

# **PENELITIAN**

**ANALISIS ELECTRODA LAS PADA SAMBUNGAN PLAT BAJA  
KARBON RENDAH TERHADAP SIFAT MEKANIK**



**OLEH :**

**BAMBANG PRATOWO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG**



**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Jl. Hi. Zainal Abidin Pagar Alam No. 26 Bandar Lampung. Phone 0721-701979

---

**SURAT TUGAS**

No. 073/ST/FT-UBL/IX/2016

Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung dengan ini memberi tugas kepada:

Nama : Ir. Bambang Pratowo, MT

Jabatan : Dosen Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung

Untuk melaksanakan kegiatan di bidang penelitian “Analisis Electroda Las Pada Sambungan Plat Baja Karbon Rendah Terhadap Sifat Mekanik.”

Demikian Surat Tugas ini dibuat untuk dilaksanakan sebagaimana mestinya dan setelah dilaksanakan kegiatan tersebut agar melaporkan kepada Dekan

Bandar Lampung, 14 September 2016

Dekan,



universitas  
bandar lampung

Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir,ST,MA

## Lembar Pengesahan


1. Judul Penelitian : Analisis Electroda Las Pada Sambungan Plat Baja Karbon Rendah Terhadap Sifat Mekanik

2. Peneliti :

- a. Nama Lengkap : Ir. Bambang Pratowo, MT.
- b. Jenis Kelamin : Laki-laki
- c. NIP / NIDN : 19650916 199402 1 001 / 0016096501
- d. Jabatan Struktural : -----
- e. Jabatan Fungsional : Lektor
- f. Perguruan Tinggi : Universitas Bandar Lampung
- g. Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Mesin
- h. Pusat Penelitian : LPPM Universitas Bandar Lampung
- i. Alamat : Jl. Zainal Abidin Pagar Alam No.26  
Bandar Lampung 35142
- j. Telpon/fax : 0721-701979 / 0721-701463
- k. Alamat Rumah : Jl. Cengkeh Tengah II No. 66 Perumnas Way Halim  
Bandar Lampung
- l. Telepon/fax/email : 0721-771670 / bambang.pratowo@ubl.ac.id

3. Jangka waktu Penelitian : 6 bulan

Menyetujui,  
Dekan Fakultas Teknik



**universitas  
bandarlampung**

Dr.Eng. Fritz Akhmad Nuzir,ST,MA

Bandar Lampung, 12 Januari 2017  
Peneliti,



Ir. Bambang Pratowo, MT

Mengetahui  
Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat  
Universitas Bandar Lampung



**UBL**  
LPPM

Ilies Widojoko, MT

# **PENELITIAN**

## **ANALISIS ELECTRODA LAS PADA SAMBUNGAN PLAT BAJA KARBON RENDAH TERHADAP SIFAT MEKANIK**



**OLEH :**

**BAMBANG PRATOWO**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG**

## **ABSTRAK**

### **ANALISIS ELECTRODA LAS PADA SAMBUNGAN PLAT BAJA KARBON RENDAH TERHADAP SIFAT MEKANIK**

**Oleh**

**BAMBANG PRATOWO**

Baja karbon rendah dalam aplikasinya banyak digunakan dalam konstruksi mesin, yang cukup banyak digunakan untuk pengelasan dengan berbagai jenis sambungan disebabkan karena baja karbon ini mempunyai sifat mudah menjadi keras ditambah dengan adanya hidrogen difusi menyebabkan baja ini sangat peka terhadap retak las, Untuk mengurangi hidrogen difusi, harus digunakan elektroda hidrogen rendah yaitu elektroda las AWS E 7018 dengan diameter  $\varnothing$  2,6 dan 3,2. Pengelasan SMAW merupakan salah satu metode pengelasan yang digunakan secara luas dalam penyambungan konstruksi teknik.

Untuk mengetahui pengaruh jenis elektroda las terhadap kekuatan tarik dari hasil pengelasan. Dimana elektroda las dibedakan menurut jenis dan standarnya, yang dalam hal ini yaitu standar ASTM dan JIS. Kemudian hasil pengelasan dari tiap jenis dan standar elektroda las dibagi menjadi tiga spesimen uji kemudian dilakukan uji tarik, untuk mengetahui perubahan sifat mekanik

Dari pengujian yang telah dilakukan, kekuatan tarik yang dihasilkan oleh elektroda AWS E 7018 diameter 2,6 dan elektroda AWS E 7018 3,2 dengan Standar ASTM. Kekuatan tarik rata-rata elektroda AWS E 7018 diameter 2,6 yang diperoleh 389,060 MP, dan Nilai kekuatan tarik rata-rata untuk elektroda AWS E 7018 diameter 3,2 sebesar 408, 854 MPa yang dihasilkan oleh elektroda ini lebih tinggi. Nilai kekuatan ulur yang dihasilkan oleh elektroda AWS E 7018 diameter 3,2 diameter 2,6 lebih tinggi.

Kata kunci : Baja Karbon, Elektroda AWS E 7018, Kekuatan Tarik

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR ISI</b> .....	i
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	iii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	iv
<b>I PENDAHULUAN</b>	
Latar Belakang .....	1
Tujuan Penelitian .....	2
Ruang lingkup penelitian .....	2
<b>II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pengelasan.....	3
2.2. Sifat Mampu Las ( Weldability ).....	4
2.3. Bahan .....	6
2.4. Pemilihan Electroda .....	8
2.4.1. Simbol Electroda.....	8
2.4.2. Toleransi Ukuran .....	9
2.4.3. Kandungan Air .....	9
2.4.4. Pengujian Electroda .....	9
2.4.5. Uji Las Fillet .....	10
2.4.6. Penomoran Electroda .....	10
2.5. Pengujian Mekanik .....	13

2.5.1. Pengujian Tarik .....	13
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1. Diagram Alir Penelitian .....	16
3.2. Pengambilan Data Penelitian .....	17
3.3. Prosedur Penelitian .....	17
3.4. Jenis Electroda Yang Dipakai.....	18
<b>IV. DATA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1. Data Proses Pengelasan.....	19
4.2. Data Hasil Pengujian Tarik Dari Jenis Electroda.....	20
4.3. Perhitungan Nilai kekuatan Tarik .....	22
4.4. Pembahasan.....	26
4.5. Hasil Pengujian Tarik Setelah di Las .....	26
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Simpulan .....	31
5.2. Saran .....	31
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>32</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Komposisi Kimia Material Dalam berat.....	17
3.2. Kandungan Tipe Logam Las AWS E7018.....	18
4.1. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7018 Diameter 2,6 mm .....	20
4.2. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7018 Diameter 3,2 mm .....	21
4.3. Perbandingan Hasil Uji Tarik Las Dengan Electroda AWS E 7018 Diameter 2,6 mm dan Diameter 3,2, mm.....	20



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Prinsip Pengelasan SMAW.....	5
2.2. Jenis Las Berdasarkan Ledakan dan Reaksi Eksotermis.....	7
2.3. Bagan Klasifikasi Cara Pengelasan.....	11
2.4. Las Busur Gas.....	12
2.5. Pemindahan Sembur Pada Las MIG.....	12
2.6. Skema Pengelasan Busur Rendam.....	15
3.1. Diagram Alir Penelitian.....	16
3.2. Electroda.....	18
4.1. Perbandingan Sampel A.....	28
4.2. Perbandingan Sampel b.....	29
4.3. Perbandingan Sampel A Dan Sempel B.....	29

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 . Latar Belakang Penelitian

Pada perkembangan teknologi sekarang ini, teknologi pengelasan telah di gunakan secara luas baik pada konstruksi bangunan maupun konstruksi mesin. Dengan ruang lingkup dari teknik pengelasan ini, hampir semua konstruksi yang membutuhkan proses penyambungan di lakukan dengan menggunakan teknik pengelasan, di samping itu proses las dapat juga di pergunakan untuk reperesi, misalnya untuk mempertebal bagian permukaan yang sudah aus, mengisi lubang-lubang pada hasil coran dan membuat lapisan keras pada perkakas serta macam-macam reperasi lainnya.

Ada tiga cara kerja dalam penyambungan logam dengan menggunakan teknik pengelasan, yaitu pengelasan cair, pengelasan tekan, dan pematrian. Dalam pengelasan cair logam akan disambung dipanaskan dengan sumber panas sampai logam tersebut cair. Pengelasan dengan cara ini tidak menutupi kemungkinan akan terjadinya cacat atau kerusakan seperti retak dan perubahan komposisi logam yang disambung tersebut. Akibat dari panas logam di sekitar daerahkomposisi logam yang disambung tersebut. Akibat dari panas logam di sekitar daerah lasan dan akan mengalami siklus termal,sehingga terjadi perubahan pada struktur mikro pada logam tersebut.

Perubahan yang terjadi ini juga akan mempengaruhi sifat mekanik dari logam itu sendiri, dan mungkin

## **1.2. Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan mendapatkan hasil analisa dari elektroda yang dipakai untuk sambungan las pada plat baja karbon rendah terhadap sifat mekanik

Mengetahui kekuatan elektroda terhadap sambungan las pada plat baja karbon rendah terhadap sifat mekanik.

Mendapatkan hasil pengelasan yang sesuai dengan standar dan spesifikasi yang sudah ditetapkan.

## **1.3 Ruang Lingkup Penelitian**

Permasalahan yang ada dalam proses pengelasan ini sangat banyak dan luas ruang lingkup. Untuk itu supaya tujuan dari penelitian ini tercapai maka penelitian ini adalah analisa elektroda las pada sambungan plat baja karbon rendah terhadap sifat mekanik, peneliti membatasi masalah mekanik, peneliti membatasi pokok permasalahan ini dengan batasan – batasan sebagai berikut :

- Logam induk plat baja karbon rendah
- Jenis Elektroda yang dipakai AWS E 7018 dan dipakai AWS E 7018 dengan diameter 2,6 mm dan 3,2.
- Tebal plat sambungan yang akan dilas yaitu 8 mm.
- Melakukan pengujian mekanik ( hanya dipakai uji tarik ) pada hasil pengelasan.

# **BAB II**

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1. Pengelasan**

Pengelasan merupakan proses penyambungan setempat dari dua logam atau lebih dengan menggunakan energi panas. Akibat panas maka logam sekitar lasan akan mengalami siklus termal yang menyebabkan terjadinya perubahan metalurgi yaitu struktur mikro sehingga akan berpengaruh juga terhadap sifat mekanik yang mengalami siklus termal yang menyebabkan terjadinya perubahan metalurgi yaitu struktur mikro sehingga akan berpengaruh juga terhadap sifat mekanik dari logam yang di sambung tersebut.

Pada saat ini pengklasifikasian teknik pengelasan dapat dibagi menjadi dua kelompok, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi berdasarkan cara kerja membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, dan pematrian. Sedangkan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan membagi las dalam kelompok las listrik, las kimia, las mekanik, las gas.

Di antara klasifikasi tersebut di atas, klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih besar ruang lingkupnya. Oleh karena itu klasifikasi akan dijelaskan satu persatu pengertiannya. Berdasarkan cara kerja, pengelasan dibagi menjadi tiga kelompok utama yaitu :

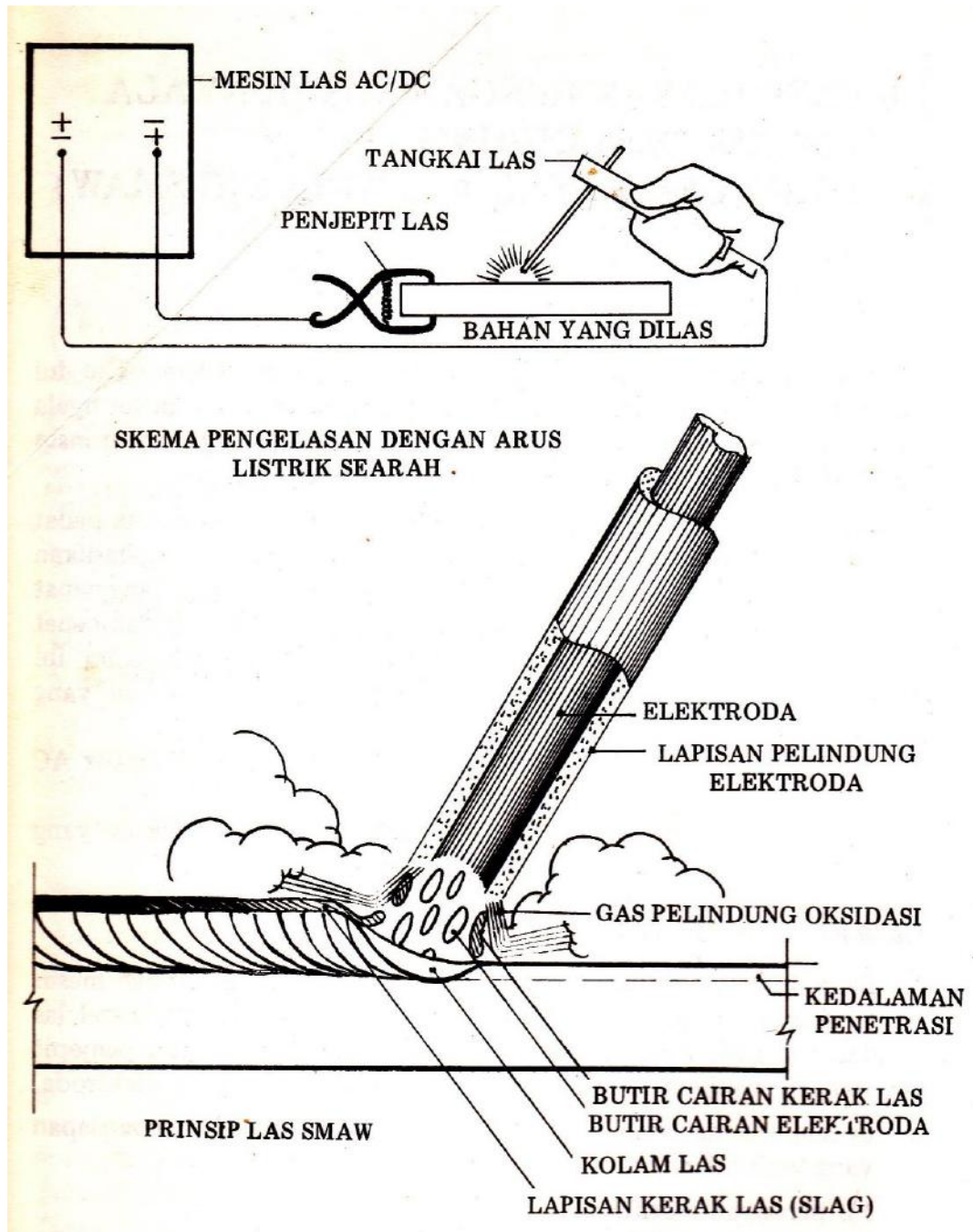
1. Pengelasan cair: Adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sambungan api yang terbakar.
2. Pengelasan tekan : Adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian : Adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak ikut cair.

## **2.2. Sifat Mampu Las ( Weldability )**

Sifat mampu las adalah ukuran kemampuan suatu logam untuk dapat dilas dan menghasilkan hasil las yang baik dan cukup kuat. Komposisi bahan dasar, pemasukan panas dan pendinginan adalah merupakan faktor utama dari sifat logam yang akan dilas.

Panas masukan dan laju pendinginan adalah merupakan karakteristik dari suatu proses pengelasan dan teknik yang dipakai harus diperhatikan. Laju pendinginan harus diperkecil dengan cara memperkecil gradient temperatur antara daerah yang dilas dengan bahan dasar untuk mencegah kemungkinan terjadinya retak pada lasan.

Baja yang memiliki sifat mampu las cair yang baik berkadar karbon kurang dari 0,22 %.



Gambar 2.1

## Prinsip Pengelasan SMAW

### 2.3. Bahan

Secara garis besar baja di kelompokkan menjadi tiga :

1. Pengelompokan berdasarkan komposisi, terdiri dari baja karbon dan paduannya.

#### a. Baja Paduan

Baja karbon adalah paduan antara besi dan karbon dengan sedikit Silicon, Mangan, Fosfor, dan Cu. Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbon. Baja karbon ini dikelompokkan berdasarkan kandungan karbonnya menjadi :

- Baja Karbon Rendah : Mengandung Karbon kurang dari 0,3 %.
- Baja karbon sedang atau medium : Mengandung Karbon kurang dari 0,3 %.
- Baja karbon sedang atau medium : Mengandung Karbon dari 0,3% sampai 0,6 %.
- Baja Karbon Tinggi : Mengandung Karbon lebih dari 0,6 % sampai 1,7 %.

#### b. Baja Paduan

Baja yang sifat-sifatnya ditentukan oleh unsur-unsur paduan yang ditambahkan pada baja tersebut. Baja ini di kelompokkan berdasarkan persentase jumlah unsur paduan yang ditambahkan pada baja tersebut menjadi :

- , paduan rendah : Persentase jumlah unsur paduan kurang dari 2,5 %

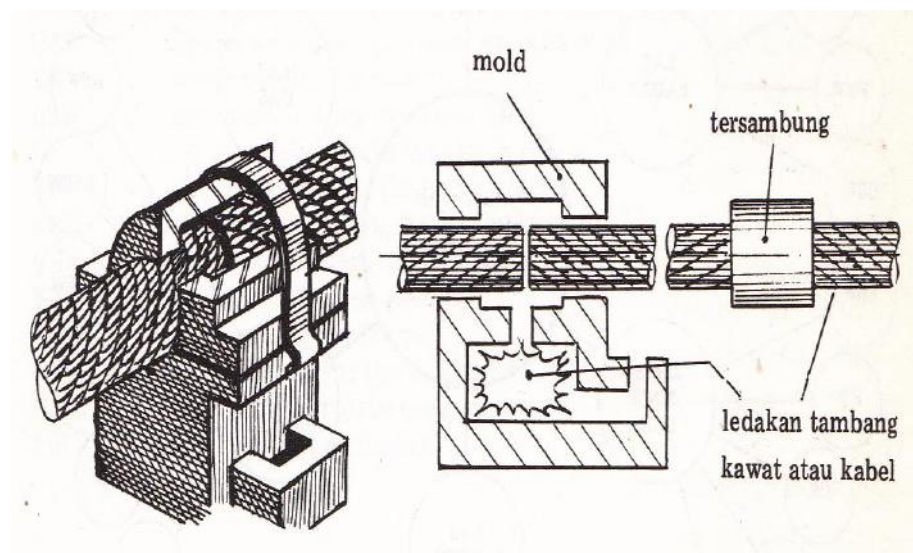
- Baja paduan sedang atau medium : Persentase jumlah unsur paduan dari 2,5% sampai dengan 10%.
- Baja paduan tinggi : Persentase jumlah unsur paduan lebih dari 10%.

**Pengelompokan Berdasarkan kegunaannya :**

- Baja Perkakas : Perkakas potong, ukur dan pegang
- Baja Konstruksi : Konstruksi mesin dan bangunan
- Baja Khusus : Baja tahan karat, tahan panas, tahan aus dan lain-lain.

**Pengelompokan berdasarkan Sifat :**

Contoh baja yang dikelompokkan berdasarkan kekuatan tarik minimal St 37, St 45, St. 60.



**Gambar 2.2**

**Jenis Las Berdasarkan Ledakan dan Reaksi Eksotermis**



## 2.4. Pemilihan Electroda

Electroda dibagi dalam tiga jenis yaitu electroda baja karbon, electroda baja paduan, dan electroda bukan baja ( non ferrous ). Dan berdasarkan fungsinya electroda dibagi dalam dua jenis yaitu electroda habis pakai ( consumable ), dan electroda tidak habis terpakai. Untuk pengelasan suatu bahan tertentu, bahan penambah yang berupa electroda atau batang las haruslah terbuat dari logam yang sama dengan atau sesuai dengan logam dasar yang dilas.

### 2.4.1. Simbol Electroda

Hampir masing-masing negara industri maju menyusun simbol-simbol standar electroda sendiri. Hal ini dimaksudkan untuk kebutuhan mereka sendiri sehingga jumlah dan jenis electroda menjadi sangat bervariasi.

Daftar simbol/kode identifikasi electroda dan batang las berdasarkan AWS ( American Welding Society ) :

E = Berarti Electroda

R = Berarti Rod atau batang Las

B = Berarti Brazing atau Solder Keras

Cu = Berarti Cupron atau Tembaga

Si = Berarti Silikon.

#### **2.4.2. Toleransi Ukuran**

Toleransi garis tengah kawat inti ( core )  $\pm 0,002$  inchi atau  $\pm 0,05$  mm dari ukuran standar. Toleransi panjang kawat inti  $\pm \frac{1}{4}$  inchi (  $\pm 10$  mm ). Lapisan pelindung harus kosentris terhadap kawat inti dengan toleransi ukuran antara ukuran kawat inti maksimum  $\pm 1$  dan ukuran kawat inti minimum  $\pm 1$ .

#### **2.4.3. Kandungan Air**

Kandungan air maksimum untuk lapisan pelindung elektroda baja karbon jenis low hydrogen sebagai aslinya dari pabrik pembuat atau setelah kondisi fisiknya diperbaiki kembali tidak melebihi 0,6 % berat.

#### **2.4.4. Pengujian Electroda**

Semua elektroda diuji untuk menentukan mutu, adapun pengujiannya antara lain :

a. Uji Analisis Kimia.

Komposisi elektroda baja karbon tidak boleh melebihi limitasi-limitasi yang tertera pada tabel limit komposisi logam las.

b. Uji Mekanis

1. Pengujian tarik pada bahan yang sudah dilas secara transversal.
2. Pengujian Impeck.
3. Pengujian lengkung, pada bahan yang sudah dilas secara longitudinal terarah.

#### 2.4.5. Uji Las Fillet

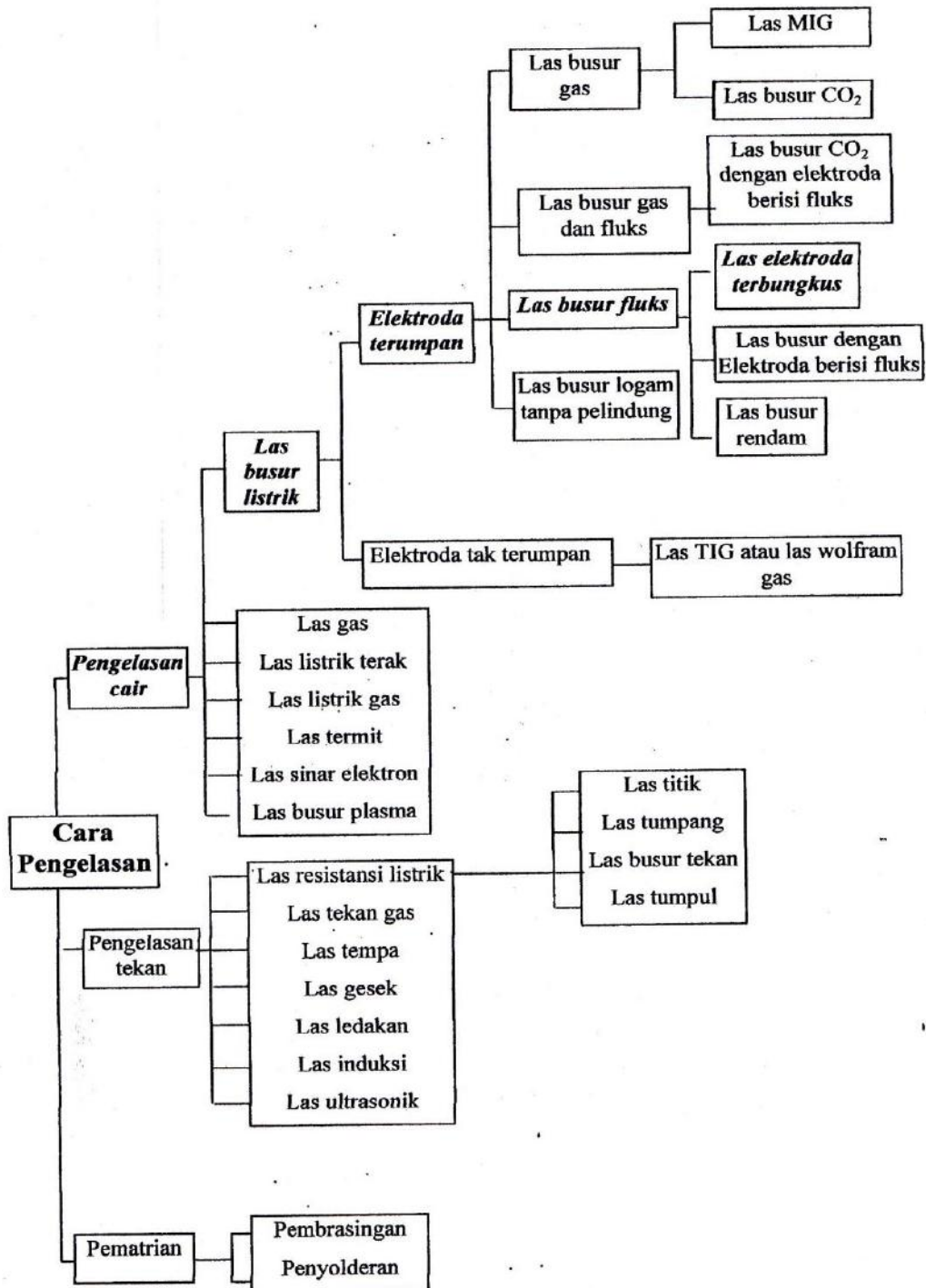
Setelah bahan dilaskan secara fillet hasil lasan diuji sifat ujudnya ( *visual check* ) untuk menentukan apakah las fillet bebas retakan. Overlap, kerak terperangkap ( *slag inclusion* ). Poloritas permukaan dan Undercut. Kecembungan ( *convex* ) dan panjang kaki-kakinya harus sesuai dengan yang tertera pada tabel uji fillet.

#### 2.4.6. Penomoran Electroda

Arti penomoran electroda bertujuan untuk memudahkan dalam memilih electroda yang akan digunakan sebelum melakukan pengelasan.

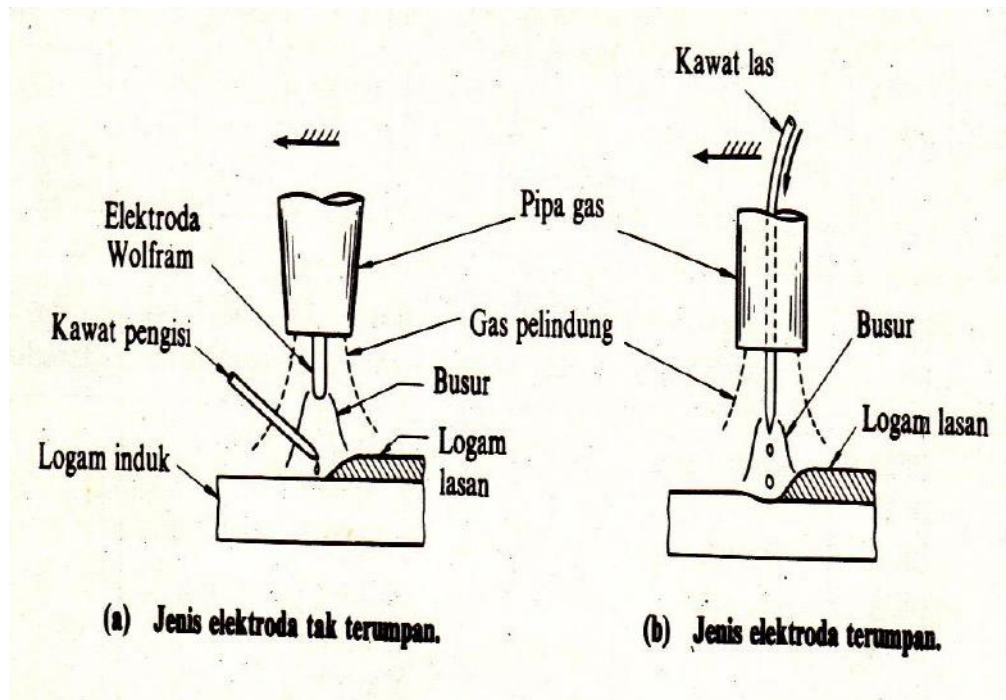
Sebagai ontoh **AWS E 7018** artinya :

1. AWS : Standar Klasifikasi yang digunakan
2. E : Electroda
3. 70 : Menunjukkan kekuatan tarik bahan las setelah dilaskan  
( 70.000 psi )
4. 1. : Posisi pengelasan yang paling tepat dan sesuai dengan bahan las tersebut.
5. 8. : Merupakan angka terakhir yang digunakan untuk menunjukkan jenis arus listrik yang sesuai digunakan.



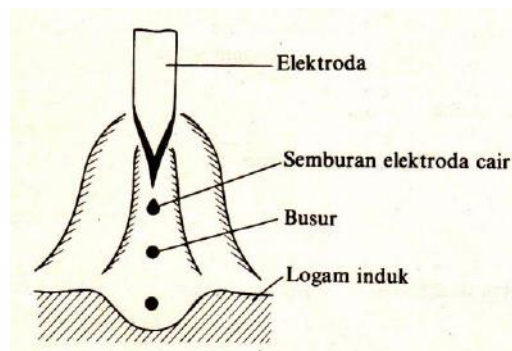
Gambar 2.3.

Bagan Klasiikasi Cara Pengelasan



Gambar 2.4.

Las Busur Gas



Gambar 2.5.

Pemindahan Sembur pada Las MIG

## **2.5. Pengujian Mekanik**

Uji mekanik yang dilakukan pada material dasar maupun pada hasil pengelasan bertujuan untuk menjamin mutu dan kepercayaan terhadap kekuatan mekanik dari material maupun konstruksi las tersebut dalam hal kesesuaiannya dengan standar spesifikasi material maupun hasil pengelasan.

### **2.5.1. Pengujian Tarik**

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik dari suatu material yaitu ; tegangan dan regangan. Teknis tegangan dan regangan sebenarnya, keuletan dan reduksi penampang, setelah dilakukan pengujian tarik, akan didapat diagram tarik.

Pada waktu penarikan hal yang terjadi pada spesimen adalah :

1. Deformasi seragam sebelum mencapai tegangan maksimum
2. Deformasi setempat setelah melewati tegangan maksimum
3. Patah ditempat penampang terkecil ( necking )

Pada patahan bahan yang getas tidak terjadi necking dan itu berarti tidak terjadi deformasi. Selain itu perbedaan antara bahan yang ulet dan yang getas dapat dilihat dari bentuk permukaan patahannya. Pada bahan yang getas permukaan patahannya rata dan kristalin, sedangkan permukaan patahannya rata dan kristalin, sedangkan bahan yang ulet permukaan patahan berserabut.

### **Kekuatan Tarik.**

Kekuatan tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum yang dicapai batang uji dengan menggunakan rumus :

$$\sigma_t = \frac{F_{maks}}{S_0} \text{ (kgf/mm}^2 \text{ )}$$

### **Kekuatan Ulur**

$$\sigma_y = \frac{F_y}{S_n} \text{ ( kg/mm}^2 \text{ )}$$

Beban maksimum (  $F_{maks}$  ) didapat pada saat pengujian yaitu dilihat pada skala ukur beban, beban yang tertinggi ditunjuk oleh jarum skala pada saat jarum skala berhenti dan mulai bergerak kembali keposisi nol.

### **Regangan**

Regangan ditentukan berdasarkan panjang ukur mula dan panjang ukur setelah putus dari batang uji dengan menggunakan rumus :

$$\varepsilon = \frac{L_u - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

Dimana :

$\varepsilon$  = Regangan ( % )

$L_u$  = Panjang ukur setelah putus ( mm )

$L_0$  = Panjang ukur mula-mula ( mm )

### **Konstraksi ( Susut Penampang )**

Konstraksi ditentukan berdasarkan luas penampang mula dan luas penampang setelah putus dengan menggunakan rumus :

$$Z = \frac{S_0 - S_u}{S_0} \times 100 \%$$

Untuk batang uji dengan penampang bundar atau tubular, jika bentuk putusannya eliptikal, ukur diameter mayor dan diameter minornya kemudian tentukan luas penampang dengan rumus :

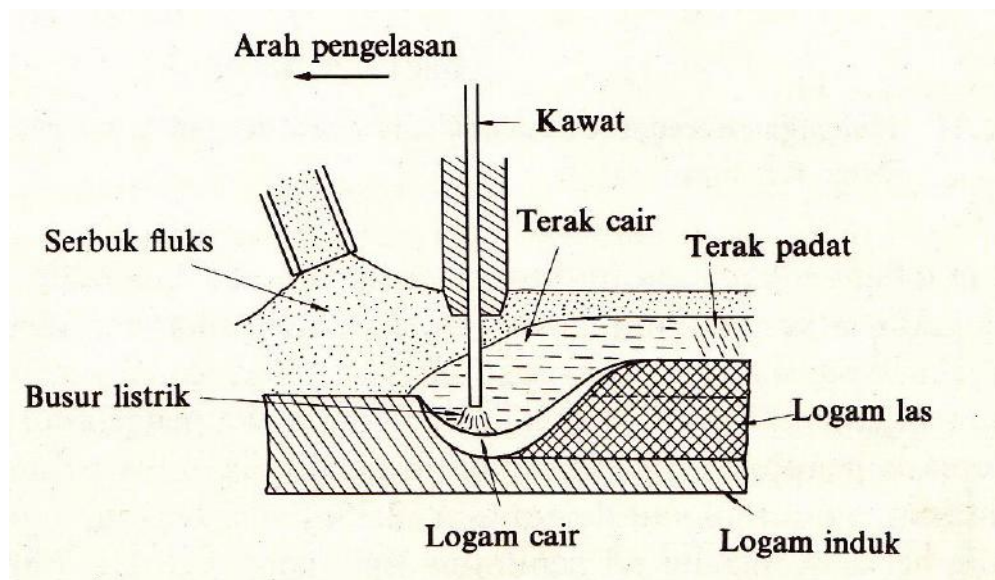
$$S_u = \frac{\pi \cdot d_m \cdot d_{Mn}}{4} \quad (\text{mm}^2)$$

### Modulus Elastisitas

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (\text{kgf/mm}^2)$$

$\sigma$  = Tegangan Elastis

$\varepsilon$  = Regangan



Gambar 2.6.

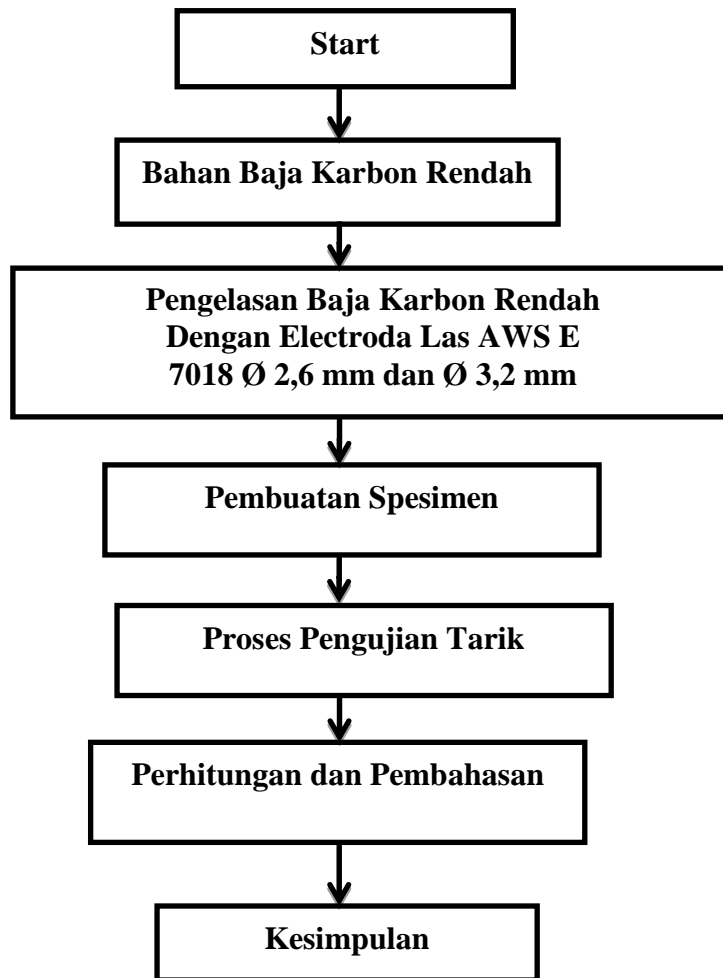
Skema Pengelasan Busur Rendam



# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1  
Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Pengambilan Data Penelitian :

Spesifikasi benda uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan yang digunakan adalah plat baja karbon rendah
2. Ketebalan Plat 8 mm.
3. Electroda yang digunakan adalah AWS E 7018 dengan diameter 2,6 mm dan 3,2 mm.
4. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi bawah tangan.
5. Arus pengelasan yang digunakan adalah 100 A.
6. Kampuh yang digunakan jenis kampuh I terbuka, jarak celah plat 2 mm.
7. Bentuk spesimen benda uji mengacu standar JIS Z 2201 1981 untuk pengujian tarik.

### 3.3. Prosedur Penelitian :

1. Persiapan Bahan.

Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 20 mm, tebal 8 mm. Uji komposisi material hasil pengujian komposisi kimia material pada penelitian ini adalah :

**Tabel 3.1. Komposisi Kimia Material dalam % berat**

C	Si	Mn	S	P	Al
0,18	0,024	0,864	0,006	0,009	0,044

### 3.4. Jenis Electroda Yang Dipakai

Jenis Electroda yang digunakan dalam pengelasan ini adalah AWS E 7018. Kandungan maksimal tipe logam las menurut spesifikasi AWS adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2. Kandungan Tipe Logam Las AWS E7018  
( Hobort Brothers Company )**

C	Mn	P	S	Si	Cr	V	Ni	Mo
0,15	1,6	0,035	0,035	0,75	0,20	0,08	0,30	0,0



*Gambar 3.2.*

*Electroda*

# BAB IV

## PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Proses Pengelasan

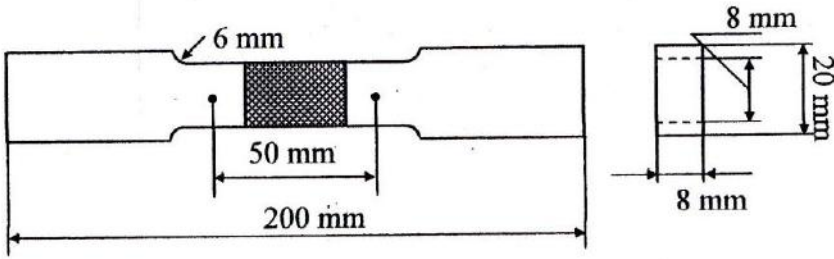
Data – data yang diperoleh pada proses pengelasan SMAW adalah sebagai berikut :

Tempat	: Laboratorium Teknik Mesin
Mesin Las	: ESAB LHE 400
WSP	: ASME Sect IX
Polaritas	: DC + ( polaritas balik )
Proses	: SMAW
Electroda	: AWS E 7018 dengan diameter Ø 2,6 mm dan Ø 3,2 mm.
Arus	: 80 sampai 100 A
Tegangan	: 24 Volt
Sambungan	: Alur I Group

#### 4.2. Data Hasil Pengujian Tarik Dari Jenis Electroda

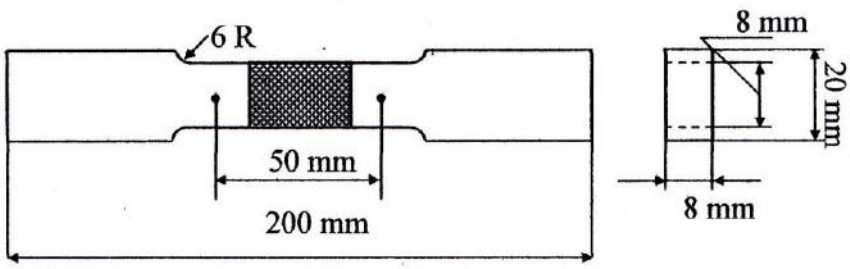
Tabel 4.1. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7018

Diameter 2,6 mm



Batang Uji No	Sampel A		
	1	2	3
Lebar x Tebal (mm)	8 × 8	8 × 8	8 × 8
Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	64	64	64
Panjang Ukur (mm)	80	80	80
Beban Ulur (kgf)	2470	2020	2130
Beban Maksimum (kgf)	2720	2220	2530
Kuat Ulur, kgf/mm <sup>2</sup> , [MPa]	38,5937	31,5625	33,2812
Kuat Tarik, kgf/mm <sup>2</sup> , [MPa]	42,5	34,6875	39,5312
Panjang Setelah Putus (mm)	87	82	84
Regang (%)	0,0875	0,025	0,05
<b>Kekuatan Tarik Rata-rata (MPa)</b>	38,9060 kgf/mm <sup>2</sup> = 389,060 Mpa		
<b>Kekuatan Ulur Rata-rata (MPa)</b>	34,4791 kgf/mm <sup>2</sup> = 344,791 Mpa		
<b>Regang Rata-rata (%)</b>	0,054		

Tabel 4.2. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7018  
Diameter 3,2 mm



Batang Uji No	Sampel B		
	1	2	3
Lebar x Tebal (mm)	8 × 8	8 × 8	8 × 8
Luas Penampang (mm <sup>2</sup> )	64	64	64
Panjang Ukur (mm)	80	80	80
Beban Ulur (kgf)	2510	2380	2140
Beban Maksimum (kgf)	2920	2560	2370
Kuat Ulur, kgf/mm <sup>2</sup> , [MPa]	39,2187	37,1875	33,4375
Kuat Tarik, kgf/mm <sup>2</sup> , [MPa]	45,625	40	37,0312
Panjang Setelah Putus (mm)	89	86	85
Regang (%)	0,1125	0,075	0,0625
<b>Kekuatan Tarik Rata-rata (MPa)</b>	40,8854 kgf/mm <sup>2</sup> = 408,854 Mpa		
<b>Kekuatan Ulur Rata-rata (MPa)</b>	36,6145 kgf/mm <sup>2</sup> = 366,145 Mpa		
<b>Regang Rata-rata (%)</b>	0,083		

### 4.3. Perhitungan Nilai Kekuatan Tarik.

#### Sampel A.

##### Batang Uji No.1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{Maks}}{S_0} \\ &= \frac{2720}{64} = 42,5 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 425 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_0}{S_0} \\ &= \frac{2470}{64} = 38,5937 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 425 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan } (\epsilon) &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \text{ (\%)} \\ &= \frac{87 - 80}{80} \times 100 \text{ (\%)} \\ &= 8,75 \text{ \%} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\epsilon} \\ &= \frac{425}{8,75} \text{ MPa} \end{aligned}$$

##### Batang Uji No.2

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{Maks}}{S_0} \\ &= \frac{2220}{64} = 34,6875 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\ &= 346,875 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_o}{S_0} \\
 &= \frac{2020}{64} = 31,5625 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\
 &= 315,625 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Regangan } (\epsilon) &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \text{ (\%)} \\
 &= \frac{82 - 80}{80} \times 100 \text{ (\%)} = 2,5 \text{ \%}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\epsilon} \\
 &= \frac{346,875}{2,5} = 138,75 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

### Batang Uji No.3

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{Maks}}{S_0} \\
 &= \frac{2530}{64} = 39,5312 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\
 &= 395,312 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_o}{S_0} \\
 &= \frac{2130}{64} = 33,2812 \text{ (kgf/mm}^2\text{)} \\
 &= 332,812 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\text{Regangan } (\epsilon) = \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 \text{ (\%)}$$



$$= \frac{84-80}{80} \times 100 (\%) = 5 \%$$

Modulus Elastisitas

$$= \frac{\sigma_t}{\epsilon}$$

$$= \frac{395,312}{5} = 79,062 \text{ MPa}$$

**Sampel B.**

**Batang Uji No.1**

Tegangan tarik ( $\sigma$ )

$$= \frac{F_{maks}}{S_0}$$

$$= \frac{2920}{64} = 45,625 \left( \frac{kg}{mm^2} \right)$$

$$= 456,25 \text{ MPa}$$

Tegangan Ulur ( $\sigma_y$ )

$$= \frac{F_{\epsilon}}{S_0}$$

$$= \frac{2510}{64} = 39,2187 \left( \frac{kgf}{mm^2} \right)$$

$$= 3392,187 \text{ MPa}$$

Regang ( $\epsilon$ )

$$= \frac{L1-L0}{L0} \times 100 (\%)$$

$$= \frac{89-80}{80} \times 100 (\%) = 11,25\%$$

Modulus Elastisitas

$$= \frac{\sigma_t}{\epsilon}$$

$$= \frac{456,25}{11,25} = 40,556 \text{ MPa}$$

**Batang Ujian No. 2**

Tegangan tarik ( $\sigma_t$ )

$$= \frac{F_{maks}}{S_0}$$

$$= \frac{2560}{64} = 40 \left( \frac{kg}{mm^2} \right)$$

$$\begin{aligned}
 &= 400 \text{ MPa} \\
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_g}{S_0} \\
 &= \frac{2380}{64} = 37,1875 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right) \\
 &= 371,875 \text{ MPa} \\
 \text{Regang } (\varepsilon) &= \frac{L1-L0}{L0} \times 100(\%) \\
 &= \frac{86 - 80}{80} \times 100 (\%) = 7,5\% \\
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\
 &= \frac{400}{7,5} = 53,334 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

### Batang Ujian No. 3

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{maks}}{S_0} \\
 &= \frac{2370}{64} = 7,0312 \left( \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2} \right) \\
 &= 70,312 \text{ MPa} \\
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_g}{S_0} \\
 &= \frac{2140}{64} = 33,4375 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{mm}^2} \right) \\
 &= 334,375 \text{ MPa} \\
 \text{Regang } (\varepsilon) &= \frac{L1-L0}{L0} \times 100(\%) \\
 &= \frac{85 - 80}{80} \times 100 (\%) = 6,25\% \\
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\
 &= \frac{370,312}{6,25} = 59,249 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

#### **4.4. Pembahasan**

Analisa yang dilakukan terhadap data yang diperoleh dari hasil penelitian ini dimaksud untuk mencari fenomena-fenomena yang terjadi pada setiap sampel penelitian yang sudah dibuat. Sehingga melalui analisa ini, dapat disimpulkan kelebihan dan kekurangannya masing-masing dengan standar penerimaan hasil uji sebagai skala ukurnya.

Pada penelitian ini, analisa yang akan dilakukan meliputi analisa terhadap hasil pengujian tarik dengan hasil pengujian bahan sesudah di las dengan bentuk kampuh yang sama ukuran elektroda yang berbeda..

#### **4.5. Hasil Pengujian Tarik Setelah Di Las**

Dari hasil pengujian tarik yang dilakukan pada hasil las masing-masing sampel, didapat bahwa sampel A mempunyai nilai kekuatan tarik yaitu 389,060 MPa, sampel B mempunyai nilai kekuatan tarik sebesar 408,854 MPa. Dengan mengacu pada standar pengujian tarik bahan yang ditetapkan oleh ASME Sect IX, bahwa diantara kedua sampel tersebut sampel B, kekuatan tariknya lebih mendekati kekuatan tarik dari bahan dasar ( base metal ).

Panas yang sangat tinggi dengan proses pendinginan yang lambat akan terbentuk struktur yang kurang tangguh dan kurang kuat dibandingkan struktur yang terbentuk dengan panas yang tidak terlalu tinggi dan dengan pendinginan yang lebih cepat.

Kekuatan tarik bahan dasar lebih besar dari pada kekuatan tarik bahan setelah dilas, hal ini disebabkan karena lasan yang optimal sehingga mengurangi kekuatan tarik dari bahan itu sendiri.

Dari hasil pengujian ini diketahui bahwa lokasi putus sewaktu pengujian tarik dilakukan terhadap hasil pengelasan adalah terjadi pada logam induk. Hal ini dikarenakan logam induk adalah daerah pengelasan yang tidak mengalami perubahan akibat siklus termal pengelasan, sehingga struktur yang memperkuat kekuatan yang terbentuk akibat siklus termal pengelasan tidak terdapat pada logam induk, oleh sebab putus akibat tarikan terjadi pada daerah ini karena memiliki kekuatan yang lebih rendah dari daerah pengelasan lainnya.

Hasil pengujian tarik yang dilakukan menunjukkan bahwa semakin besar daerah lasan maka kekuatan tariknya semakin tinggi. Sudah diketahui sebelumnya bahwa panas yang tinggi dengan proses pendinginannya yang terlalu lambat akan terbentuk struktur yang kurang tangguh dan kuat.

Tabel. 4.3. Perbandingan Hasil Uji Tarik Las Dengan Elektroda

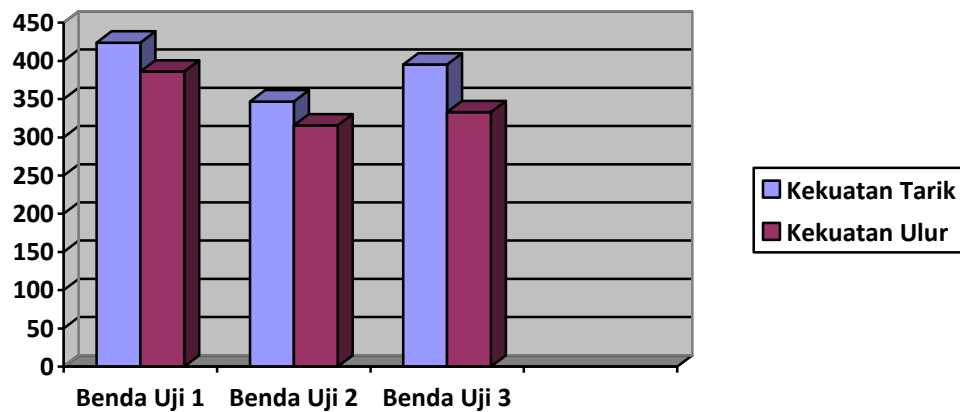
AWS E 7018 Diameter Ø 2,6 mm dan Ø 3,2 mm

No.	Bahan	Tegangan Tarik ( $\sigma_t$ ) MPa	Tegangan Tarik ( $\sigma_t$ ) MPa	Regangan ( $\epsilon$ ) %	Modulus Elastisitas MPa
1.	Sampel A	389,060	344,791	5,4	88,794
2.	Sampel B	408,854	366,145	8,3	51,046

:

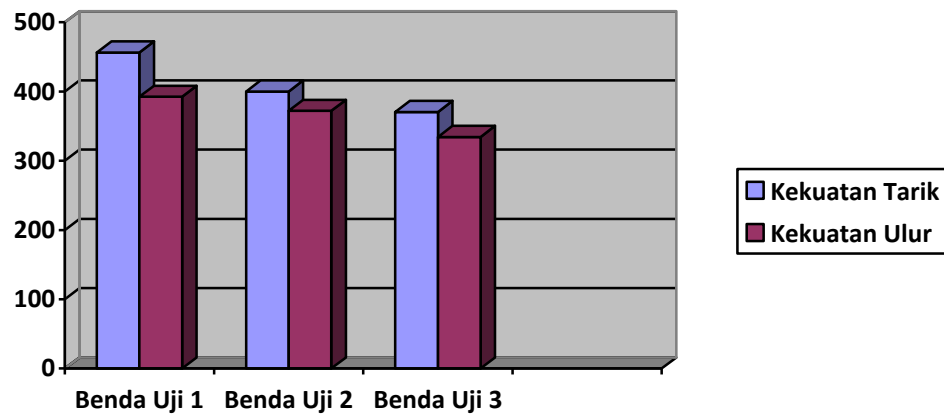
Hasil dari perhitungan tarik di atas selanjutnya di buat dalam suatu diagram dari hasil perhitungan nilai kekuatan tarik las untuk kelompok Benda Uji 1. adalah 425 MPa. Kekuatan tarik las untuk kelompok lainnya mengalami penurunan dibanding kelompok ini. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok Benda Uji 2 adalah 346, 875 MPa, ini berarti mengalami

penurunan sebesar 78,125 MPa dari Kelompok benda uji 1. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok Benda Uji 3 mengalami kenaikan sebesar 48,437 MPa dari kekelompok benda uji 2, dan mengalami penurunan dari kelompok benda uji 1 sebesar 29,688 MPa.



Gambar 4,1, Perbandingan Sampel A.

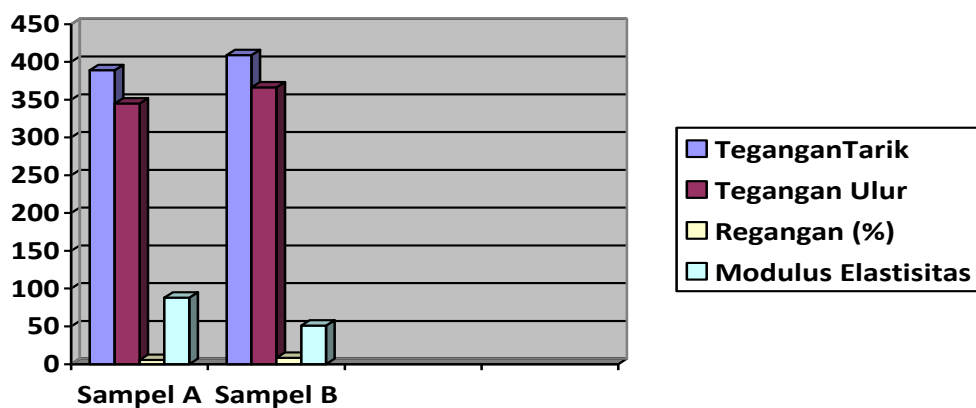
Data dari hasil penelitian untuk sampel B menunjukkan nilai kekuatan tarik las untuk kelompok benda uji 1 adalah 456,25 MPa. Kekuatan tarik las untuk kelompok lainnya mengalami penurunan dibanding kelompok ini. Nilai Kekelompok tarik untuk kelompok benda uji 2 adalah 400 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 56,25 MPa dari kelompok benda uji 1. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok benda uji 3 mengalami penurunan dari kelompok benda uji 2 sebesar 29,688 MPa,



Gambar 4,2, Perbandingan Sampel B.

Nilai tegangan tarik untuk sampel A 389,06 MPa. Nilai tegangan tarik untuk sampel B adalah 408, 854 MPa, ini berarti mengalami kenaikan sebesar 19, 794 MPa dari sampel A.

Nilai tegangan ulur untuk sampel A sebesar 344,791 MPa. Nilai tegangan ulur untuk sampel B sebesar 366,145 MPa. Hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 21,35 MPa.



Gambar 4,3, Perbandingan Sampel A dengan Sampel B.

# **BAB V**

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

### **5.2. KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian serta perhitungan pada analisa elektroda las pada sambungan plat baja karbon rendah terhadap sifat mekanis dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

Dengan mengacu kepada kondisi-kondisi sebagai berikut :

1. Nilai kekerasan tarik dan tegangan luluh untuk elektroda AWS E 7018 diameter 2,6 lebih kecil dibandingkan dengan elektroda AWS E 7018 diameter 3,2 mm.
2. Nilai kekuatan tarik dan tegangan luluh yang lebih mendekati tegangan tarik bahan dasar yaitu elektroda AWS E 7018 diameter 3,2 mm
3. Semakin besar panas pengelasan yang diterima maka akan semakin meningkat kekuatan tarik dari bahan tersebut.
4. Perbedaan diameter elektroda dapat mempengaruhi masukan panas pengelasan yang diterima benda uji.

### **5.2. SARAN**

Adapun saran yang dapat diberikan mengenai analisa elektroda las pada sambungan plat baja karbon rendah terhadap sifat mekanis Sebagai Berikut :

1. Jika melakukan pengelasan dengan elektroda AWS E 7018 gunakanlah diameter 3,2 mm lebih kuat dari diameter 2,6 mm.

2. Sebaiknya dilakukan pemanasan elektroda terlebih dahulu sebelum dilakukan pengelasan untuk menghilangkan hidrogen yang ada pada rogen yang ada pada *flux*, karena hidrogen akan menyebabkan las lasan menjadi berkualitas jelek.
3. Untuk penelitian lebih lanjut agar diperoleh hasil yang maksimal, sebaiknya pengelasan pada setiap kelompok spesimen uji juga dilakukan dengan bervariasi arus pengelasan yang akan digunakan masing-masing kelompok spesimen uji tersebut, sehingga data yang diperoleh lebih akurat.



# DAFTAR PUSTAKA

Genting. D. Dasar pengelasan , Erlangga , Jakarta, 1985

Wiryo Sumarto Hasrono, Prof. Dr. Ir. Okumura Toshie, Prof. Dr. Teknologi Pengelasan Logam, P.T Pradnya Pramita, Jakarta. 1981

Van, V. 2005. *Ilmu dan Teknologi Bahan*. Erlangga. Jakarta.

Sriwidharto, Petunjuk Kerja Las, P.T Pradnya Pramita, Jakarta. 1992

Tata Surdia. dan Saito Shinroku. *Pengetahuan Bahan Teknik. Cet I*, PT. Pradnya Paramita, Jakarta, 1985.

Supardi Edih. dan Suratman Rochim. *Pengujian Logam. Cet I*, Penerbit Angkasa Bandung, 1994.