

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Proses Pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*)

##### 2.1.1. Pengertian Pengelasan FCAW

Pengelasan dengan proses FCAW adalah Las busur listrik yang kawat lasnya terdapat fluk (pelindung inti tengah). Las FCAW adalah kombinasi antara proses pengelasan GMAW, SMAW dan SAW. Dalam pengelasan FCAW ini sumber energi menggunakan arus listrik DC atau AC yang diambil dari pembangkit listrik atau melalui trafo dan atau rectifier.

Pengelasan FCAW merupakan salah satu jenis las listrik yang proses kerjanya memasok filler elektrode atau kawat las secara mekanis terus menerus ke dalam busur listrik mesin FCAW dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1. Mesin Las FCAW

Kawat las atau Elektrode yang digunakan untuk pengelasan FCAW terbuat dari logam tipis yang digulung cylindrical kemudian dalamnya diisi dengan flux yang sesuai dengan kegunaannya. Proses Pengelasan FCAW ini sebenarnya sama dengan pengelasan GMAW, namun membedakan adalah kawat las atau elektrodanya yang berbentuk tubular yang berisi fluks sedangkan GMAW berbentuk Solid.

### **2.1.2. Metode Pengelasan FCAW**

Berdasarkan metode pelindung, pengelasan FCAW dapat dibedakan menjadi 2:

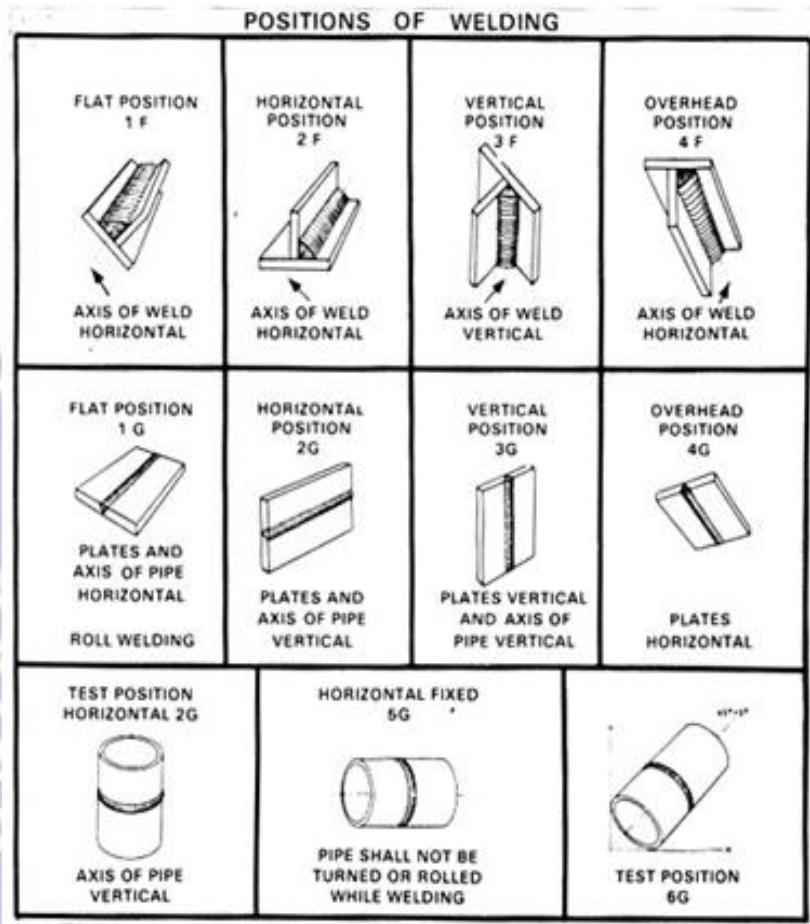
- a. Self Shielding FCAW (perlindungan sendiri), yaitu merupakan proses melindungi logam las yang mencair dengan menggunakan gas dari hasil penguapan atau reaksi dari inti fluks.
- b. Gas Shielding FCAW (perlindungan gas) adalah perlindungan dengan dual gas, yaitu melindungi logam las yang mencair dengan menggunakan gas sendiri juga ditambah gas pelindung yang berasal dari luar sistem.

Dua metode di atas sama-sama menghasilkan terak las yang berasal dari flux dalam kawat las yang berfungsi untuk melindungi logam las saat proses pembekuan. Namun, perbedaan metode di atas terletak pada tambahan sistem pemasok gas dan welding torch (welding gun) yang digunakan.

Pengelasan FCAW umumnya menggunakan gas CO<sub>2</sub> atau campuran CO<sub>2</sub> dengan Argon sebagai gas pelindung. Tetapi untuk menghindari logam las terkontaminasi udara luar atau menghindari porosity maka harus dilakukan pemilihan fluks yang mengandung atau mempunyai sifat pengikat oxygen.

## 2.2. Posisi Pengelasan

Pada pengelasan ada beberapa posisi pengelasan, seperti gambar 2.2.



Gambar 2.2. Posisi Pengelasan

Keterangan:

A. Posisi pada sambungan sudut :

- 1F : Sambungan posisi down hand.
- 2F : Posisi horizontal
- 3F : Posisi vertikal dengan arah pengelasan naik.
- 3F : Posisi vertikal dengan arah pengelasan turun.
- 4F : Posisi di atas kepala / over head.



B. Posisi sambungan tumpul pada pelat :

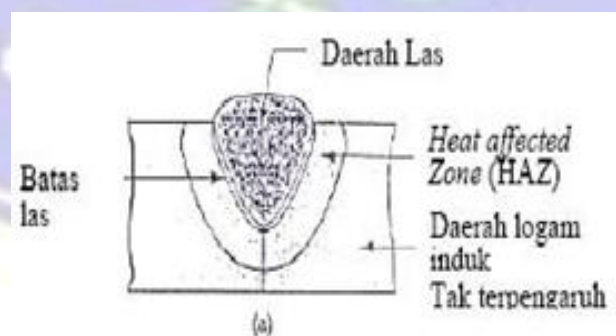
- 1G : Sambungan tumpul pada pelat, posisi *down hand*.
- 2G : Horizontal / mendatar.
- 3G : Vertikal / arah naik.
- 3G : Vertikal / arah turun.
- 4G : Over head.

C. Posisi pada sambungan tumpul dalam mengelas pipa.

- 2G : Posisi sumbu tegak dengan pipa dapat diputar.
- 5G : Posisi sumbu mendatar, tidak dapat diputar dengan arah pengelasan naik.
- 5G : Posisi sumbu mendatar, tidak dapat diputar dengan arah pengelasan turun.
- 6G : Posisi sumbu miring 45 derajat dan tidak dapat diputar.

### 2.3. Siklus Termal Daerah Pengelasan

Daerah pengelasan terdiri dari 3 bagian seperti pada gambar 2.3. yaitu logam lasan (*welding area*), daerah pengaruh panas *Heat Affected Zone (HAZ)*, logam induk yang terpengaruhi (*base metal*). Logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Daerah pengaruh panas atau daerah HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat.



Gambar 2.3. Daerah Pengelasan

Logam induk tak terpengaruhi adalah bagian logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan – perubahan struktur dan sifat.

Disamping ketiga pembagian utama tersebut masih ada satu khusus yang membatasi antara logam las dan daerah pengaruh panas, yang disebut batas las. (Dikutip dari Wiryosumarto, H., Okumura, T., Teknologi Pengelasan Logam, Pradnya Paramita, 1981)

## 2.4. Uji Tarik

Uji tarik merupakan salah satu pengujian yang dilakukan pada material untuk mengetahui karakteristik dan sifat mekanik material terutama kekuatan dan ketahanan terhadap beban tarik. Dari pengujian ini, maka kita bisa menentukan apakah material seperti ini cocok atau tidak dengan kebutuhan penggunaan dimana yang sering dialami oleh material tersebut.



Gambar 2.4. Universal Tensile Machine (UTM), Fuji Seiki Co. Ltd.

Standar pengujian yang digunakan dalam pengujian tarik :

- ASTM E8 : Untuk logam
- ASTM D-68 : Untuk polimer dan plastik

### 2.4.1. Prinsip Pengujian

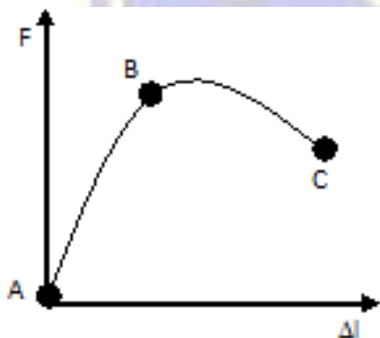
- Spesimen diberi beban tarik hingga putus
- Selama proses penarikan berlangsung di amati kejadian - kejadian yang berlangsung pada benda tersebut
- Selama proses penarikan tidak terjadi proses perubahan penampang.
- Agar kriteria statik muncul, maka laju penarikan harus di buat lambat.

Uji tarik termasuk uji statik, tetapi pada dasarnya beban tetap naik secara kontinyu, untuk mendapatkan sifat pengujian statik maka laju penarikan harus di buat sangat lambat.

Dari mesin uji tarik akan didapat kurva gaya ( $F$ ) terhadap pertambahan panjang ( $\Delta l$ ), beberapa kurva hasil pengujian tarik dari beberapa jenis material.

Dari hasil uji tarik tersebut terdapat 2 bagian garis:

- Garis lurus dari titik A – B: yang merupakan garis linear dimana perubahan bentuk spesimen seragam (deformasi seragam)
- Garis lengkung (non linear) B – C: deformasi yang terjadi adalah deformasi tidak seragam.



Gambar 2.5. Interpretasi Kurva



## 2.5. Pengujian Kekerasan (*Hardness Test*)

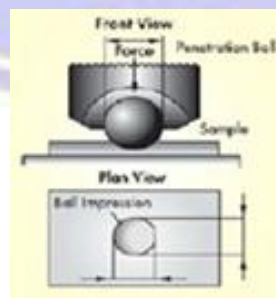
Pengujian kekerasan dilakukan pada daerah logam las dan HAZ (*Heat Affected Zone*), di setiap layer. Untuk memastikan seberapa besar pengaruh rasio *heat input* terhadap pengurangan residual stress yang dalam hal ini diekspresikan dalam besarnya nilainya kekerasan.

Kekerasan (*Hardness*) adalah salah satu sifat mekanik dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Di dalam aplikasi, material dilakukan pengujian dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu. Dalam pengujian kekerasan ada beberapa metode, diantaranya:

### a. **Brinell (HB / BHN)**

Pengujian kekerasan dengan metode *Brinell* bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesimen). Idealnya, pengujian Brinell diperuntukan untuk material yang memiliki permukaan yang kasar dengan uji kekuatan berkisar 500 - 3000 kgf. Indentor (Bola baja) biasanya telah dikeraskan dan diplating ataupun terbuat dari bahan Karbida Tungsten.



Gambar 2.6. Pengujian Brinell

## b. Vickers (HV / VHN)

Uji kekerasan vickers dikembangkan di Inggris tahun 1925an. Dikenal juga sebagai Diamond Pyramid Hardness test (DPH). Uji kekerasan *vickers* menggunakan indenter piramida intanyang saling berhadapan, yaitu 136 derajat.

Ada dua rentang kekuatan yang berbeda, yaitu micro (10 gr – 1000 gr) dan macro (1 kg – 100 kg).

➤ Cara pengujian metode vickers:

a. Persiapkan alat dan bahan pengujian kekerasan vickers



Gambar 2.7. Alat Uji Kekerasan Vickers

b. Indentor di tekan ke benda uji/material dengan gaya tertentu

c. Unggu hingga 10 – 20 detik

d. Bebaskan gaya dan lepaskan indenter dari benda uji

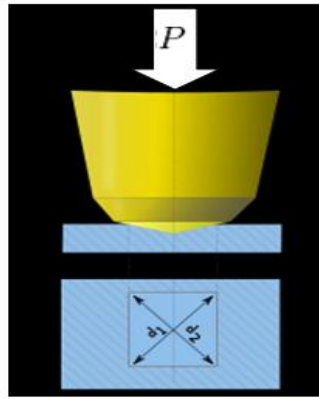
e. Ukur 2 diagonal lekukan persegi (belah ketupat) menggunakan mikroskop pengukur, ukur dengan teliti kemudian cari rata – ratanya dan masukkan ke rumus

$$\text{VHN} = \frac{1,854 * P}{D^2}$$

Keterangan:

- VHN = Vickers Hardness Number (Nilai kekerasan standar metode Vickers)
- P = Beban yang diberikan (kgf)
- D = Panjang diagonal rata – rata hasil uji kekerasan





Gambar 2.8. Bentuk titik yang dihasilkan metode vickers

➤ Kelebihan metode vickers

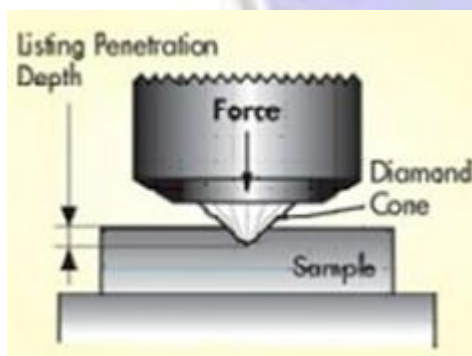
Hasil dari indentasi sangat kecil, jadi tidak sampai merusak bahan uji dan biasanya bahan uji bisa dipakai kembali.

➤ Kekurangan metode vickers

Butuh ketelitian saat mengukur diameter lekukan hasil indentasi. Pengujiannya lama sekali hingga 5 menit untuk satu titik belum termasuk perhitungannya.

**c. Rockwell (HR / RHN)**

Pengujian *rockwell* menggunakan indenter bola baja berdiameter 10 mm, 5 mm, 2,5 mm, dan 1 mm. Menggunakan indenter kerucut intan, pengujian ini tidak membutuhkan kemampuan khusus karena hasil pengukuran dapat terbaca langsung, tidak seperti metode pengujian Brinell dan Vickers yang harus dihitung menggunakan rumus terlebih dahulu.



Gambar 2.9. Pengujian Rockwell