

PENELITIAN

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



OLEH :

BAMBANG PRATOWO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG

2018



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
FAKULTAS TEKNIK

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

SURAT TUGAS
No. 018/ST/FT-UBL/II/2018

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 Tinggi Terhadap Sifat Mekanik.”

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

Bandar Lampung, 22 Februari 2018

Dekan,

Ir. Junardi, MT.

Halaman Pengesahan

1. Judul Penelitian : Analisis Electroda Las Pada Sambungan Plat Baja Karbon Tinggi 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

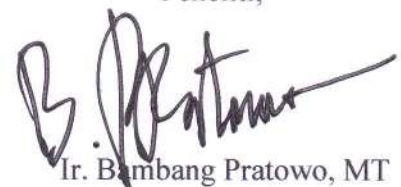
3. Jangka waktu Penelitian : 6 bulan

Menyetujui,
Dekan Fakultas Teknik



Ir. Junardi, MT

Bandar Lampung, 1 Agustus 2018
Peneliti,



Ir. Bambang Pratowo, MT

Mengetahui
Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Bandar Lampung



Dr. Hendri Dunan, SE. MM



UNIVERSITAS BANDAR LAMPUNG
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN PADA MASYARAKAT
(LPPM)

Jl. Z.A. Pagar Alam No : 26 Labuhan Ratu, Bandar Lampung Telp: 701979
E-mail : lppm@ubl.ac.id

SURAT KETERANGAN

Nomor : 089 / S.Ket / LPPM / VII / 2018

Kepala Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Bandar Lampung dengan ini menerangkan bahwa :

- | | |
|---------------------------------|--|
| 1. Nama | : Ir. Bambang Pratowo.,M.T |
| 2. NIDN | : 0016096501 |
| 3. Tempat, tanggal lahir | : Palembang, 16 September 1965 |
| 4. Pangkat, golongan ruang, TMT | : Penata / III.c |
| 5. Jabatan TMT | : Lektor |
| 6. Bidang Ilmu / Mata Kuliah | : Teknik Mesin |
| 7. Jurusan / Program Studi | : Teknik Mesin/Teknik Mesin |
| 8. Unit Kerja | : Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung |

Telah melaksanakan Penelitian dengan judul

: "Analisis Electroda Las pada Sambungan Plat Baja Karbon Tinggi Terhadap Sifat Mekanik".

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Bandar Lampung, 27 Juli 2018
Kepala LPPM-UBL

Dr. Hendri Dunan, SE, MM

Tembusan:

1. Rektor UBL (sebagai laporan)
2. Yang bersangkutan
3. Arsip

PRAKATA

Assalamualaikum wr.wb

Puji dan Syukur Alhamdulillah dipanjatkan hanya kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, hidayah, dan nikmat-Nya Yang Agung sehingga Penelitian yang berjudul “ Analisis Electroda Las Pada Sambungan Plat Baja Karbon Tinggi Terhadap Sifat Mekanik “, Dapat di selesaikan.

Pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada ini :

1. Bapak Dr.Ir.H.M. Yusuf S. Barusman, MBA. Selaku Rektor Universitas Bandar Lampung.
2. Bapak Ir. Hi. Juniadi, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bandar Lampung.
3. Bapak Dr. Hendri Dunan, SE.MM selaku Kepala LPPM Universitas Bandar Lampung
4. Dan rekan-rekan yang dapat membantu sehingga penelitian ini dapat di selesaikan.

Akhir kata, peneleti menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi sedikit harapan semoga penelitian yang ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amiiin

Bandar lampung Agustus 2018

Bambang Pratowo

ABSTRAK

ANALISIS ELECTRODA LAS PADA SAMBUNGAN PLAT BAJA KARBON TINGGI TERHADAP SIFAT MEKANIK Oleh

BAMBANG PRATOWO

Baja karbon 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 sedang yaitu elektroda las AWS E 7048 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 7048 diameter 2,6 dan elektroda AWS E 7048 3,2 dengan Standar ASTM. Kekuatan tarik rata-rata elektroda AWS E 7048 diameter 2,6 yang diperoleh 389,060 MP, dan Nilai kekuatan tarik rata-rata untuk elektroda AWS E 7048 diameter 3,2 sebesar 408, 854 MPa yang dihasilkan oleh elektroda ini lebih tinggi. Nilai kekuatan ulur yang dihasilkan oleh elektroda AWS E 7048 diameter 3,2 diameter 2,6 lebih tinggi.

Kata kunci : Baja Karbon, Elektroda AWS E 7048, Kekuatan Tarik

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
I PENDAHULUAN	
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	2
Ruang lingkup penelitian	2
II TINJAUAN PUSTAKA	
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

III. METODE PENELITIAN

3.1. Diagram Alir Penelitian	16
3.2. Pengambilan Data Penelitian	17
3.3. Prosedur Penelitian	17
3.4. Jenis Electroda Yang Dipakai.....	18

IV. DATA DAN PEMBAHASAN

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

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan	31
5.2. Saran	31

DAFTAR PUSTAKA	32
-----------------------------	-----------

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1. Komposisi Kimia Material Dalam berat.....	17
3.2. Kandungan Tipe Logam Las AWS E7048.....	18
4.1. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7048 Diameter 2,6 mm	20
4.2. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7048 Diameter 3,2 mm	21
4.3. Perbandingan Hasil Uji Tarik Las Dengan Electroda AWS E 7048 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 daerah komposisi 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 tinggi terhadap sifat mekanik

Mengetahui kekuatan elektroda terhadap sambungan las pada plat baja karbon tinggi 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 tinggi terhadap sifat mekanik, peneliti membatasi pokok permasalahan ini dengan batasan – batasan sebagai berikut :

- Logam induk plat baja karbon tinggi
- Jenis Elektroda yang dipakai AWS E 7048 dan pakai AWS E 7048 dengan diameter 2,6 mm dan 3,2.
- Tebal plat sambungan yang akan di las yaitu 8 mm.
- Melakukan pengujian mekanik (hanya di pakai 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 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 pematian. 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 :

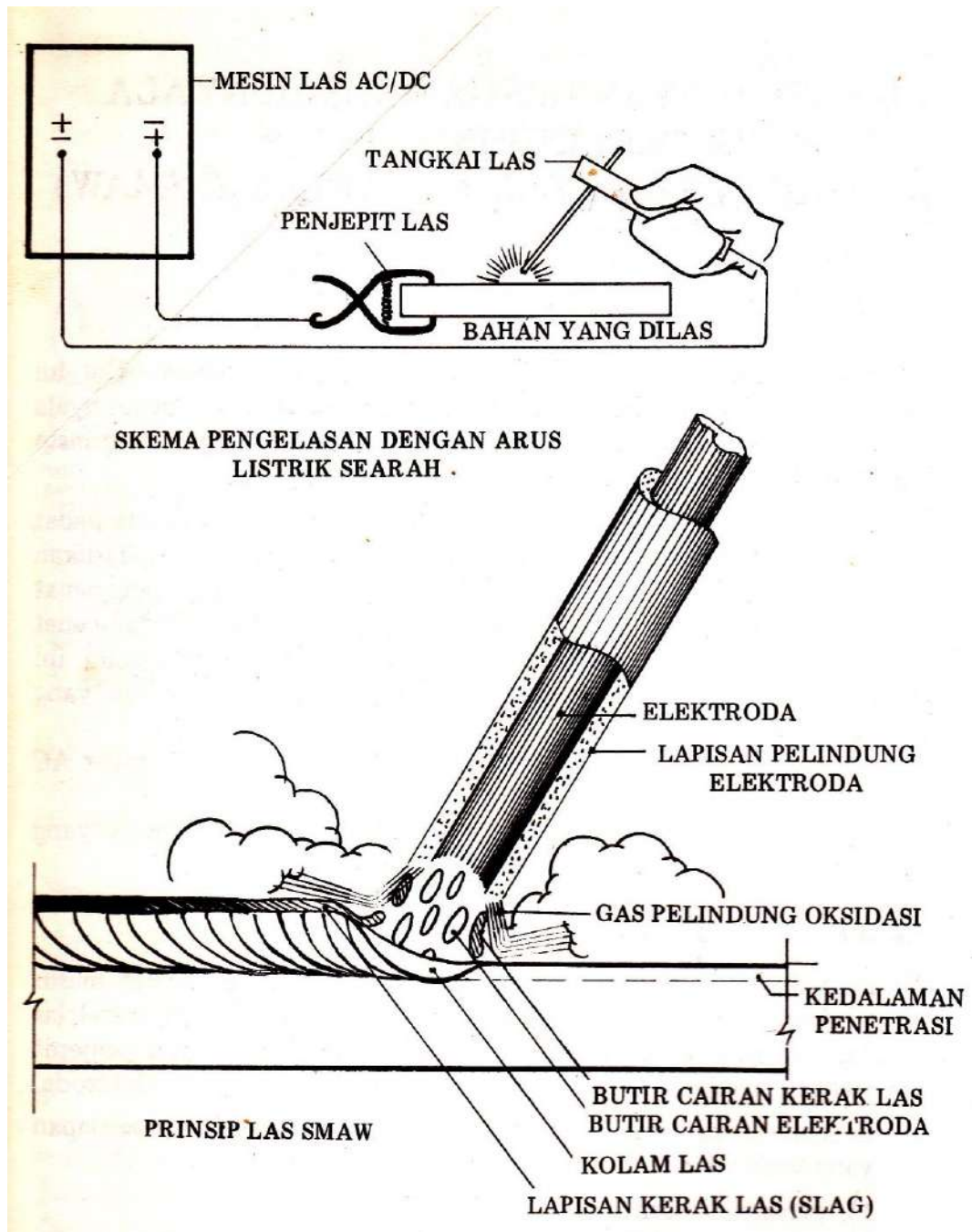
1. Pengelasan cair: Adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau sambungan api yang terbakar.
2. Pengelasan tekan : Adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian : Adalah cara 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 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 :

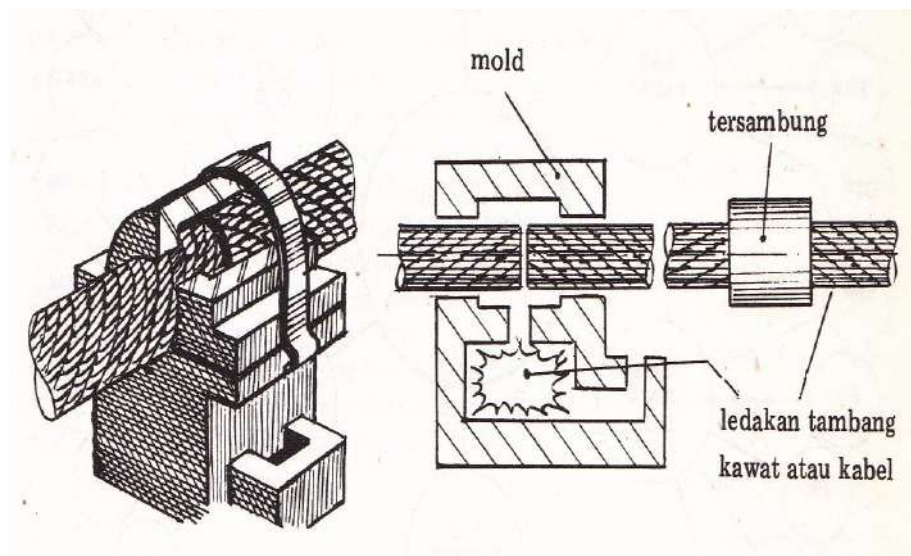
- , paduan rendah : Persentase jumlah unsur paduan kurang dari 2,5 %
- Baja paduan sedang atau medium : Persentase jumlah unsur paduan dari 2,5% sampai dengan 10%.
- Baja paduan tinggi : Persentase jumlah unsur paduan lebih dari 10%.

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 elektroda baja karbon, elektroda baja paduan, dan elektroda bukan baja (non ferrous). Dan berdasarkan

fungsinya elektroda dibagi dalam dua jenis yaitu elektroda habis pakai (consumable), dan elektroda tidak habis terpakai. Untuk pengelasan suatu bahan tertentu, bahan penambah yang berupa elektroda atau batang las haruslah terbuat dari logam yang dilas haruslah terbuat dari logam yang sama dengan atau sesuai dengan logam dasar yang dilas.

2.4.1. Simbol Elektroda

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

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

E = Berarti Elektroda

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 (± 10 mm). Lapisan

pelindung harus kosentris terhadap kawat inti dengan toleransi ukuran antara ukuran kawat inti maksimum ± 1 dan ukuran kawat inti minimum ± 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 kondisinya 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 checck*) untuk menentukan apakah las fillet bebas retakan. Overlap,

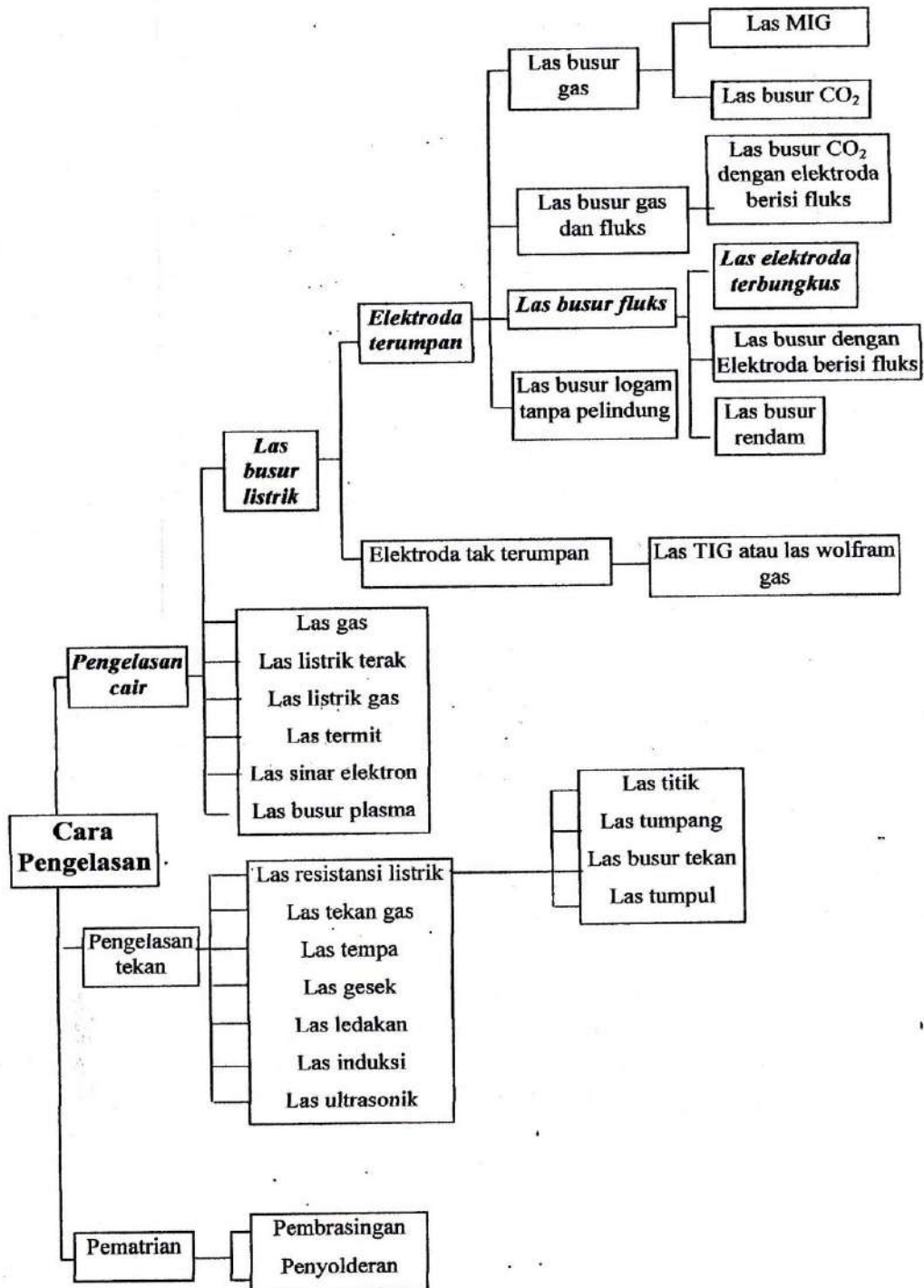
kerak terperangkap (*slag inclusion*). Polarisasi permukaan dan Undercut. Kecembungan (*convex*) dan panjang kaki-kakinya harus sesuai dengan yang tertera pada tabel uji fillet.

2.4.6. Penomoran Electroda

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

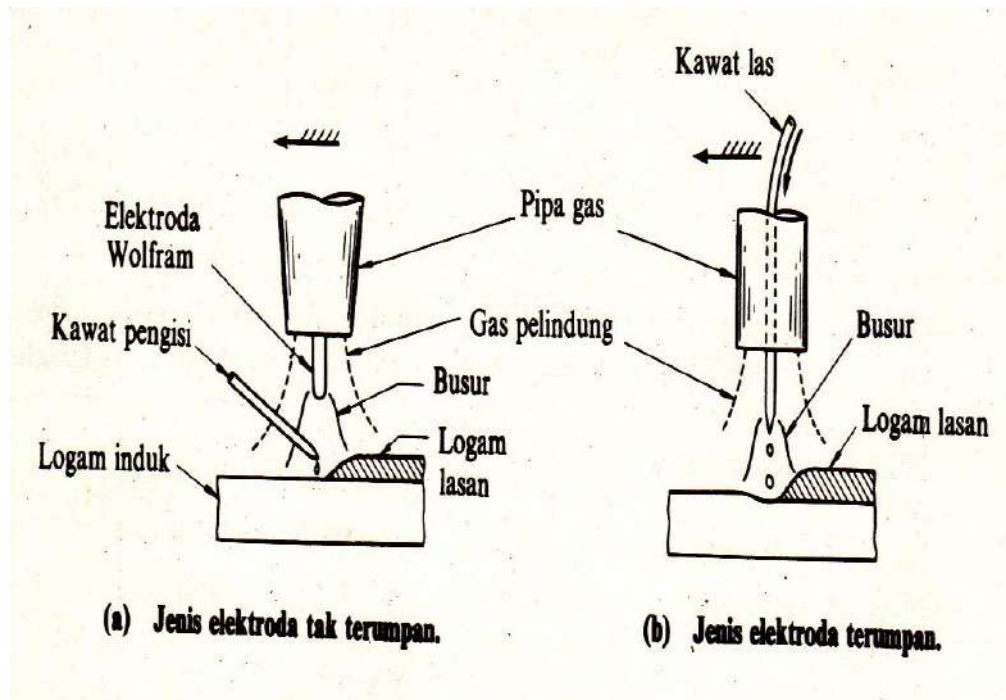
Sebagai contoh **AWS E 7048** artinya :

1. AWS : Standar Klasifikasi yang digunakan
2. E : Electroda
3. 70 : Menunjukkan kekuatan tarik bahan las setelah dilaskan
(70.000 psi)
4. 4. : 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.



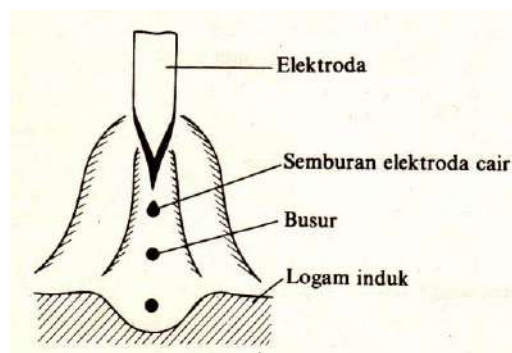
Gambar 2.3.

Bagan Klasifikasi 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 :

ε = Regangan (%)

L_u = Panjang ukur setelah putus (mm)

L_o = Panjang ukur mula-mula (mm)

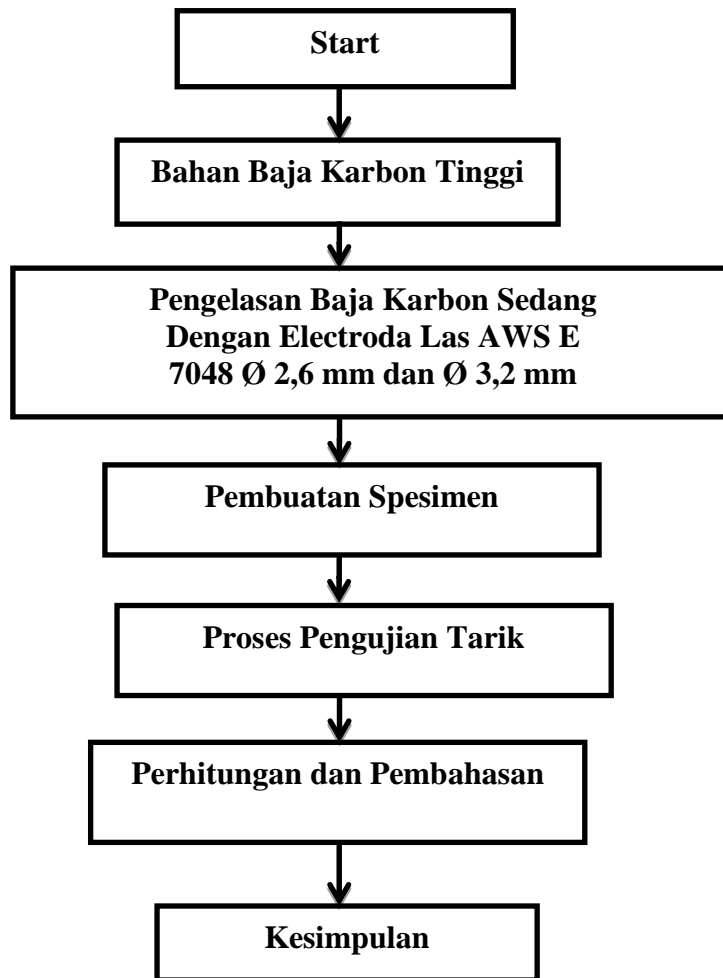
Konstraksi (Susut Penampang)

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

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 tinggi
2. Ketebalan Plat 8 mm.
3. Electroda yang digunakan adalah AWS E 7048 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 tinggi 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
0,95	0,054	0,864	0,005	0,014	0,044

3.4. Jenis Electroda Yang Dipakai

Jenis Electroda yang digunakan dalam pengelasan ini adalah AWS E 7048. Kandungan maksimal tipe logam las menurut spesifikasi AWS adalah sebagai berikut :

**Tabel 3.2. Kandungan Tipe Logam Las AWS E7048
(Hobort Brothers Company)**

C	Mn	P	S	Si	Cr	V	Ni	Mo
0,47	1,7	0,045	0,046	0,86	0,30	0,09	0,31	0,0



Gambar 3.2.

Electroda

BAB IV

PERHITUNGAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Data Proses Pengelasan

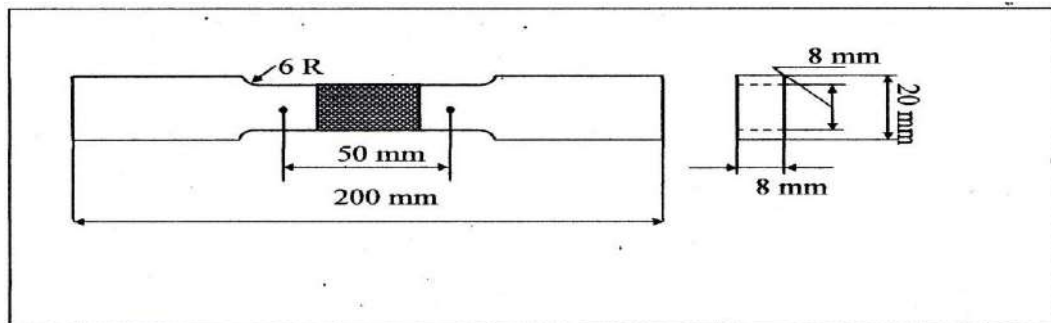
Data – data yang diperoleh pada proses pengelasan SMAW adalah sebagai berikut :

Tempat	: Laboratorium Teknik Mesin
Mesin Las	: ESAB LHE 400
WSP	: ASME Sect IX
Polaritas	: DC + (polaritas balik)
Proses	: SMAW
Electroda	: AWS E 7048 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 7048

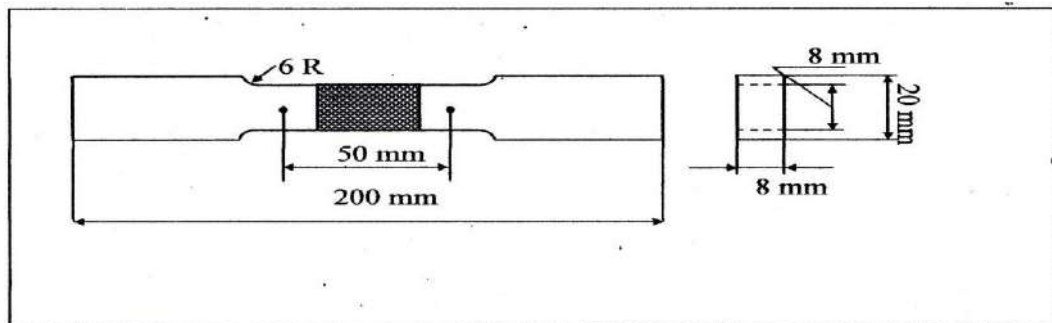
Diameter 2,6 mm



Bahan Uji No.	Sampel A		
	1	2	3
Lebar x Tebal (mm)	8 x 8	8 x 8	8 x 8
Luas Penampang (mm ²)	64	64	64
Panjang Ukur (mm)	80	80	80
Beban Ulur (Kgf)	2820	2620	2450
Beban Maksimun (Kgf)	3210	2980	3190
Kuat Ulur, Kgf/mm ² , [Mpa]	44,8187	42,2875	43,2365
Kuat Tarik, Kgf/mm ² , [Mpa]	52,625	46,829	49,0312
Panjang Setelah Putus (mm)	79,00	74,00	76,00
Regang (%)	0,0250	0,017	0.0190
Kekuatan Tarik Rata-rata (Mpa)	49,495 kgf/mm²= 494,950 Mpa		
Kekuatan Ulur Rata-rata (Mpa)	43,447 kgf/mm² = 434,470 Mpa		
Regang Rata-rata	0,0203		

Tabel 4.2. Dari Hasil Pengujian Tarik Dengan Electroda Las AWS E 7048

Diameter 3,2 mm



Bahan Uji No.	Sampel B		
	1	2	3
Lebar x Tebal (mm)	8 x 8	8 x 8	8 x 8
Luas Penampang (mm ²)	64	64	64
Panjang Ukur (mm)	80	80	80
Beban Ulur (Kgf)	3180	2790	2580
Beban Maksimun (Kgf)	3540	2860	2570
Kuat Ulur, Kgf/mm ² , [Mpa]	33,2121	31,1461	28,4124
Kuat Tarik, Kgf/mm ² , [Mpa]	34,835	32,975	31,644
Panjang Setelah Putus (mm)	83,50	82,90	81,62
Regang (%)	0,043	0,036	0,033
Kekuatan Tarik Rata-rata (Mpa)	45,1513 kgf/mm² = 451,513 Mpa		
Kekuatan Ulur Rata-rata (Mpa)	34,3581 kgf/mm² = 343,581 Mpa		
Regang Rata-rata	0,0684		

4.3. Perhitungan Nilai Kekuatan Tarik.

Sampel A.

Batang Uji No.1

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{Maks}}{S_0} \\ &= \frac{3210}{64} = 50,156 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 501,56 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_o}{S_0} \\ &= \frac{2820}{64} = 44,062 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 440,062 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regangan } (\epsilon) &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 (\%) \\ &= \frac{82 - 80}{80} \times 100 \\ &= 2,50 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\epsilon} \\ &= \frac{50,156}{2,50} = 20,062 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Batang Uji No.2

$$\text{Tegangan Tarik } (\sigma_t) = \frac{F_{Maks}}{S_0}$$

$$= \frac{2980}{64} = 46,562 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 465,62 \text{ MPa}$$

Tegangan Ulur (σ_y)

$$= \frac{F_o}{S_0}$$

$$= \frac{2620}{64} = 40,937 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 409,37 \text{ MPa}$$

Regangan (ϵ)

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

$$= \frac{83 - 80}{80} \times 100$$

$$= 3,75 \%$$

Modulus Elastisitas

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

$$= \frac{465,62}{3,75} = 124,16 \text{ kgf/mm}^2$$

Batang Uji No.3

Tegangan Tarik (σ_t)

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

$$= \frac{2790}{64} = 43,593 \text{ kgf/mm}^2$$

$$= 435,93 \text{ MPa}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_o}{S_o} \\
 &= \frac{2450}{64} = 38,281 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 382,81 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Regangan } (\epsilon) &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 (\%) \\
 &= \frac{82 - 80}{80} \times 100 \% \\
 &= 2,50 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\epsilon} \\
 &= \frac{435,93}{2,5} = 174,372 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Sampel B.

Batang Uji No.1

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan tarik } (\sigma) &= \frac{F_{maks}}{S_o} \\
 &= \frac{3540}{64} = 55,312 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 553,12 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_g}{S_o} \\
 &= \frac{3180}{64} = 49,687 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 496,87 \text{ MPa} \\
 \text{Regang } (\varepsilon) &= \frac{L1-L0}{L0} \times 100(\%) \\
 &= \frac{83,50 - 80}{80} \times 100 \% \\
 &= 4,37 \% \\
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\varepsilon} \\
 &= \frac{553,12}{4,37} = 125,57 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Batang Ujian No. 2

$$\begin{aligned}
 \text{Tegangan tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{maks}}{S_0} \\
 &= \frac{2860}{64} = 44,687 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 446,87 \text{ MPa} \\
 \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_{\varepsilon}}{S_0} \\
 &= \frac{2790}{64} = 43,593 \text{ kgf/mm}^2 \\
 &= 435,93 \text{ MPa} \\
 \text{Regang } (\varepsilon) &= \frac{L1-L0}{L0} \times 100(\%) \\
 &= \frac{82,90 - 80}{80} \times 100 \% \\
 &= 3,62 \% \\
 \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma_t}{\varepsilon} \\
 &= \frac{446,87}{3,62} = 123,44 \text{ kgf/mm}^2
 \end{aligned}$$

Batang Ujian No. 3

$$\begin{aligned} \text{Tegangan tarik } (\sigma_t) &= \frac{F_{maks}}{S_0} \\ &= \frac{2570}{64} = 40,156 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 401,56 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan Ulur } (\sigma_y) &= \frac{F_g}{S_0} \\ &= \frac{2580}{64} = 40,312 \text{ kgf/mm}^2 \\ &= 403,12 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Regang } (\varepsilon) &= \frac{L_1 - L_0}{L_0} \times 100 (\%) \\ &= \frac{83,62 - 80}{80} \times 100 \% \\ &= 4,52 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Modulus Elastisitas} &= \frac{\sigma}{\varepsilon} \\ &= \frac{401,56}{4,52} = 88,840 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

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 408,284 MPa, sampel B mempunyai nilai kekuatan tarik sebesar 451,513 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.

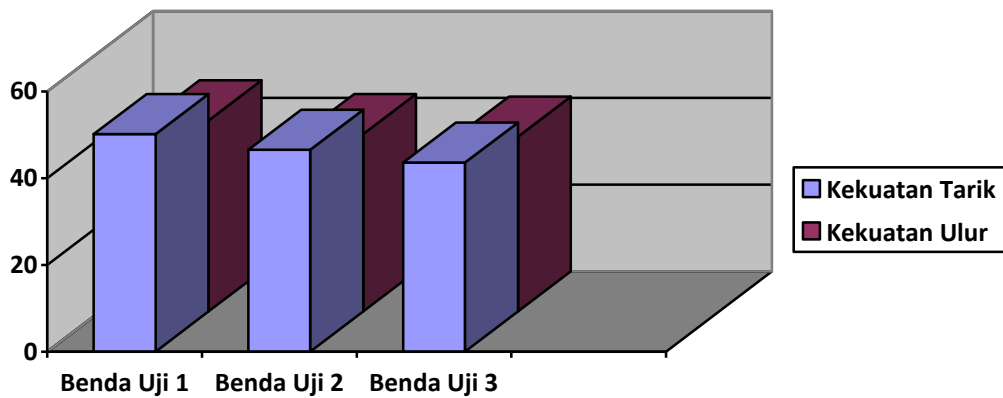
Tabel. 4.3. Perbandingan Hasil Uji Tarik Las Dengan Eletroda

AWS E 7048 Diameter \varnothing 2,6 mm dan \varnothing 3,2 mm

No.	Bahan	Tegangan Tarik (σ_t) MPa	Tegangan Ulur (σ_c) MPa	Regangan (ϵ) %	Modulus Elastisitas MPa
1.	Sampel A	478,284	421,142	2,90	106,198
2.	Sampel B	451,513	343,581	4,13	112,616

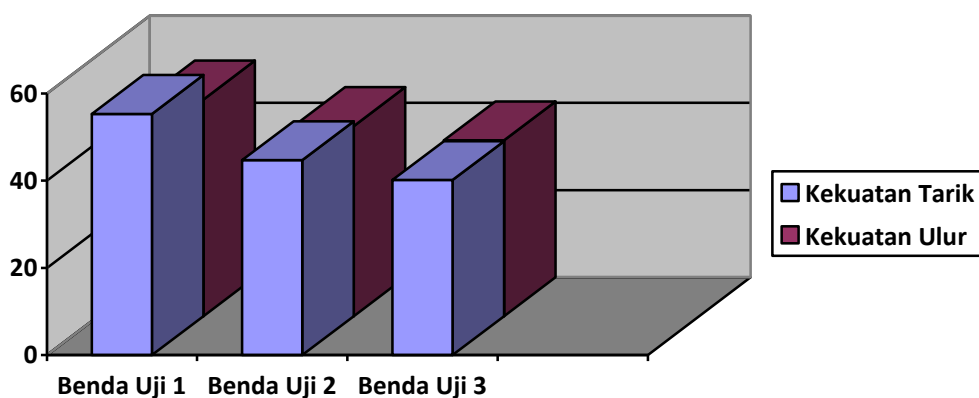
:

Data dari hasil penelitian untuk sampel A 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 kekuatan tarik untuk kelompok Benda Uji 2 adalah 378,290 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 77,96 MPa dari Kelompok benda uji 1. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok Benda Uji 3 mengalami kenaikan sebesar 12,022 MPa dari kekelompok benda uji 2, dan mengalami penurunan dari kelompok benda uji 1 sebesar 16,118 MPa.



Gambar 4,1, Perbandingan Sampel A.

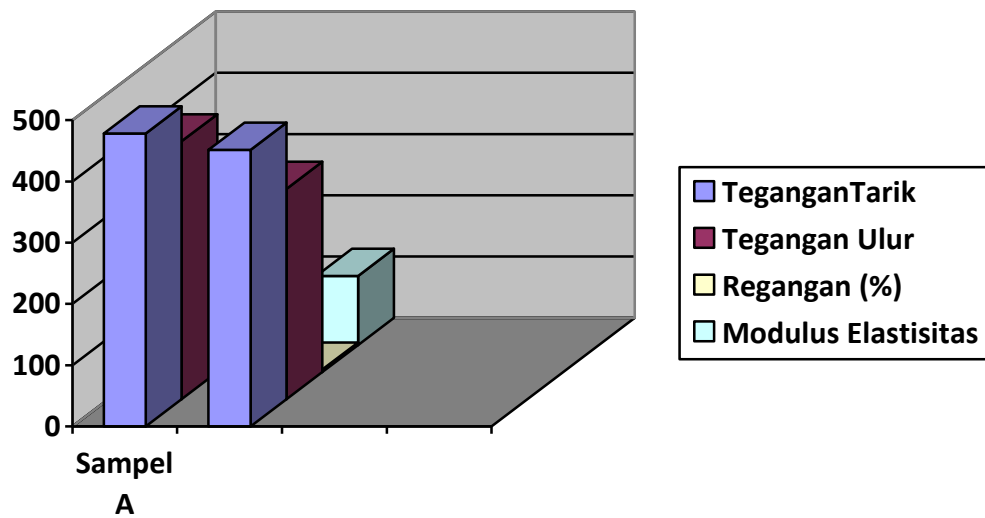
Data dari hasil penelitian untuk sampel B menunjukkan nilai kekuatan tarik las untuk kelompok benda uji 1 adalah 488,250 MPa. Kekuatan tarik las untuk kelompok lainnya mengalami penurunan dibanding kelompok ini. Nilai Kekelompok tarik untuk kelompok benda uji 2 adalah 449,750 MPa, ini berarti mengalami penurunan sebesar 38,60 MPa dari kelompok benda uji 1. Nilai kekuatan tarik untuk kelompok benda uji 3 mengalami penurunan dari kelompok benda uji 2 sebesar 33,31 MPa,



Gambar 4,2, Perbandingan Sampel B.

Nilai tegangan tarik untuk sampel A : 408, 284 MPa. Nilai tegangan tarik untuk sampel B : 451,513 MPa, ini berarti mengalami kenaikan sebesar 43, 229 MPa dari sampel B.

Nilai tegangan ulur untuk sampel A sebesar 319,479 MPa. Nilai tegangan ulur untuk sampel B sebesar 343,581 MPa. Hal ini berarti mengalami kenaikan sebesar 24,102 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 kekuatan tarik dan tegangan luluh untuk elektroda AWS E 7048 diameter 2,6 lebih kecil dibandingkan dengan elektroda AWS E 7048 diameter 3,2 mm.
2. Nilai kekuatan tarik dan tegangan ulur yang lebih mendekati tegangan tarik bahan dasar yaitu elektroda AWS E 7048 diameter 3,2 mm
3. Panas pengelasan harus sesuai yang diinginkan dan tidak terlalu kecil dan terlalu besar.
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 Beriku :

1. Jika melakukan pengelasan dengan elektroda AWS E 7048 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.