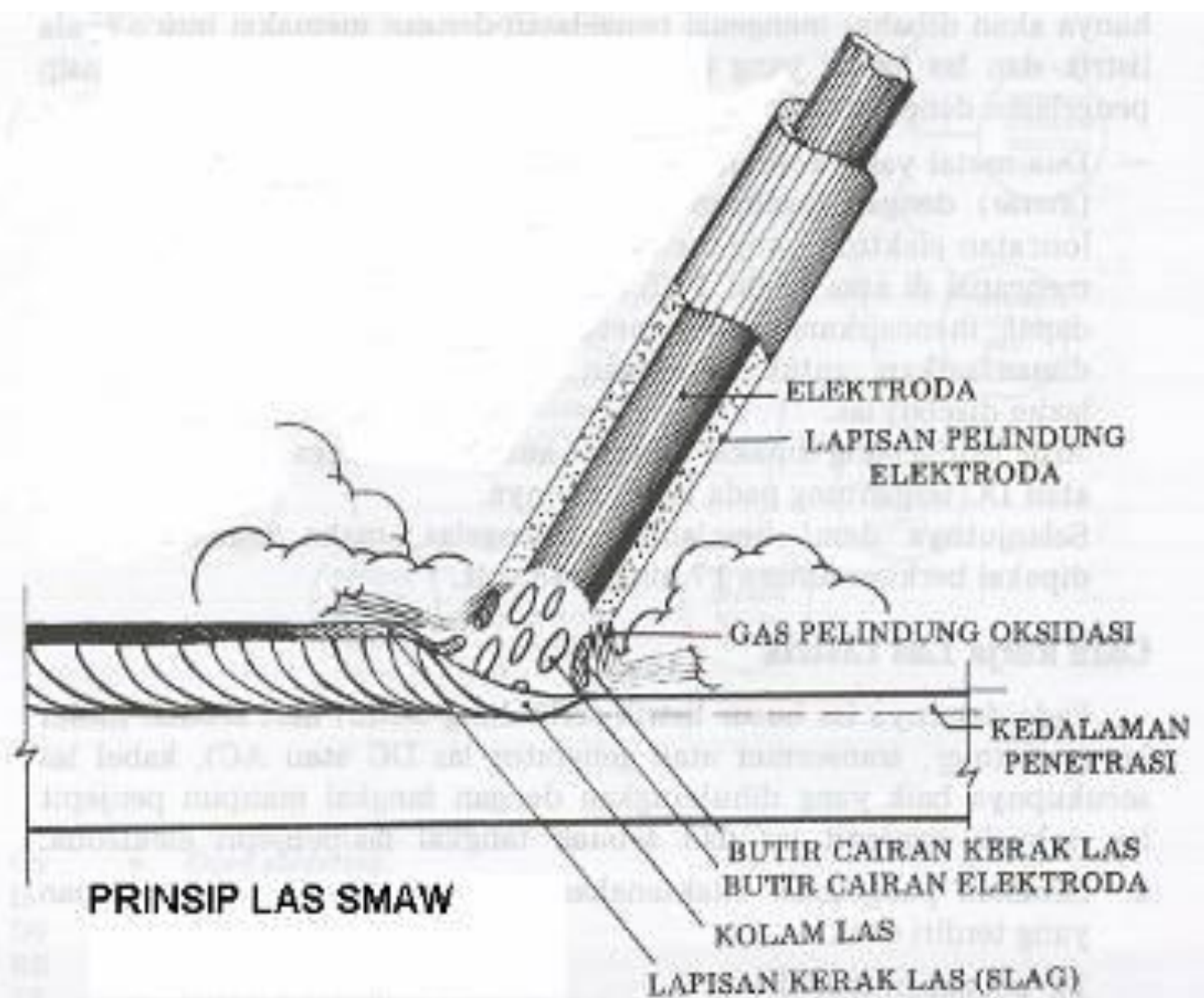
**Ditahun 1920 revolusi besar – besaran terjadi terhadap arc welding, sepanjang tahun 1920 s/d 1940 banyak ditemukan proses arc welding seperti *SAW, GMAW dan GTAW* tetapi karena mahalnnya shielding waktu itu maka ditemukanlah proses *SMAW* pada tahun 1950' yang merupakan solusi atas mahalnnya shielding gas**

## Prinsip SMAW

Proses dimana pelelehan dan penyambungan metal dengan jalan memanaskan metal yang dijoint menggunakan arc yang terjadi antara electrode bersalut dan base metal sehingga terjadi fusion.

Salutan electrode disebut "**Flux**" yang berfungsi membantu *membentuk arc* dan menjadi *shielding gas* serta *membentuk slag* yang melindungi lasan dari kontaminasi udara luar





**PRINSIP LAS SMAW**

ELEKTRODA

LAPISAN PELINDUNG  
ELEKTRODA

GAS PELINDUNG OKSIDASI

KEDALAMAN  
PENETRASI

BUTIR CAIRAN KERAK LAS  
BUTIR CAIRAN ELEKTRODA

KOLAM LAS

LAPISAN KERAK LAS (SLAG)



Inti electrode membentuk filler metal lasan dimana saat electrode berjalan sepanjang base metal dengan kecepatan yang merata dan membentuk deposit metal yang seragam. deposit ini disebut "**bead**"

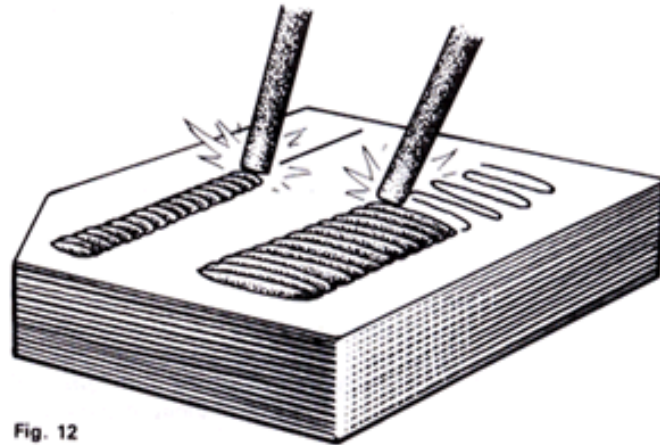


Fig. 12

### **Beberapa nama lain SMAW :**

- *MMAW (manual metal arc welding)*
- *Stick welding*

Welding machine menggunakan constant current (CC) dengan salah satu arus dari 2 arus yang biasa digunakan yaitu :

1. *Alternating current (AC)*
2. *Direct current (DC)*

Pemilihan arus AC/DC tergantung dari jenis electrode yang digunakan Arus yang paling banyak digunakan saat ini adalah DC tetapi masing – masing arus memiliki kelebihan dan kekurangan tersendiri

Arus DC terbagi lagi menjadi 2 yaitu "**straight**" dan "**reverse**" polarity  
Straight polarity disebut dengan *DCSP (direct current straight polarity)*  
Reverse polarity disebut dengan *DCRP (direct current reverse polarity)*

## **Apa beda DCSP dan DCRP ???**

DCRP=DCEP (direct current electrode positive)

DCSP=DCEN (direct current electrode negative)

Karena DCRP/DCEP memiliki polaritas lurus maka hasil penetrasi pengelasan menjadi dalam karena base metal lebih cepat mencair dibanding electrode

Tetapi berbanding terbalik dengan DCSP/DCEN dimana penetrasi pengelasan menjadi dangkal karena electrode lebih cepat mencair dibanding base metal

## **Apa kelebihan arus DC ???**

- *All thickness material*
- *All position*
- *Busur Stabil*
- *Mudah penyalaan awal/arc striking*
- *All ampere*
- *All area*

## **Apa kekurangan arus DC ???**

- *Cost equipment lebih mahal dibanding AC*
- *Voltage drop jika jarak pengelasan terlalu jauh*
- *Mudah terjadi arc blow/semburan busur karena gaya magnetic*

## **Apa kelebihan arus AC ???**

- *Cost equipment lebih murah*
- *Cocok untuk jarak pengelasan yang jauh tetapi kabel jangan digulung*
- *Tidak menimbulkan arc blow*
- *Low maintenance cost*

**Pembahasan arc blow ada pada session berikutnya !!!**

## **Apa kekurangan arus AC ???**

- *Lebih sulit untuk penyalaan awal/arc striking*
- *Limit thickness*
- *Kurang cocok untuk low current*
- *Untuk posisi overhead electrode harus sesuai*
- *Pada material yang tipis arc kurang stabil*

## **Power didalam welding circuit diukur dalam voltage dan current**

Voltage dipengaruhi oleh arc length antara electrode dan base metal dan diameter electrode, satuan yang digunakan adalah Volt (V)

Current lebih mudah diukur dari besaran arus yang mengalir pada welding circuit dan satuan yang digunakan adalah Ampere (amps)

*Menaikan arc length berarti menurunkan voltase, karena voltage naik turun maka proses SMAW menggunakan CC (constant current)*

## **Mengapa power source SMAW menggunakan CC ???**

Setiap power source SMAW memiliki current control sehingga ampere yang keluar dapat terkontrol dengan stabil meski voltage naik turun dan pengelasan yang dihasilkan berfusi dengan baik

Meskipun control voltage tidak ada bukan berarti voltage dan current akan berdiri sendiri saat terjadi arc, keduanya harus bergerak secara bersamaan dalam power source dan pergerakan tersebut dapat dihitung dengan teliti untuk menentukan besarnya pemakaian listrik

## **Bagaimana menghitung pemakaian listrik ???**

$$\mathbf{V \times A = W}$$

*V = Voltage*

*A = Amperes*

*W = Watts*

## Contoh soal !!!

Hitung voltage yang digunakan jika diketahui pemakaian energi 3125 watts dan ampere yang digunakan 125 Amps ???

*Voltage yang digunakan adalah :*

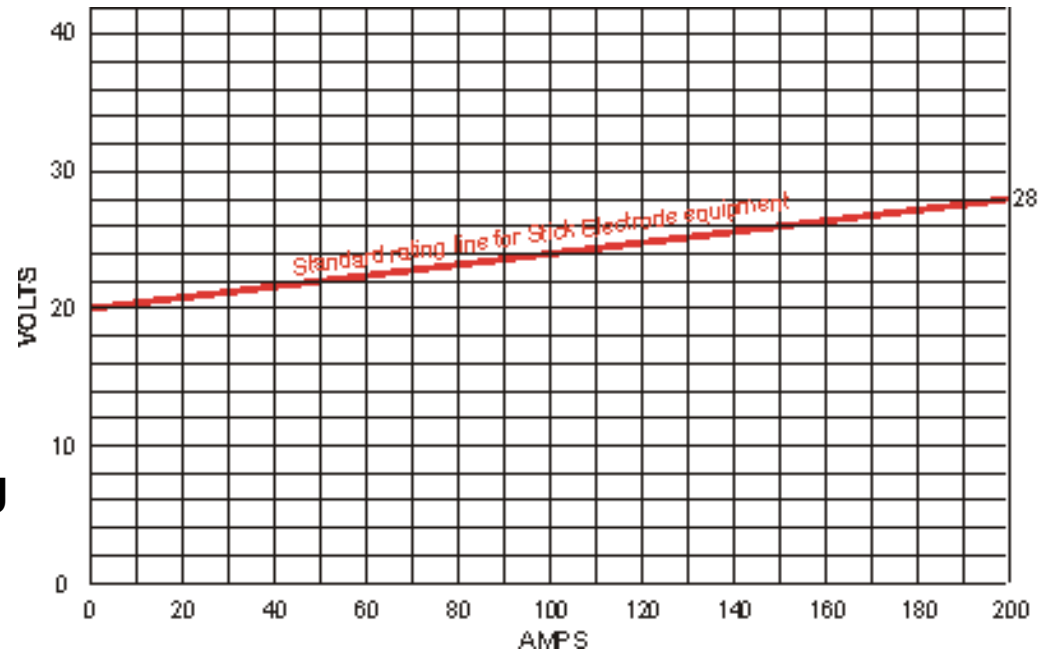
$$\begin{aligned} V &= W:A \\ &= 3125 : 125 \\ &= \mathbf{25\ Volts} \end{aligned}$$

Hitung energi listrik yang digunakan jika diketahui voltage yang digunakan 28 Volts dan ampere yang digunakan 200 Amps

$$\begin{aligned} W &= V \times A \\ &= 28 \times 200 \\ &= \mathbf{5600\ Watts} \end{aligned}$$

Menaikan ampere pengelasan berarti akan menaikkan voltage juga dimana voltage yang ideal bagi proses SMAW dimulai dari 20 Volts

Pada kenaikan setiap 100 amps maka voltage akan naik 4 volts dengan kata lain setiap kita menaikkan ampere sebesar 25 amps maka voltage akan naik sebesar 1 volt



**Besaran voltage bisa dihitung**

$$VOLTS = 20 + (amps \times 0.04)$$



# Review Question

Silahkan bertanya jika ada yang perlu ditanyakan



Topic 2

SMAW Equipments

and accessories

# Peralatan utama proses SMAW

Peralatan utama proses SMAW terdiri dari power source/welding machine dan kabel/lead baik ground cable maupun electrode holder cable

Peralatan utama didukung oleh beberapa peralatan tambahan/accessories

## 1. Welding machine/power source

Ditinjau dari tugasnya power source terbagi menjadi 3 yaitu :

- *Light duty (tugas ringan)*
- *Medium duty (tugas menengah)*
- *Heavy duty (tugas berat)*

Disini kita tidak membahas tiga hal diatas tetapi akan membahas power source berdasarkan arus yang digunakan yaitu DC dan AC

## Duty cycle power source

Sebelum membahas lebih jauh tentang duty cycle ada satu pertanyaan yang sering timbul saat welding machine digunakan untuk gouging yaitu :

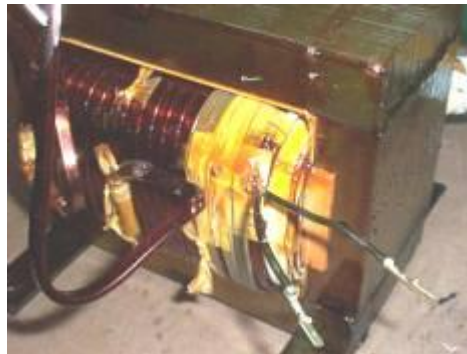
- mengapa w/m yang digunakan untuk gouging lebih cepat rusak dibanding w/m yang hanya digunakan untuk mengelas ???

### ***Jawabanya adalah panas yang berlebih/over heating***

Overheating disebabkan oleh tingginya ampere yang digunakan saat gouging pada batas tertentu w/m akan safe tetapi jika melewati batas w/m akan trip dan bisa rusak.

### **Tentunya timbul satu pertanyaan lagi !!!**

*Berapa batas max ampere w/m agar safe dan tidak cepat rusak ???*



*Jawabanya adalah duty cycle !!!!*

## **Apa itu duty cycle ???**

Duty cycle adalah persentase dari 10 menit dari w/m untuk mengelas pada batas max ampere yang diijinkan tanpa membuat w/m overheating

## **Bagaimana mengetahuinya ???**

Setiap w/m memiliki duty cycle yang berbeda tergantung dari manufacture makin tinggi duty cycle makin mahal harga w/m.

## **Contoh !!!**

*Duty cycle 40% 250 amps*

Ini berarti w/m hanya mampu mengelas selama 4 menit dengan 250 amps tanpa overheating, diatas 250 amps selama 4 menit w/m akan trip ataupun diatas 4 mnt dengan 250 amps

## **Contoh 2 !!!**

*60% duty cycle 200 amps*

### **Bagaimana mencegah overheating ???**

- menaikkan ampere berarti menaikkan resiko over heating untuk mencegahnya turunkan ampere dan gunakan ampere secukupnya
- turunkan duty cycle dengan mengurangi panjang waktu pengelasan

#### ***contoh :***

60% duty cycle 200 amps gunakan waktu pengelasan dibawah 6 menit dan ampere yang digunakan dibawah 200 amps

## Engine driven DC Power source

Seperti telah dibahas didepan bahwa power source arus DC memiliki banyak kelebihan yang salah satunya adalah all area

Generator DC sangat mudah digerakan oleh diesel engine dengan kata lain DC power source sangat cocok untuk pengelasan dimana supply electric dari PLN tidak tersedia (pengelasan di field)

Pembahasan engine driven AC power source ada pada unit competency 5.49 !!!!



DC Generator

## **AC Power source**

**Berdasarkan system pengaturan ampere yang digunakan power source AC dibagi menjadi 4 yaitu :**

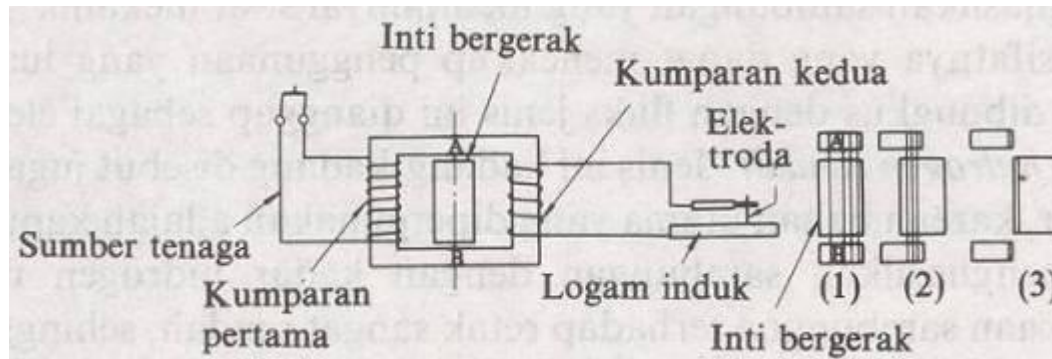
- ***Inti bergerak***
- ***Kumparan bergerak***
- ***Reaktor jenuh***
- ***Saklar***



## 1.1.Inti bergerak

Pada jenis inti bergerak pada kedudukan No 1 terjadi kebocoran fluks/medan magnet sehingga arus yang dihasilkan juga menurun/kecil hal sebaliknya akan terjadi dengan kedudukan No 3 dimana kebocoran fluks magnet akan kecil maka arus yang dihasilkan akan menjadi besar

Kumparan pertama/primer induksinya bersifat tetap sedangkan kumparan kedua/sekunder induksinya berubah tergantung dari jarak inti yang bergerak



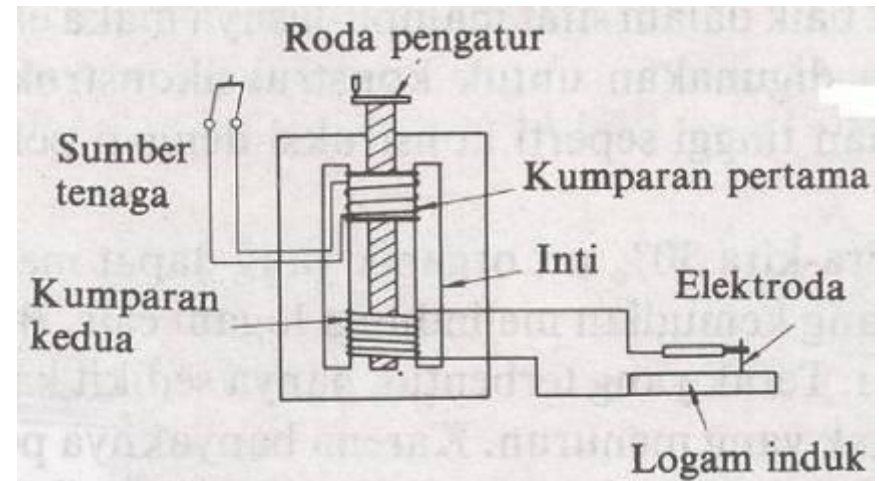
## 1.2.Kumparan bergerak

Pada jenis kumparan bergerak besar/kecilnya arus ditentukan oleh pergerakan dari kumparan sekunder,makin dekat kumparan sekunder dengan inti maka makin besar arus yang dialirkan,begitu juga sebaliknya

Ciri – ciri mesin jenis ini adalah terdapat engkol atau pemutar untuk merubah turun naiknya ampere



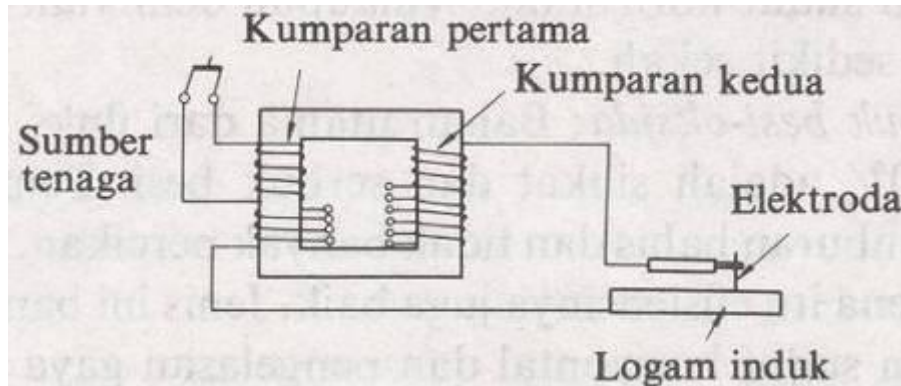
**Tangkai pemutar**



### 1.3. Jenis saklar

Power source jenis ini paling banyak digunakan dimana arus yang keluar diatur melalui saklar potensio meter yang berfungsi mengatur besar kecilnya arus yang keluar dari kumparan sekunder

Ciri dari mesin jenis ini adalah memiliki 1 / 2 saklar untuk mengatur arus



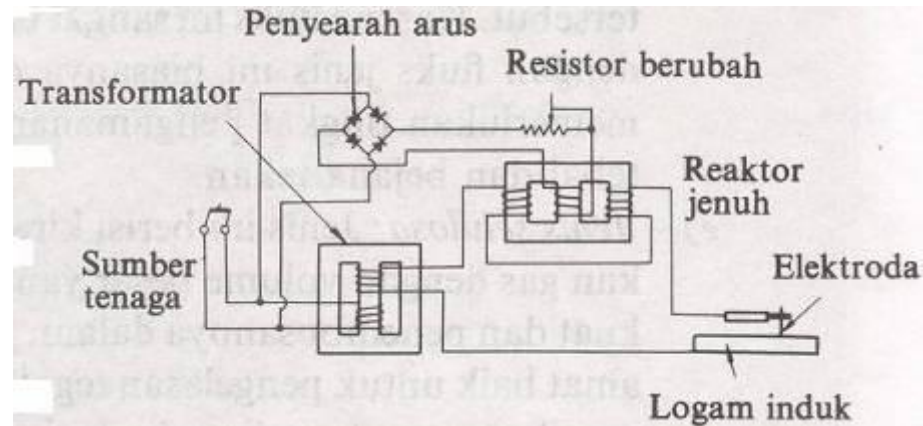
**Saklar**



## 1.4.Reaktor jenuh

Reaktor jenuh merupakan jenis power source paling modern saat ini,jenis ini adalah pengembangan dari jenis saklar dimana kontrol pengelasan dapat dilakukan jauh dari power source dan dekat dengan welder/operator

Ciri dari power source jenis ini adalah memiliki remote control untuk mengatur besar kecilnya ampere yang dibutuhkan



## 2. Lead/Cable

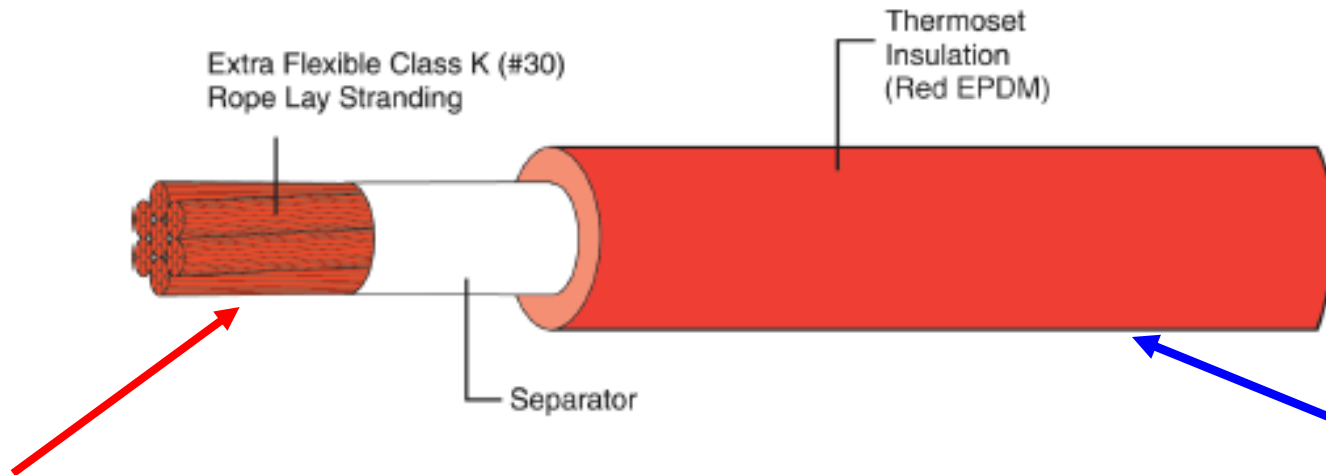
Pada power source SMAW terdapat 2 cable yang berfungsi mengalirkan arus dan membuat arc yaitu *work lead* dan *ground lead*

Work lead dan ground lead dilengkapi dengan accessories seperti :

- *electrode holder*
- *ground clamp*
- *cable connectors/crimp lug/cable skun*



## Bagian – bagian welding cable



**1.** Core wire berupa beberapa untaian yang digabung menjadi satu lilitan atau untaian wire dalam jumlah banyak menjadi satu lilitan

### **2. Separator**

sebagai pemisah antara conductor dan insulator serta mempermudah stripping

### **3. Insulator**

berfungsi melapisi dan melindungi core wire, insulator harus bersifat tahan api dan panas, bahan terbuat dari EPDM (Ethylene propylene diene monomer)

## Berapa size lead/cable yang direkomendasikan ???

Masing – masing cable memiliki ukuran berbeda yang memiliki panjang max yang di ijinan serta max ampere yang bisa digunakan

Dibawah ini adalah table yang bisa menjadi panduan pemilihan cable

SIZE	STRANDING	NOMINAL O.D.	AMPS <sup>1</sup>
6	259x30	.320	115
4	413x30	.370	150
2	651x30	.430	205
1	826x30	.505	240
1/0	1050x30	.570	285
2/0	1308x30	.605	325
3/0	1656x30	.670	380
4/0	2088x30	.720	440
250	2516x30	.860	495
350	3478x30	.970	680
500	5002x30	1.150	720

WELDING CABLE SIZE SELECTION GUIDE									
AMPS	DISTANCE FROM WELDING EQUIPMENT								
	50'	75'	100'	125'	150'	200'	250'	300'	350'
100	4	4	2	1	1/0	2/0	3/0	4/0	4/0
150	3	2	1/0	1/0	2/0	4/0			
200	2	1/0	2/0	3/0	4/0				
250	1	1/0	3/0	4/0					
300	1/0	2/0	4/0						
350	2/0	3/0	4/0						
400	3/0	4/0							
450	3/0	4/0							
500	4/0								
500	4/0								
550	4/0								

**NOTES:** Distances shown are half the length of cable Required. For total cable length of welding lead and ground lead, double the distance shown.  
4 Volts Max. drop. Nominal DC Res @ 25°C per ICEA S-19-81 Table 7.5.1.

*1 Meter = 3.26 feet*

*1 foot = 0.30 meter*

## **Additional and accessories equipments**

- *electrode holder*
- *ground clamp*
- *cable connectors*
- *crimp lug.kable skun*
- *welding mask/kap las*
- *cipping*
- *wire brush*
- *hand gloves*
- *welding jacket/apron*



## **Berapa amps kekuatan electrode holder dan ground clamp ???**



Amps electrode holder dan ground clamp mulai dari 150 – 600 amps  
Holder dan clamp harus memiliki amps yang sama.

Untuk menghubungkan electrode dan clamp ke power source dibutuhkan crimp lug/connector ,amps crimp lug dan connector juga harus sesuai dengan holder dan clamp yang digunakan



## Apron and welding gloves

*Apron ada yang terbuat dari kulit bercampur asbestos dan dari polyester. Berfungsi melindungi tubuh dari radiasi asap, panas dan percikan pengelasan.*

*terdiri dari beragam bentuk mulai dari Jacket, hand sleeves ,overall ,setengah badan,dll.*

Hand gloves terbuat dari kulit bercampur asbestos yang berfungsi sebagai pelindung tangan



## Cleaning equipments

- cipping
- wire brush and wire cup brush

Ketiga peralatan ini berfungsi sebagai alat pembersih baik sebelum ,ketika ataupun setelah pengelasan berlangsung

Gunakan face shield/welding mask saat bekerja menggunakan peralatan diatas



CHIPPING HAMMERS



STEEL WIRE BRUSHES

## Welding mask/kap las

Welding mask merupakan peralatan yang vital untuk proses arc welding

Secara garis besar terbagi menjadi 2 yaitu :

- helmet
- hand shield

Pada kap las terdapat rumah kaca yang berisi kaca hitam dan kaca putih, kaca hitam memiliki No/tingkat kepekatan tersendiri yang berfungsi menyaring radiasi sinar yang masuk ke lensa mata



## **Berapa no / kepekatan kaca hitam yang anda ketahui ???**

Untuk proses SMAW tingkat kepekatan kaca hitam dimulai dari 8 s/d 14, gunakan lensa yang sesuai dengan mata anda dan jangan pernah melihat pengelasan dengan mata telanjang !!!

## **Bagaimana menyesuaikan kaca hitam yang dipakai ???**

<b>OPERATION</b>	<b>ELECTRODE SIZE 1/32 In. (mm)</b>	<b>ARC CURRENT (A)</b>	<b>MINIMUM PROTECTIVE SHADE</b>	<b>SUGGESTED(1) SHADE NO. (COMFORT)</b>
Shielded metal arc welding	Less than 3 (2.5)	Less than 60	7	–
	3-5 (2.5–4)	60-160	8	10
	5-8 (4–6.4)	160-250	10	12
	More than 8 (6.4)	250-550	11	14

Pemilihan kaca hitam didasarkan pada ampere dan electrode yang digunakan. selain itu factor personel/welder juga ikut menentukan

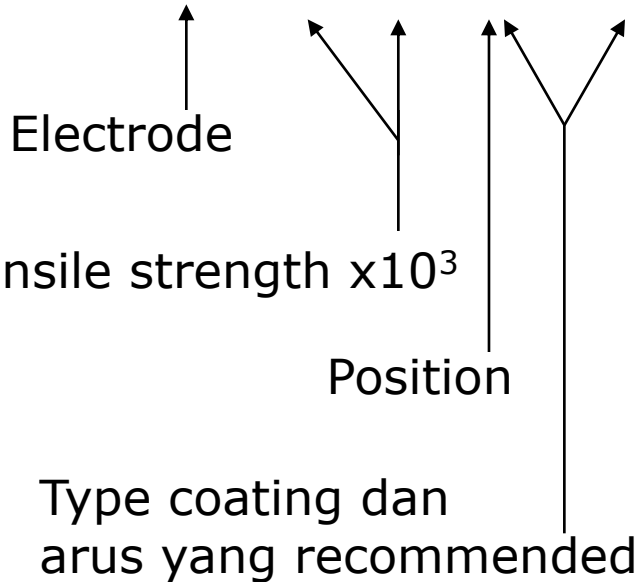


# Topic 3

Type of Electrodes  
and Metals

## Carbon steel electrode

**E XXXX**



Tensile strength untuk C/S electrode dari 60 – 70.000 psi

### Posisi :

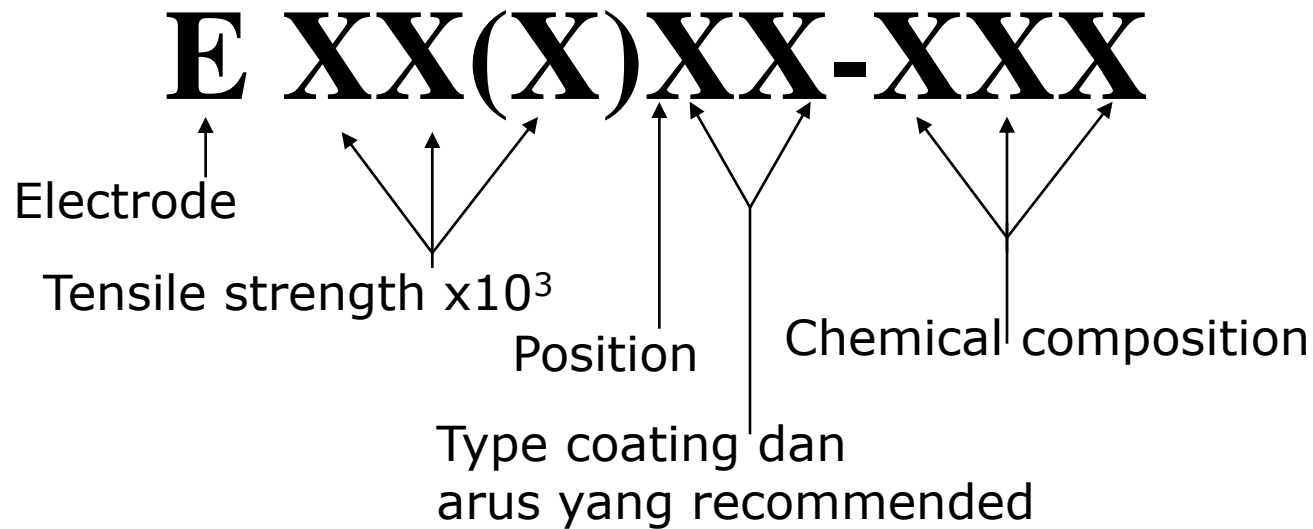
- 1 : All position
- 2 : Flat ,H fillet
- 4 : Flat,OV,H,V down

### Coating & Recommended current

- 10 : cellulose sodium – DCEP
- 11 : cellulose potassium – AC/DCEP
- 12 : titania sodium – AC/DCEN
- 13 : titania potassium – AC/DCEP/DCEN
- 14 : iron powder titania - AC/DCEP/DCEN
- 15 : low hydrogen sodium – DCEP
- 16 : low hydrogen potassium – AC/DCEP
- 18 : L/H potassium iron powder – AC/DCEP



## Low alloy steel electrode



### Chemical composition :

- A1 – Carbon Molybdenum (1/2% Mo)
- B1 – Chromium Molybdenum (1/2%Cr,1/2%Mo)
- B2 – Chromium Molybdenum (1. 1/4%Cr,1/2%Mo)
- B3 – Chromium Molybdenum (2. 1/4%Cr,1%Mo)
- C1 – Nickel (2.1/2% Ni)
- C2 – Nickel (3.1/24% Ni)
- C3 – Nickel (1% Ni,0.35% Mo,0.15 Cr)
- D1 – Manganese Molybdenum (0.25 – 0.45% Mo,1.25-1.75% Mn)

Tensile strength mulai 70 – 120.000 psi

## **Electrode mana saja yg termasuk non low hidrogen/high hidrogen dan low hidrogen electrode ???**

### **Yang termasuk non low hidrogen electrode :**

- *E 6010*
- *E 6011*
- *E 6012*
- *E 6013*
- *E 6014*
- *E 7010*
- *E 7011*

### **Yang termasuk low hidrogen electrode :**

- *E 7015*
- *E 7016*
- *E 7017*
- *E 7018*
- *E 8018*
- *E 9018*



## **Mengapa ada non low hidrogen electrode ???**

Electrode jenis ini digunakan pada low strength steel saja atau steel dengan yield strength dibawah 50 ksi

Non low hidrogen electrode memiliki kandungan H = 30-50 mL/100g

## **Apa kelebihan non low hidrogen electrode ???**

- Memiliki sifat penetrasi yang sangat bagus/cocok untuk root pass
- Tidak perlu di redrying/panas ulang karena electrode cukup kering
- Harga relatif lebih murah
- Dapat dikombinasikan dgn L/H electrode pd pengelasan high strength steel
- All position

## **Apa kekurangannya ???**

- Jika box telah dibuka electrode harus langsung habis
- Jika electrode terlalu kering tidak dapat berfungsi dengan benar
- Visual pengelasan sedikit kasar

## **Mengapa ada low hidrogen electrode ???**

Electrode jenis ini digunakan pada high strength steel atau steel dengan yield strength diatas 50 ksi – 120 ksi

Low hidrogen electrode memiliki kandungan H = 2-16 mL/100g

## **Apa kelebihan low hidrogen electrode ???**

- Cocok untuk high strength steel
- Kadar H yang rendah dapat mereduksi terjadinya crack dan porosity
- Hasil lasan memiliki ketahanan terhadap suhu dingin dibawah 0°C
- Sisa electrode yang tidak terpakai dapat di gunakan ulang
- Visual pengelasan lebih smooth/bead halus

## **Apa kekurangannya ???**

- Harga relatif lebih mahal
- Harus diredrying dalam oven sebelum dipakai dgn suhu&waktu tertentu
- Electrode yang lembab tidak berfungsi dengan baik

## **Mengapa hidrogen selalu hadir saat pengelasan**

Hidrogen sangat mudah hadir dalam pengelasan karena gas ini sangat banyak terdapat di alam, ringan & mudah menyala jika ada sumber panas

kandungan hidrogen yang berlebihan dapat mengundang crack dan menyebabkan porosity pada base metal ataupun welding zone.

Untuk itu diperlukan cara/teknik yang tepat agar hidrogen dapat terkontrol dengan baik sebelum ,saat/setelah pengelasan berlangsung

Salah satu cara penanganan terhadap hidrogen adalah mengurangi kadar hidrogen yang ada pada electrode

## Kapan hidrogen muncul ???

Saat pengelasan berlangsung temperature ujung arc mencapai **6000°C** temperatur ini sangat extreme sehingga base metal dan elektroda akan melebur bersamaan, pada proses ini *timbul uap air* dimana rumus uap air adalah **H<sub>2</sub>O**, karena tingginya temperatur H<sub>2</sub>O akan terpisah menjadi H dan **O<sub>2</sub>**.

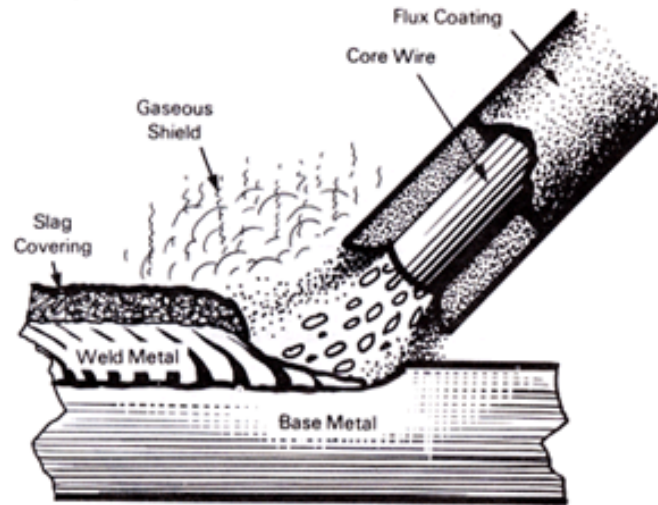


Fig. 6

O<sub>2</sub> akan mengikat alloy element (Cr, Ni, Si dll) menjadi *Cr oxide, Ni oxide* untuk membentuk passive layer sebagai shielding gas, sementara H tidak ada peminatnya dan terperangkap dalam molten puddle dan saat dingin akan berfusion dgn weld metal.

## **Bagaimana handling low hidrogen electrode ???**

Simpan L/H electrode ditempat kering saat masih dalam box/container

Electrode ini sangat mudah menyerap hidrogen jika boxnya telah dibuka,

Usahakan ketika box telah dibuka simpan electrode yang tidak digunakan dalam oven baik bench drying oven/portable drying oven



Jika menemukan box/container electrode yang terbuka,gunakan electrode ini terlebih dahulu tetapi sebelumnya harus di redrying dgn suhu yg tepat

## Bagaimana storing low hidrogen electrode ???

Sebelum digunakan electrode harus dipanaskan terlebih dahulu dalam portable drying oven dengan temperature  $120^{\circ} - 150^{\circ}\text{C}$

Untuk E 7018 dapat disimpan selama 4 jam sebelum digunakan dalam portable drying oven

Untuk alloy electrode khusus E 11018 cukup  $\frac{1}{2}$  jam di redrying dalam portable drying oven sebelum digunakan



Portable drying open



## Bagaimana redrying sisa electrode yang tdk terpakai ???

Untuk menjaga agar electrode memiliki moisture yang diinginkan, tempatkan sisa electrode yang tidak terpakai dalam *bench drying oven*

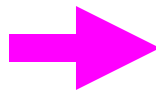
Panaskan sisa electrode selama ½ jam terlebih dahulu dengan ½ temperature dari final temperatur redrying dalam *bench drying oven*

Final redrying temperatur untuk mild steel electrode seperti E 7018 adalah 650 to 750°F (340 to 400°C)

Untuk low alloy steel electrode seperti E 8018 up final redrying temp adalah 700 to 800°F (370 to 430°C)

**Note :** *hanya untuk sisa electrode dari box yang baru dibuka*

**Bench drying oven**

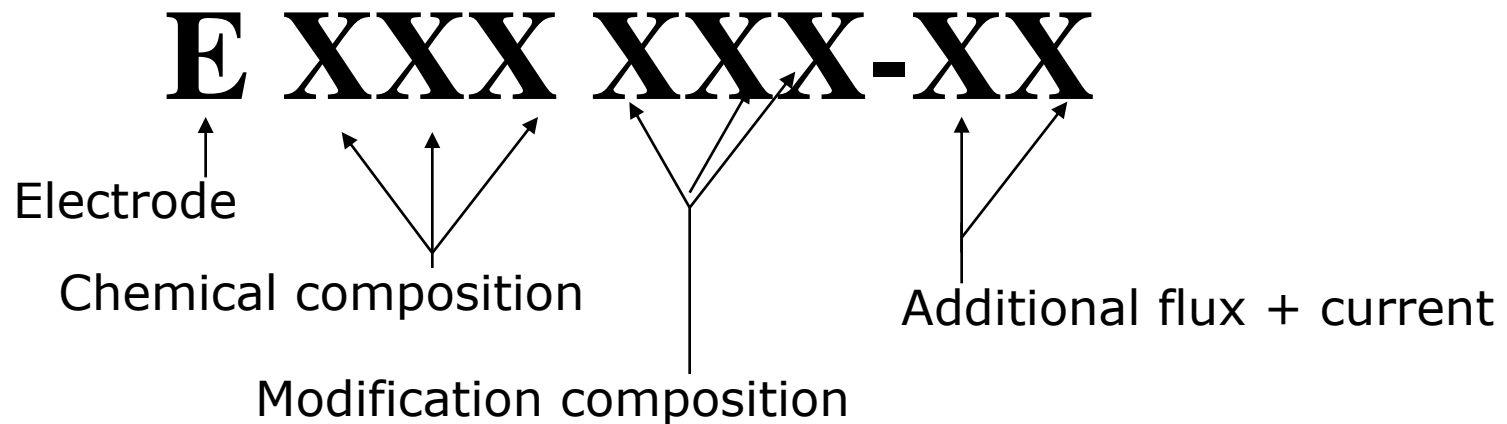


Bagaimana jika electrode telah lama terexposed udara luar atau contact dengan air walau sedikit ???

Condition	Pre-drying Temperature(1)	Final Re-drying Temperature	
		E7018, E7028	E8018, E9018, E10018, E11018
<b>Electrode terexposed oleh udara krg dari 1 minggu tanpa contact dengan air.</b>	<b>N/A</b>	<b>650 to 750°F (340 to 400°C)</b>	<b>700 to 800°F (370 to 430°C)</b>
<b>Electrode terexposed/cont act dengan air / terexposed kelembaban tinggi</b>	<b>180 to 220°F (80 to 105°C)</b>	<b>650 to 750°F (340 to 400°C)</b>	<b>700 to 800°F (370 to 430°C)</b>

(1) Pre-dry 1 - 2 jam. Untuk meminimize coating cracks or oxidation pada electrode

# Stainless steel electrode



## Modification composition :

*L : Low Carbon*

*Cb : Columbium*

*Mo : Molybdenum*

## Additional flux + current :

*15 – lime covering – DCEP*

*16 – lime/titania covering – AC/DCEP/DCEN*

## Contoh :

*E 308L-15*

*(308 austenitic S/S, lower carbon – lime covering , DCEP*

## **Menentukan base metal dengan electrode yang sesuai**

Sebelum menentukan base metal dan electrode yang sesuai terlebih dahulu harus mengetahui basic perhitungan yield strength material

**Yield strength** : *titik dimana satu material akan mengalami putus*

**Tensile strength** : *titik dimana material mengalami putus dgn sempurna*

**Satuan yield dan tensile strength adalah Mpa/psi**

**1 Mpa = 145.037 psi**

**Contoh :**

*Jika satu material mild steel memiliki yield strength 450 Mpa / setara dengan 65266psi maka electrode yang sesuai untuk mengelas mild steel tersebut adalah E 6010 dan E 7018*

E 6010 disebut dengan lower strength dan  
E 7018 disebut dengan matching strength

# Material yang banyak digunakan di mining (bucket) ???

## High strength grade

- *bisalloy / bisplate 60*
- *bisalloy / bisplate 70*
- *bisalloy / bisplate 80*

## Abrasion Resistance

- *bisalloy / bisplate 320*
- *bisalloy / bisplate 360*
- *bisalloy / bisplate 400*
- *bisalloy / bisplate 500*

Kedua type material diatas ( high strength & abrasion resistance) adalah jenis Quenching and Tempering steel yang memerlukan preheat sebelum dilas

## **Bagaimana menentukan electrodenya ???**

- Bisplate 60 Lower strength electrode for SMAW E 7016  
matching strength electrode E 9016*
- Bisplate 70 Lower strength electrode for SMAW E 7016  
matching strength electrode E 11016*
- Bisplate 80 Lower strength electrode for SMAW E 7016  
matching strength electrode E 11016*

Untuk bisplate 320,360,400 dan 500 electrode yang digunakan untuk proses SMAW hanya E7016/E7018 pada *lower strength* saja sedangkan untuk matching strength tidak dianjurkan karena material ini sangat tahan aus.yang *dianjurkan* adalah *hardfacing*

# Metals

**Material terbagi menjadi 2 group besar yaitu :**

- *Ferrous*
- *Non Ferrous*

**Logam apa saja yang termasuk kelompok ferrous ???**

**Yang termasuk dalam kelompok ferrous :**

- *Steel*
- *Stainless Steel*
- *Cast Iron*

**Logam apa saja yang termasuk kelompok non ferrous ???**

**Non Ferrous metals :**

- *Aluminium*
- *Tin*
- *Zinc*
- *Copper*
- *Brass*

## Yang termasuk kelompok steel ???

### Metal yang dikategorikan sebagai steel :

- *Mild Steel (low carbon steel)*
- *Medium Carbon Steel*
- *Low Alloy Steel*
- *High Carbon Steel*
- *Cast Iron*
- *Stainless Steel*

### Berapa kandungan carbon dalam steel ???

### Kandungan carbon dalam steel adalah sbb :

1. *Mild Steel – 0.02-0.25%C*
2. *Medium C/S – 0.25-0.50%C*
3. *Low Alloy Steel sama dengan Medium C/S + unsur element Cr,Mo,Ni,V*
4. *High Carbon Steel – 0.50-2%C*
5. *Cast Iron – 2-4%C*



## 1.Mild steel

Material ini biasa juga disebut dengan *low carbon steel* dimana hanya memiliki kandungan carbon sebesar  $0.02-0.25\%C$

Tensile strength material ini rendah tetapi memiliki ductility yang tinggi dan mudah untuk dikerjakan baik welding,drill ataupun machining

**Type pekerjaan apa yang disarankan menggunakan material ini ???**

Secara umum material ini banyak digunakan untuk fabrikasi struktural dan general construction,untuk pekerjaan dengan critical tinggi ataupun memiliki pressure tinggi tidak dianjurkan.

## 2. Medium carbon steel

Material ini memiliki kandungan carbon *0.25-0.50% C* dan memiliki tensile strength yang lebih tinggi dari mild steel

Untuk thickness diatas *13mm* sebelum dilas material ini harus di *preheat* terlebih dahulu, *electrode* yang disarankan adalah jenis *low hydrogen* material ini juga mengandung *alloy element manganese*

**Type pekerjaan apa yang disarankan menggunakan material ini ???**

Material ini banyak digunakan untuk machine frames, shafts, sprockets dan komponen2 heavy equipments

### **3.Low alloy steel**

Memiliki kandungan carbon  $0.25-0.50\%C$  atau setara dengan medium carbon steel yang berbeda adalah alloy steel memiliki kandungan alloy element Cr,Ni,V,Mo

#### **Apa fungsi alloy element Cr,Ni,V,Mo ???**

Alloy element Cr,Ni,V dan Mo *meningkatkan weldability,ductility* serta *toughness* dari material ini,sama halnya dengan medium C/S untuk thickness material diatas 13mm harus di preheat sebelum dilas

#### **Electrode apa yang disarankan ???**

*Low alloy electrode menjadi pilihan utama* jika type pekerjaan memiliki critical tinggi/diwajibkan match antara strength base metal dan electrode tetapi low hydrogen electrode juga dapat digunakan pada pekerjaan yang non critical

## 4.High carbon steel

Memiliki kandungan carbon  $0.50-2\%C$  dan alloy element seperti medium C/S dengan % yang lebih tinggi,kadar carbon dan alloy element yang tinggi membuat material ini lebih sulit dilas dan sangat tahan aus \ (wear resistance).

### Apakah preheat diperlukan pada material ini ???

Preheat,heat treatment dan alloy electrode digunakan pada material ini untuk mendapatkan hasil yang maximum,pd kasus tertentu low hydrogen electrode digunakan untuk mendekati lower strengthnya saja

### Banyak digunakan untuk apa material ini ???

*Tool seperti chisel,kikir,forging dies,tool dengan ujung yang tajam seperti gouletine,adaptor cutting edge(tip bucket)*

## 5.Cast iron

Cast iron memiliki kandungan carbon 2-4%C dimana cast iron terbagi menjadi 4 jenis yaitu :

1. *Grey cast iron*
2. *Nodular cast iron*
3. *Malleable cast iron*
4. *White cast iron*

Dari 4 jenis cast iron diatas hanya 2 jenis saja yang dapat dilas, tetapi memerlukan treatment khusus yaitu :

- Nodular cast iron
- Malleable cast iron

Electrode yang digunakan harus electrode yang berbasis nickel  
Untuk *white dan grey cast iron sangat sulit dilas*

## Apakah preheat diperlukan pada material ini ???

Preheat dan post heat sangat diperlukan saat pengelasan cast iron untuk mendapatkan hasil yang maximum, selain itu peening juga harus dilakukan baik saat pengelasan ataupun setelah pengelasan



## Banyak digunakan untuk apa material ini ???

- *Engine block*
- *gear*
- *cam shaft*
- *brake drum*
- *pipe, valve dan fitting*

## 6. Mengapa disebut stainless steel ???

Stainless adalah iron base alloy yang memiliki kadar chromium min 11%Cr dimana chromium ini sangat tahan terhadap corosive dan oxidation.

Stainless terbagi menjadi 5 jenis dibedakan dari kadar alloy contentnya

1. *Austenitic* S/S (non magnetic) Cr and Ni content – serie 200 & 300
2. *Ferritic* S/S – Fe and Cr content (serie 400 non hardenable)
3. *Martensitic* S/S – C higher dan Cr lower than ferritic S/S (hardenable)
4. *Duplex* S/S – contain +/- 24%Cr and 5% Ni
5. *Precipitation hardening* S/S – contain alloy elements + Al (serie 600)

## **7.Copper**

Copper adalah non ferrous material banyak digunakan untuk electrical konduktor, pipa pembuangan atau penyedot air laut

Proses las yang dianjurkan adalah oxyacetylene dan TIG, filler metal untuk oxyacetylene menggunakan brazing dan silver, untuk TIG filler metalnya adalah Cu electrode dan argon sebagai shielding gasnya

## **8.Bronze and Brass (Perunggu dan Kuningan)**

Material ini mengandung zinc yang jika terhirup oleh paru – paru akan sangat berbahaya, proses las yang dianjurkan adalah oxyacetylene dengan filler metal sama dengan copper



## 9. Aluminium

Memiliki strength yang tinggi serta sangat ringan, saat ini sudah banyak digunakan didunia fabrikasi

### **Alloy element apa yang terkandung dalam aluminium ???**

Mengandung silicon dengan persentase antara 5-10%,

### **Proses las apa yang disarankan ???**

proses las yang disarankan adalah TIG tetapi SMAW dan oxyacetylene juga dapat digunakan tetapi memerlukan skill yang tinggi proses las MIG juga dapat digunakan untuk pengelasan aluminium

*Review Questions*

Assessment

**Topic 4 :**  
**Welding Technique**  
**and Distorsi prevention**

## Striking the arc/membuat arc

Terdapat 2 tehnik membuat arc :

- *Scratch start*
- *Tapping start*

### Scratch start

Scratch start dilakukan dengan menarik electrode kesudut yang cukup besar kemudian menggeseknya ke base metal, ketika timbul arc electrode diangkat keatas, jika electrode lengket segeralah mencabutnya

### Apa kelebihan dan kekurangannya ???

Kelebihan dari cara ini adalah start awal jarang terjadi porosity

Kekurangannya : dapat terjadi defect arc strike jika welder kurang teliti

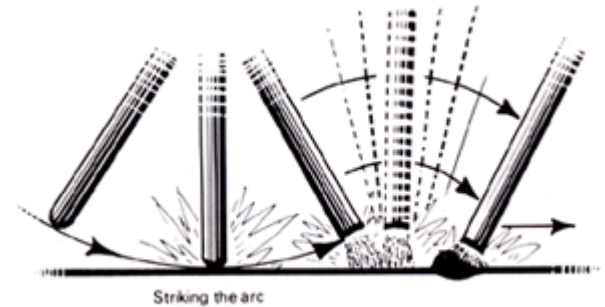


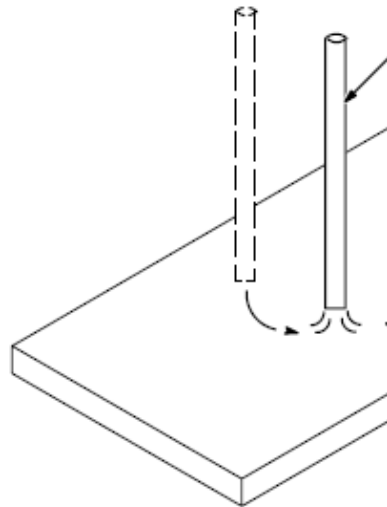
Fig 7.

## Tapping start

Tapping start dilakukan dimana electrode hanya mengambil sudut yang kecil lalu menggesekannya ke base metal, saat timbul arc electrode diangkat keatas

## Apa kelebihan dan kekurangannya

Cara ini sangat cepat dan efisien jarang terjadi defect arc strike  
*Kekurangannya adalah mudah terjadi porosity pada start awal*



## Gerakan electrode selama pengelasan

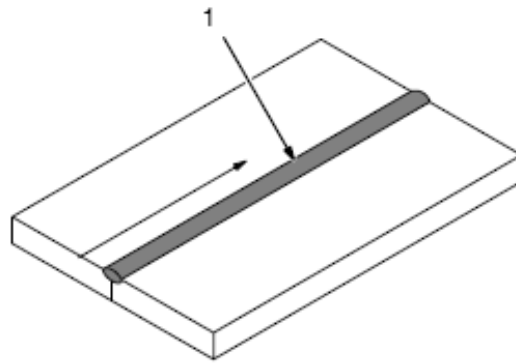
Gerakan electrode selama pengelasan terbagi menjadi 3 :

1. *Stringer bead*
2. *Weave bead*
3. *Weave pattern*

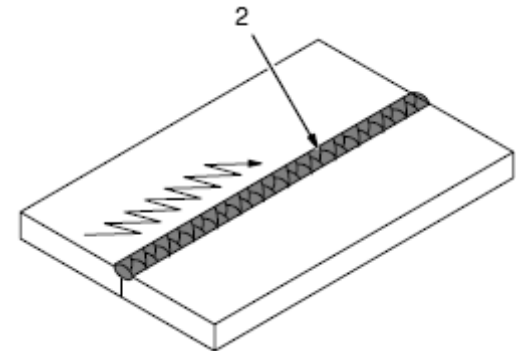
Stringer bead sangat bagus untuk groove yang kecil/sempit sedangkan weave bead digunakan untuk groove yang lebar.

### Berapa standart lebar weaving yang diijinkan ???

Lebar weaving standart adalah 3 x diameter electrode yang digunakan



**Stringer bead**

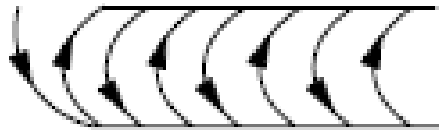


**Weave bead**

## Jenis – jenis weaving/ayunan electrode

Ada beragam jenis weaving yang masing – masing dapat digunakan pada berbagai posisi pengelasan

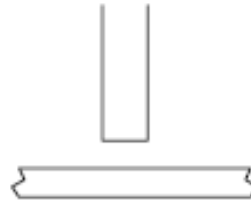
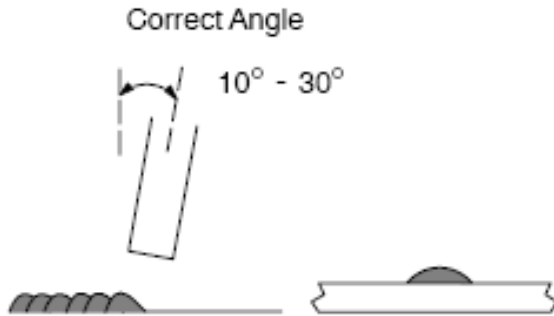
- *Segitiga*
- *½ lingkaran*
- *Full lingkaran*
- *Zig zag*
- *Sub squence*
- *Angka 8*
- *dll*



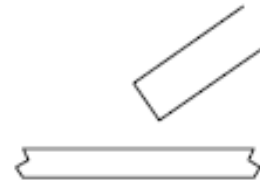
# Kondisi yang mempengaruhi bentuk weld bead !!!

## 1. Sudut electrode

*Kesalahan yang sering terjadi !!!*



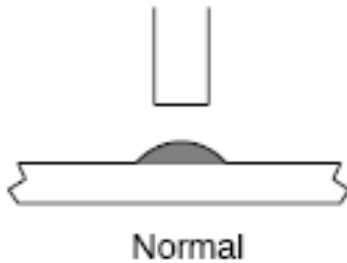
**Sudut terlalu kecil**



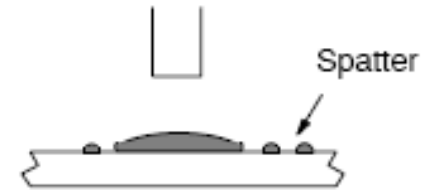
**Sudut terlalu besar**

## 2. Arc length/jarak busur

*Kesalahan yang sering terjadi !!!*



**Arc terlalu dekat**



**Arc terlalu jauh**



### 3.Travel speed/kecepatan pengelasan



Normal

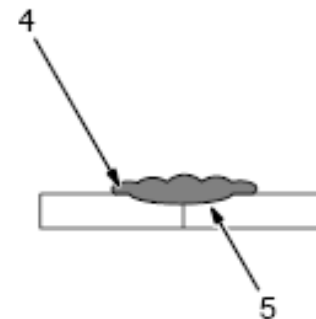
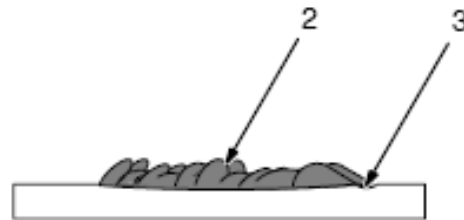
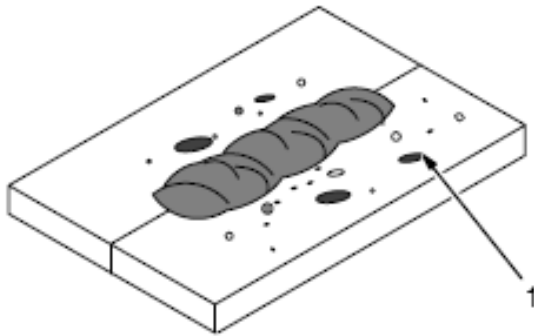


Too Fast



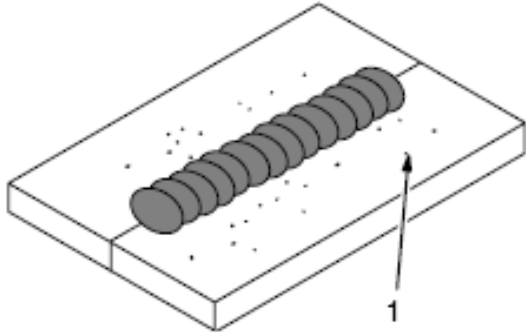
Too Slow

### Karakteristik weld bead yang jelek !!!

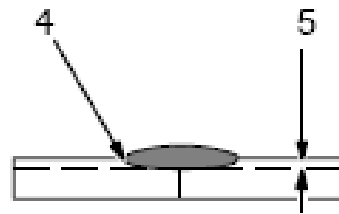
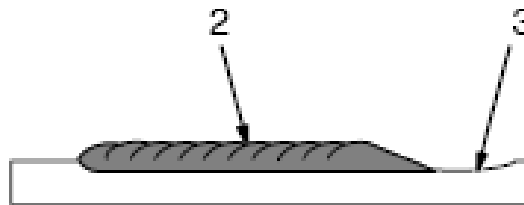


1. Spatter besar
2. Bead kasar
3. Crater/cekungan
4. Overlap
5. Penetrasi jelek

## Karakteristik weld bead yang bagus !!!



1. Spatter halus
2. Bead seragam/rata
3. Moderate crater/cekungan kecil
4. Tidak ada overlap
5. Penetrasi sempurna ke base metal



## Arc blow

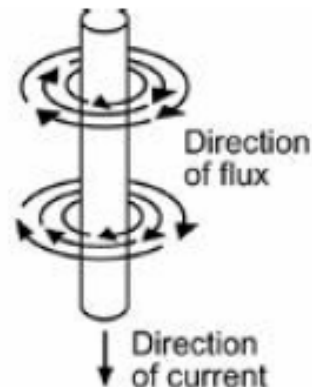
*Apakah anda pernah mengalami electrode yang menyembur secara tidak terkendali saat mengelas atau electrode serasa tertarik magnet ???*

**Jawabnya adalah anda sedang terexposed arc blow !!!!**

**Apakah arc blow itu dan mengapa bisa terjadi ???**

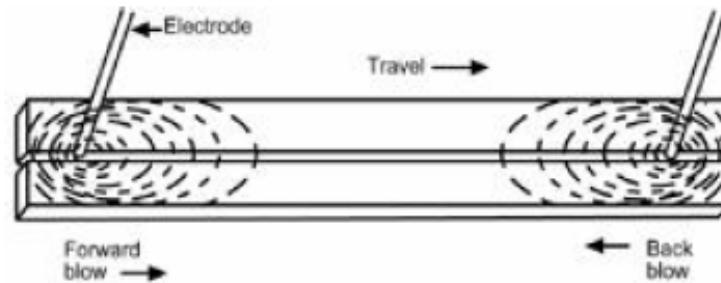
Terjadi karena ketidak seimbangan arus yang mengalir dari w/m ke electrode dan diteruskan ke base metal

Arus dialirkan inti electrode lurus ke base metal sedangkan sebagian arus dibalikan oleh flux berlawanan arah dari base metal dan pada saat itulah terjadi daya tolak magnetic sebagai pembentuk arc blow



Arc blow bisa terjadi dengan arah kedepan atau belakang gerakan electrode

Arah *arc blow* mendahului/didepan electrode disebut *forward blow* dan arah arc blow dibelakang electrode disebut *back blow*



**Pada w/m dengan arus apa arc blow bisa terjadi ???**

Arc blow hanya terjadi pada w/m dengan arus DC sedangkan arus **AC tidak pernah terjadi**

## Bagaimana mengurangi/mencegah arc blow ???

- jika arus DC yang digunakan dengan ampere diatas 250 amps ganti dengan arus AC
- turunkan ampere
- berikan tackweld yang cukup panjang diujung2 plate
- gunakan back step welding
- lakukan start pengelasan jauh dari groove/fillet pengelasan
- gulung/lilitkan cable ground ke base metal jika memungkinkan

## Ciri – ciri arc blow ???

- *banyak spatter*
- *undercut meski welder sudah qualified*
- *surface porosity*
- *bead tidak beraturan*

## 5 basic joint

### 1. Butt joint

Penyambungan antara 2 metal yang memiliki bidang yang sama,

### 2. T Joint

Sambungan antara bagian tepi salah satu metal dengan permukaan yang lain dan membuat sudut satu sama lain antara  $5^{\circ}$  s/d  $90^{\circ}$

Pada pengembangannya T Joint terbagi atas **T joint dan angle joint**

### 3. Lap Joint

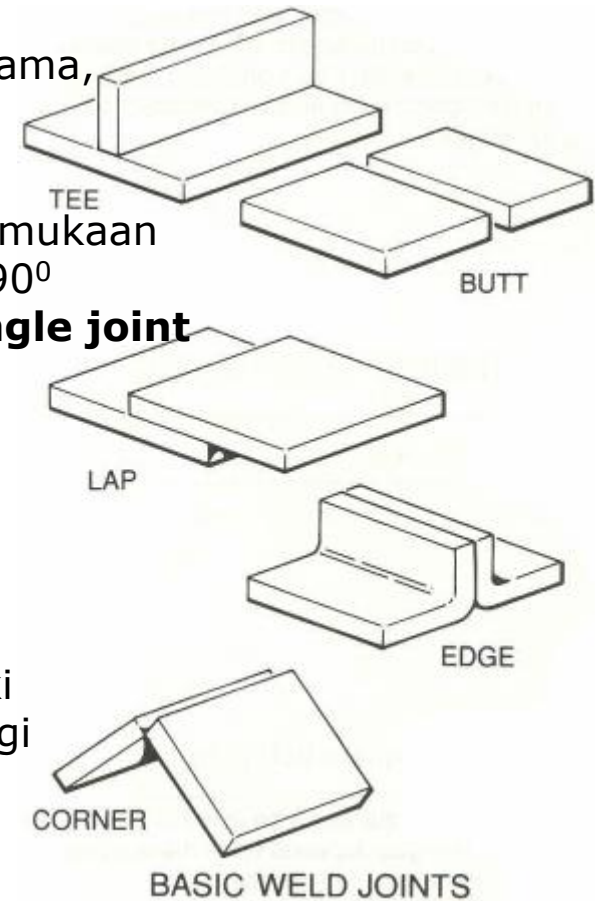
Penyambungan antara 2 metal yang tepinya saling melewati satu sama lain.

### 4. Corner joint

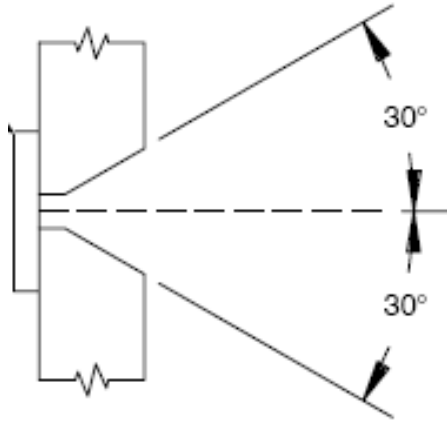
Penyambungan antara kedua ujung yang dilas yang memiliki sudut lebih dari  $35^{\circ}$  dan kurang dari  $135^{\circ}$ . Corner joint terbagi menjadi 2 yaitu **out side** dan **inside corner joint**

### 5. Edge Joint

Penyambungan antara kedua ujung yang dilas yang memiliki Sudut kurang dari/sama dengan  $30^{\circ}$  antara satu sama lain



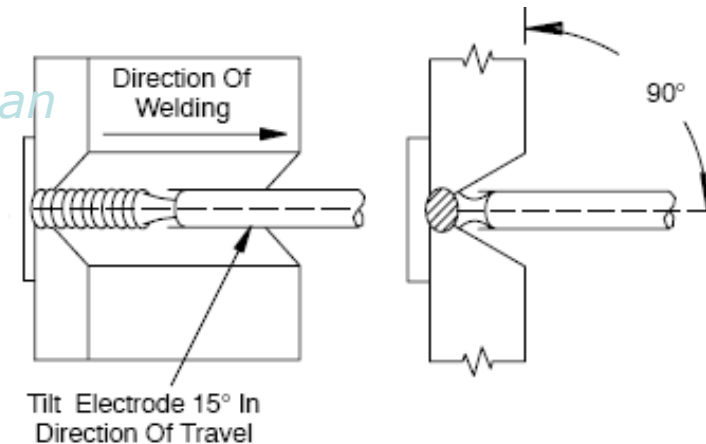
# 1. Welding horizontal butt joint (multi pass)



Single V butt joint digunakan untuk thickness material  $3/16'' - 3/4''$  (5 - 19 mm)

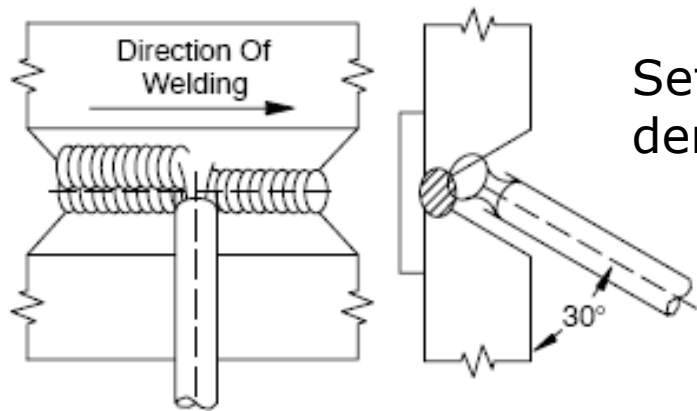
Angle bevel yang disarankan antara  $30^{\circ} - 35^{\circ}$  atau included angle bevel  $60^{\circ} - 70^{\circ}$  gunakan backing strip jika diperlukan

*Posisikan electrode  $15^{\circ}$  terhadap arah pengelasan dan  $90^{\circ}$  terhadap base metal*



- Gunakan ampere yang sesuai dan kemudian lakukan arc strike
- Saat arc terbentuk dan stabil lakukan penetrasi secara perlahan
- Usahakan key hole harus sama besarnya sepanjang bevel lasan

## Second pass first layer



Setelah root pass dilanjutkan second pass, dengan melakukan cleaning terlebih dahulu

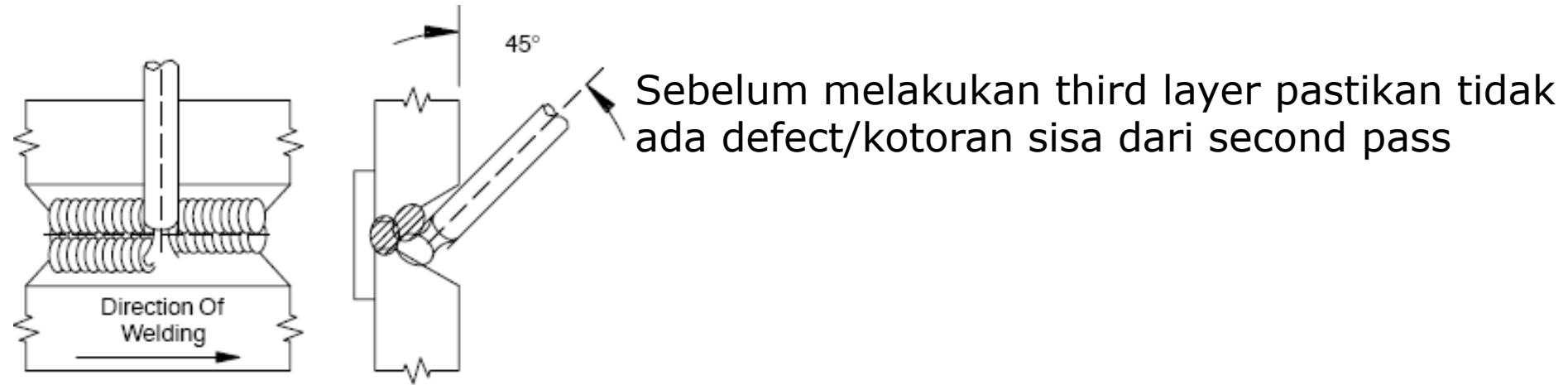
Second pass dilakukan pada sisi atas root pass dengan sudut electrode  $30^{\circ}$  ke base metal hal ini bertujuan agar sisi bagian atas terisi dan penuh terlebih dahulu

Sudut  $30^{\circ}$  bertujuan untuk menahan molten puddle agar tidak jatuh/meleleh kebawah

Untuk second pass dan seterusnya dapat menggunakan size electrode yang lebih besar tergantung dari prosedur yang diberikan



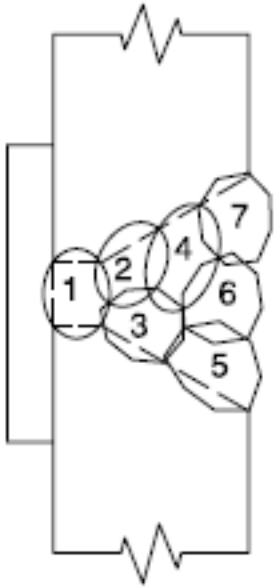
## Second pass second layer



Third layer dilakukan pada sisi bawah root pass dengan sudut electrode  $45^{\circ}$  ke base metal hal ini bertujuan agar sisi bagian bawah terisi dan penuh karena bagian atas telah diisi oleh second pass first layer

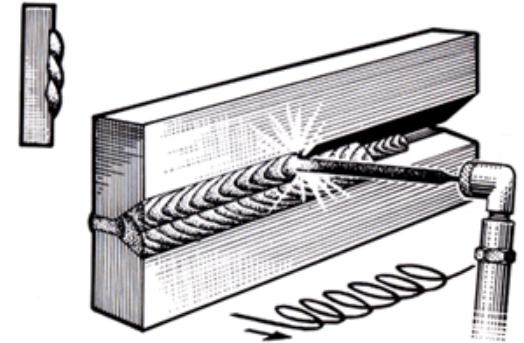
Type weaving yang paling cocok untuk third layer adalah stringer bead, hal ini bertujuan untuk mereduksi terjadinya undercut dan slag pada bead

# Capping



Setelah third layer selesai dilanjutkan dengan fourth layer dan seterusnya sampai filler menutup groove

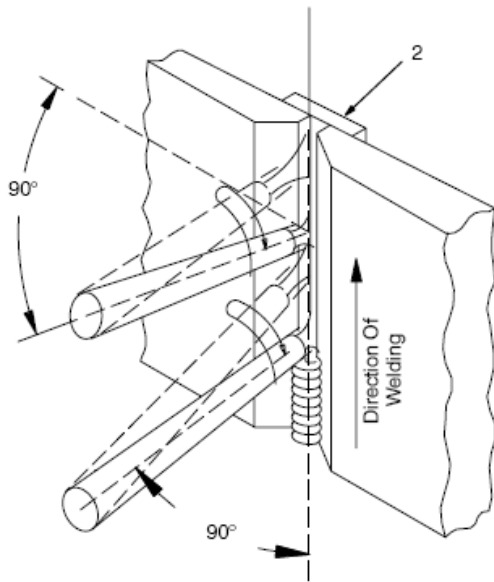
Pastikan filler yang dilakukan menutup groove dengan sempurna, karena jika filler tidak sempurna akan menemui kesulitan saat capping



Saat melakukan capping mulailah dari bagian bawah terlebih dahulu hal ini bertujuan agar hasil capping dapat tersusun dengan rapi

*Type weaving yang disarankan untuk capping adalah lingkaran*

## 2. Welding vertical butt joint



Vertical butt joint dapat dilas dengan 2 arah yaitu :

- *vertical up*
- *vertical down*

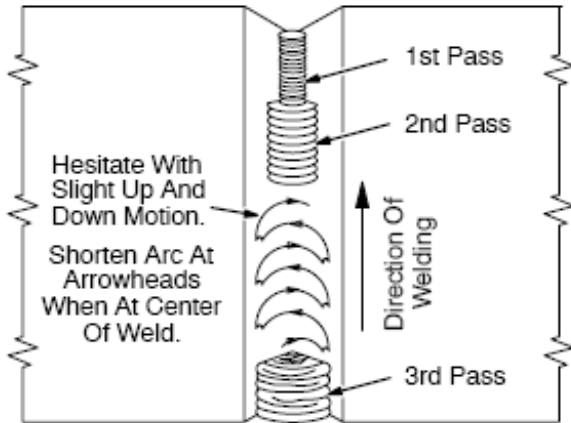
**Disini kita akan membahas tehnik vertical up**

Posisi electrode yang paling bagus adalah  $90^{\circ}$  baik ke base metal ataupun arah pengelasan

Stel ampere terlebih dahulu, setelah O.K lakukan root pass, *kunci utama* dari pengelasan ini adalah *key hole*, pastikan saat start pertama anda sudah berhasil membuat key hole

Saat key hole terbuat *ayunkan electrode naik turun* secara kontinyu dengan arah naik, penetrasi yang baik bisa ditandai dengan key hole yang tetap dan suara electrode yang terdengar menembus base metal

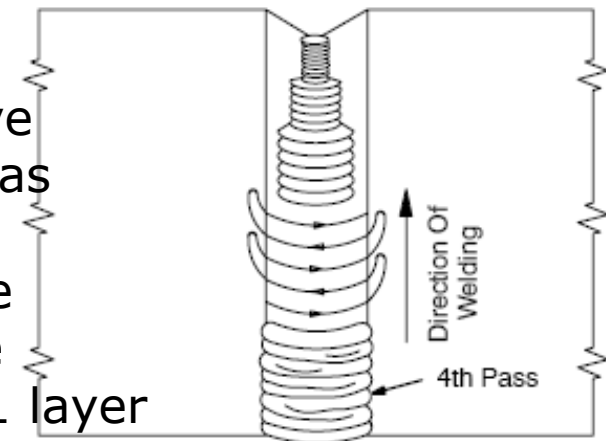
## Second/third pass (filler)



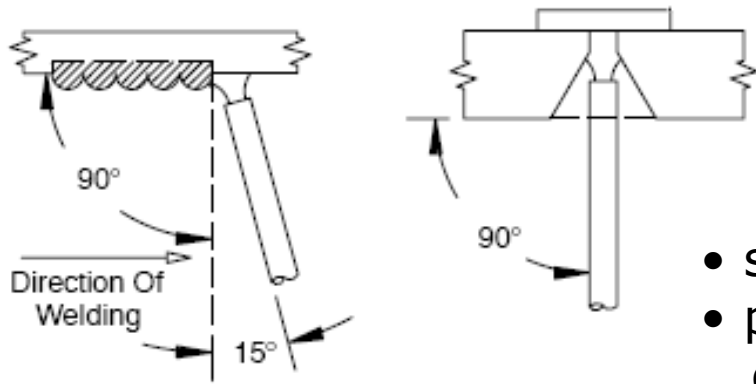
- Bersihkan root pass terlebih dahulu
- Set ampere untuk second pass (filler)
- Gunakan weaving 1/2 lingkaran/zig zag
- Maksimalkan panjang electrode yg dipakai
- Hindari menggunakan electrode bekas
- Pastikan  $\emptyset$  electrode mengcover lebar groove
- Lakukan hal yang sama pada pas ketiga

## Capping

- Pastikan filler yang anda lakukan menutup groove dan menyisakan +/- 2mm dari groove bagian atas
- Set ampere untuk capping
- Weaving bisa dipilih tergantung dari lebar groove
- Pastikan weaving tidak lebih dari  $3 \times \emptyset$  electrode
- Jika groove terlalu lebar capping bisa lebih dari 1 layer

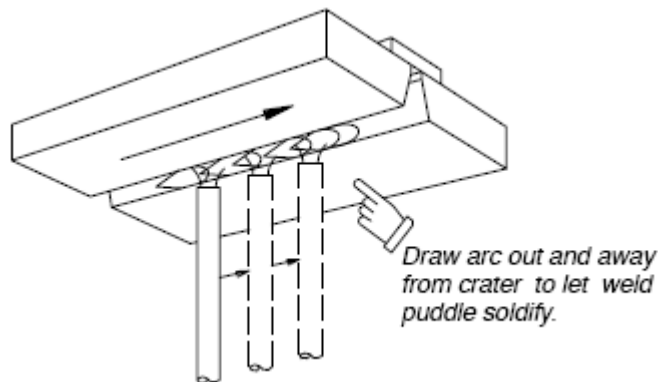


### 3.Overhead butt joint

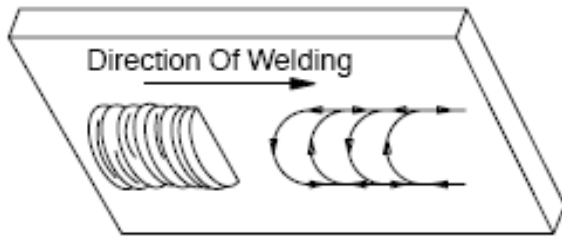


Overhead welding merupakan posisi paling sulit untuk itu perlu skill yang memadai saat melakukannya

- set ampere untuk root pass
- posisikan electrode 90<sup>0</sup> dengan base metal dan 15<sup>0</sup> dengan arah pengelasan
- strike electrode ke bevel surface
- buatlah key hole terlebih dahulu
- ayunkan electrode kedepan dan belakang
- saat mengayun balik tekan electrode sedikit kedalam hal ini bertujuan agar terjadi penetrasi dgn sempurna



## Second pass/filler



- Bersihkan root pass terlebih dahulu
- Set ampere untuk second pass (filler)
- Gunakan weaving  $\frac{1}{2}$  lingkaran
- Maksimalkan panjang electrode yg dipakai
- Hindari menggunakan electrode bekas
- Pastikan  $\emptyset$  electrode mengcover lebar groove
- Lakukan hal yang sama pada pas selanjutnya

## Capping

- Pastikan filler yang anda lakukan menutup groove dan menyisakan +/- 2mm dari groove bagian atas
- Berikan jalur pada groove yang akan dicapping
- Set ampere untuk capping
- Posisikan tubuh seenyoy mungkin agar dpt melihat dgn jelas
- Gunakan weaving  $\frac{1}{2}$  lingkaran
- Pastikan weaving tidak lebih dari  $3 \times \emptyset$  electrode
- Jika groove terlalu lebar capping bisa lebih dari 1 layer



# Distorsi Prevention

***Distorsi adalah*** perubahan bentuk yang tidak merata baik berupa contraction /expansion pada metal yang mengalami pemanasan.

Distorsi disebabkan karena pada saat metal dipanaskan mengalami expansion dan pada saat dingin tidak dapat kembali kebentuknya semula.

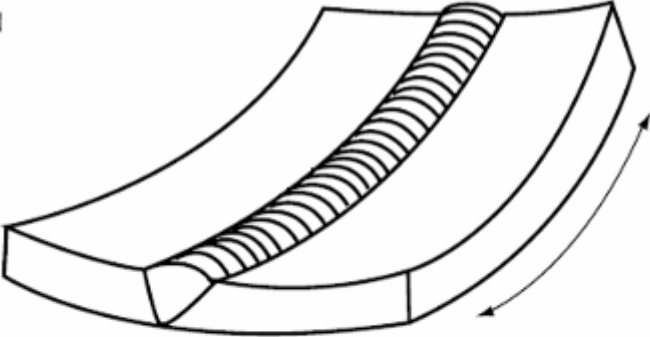
## ***Type – type distorsi :***

1. Angular
2. Longitudinal
3. Transfersal

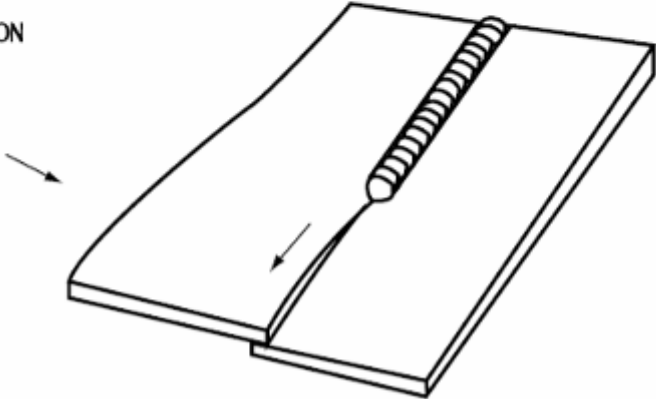
(i) ANGULAR DISTORTION



(ii) LONGITUDINAL DISTORTION



(iii) TRANSVERSE DISTORTION



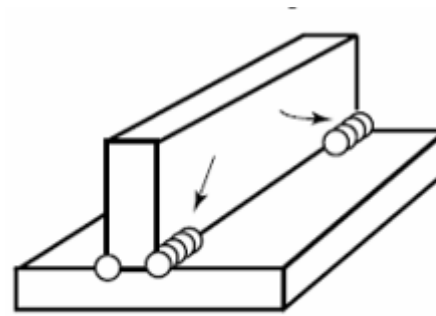


**Control distorsi dapat dibagi menjadi 3 bagian yaitu :**

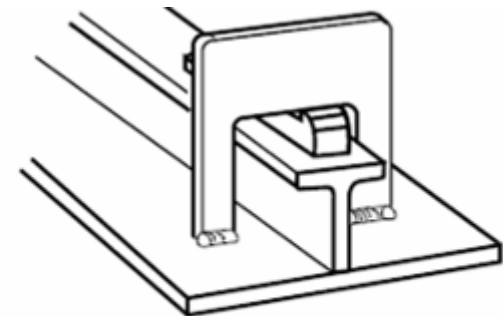
1. Sebelum pengelasan
2. Saat pengelasan berlangsung
3. Setelah pengelasan

**Sebelum pengelasan meliputi :**

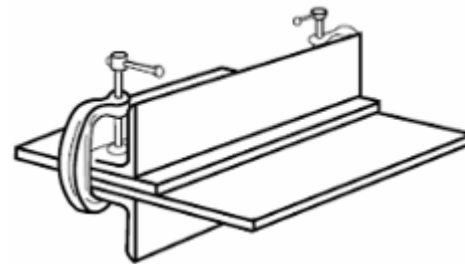
- Tack weld
- Jigs, clamp, fixtures
- Pre setting
- Uniform pre-heating



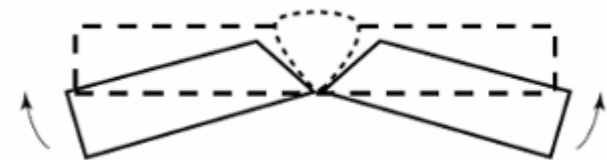
TACK WELDS



JIGS & FIXTURES



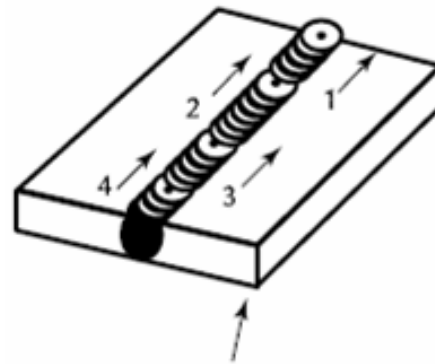
CLAMPS



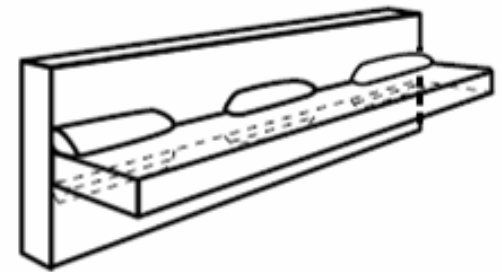
PRE-SETTING

***Saat pengelasan berlangsung :***

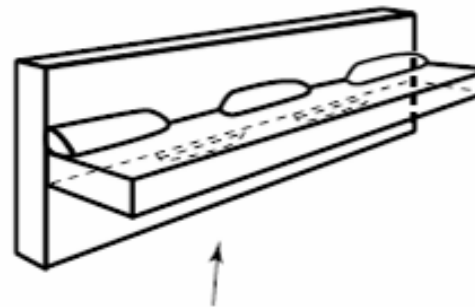
- Backstep welding
- Intermittent "chain" welding
- Intermittent "staggered" welding
- Balance sequence welding
- Correct welding procedure



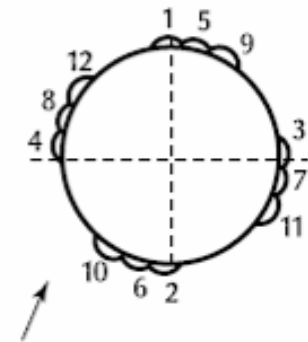
BACKSTEP WELDING



INTERMITTENT CHAIN WELDING



INTERMITTENT STAGGERED WELDING



BALANCED SEQUENCE WELDING

## ***Setelah pengelasan berlangsung :***

- Slow cooling
- PWHT yang meliputi :
  1. Annealing/menguatkan
  2. Normalizing
  3. Stress relieving



***Topic 5:  
Defects  
and Remedies***

## **Defect pengelasan terbagi menjadi 2 yaitu :**

- 1. Internal Defect*
- 2. External Defect*

Ada 3 metode yang digunakan untuk mengetahui External defect yaitu :

- 1. Visual Inspection*
- 2. Penetrant*
- 3. Magnetic test*

Untuk mengetahui internal defect terdapat 2 cara yang digunakan yaitu :

- 1. NDT (non destructive test)*
- 2. DT (destructive test)*

## **Penyebab utama defect pada pengelasan :**

- 1. Welder kurang hati-hati atau minimnya skill*
- 2. Kondisi kerja yang tidak cocok/merugikan (panas/dingin/angin dll)*
- 3. Desain yang jelek dan kurangnya persiapan pengelasan dengan baik*

## **Berdasarkan tingkat resiko dan bahayanya defect dikategorikan :**

- *No Risk (tidak beresiko)*
- *Low Risk (resiko rendah)*
- *Danger (bahaya)*
- *High Risk (resiko tinggi)*

### **No risk defect**

- *Spatter*
- *Surface porosity*
- *Tungsten inclusion*

### **Low Risk**

- *Weaving fault*
- *Excessive penetration*
- *Undercut*

### **Danger**

- *Crack*
- *Incomplete penetration*
- *Excess reinforcement*
- *Cold Lap*
- *Under Fill*
- *Star crack*

### **High risk**

- *Incomplete Fusion*
- *Under bead crack*
- *Internal cold lap*

# 1. Excessive spatter

## Definisi :

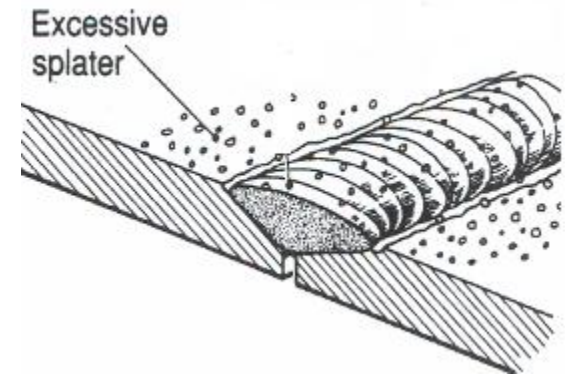
*Partikel metal yang memercik pada saat pengelasan berlangsung dan menempel pada base metal*

## Penyebabnya :

- Ampere terlalu tinggi
- Arc length terlalu jauh
- Arus Salah
- Polaritas terbalik

## Tindakan pencegahan :

- Reduce ampere atau gunakan electrode dgn  $\emptyset$  lebih besar
- Reduce arc length/dekatkan electrode
- Gunakan arus yang direkomendasikan
- Teliti polaritas yang digunakan sebelum mengelas



## 2.Porosity

### Definisi:

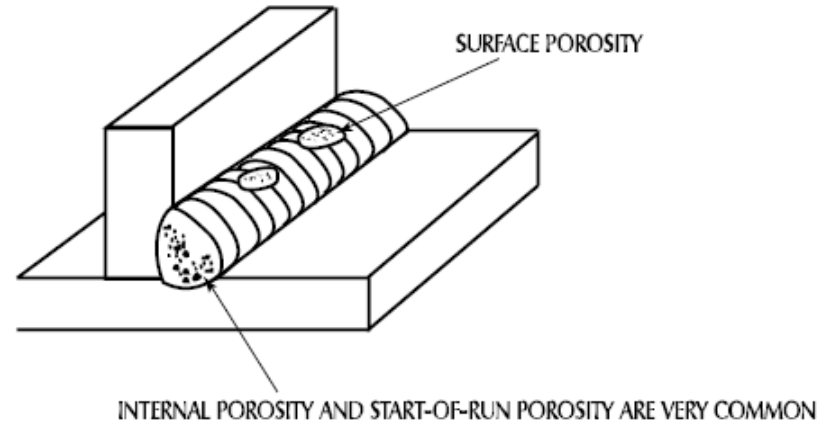
*Lubang atau rongga yang berada pada permukaan ataupun didalam lasan*

### Jenis – jenis porosity :

- surface porosity (No risk)
- Internal porosity (danger)
- Worm hole (danger)
- Cluster porosity (danger)
- Hollow bead (danger)

### Penyebabnya :

- *Arc terlalu jauh*
- *Electrode bekas*
- *Surface base metal kotor*
- *Kandungan sulphur dan phospore yang tinggi pada base metal*
- *Ketidakcukupan shielding gas*

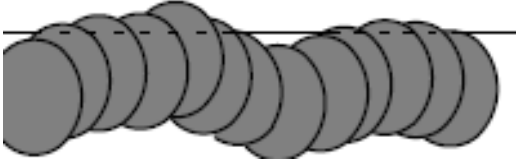


### Tindakan pencegahan :

- Reduce arc length
- Jangan gunakan electrode bekas
- Bersihkan base metal
- Gunakan electrode yang kering



### 3. Weaving fault



**Definisi:**

*Weld bead yang tidak paralel dan tidak menutup groove dengan sempurna*

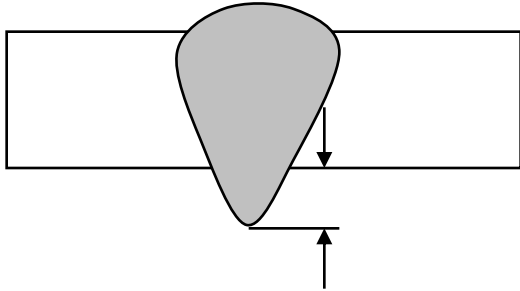
**Penyebabnya :**

- *Low skill welder*
- *Tangan yang tidak stabil*

**Tindakan perbaikan :**

- *Training bagi low skill welder*
- *Gunakan dua tangan untuk membantu kestabilan tangan*

## 4.Excessive penetration



### **Definisi :**

*Penetrasi weld metal pada base metal yang melebihi dari standart yang diberikan*

### **Penyebab utama :**

- ampere terlalu besar
- travel speed terlalu lambat
- gap/spasi terlalu lebar

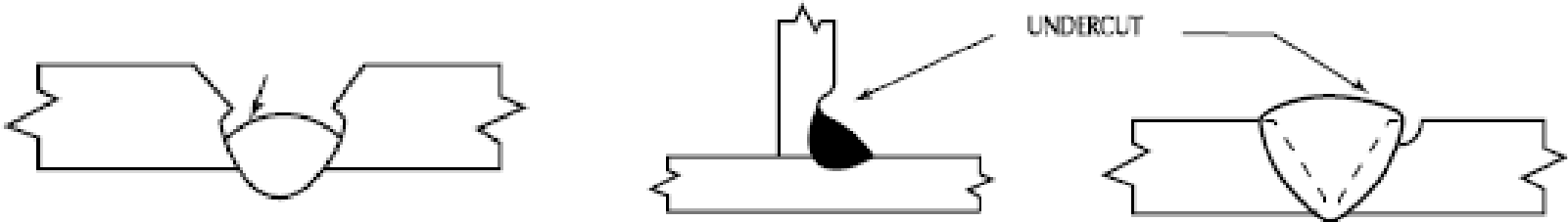
### **Tindakan pencegahan :**

- reduce ampere
- naikan travel speed
- reduce gap/spasi

## 5.Undercut

### Definisi :

*Paritan/sobekan pada lasan/root pass pada permukaan pengelasan/pass pengelasan sebelumnya.*



### Penyebab utama :

- 1.Travel speed terlalu cepat
- 2.Arc las terlalu jauh
- 3.Pemberhentian di kanan kiri weld bead yang tidak seimbang
- 4.Ampere terlalu besar

### Tindakan pencegahan :

- reduce travel speed
- reduce arc length
- seimbangkan pemberhentian di kanan/kiri weld bead
- reduce ampere

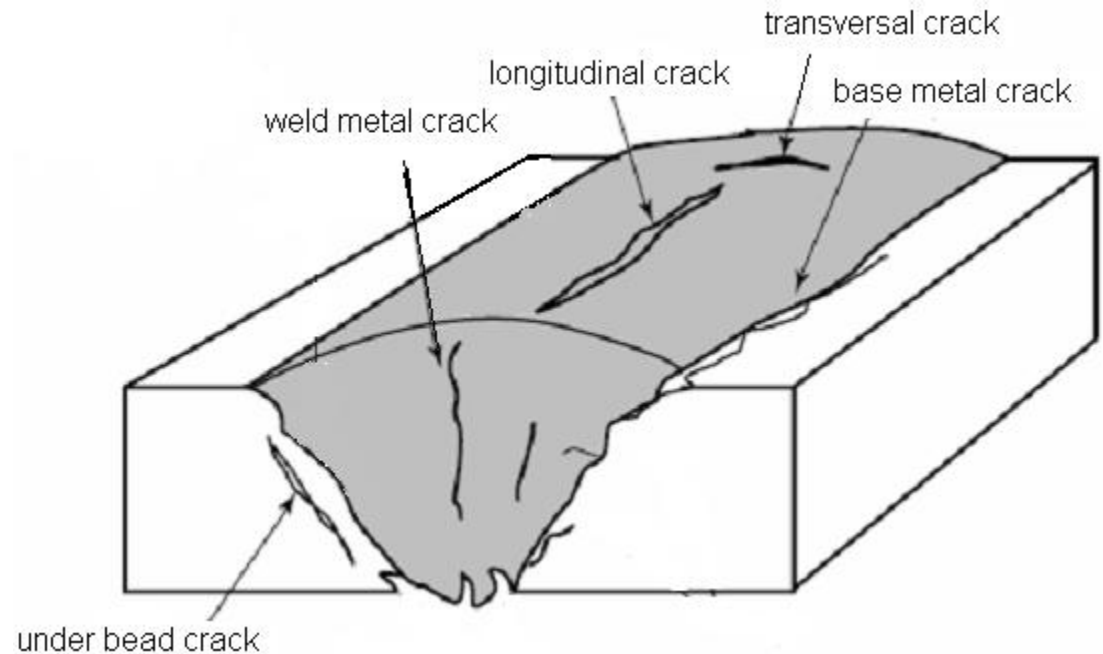
## 6. Crack

### Definisi:

*Keretakan yang tidak seragam dikarenakan panas berlebih atau pendinginan mendadak.*

### Jenis – jenis crack :

- crater crack
- under bead crack
- longitudinal crack
- transversal crack



## **Penyebab utama terjadinya crack ???**

- 1. Teknik dan prosedur pengelasan yang tidak tepat  
(kesalahan consumable, arus las, tidak cukup preheat dll)*
- 2. Embritement (quenching, hidrogen, sulphur)*
- 3. Steel dengan kandungan carbon diatas 0.45% lebih mudah crack*
- 4. Shrinkage (penyusutan)*
- 5. Electrode sisa/puntungan/basah*
- 6. Dissimilar material*

## **Tindakan pencegahan ???**

- ikuti prosedur yang berlaku (preheat, amp, arus, dll)*
- gunakan electrode low hidrogen*
- hindari base metal contact langsung dengan air*
- gunakan tehnik pengelasan dengan benar*
- gunakan electrode yang sesuai untuk pengelasan dissimilar material*

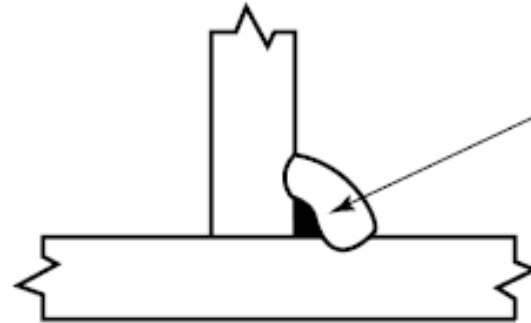
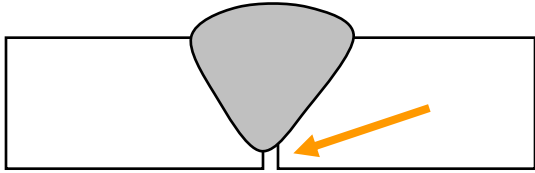
## **Bagaimana tindakan perbaikannya/repair ???**

*Crack merupakan defect yang sangat berbahaya untuk itu no compromise to crack atau dengan kata harus dilakukan failure analyze dahulu seperti RT/PT/UT dll untuk mencari root case/akar masalahnya*

Setelah dilakukan FA dan dinyatakan defect terdapat pada weld bead maka dapat dilakukan repair sesuai kondisi dan sifat crack

Jika defect terdapat pada base metal maka seluruh material harus diganti atau dengan kata lain product dinyatakan gagal

## 7. Incomplete penetration



### Definisi:

*Kegagalan pengelasan untuk melakukan penetrasi secara sempurna ke dalam root joint*

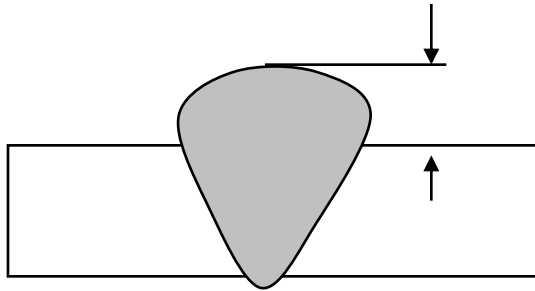
### Penyebab utama :

1. Electrode yang terlalu besar
2. Gap/spasi yang terlalu kecil
3. Ampere terlalu kecil
4. Arc length terlalu jauh

### Tindakan pencegahan

- *Gunakan  $\emptyset$  electrode yang sesuai dengan thickness base metal*
- *Berikan spasi antara 2 – 4 mm max*
- *Gunakan ampere yang sesuai*
- *Reduce arc length*

## 8.Excess reinforcement



### **Definisi:**

*Contour capping weld bead yang berlebihan diatas thickness material yang dilas*

### **Penyebab utama :**

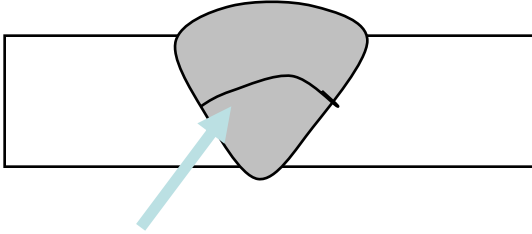
- 1.Electrode yang terlalu besar
- 2.Travel speed terlalu lambat
- 3.Ampere terlalu kecil
- 4.Arc length terlalu dekat

### **Tindakan pencegahan**

- *Gunakan  $\emptyset$  electrode yang sesuai untuk capping*
- *Travel speed dinaikan*
- *Naikan ampere*
- *Arc length jangan terlalu dekat*



## 9.Cold Lap



### Definisi:

*Lipatan/fold didalam weld bead yang gagal untuk berfusion dengan pass berikutnya*

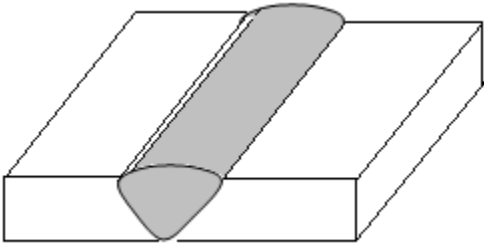
### Penyebab utama :

- 1.Weaving tidak beraturan
- 2.Surface metal tidak bersih
- 3.Ampere terlalu kecil antara pass ke pass

### Tindakan pencegahan

- *Welder perlu ditraining ulang*
- *Bersihkan surface metal yang akan dilas*
- *Gunakan ampere yang sesuai antara pass ke pass*

## 10.Under fill



### **Definisi:**

*Paritan/cekungan pada groove karena kegagalan melakukan capping dengan sempurna*

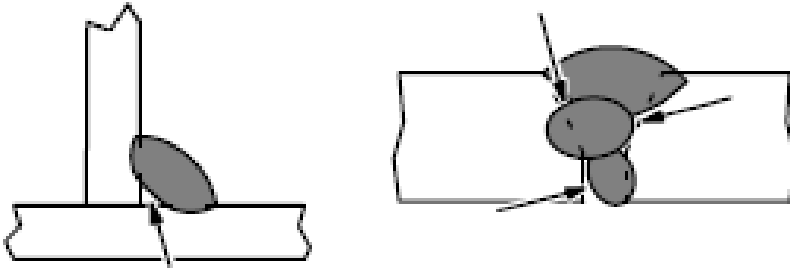
### **Penyebab utama :**

- 1.Weaving tidak beraturan
- 2.Surface metal tidak bersih
- 3.Ampere capping terlalu kecil
- 4.Groove tidak terisi/filler failure

### **Tindakan pencegahan**

- *Welder perlu ditraining ulang*
- *Bersihkan surface metal yang akan dilas*
- *Gunakan ampere yang sesuai antara pass ke pass*
- *Lakukan filler pada groove dengan benar*

## 12. Incomplete fusion



### Definisi:

*Kegagalan weld bead untuk berfusi secara sempurna dengan base metal*

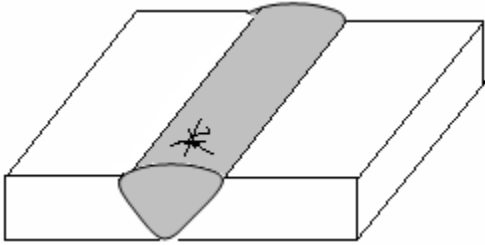
### Penyebab utama :

1. Base metal yang kotor (karat, oil, grease dll)
2. Travel speed terlalu cepat
3. Ampere terlalu kecil
4. Weaving tidak tepat
5. Sudut electrode yang tidak tepat

### Pencegahan

- 1 Bersihkan base metal dari karat ,oil, grease dll
2. Reduce travel speed
3. Naikan ampere
4. Pemberhentian ditepi – tepi groove harus seimbang
5. Gunakan sudut electrode yang tepat

## 11. Start crack/crater crack/bird claw crack



### **Definisi:**

*Crack yang terjadi dipermukaan weld bead akibat kesalahan start/stop*

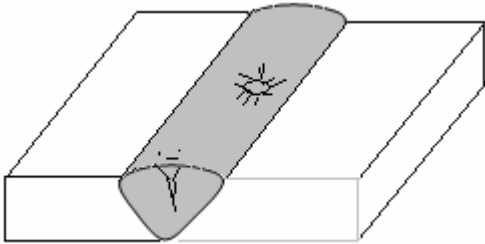
### **Penyebab utama :**

1. Kesalahan penggantian electrode (besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Teknik penyambungan kembali yang tidak tepat
3. Ampere terlalu kecil
4. Start/stop tidak sempurna
5. Heat input tidak seimbang (see no 1)

### **Pencegahan**

1. Gunakan size electrode yang sama pada tiap pass/layer
2. Pastikan penyambungan terjadi dengan sempurna
3. Gunakan ampere yang sesuai
4. Hindari start terlalu cepat tanpa melelehkan ujung electrode lbh dahulu

## 13.Pin Hole



### **Definisi:**

*Lubang kecil dipermukaan weld bead yang tembus kedalam bead dan hampir mencapai root*

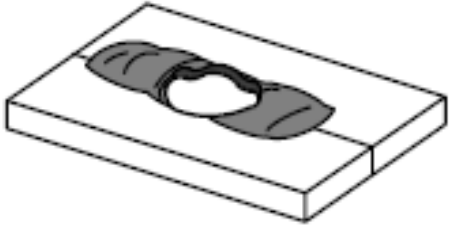
### **Penyebab utama :**

- 1.Ketidak cukupan shielding gas dari flux
- 2.Hydrogen attack

### **Pencegahan**

- 1.Jangan gunakan electrode bekas
- 2.Gunakan low hidrogen electrode

## 14. Burn through



### **Definisi:**

*Weld metal yang meleleh melewati base metal tanpa tersisa sedikitpun (jebol)*

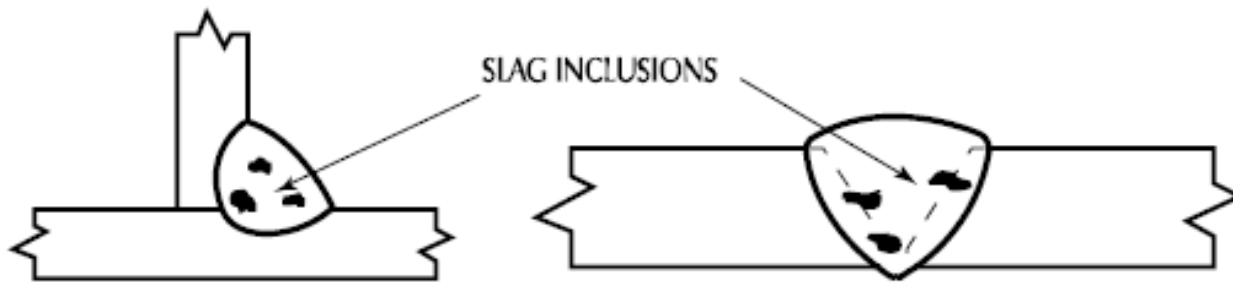
### **Penyebab utama :**

1. Ampere terlalu tinggi
2. Travel speed terlalu lambat

### **Pencegahan**

1. Turunkan ampere dan gunakan ampere yang sesuai
2. Naikan travel speed

## 15.Slag Inclusion



### **Definisi:**

Beberapa partikel non metal yang terperangkap didalam logam las

### **Penyebab utama :**

- 1.Kegagalan membersihkan slag pada pass sebelumnya (welder careless)
- 2.Ampere yang tidak sesuai
- 3.Sudut electrode yang tidak tepat
- 4.Kesalahan preparation

Slag inclusion merupakan titik terlemah dan mengurangi kekuatan lasan dan juga sangat potensial menyebabkan dan mengundang crack

**Review Question**

**and**

**Assessment**



See you next time



Thank you