

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP
KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW PADA
BAJA KARBON RENDAH DENGAN ELEKTRODA
E-7018**

SKRIPSI

*Diajukan Kepada Tim Penguji Skripsi Departemen Teknik Mesin
Sebagai Salah Satu Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan*



Oleh:

Novendri Chairul

15067100/ 2015

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK MESIN
DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI PADANG
2022**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK
HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA KARBON RENDAH
DENGAN ELEKTRODA E-7018**

Nama : Novendri Chairul
NIM/BP : 15067100/2015
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2022

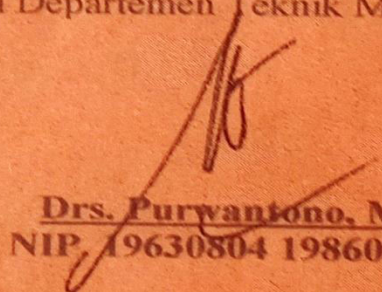
Disetujui Oleh,
Pembimbing



Drs. Irzal, M.Kes.
NIP. 19610814 199103 1 004

Mengetahui,

Ketua Departemen Teknik Mesin FT-UNP



Drs. Purwantono, M.Pd.
NIP. 19630804 198603 1 002

HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Dinyatakan Lulus Setelah Mempertahankan Skripsi di depan Tim Penguji
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
Departemen Teknik Mesin
Fakultas Teknik
Universitas Negeri Padang

Judul :

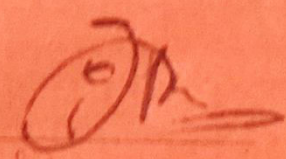
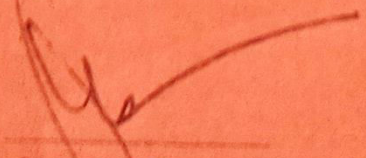
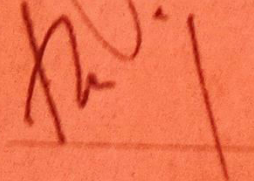
**PENGARUH VARIASI KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK
HASIL PENGELASAN SMAW PADA BAJA KARBON RENDAH
DENGAN ELEKTRODA E-7018**

Oleh:

Nama : Novendri Chairul
NIM/BP : 15067100/2015
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik

Padang, Agustus 2022

Tim Penguji

Nama		Tanda Tangan
1. Ketua : Drs. Irzal, M.kes.	1.	
2. Anggota : Dr. Ir. Mulianti, M.T.	2.	
3. Anggota : Hendri Nurdin, M.T.	3.	

SURAT PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novendri Chairul

NIM/BP : 15067100/2015

Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin

Departemen : Teknik Mesin

Fakultas : Teknik

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya dengan judul:

Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW pada Baja Karbon dengan Elektroda E-7018

Bahwasanya skripsi saya benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang lazim.

Padang, 26 Agustus 2022

Yang menyatakan,



Novendri Chairul

NIM. 15067100

Abstrak

SMAW (Shielded Metal Arc Welding) welding is a process of connecting two or more metal objects by using thermal energy to melt the workpiece and electrodes as an added material to the SMAW welding process. The main parameter that affects the quality of the results in the welding process of low carbon steel with electric arc welding welding is the magnitude of the electric current, the greater the electric current used in the welding process, the greater the heat energy generated.

The main parameter that affects the quality of the results in the welding process of low carbon steel with electric arc welding welding is the magnitude of the electric current, the greater the electric current used in the welding process, the greater the heat energy generated. This study was carried out to find out how the influence of the current strength value on SMAW welding through tensile tests. This study uses an experimental method in conducting SMAW welding based on the strong current in the welding process. The current strength values used in this study were 90, 100, and 130 Amperes using the E-7018 electrode. The specimen used in this study was a plate-shaped low carbon steel with a thickness of 8mm.

The Tensile Test is used as a material test in seeing how much influence the strong value of the current under study is. The highest tensile test value was obtained at a current of 130 amperes with an average tensile strength of 545.58 N/mm². Based on the results of the study, the increase in the value of tensile strength is directly proportional to the value of the current strength in the highest strength value obtained at a current of 130 Amperes.

Keywords : Smaw Welding, E-7018 Electrowheel, Tensile Test, Low Carbon Steel.

Abstrak

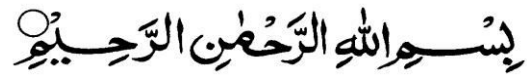
Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah sebuah proses penyambungan dua buah benda logam atau lebih dengan menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda sebagai bahan tambah pada proses pengelasan SMAW. Parameter utama yang mempengaruhi kualitas hasil pada proses pengelasan baja karbon rendah dengan pengelasan las busur listrik adalah besar arus listrik, semakin besar arus listrik yang digunakan pada proses pengelasan maka semakin besar energi panas yang dihasilkan.

Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka dapat merubah bagian struktur material. Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui bagaimana pengaruh nilai kuat arus pada pengelasan SMAW melalui uji tarik. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dalam melakukan pengelasan SMAW berdasarkan kuat arus pada proses pengelasan. Nilai kuat arus yang digunakan dalam penelitian ini yakni, 90, 100, dan 130 Ampere dengan menggunakan elektroda E-7018.

Spesimen yang digunakan pada penelitian ini merupakan baja karbon rendah berbentuk plat dengan ketebalan 8mm. Uji Tarik digunakan sebagai uji material dalam melihat seberapa besar pengaruh dari nilai kuat arus yang diteliti. Untuk nilai uji tarik tertinggi didapatkan pada arus 130 ampere dengan rata-rata kekuatan tarik $545,58 \text{ N/mm}^2$. Berdasarkan hasil penelitian peningkatan nilai kekutan tarik berbanding lurus dengan nilai kuat arus dima nilai kekuatan tertinggi didapat pada arus 130 Ampere.

Kata Kunci : Las SMAW, Elektroda E-7018, Uji Tarik, Baja Karbon Rendah.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, penyusunan Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana pendidikan dengan judul **“Pengaruh Variasi Kuat Arus terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW Pada Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E-7018”**.dapat disusun sesuai dengan harapan. Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada kedua orang tua dan seluruh keluarga tercinta yang selalu mendoakan dan mendukung setiap langkah yang penulis tempuh dalam pendidikan.
2. Bapak Drs. Purwantono, M.Pd. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin FT-UNP
3. Bapak Drs. Irzal, M.Kes. dosen pembimbing skripsi sekaligus dosen pembimbing akademik
4. Ibuk Dr. Ir. Mulianti, M.T. selaku dosen penguji I.
5. Bapak Hendri Nurdin, M.T. selaku dosen penguji II.
6. Bapak / Ibuk dosen beserta karyawan Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.

7. Kepada teman-teman dan rekan-rekan seperjuangan yang telah memberikan dorongan dan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan penulisan Skripsi ini.
8. Semua pihak yang telah membantu dalam penulisan Skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Atas bimbingan dan bantuan serta dorongan yang diberikan, semoga menjadi amal kebaikan dan mendapat balasan yang setimpal dari Allah Subhanahu Wata'ala.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, karena itu untuk kesempurnaan penulisan skripsi ini penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi kesempurnaan skripsi ini di masa mendatang. Terkandung pula harapan semoga hasil penelitian ini dapat memberikan sumbangan pemikiran dan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

Padang, 25 Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERETUJUAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI	iii
SURAT IERNYATAAN PLAGIAT	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Identifikasi Masalah	6
C. Batasan Masalah.....	7
D. Rumusan Masalah.....	7
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	8

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Las Busur Elektroda Terbungkus.....	9
1. Arus Pengelasan.....	11
2. Elektroda Las.....	13
3. Bahan Fluks	15
4. Sambungan las	15
5. Posisi Pengelasan	18
B. Metalurgi Las	19
1. Logam las (<i>Weld Metal</i>)	20
2. Daerah HAZ (<i>Heat Afected Zone</i>)	20
3. Logam Induk (<i>Parent Metal</i>)	21
C. Baja Karbon	21
1. Baja Karbon Rendah(<i>Low Carbon Steel</i>)	22
2. Baja Carbon Sedang (<i>Medium Carbon Steel</i>)	22
3. Baja Karbon Tinggi(<i>High Carbon Steel</i>)	23
D. Pengujian Tarik	23
E. Penelitian Relevan.....	27

BAB III.METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian	29
B. Waktu dan Tempat Penelitian	30
C. Objek Penelitian.....	31
D. Prosedur Penelitian.....	31
E. Jenis Sumber Data	33

1. Jenis Data	33
2. Sumber Data.....	33
F. Alat dan Bahan.....	33
1. Alat	33
2. Bahan	34
G. Teknik Analisa Data.....	34

BAB IV. PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	36
1. Objek Penelitian	36
2. Data Hasil Pengujian Tarik	35
B. Pembahasan.....	38
1. Spesimen Control	39
2. Spesimen Uji Tarik Dengan Arus Pengelasan 90 Ampere	40
3. Spesimen Uji Tarik Dengan Arus Pengelasan 100 Ampere	40
4. Spesimen Uji Tarik Dengan Arus Pengelasan 130 Ampere	41
C. Perhitungan	41

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan	46
B. Saran	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Las Busur Listrik dengan Elektroda Terbungkus.....	10
2. Pemindahan Logam Cair	11
3. Kampuh V	17
4. Alur Sambungan Las Tumpul.....	17
5. Daerah Metalurgi Lasan	20
6. Kurva tegangan-regangan	24
7. Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	31
8. Setelah Dilakukan Pembuatan Kampuh	36
9. Setelah Dilakukan Pengelasan dan Pembuatan Kampuh.....	36
10. Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik.....	37

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Hubungan Tebal Plat dan Diameter Elektroda dengan Arus	12
2. Spesikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak	14
3. Tembulasi Hasil Uji Tarik Pengelsan SMAW	35
4. Data Hasil Uji Tarik Raw Material	37
5. Data Hasil Uji Tarik Sambungan Las.....	37
6. Hasil Rata-Rata Kekuatan Tarik.....	45

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan ketrampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik.

Ruang lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas, luasnya penggunaan pengelasan meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, pipa pesat, pipa saluran, kendaraan rel dan sebagainya, selain itu proses pengelasan dapat dipergunakan untuk reparasi misalnya untuk mengisi lubang coran, membuat lapisan perkakas, mempertebal bagian-bagian yang sudah aus, dan macam-macam reparasi lainnya.

Pengelasan bukan tujuan utama dari konstruksi tetapi merupakan sarana untuk mencapai ekonomi pembuatan yang lebih, karena rancangan dan cara pengelasan harus betul-betul memperhatikan kesesuaian antara sifat las yaitunya dengan memperhatikan kekuatan dari sambungan yang akan dilas, sehingga hasil pengelasan sesuai yang diharapkan. Kualitas pengelasan dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain teknik pengelasan, bahan logam,

pengaruh panas dan media pendingin. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan bahwa pengelasan merupakan kegiatan yang menghubungkan dua benda atau lebih dengan pemanasan, menekan atau kombinasi dari keduanya dengan sedemikian rupa sehingga menyatu seperti seluruh objek. Menghubungkan bisa dengan atau tanpa bahan tambah dengan jumlah yang sama (filler metal) atau titik yang berbeda dengan pencairan atau struktur (Harsono Wiryosumarto, Toshie Okumura, 2008).

Las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah sebuah proses penyambungan dua buah benda logam atau lebih dengan menggunakan energi panas untuk mencairkan benda kerja dan elektroda sebagai bahan tambah pada proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Energi panas yang dihasilkan oleh pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) disebabkan karena adanya lompatan ion (katoda dan anoda) yang terjadi pada bagian ujung dari elektroda dan material benda kerja yang telah dihubungkan dengan massa dari mesin las SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*). Proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) menggunakan elektroda yang terbungkus dengan fluks pelindung. Elektroda yang terbungkus dengan fluks pelindung tersebut memiliki peranan yang sangat penting seperti sebagai stabilizer busur yang mempengaruhi kelancaran aliran logam yang mencair pada saat melakukan pengelasan, selain itu fluks juga berfungsi sebagai sumber terak atau gas yang akan melindungi logam yang mencair pada saat

melakukan pengelasan dari udara luar. Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah las busur listrik dilindungi di mana panas yang dihasilkan dari busur listrik antara ujung elektroda dan logam yang dilas (Suharno, 2008).

Logam fero adalah logam yang paling banyak digunakan dalam bidang fabrikasi, penggunaan logam ini sangat banyak karena kekuatan yang dimiliki selain itu sangat mudah dalam proses pengolahannya, harga yang relatif ekonomis dan juga ketersediannya dipasaran cukup mudah untuk didapatkan, sehingga cukup banyaknya penggunaan jenis logam fero untuk keperluan fabrikasi. Baja karbon rendah merupakan jenis baja yang tergolong murah dan mudah untuk didapat dibandingkan dengan logam lain yang relatif mahal dan susah untuk didapat dipasaran (Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008; 1). Baja karbon rendah adalah bahan logam yang mudah diproses dengan teknik pengelasan karena mengandung kadar besi yang cukup tinggi. Proses pengelasan dapat merubah sifat-sifat pada logam, dimana saat kondisi mencair, bahan reaktif terhadap bahan yang ada disekitarnya misalnya gas-gas yang ada diudara seperti oksigen, hidrogen, uap air dan sebagainya. Hasil reaksi akan menyatu dengan hasil pengelasan.

Keseimbangan kecepatan pemanasan dan pengkerutan akan mempengaruhi sifat logam dan meninggalkan beban dalam logam tersebut. Logam bisa rusak bila beban tersebut melebihi kemampuan dukung beban. Hal ini sangat erat hubungannya dengan kuat arus listrik, ketangguhan, cacat las, Bahan dan proses mempengaruhi kualitas hasil pengerjaan karena terjadinya perubahan metalurgi, deformasi dan tegangan thermal sangat erat

hubungannya dengan ketangguhan, cacat, retak, dan korosi. Hal ini akan berpengaruh secara fisik dan mekanik terhadap konstruksi las. Sifat fisik logam dapat diartikan sebagai kemampuan logam untuk menerima perubahan temperatur, listrik dan sifat magnet (Smallman,1992:88), sedangkan sifat mekanik dapat diartikan sebagai reaksi atau kemampuan suatu material logam untuk menahan beban, baik pada suhu statis maupun dinamis. Tidak semua logam memiliki sifat mampu las yang baik. Bahan yang mempunyai sifat mampu las yang baik adalah baja karbon rendah. Baja ini dapat dilas dengan las busur elektroda terbungkus, las busur rendam, dan las MIG (*Metal Inner Gas*). Baja paduan rendah biasanya digunakan untuk pelat-pelat tipis dan konstruksi umum (wiryosumarto, 2008).

Salah satu parameter utama yang sangat mempengaruhi kualitas hasil pada proses pengelasan baja karbon rendah dengan pengelasan las busur listrik adalah besar arus listrik. Banyak juru las yang tidak memperhatikan pemilihan arus pada pengelasan sehingga kualitas las menjadi kurang baik. Untuk itu diperlukan penelitian terhadap variasi arus las yang baik. Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka dapat merubah struktur material.

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las. Bila arus yang digunakan terlalu rendah akan menyebabkan sukar penyalan busur listrik, busur listrik yang terjadi tidak stabil. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya

merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan tidak dalam. Sebaliknya bila arus pengelasan terlalu tinggi maka elektroda akan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan (Arifin, 1997).

Kandungan dalam jenis Elektroda E 7018 adalah selaput serbuk besi yang berguna untuk meningkatkan efisiensi pengelasan, dan memerlukan ampere yang tinggi, serta low hydrogen sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, sehingga pendinginan akan lebih cepat sehingga logam las akan menjadi lebih keras, kuat untuk penyambungannya. Pada daerah sambungan terjadi konsentrasi tegangan pada bagian lasan, sehingga sifat mekaniknya berubah seperti sifat ulet berubah menjadi getas, dengan demikian pada saat pengujian tarik daerah sambungan akan mudah patah (Desiminasi Teknologi, 2019)

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) merupakan jenis las yang tertua, sederhana, dan kebanyakan digunakan dalam proses penyambungan. Sekitar 50% dari semua industri menggunakan las jenis ini. Busur listrik dihasilkan dengan sentuhan ujung yang dilapisi elektroda terhadap potongan benda kerja dan menggambar dengan cepat pada jarak yang cukup untuk menjaga nyala busur listrik (Emifoniye, 2015: 82)

Kekuatan hasil lasan dipengaruhi oleh tegangan busur, besar arus, kecepatan pengelasan. Penentuan besar arus dalam penyambungan logam dengan las busur mempengaruhi efisiensi pekerjaan dan bahan las. Penelitian ini akan menggunakan metode pengelasan busur manual SMAW (*Shielded*

Metal Arc Welding) dengan variasi kuat arus listrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah arus 90 Ampere, 100 Ampere, dan 130 Ampere menggunakan mesin las busur manual SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) AC (arus bolak-balik) dan elektroda berukuran 3,2 mm dengan menggunakan kampuh V. Pengambilan besar arus minimum yang akan diuji adalah 90 Ampere bertujuan sebagai pembanding dengan interval kuat arus diatas.

Berdasarkan latar belakang diatas maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian dengan mengambil judul : **“Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Pada Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E-7018”**.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi masalah yang ada yaitu sebagai berikut:

1. Banyak juru las yang tidak memperhatikan pemilihan arus pada pengelasan sehingga kualitas las menjadi kurang baik.
2. Sebagian besar juru las (*welder*) jarang sekali melakukan analisis kekuatan mekanik seperti pengujian tarik terhadap benda hasil sambungan konstruksi las yang mereka lakukan sehingga mereka belum mengetahui sejauh mana kualitas pengelasan yang telah dilakukan.
3. Perbedaan kuat arus pengelasan dapat mempengaruhi kekuatan baja karbon rendah.
4. Panas yang dihasilkan oleh proses pengelasan sangat berpengaruh pada

hasil pengelasan sehingga apabila panas yang digunakan terlalu tinggi maka dapat merubah struktur material.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, agar pembahasan dalam penelitian ini lebih terfokus maka penulis membatasi masalah yang akan diteliti adalah Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) Pada Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda E-7018”.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas, maka dapat dirumuskan permasalahanya sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh dari variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah dengan elektroda E-7018 hasil pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)?
2. Manakah arus pengelasan yang lebih tepat terhadap kekuatan tarik baja karbon rendah dengan elektroda E-7018 yang sudah mendapat pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)?

E. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mendeskripsikan ada tidaknya pengaruh dari variasi kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) baja karbon rendah dengan elektroda E-7018.
2. Untuk mendeskripsikan berapa arus yang paling tepat digunakan dalam pengelasan baja karbon rendah dengan elektroda E-7018 terhadap kekuatan tarik menggunakan pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*).

F. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenisnya dalam rangka pengembangan teknologi khususnya dalam bidang pengelasan.
2. Sebagai informasi bagi para juru las untuk meningkatkan kualitas hasil las.
3. Sebagai informasi penting guna meningkatkan pengetahuan bagi peneliti dalam bidang pengujian bahan, pengelasan dan bahan teknik.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Las Busur Elektroda Terbungkus SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*)

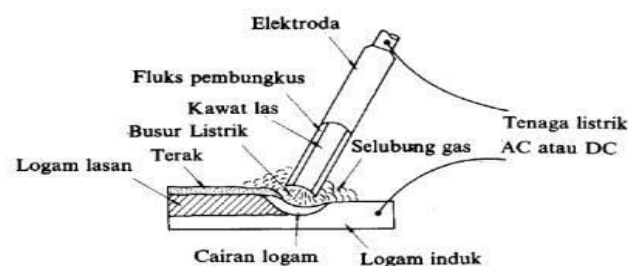
Las busur listrik merupakan metode pengelasan yang memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber panas, arus listrik yang cukup tinggi dimanfaatkan untuk menciptakan busur nyala listrik (*Arc*) sehingga dihasilkan suhu pengelasan yang tinggi mencapai 1500°C. Pada temperatur tersebut panas yang dihasilkan akan melelehkan bagian benda kerja dan ujung elektroda, menghasilkan kubangan logam cair yang biasa disebut kawah lasan. Kawah lasan yang berupa paduan lelehan benda kerja dan elektroda akan membeku pada saat elektroda bergeser sepanjang jalur sambungan yang akan dibuat, sehingga dihasilkan sambungan las yang kuat berupa paduan logam dari bahan dan benda kerja yang disambung.

Menurut Harsono Wiryosumarto Dan Okomura (2008:9) "Proses pengelasan ini menggunakan energi listrik sebagai sumber panas dengan jalan pencairan dengan busur nyala listrik". Maka las busur listrik merupakan proses penyambungan logam dengan menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panasnya, panas yang ditimbulkan oleh busur listrik terjadi antara elektroda las dan benda kerja dimana elektroda meleleh bersama-sama dengan benda kerja akibat dari las busur listrik (nyala). Definisi pengelasan menurut DIN (Deutsche Industrie Norman) adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Pengelasan menurut Daryanto (2012:91) adalah proses penyambungan antara dua logam atau lebih ringan menggunakan energi panas.

Pendapat lain dikemukakan oleh Arifin (1997) las busur listrik merupakan salah satu jenis las listrik dimana sumber pemanasan atau pelumeran bahan yang disambung atau dilas berasal dari busur nyala listrik. Las nyala listrik dengan metode elektroda terbungkus adalah teknik pengelasan yang banyak digunakan pada masa ini, teknik pengelasan ini menggunakan elektroda logam yang dibungkus pelindung berupa fluks.

Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:9) pengelasan dengan menggunakan kawat elektroda logam yang dibungkus dengan fluks dimana las busur listrik terbentuk diantara logam induk dan ujung elektroda, Karena panas dari busur ini maka logam induk dan ujung elektroda tersebut mencair dan kemudian membeku bersama.

Keuntungan dari las listrik adalah proses pengelasannya yang sederhana, dapat dipakai dimana saja, set up yang cepat dan sangat mudah untuk diatur, dapat dilas dengan segala posisi, elektroda tersedia dengan mudah dalam banyak ukuran dan diameternya, tingkat kebisingan rendah, tidak terlalu sensitif terhadap korosi.

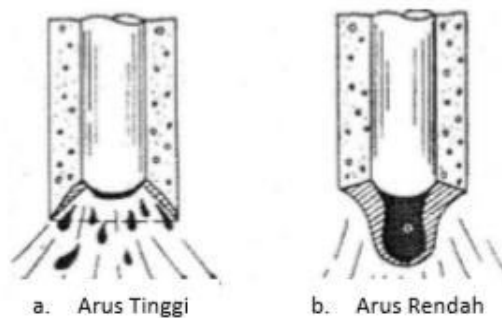


Gambar 1. Las Busur Listrik dengan Elektroda Terbungkus

Sumber: (Harsono Wiryosumarto dan Toashie Okumura, 2008:9)

1. Arus Pengelasan

Arus pengelasan adalah aliran pembawa muatan listrik dari mesin las yang digunakan untuk menyambung dua buah logam dengan mengalirkan panas ke logam pengisi atau elektroda. Besarnya pemakaian arus pengelasan tergantung pada diameter elektroda yang digunakan, geometri sambungan, posisi pengelasan, tebal bahan yang digunakan. Parameter pemakaian arus las langsung mempengaruhi penembusan dan kecepatan pencairan logam induk, tingginya arus las maka makin besar penembusan dan kecepatan pencairannya. Pola pemindahan cairan dipengaruhi oleh besar kecil arus dan juga oleh komposisi dari bahan fluks yang digunakan, apabila arus digunakan terlalu rendah maka akan susah menghidupkan nyala api untuk melelehkan elektroda pada lasan, sebaliknya apabila nyala busur listrik terlalu tinggi maka elektroda akan lebih cepat mencair sehingga permukaan hasil pengelasan akan melebar.



Sumber: (Harsono Wiryosumarto dan Toashie Okumura, 2008:9)

Daryanto (2012:60) mengemukakan bahwa “Besar arus pada pengelasan mempengaruhi hasil pengelasan, bila arus terlalu rendah maka akan

menyebabkan sukarnya penyalan busur listrik dan busur listrik tidak stabil”. Panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan logam dasar, sehingga menghasilkan bentuk rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam, jika arus terlalu terlalu besar maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan menghasilkan permukaan las yang tidak rata dan akan melebar.

Tabel 1. Hubungan Tebal Plat dan Diameter Elektroda dengan Arus

No	Tebal Plat (mm)	Diameter Elektroda(mm)	Kuat Arus (Amper)
1	<1	1,5	20 – 30
2	1 – 1,5	2	36 – 60
3	1,5 – 2,5	2,5	60 – 100
4	2,5 – 4,0	3,2	90 – 120
5	4,0 – 6,0	4	120 – 180
6	6,0 – 10	5	150 – 220
7	10 – 16	6	200 – 300
8	<16	8	280 – 400

Sumber: Workshop Fabrikasi UNP

2. Elektroda las

Elektroda las merupakan bagian terpenting dalam menggunakan las busur listrik karena memegang peranan penting dalam pengelasan listrik

yang berfungsi sebagai pembakar yang akan menimbulkan busur nyala. Menurut Mochamad Alip (1989:36) mengemukakan bahwa “elektroda adalah bagian ujung yang berhubungan dengan benda kerja pada rangkaian penghantar arus listrik sebagai sumber panas”.

Berdasarkan peraturan American Welding Society (AWS), Spesifikasi kawat las terbungkus Mild Steel diatur dalam AWS A5.1 yang ditandai dengan E XXXX (4 angka) yang artinya sebagai berikut:

- E : Elektroda untuk jenis las SMAW
- XX : Dua digit pertama sesudah E menunjukkan kekuatan tarik deposit las.
- X : Menyatakan posisi pengelasan. angka 1 untuk pengelasan segala posisi dan angka 2 untuk pengelasan posisi datar dibawah tangan.
- X : Menyatakan jenis selaput dan jenis arus yang cocok dipakai dalam pengelasan.

Elektroda yang digunakan proses pengujian adalah tipe E 7018 Dengan diameter 3.2 mm, dari tipe elektroda E 7018 didapatkan informasi sebagai berikut:

Contoh E 7018 yang artinya:

- E : Elektroda busur listrik.
- 70 : Kekuatan tarik deposit las adalah 70.000 lb/in² atau 42 kg/mm².

- 1 : Dapat digunakan semua posisi.
- 3 : jenis selaput elektroda Rutil-Kalium dan pengelasan dengan AC atau DC.

Klasifikasi AWS-ASTM	Jenis Fluks	Posisi*) Pengelasan	Jenis listrik	Kekuatan tarik (kg/mm ²)	Kekuatan luluh (kg/mm ²)	Perpanjangan (%)
Kekuatan tarik terendah kelompok E 60 etelah dilaskan adalah 60.000 psi atau 47,2 kg/mm ²						
E6010	Natrium selulosa tinggi	F, V,OH, H	DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E6011	Kalium selulosa tinggi	F, V,OH, H	AC/DC polaritas balik	43,6	35,2	22
E6012	Natrium tintania tinggi	F, V,OH, H	AC/DC polaritas lurus	47,1	38,7	17
E6013	Kalium tintania tinggi	F, V,OH, H	AC/DC polaritas ganda	47,1	38,7	17
E6020	Oksida besi tinggi	H-S	AC/DC polaritas lurus	43,6	35,2	25
E6027	Serbuk besi, oksida besi	F	AC/DC polaritas ganda	43,6	35,2	25
		H-S	AC/DC polaritas lurus			
Kekutan tarik terendah kelompok E70 setelah dilaskan adalah 70.000 psi atau 49,2 kg/mm ²						
E7014	Serbuk besi tintania	F, V,OH, H	AC/DC polaritas ganda	50,6	42,2	17
	Natrium hidrogen rendah	F, V,OH, H	DC polaritas balik			22
E7015	Kalium hirogen rendah	F, V,OH, H	AC/DC polaritas balik			22
E7016	Serbuk besi hidrogen rendah	F, V,OH, H	AC/DC polaritas balik			22
E7018	Serbuk besi titania	H-S, F	AC/DC polaritas ganda			17
E7024	Serbuk besi hidrogen rendah	H-S, F	AC/DC polaritas balik			22
E7028						
Klasifikasi AWS-ASTM	Kekuatan tumbuk terendah					
E6010, E6011.....	2,8 kg-m pada 28,9°C					
E6027, E7015						
E7016, E7018						
E7028						
E6012, E6013	2,8 kg-m pada 17,8°C					
E6020, E7014						
E7024	Tidak disyaratkan					

*) arti simbol:

- F = datar
- V = vertikal
- OH = atas kepala
- H = horizontal
- H-S = horizontal sudut

Tabel 2. Spesikasi Elektroda Terbungkus dari Baja Lunak (AWS A5.164T)

Sumber: (Harsono wiryosumarto dan Toshie Okumura, 2008)

3. Bahan Fluks

Menurut Harsono wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008:10) mengemukakan bahwa pada las elektroda terbungkus, fluks memegang peranan penting, sebab bahan fluks berfungsi sebagai berikut:

- a. Fluks memfasilitasi penyalan busur dan meningkatkan identitas dan stabilitas busur.
- b. Fluks menimbulkan gas (CO_2 , CO , H_2 dan sebagainya) yang mengiling busur, guna untuk menjaga butiran logam dan cairan teroksidasi atau nitrasi yang disebabkan oleh kontak dengan atmosfer.
- c. Terak/slag melindungi logam las dan membantunya pembentukan rigi selama pengelasan, fluks mencair menjadi terak yang akan melindungi cairan dan rigi las dengan cara menutupinya.
- d. Fluks menghaluskan kembali logam las dengan deoksidasi, Jika pengelasan dilakukan pada udara terbuka, maka logam las tidak bisa terhindar dari oksidasi. Elemen deoksidasi seperti mangan (Mn) dan silikon (Si) ditambahkan pada fluks, melindungi pembentukan lubang cacing dan meningkatkan kekuatan dari logam las.

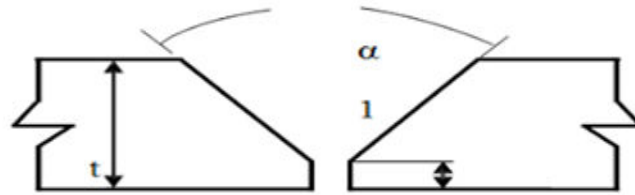
4. Sambungan Las

Sambungan adalah bentuk pertemuan antara benda yang disiapkan sesuai dengan ukuran benda kerja dan dirangkai sedemikian rupa sehingga siap untuk las". Sambungan las merupakan pertemuan dua tepi atau permukaan benda kerja yang disambung dengan proses menggunakan energi panas. Salah satu faktor penting dalam proses pengelasan karena akan menentukan kekuatan sambungan yang akan dilas. Penyambungan dua buah logam menjadi satu dilakukan dengan jalan pemanasan atau pelumeran (Mochamad Alip, 1989:35).

Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura, (2008:157) mengemukakan bahwa “Sambungan las dalam konstruksi baja pada dasarnya dibagi dalam beberapa sambungan diantaranya:

- a. Sambungan tumpul
- b. Sambungan T
- c. Sambungan silang
- d. Sambungan sudut
- e. Sambungan dengan penguat
- f. Sambungan sisi
- g. Sambungan tumpang

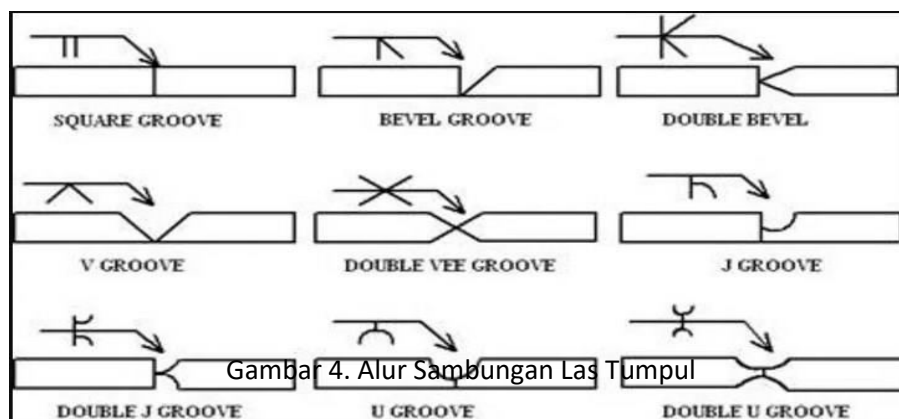
Menurut Harsono Wiryosumarto Dan Thoshie (2008:158) Mengemukakan bahwa sambungan las tumpul merupakan salah satu jenis sambungan yang efisien, sambungan ini dibagi menjadi dua yaitu sambungan penetrasi penuh dan sambungan penetrasi sebagian. Sambungan las yang digunakan dalam penelitian ini adalah alur kampuh V tunggal terbuka dengan sudut 60° . Sambungan kampuh V dipergunakan untuk menyambung logam atau plat dengan ketebalan 6-20 mm dengan sudut jahitan 50° , jarak akar 0-2 mm dan tinggi akar 0-3 mm (Jasman.2018).



Gambar 3. Kampuh V

Sumber: (Jasman, 2018: 21)

Gambar di atas menggambarkan bentuk benda kerja yang akan menjalani proses pengelasan menggunakan kampuh V. Lasan alur dipakai pada pengelasan terbagi pada tiga bagian yaitu lasan penetrasi penuh tanpa plat penahan, lasan penetrasi penuh dengan plat penahan, lasan penetrasi sebagian. Adapun diataranya macam-macam alur sambungan las tumpul dapat dilihat pada gambar ini.



Gambar 4. Alur Sambungan Las Tumpul

Sumber: (Harsono wiryosumarto dan Toshie Okumuram, 2008: 158)

5. Posisi Pengelasan

Menurut Daryanto (2012:65) mengemukakan bahwa posisi pengelasan dikelompokkan menjadi 4 bagian yaitunya:

- a. Posisi dibawah tangan

Posisi bawah tangan merupakan posisi pengelasan yang paling mudah dilakukan, untuk menyelesaikan setiap pekerjaan pengelasan diusahakan pada posisi dibawah tangan. Kemiringan elektroda 10-20 derajat terhadap garis tegak kearah jalan elektroda dan 70-80 derajat.

b. Posisi Datar (*horizontal*)

Mengelas dengan horizontal biasa disebut juga dengan datar dimana posisi benda kerja dibuat tegak kearah elektroda mengikuti arah horizontal, pada saat posisi elektroda dibuat miring 5-10 derajat terhadap garis vertical antara 70-80 derajat.

c. Posisi Tegak (*vertical*)

Pengelasan pada posisi tegak yaitunya apabila dilakukan arah pengelasan ke atas atau kebawah. Pengelasan ini termasuk pengelasan yang paling sulit karena bahan cairan logam cenderung mengalir kebawah, kemiringan elektroda 20-15 derajat kebawah terhadap vertical dan 70-80 derajat terhadap benda kerja.

d. Posisi Diatas Kepala (*Overhead*)

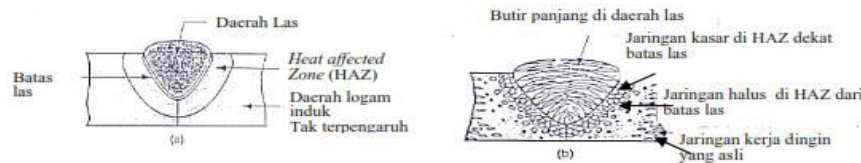
Pengelasan dengan ini sangat sulit dan berbahaya karean bahan cair banyak berjatuhan dapat mengenai pekerja las oleh sebab itu diperlukan perlengkapan yang serba lengkap. Pengelasan dengan posisi ini benda kerja terletak pada bagian atas juru las dan posisi elektroda antara 5-20 derajat terhadap garis vertical dan 75-85 derajat terhadap benda kerja.

B. Metalurgi Las

Aspek metalurgi adalah proses yang meliputi siklus termal dan pengaruhnya terhadap perubahan struktur mikro. Siklus termal itu sendiri merupakan proses pemanasan dan pendinginan di daerah lasan (Harsono Wiryosumarto dan Thoshie Okumura, 2008:58).

Proses pengelasan tersebut mengalami perubahan pemanasan dan pendinginan cepat sehingga menyebabkan perubahan struktur mikro dan sifat mekanik pada lasan. Menurut Daryanto (2012:19) mengemukakan bahwa proses pengelasan melibatkan pemanasan dan pendinginan dimana kecepatan pendinginan tersebut dapat mempengaruhi sifat mekanik.

Metalurgi dalam pengelasan, dalam arti yang sempit hanya dibatasi hanya pada logam las dan daerah yang dipengaruhi oleh panas atau *Heat Affected Zone* (HAZ). Aspek-aspek yang timbul selama dan sesudah pengelasan harus benar benar diperhitungkan sebelumnya, karena perencanaan yang kurang tepat dapat mengakibatkan hasil las yang kurang baik dengan demikian pengetahuan metalurgi las dan ditambah dengan keahlian dalam operasi pengelasan dapat ditentukan prosedur pengelasan yang baik dan menjamin hasil las lasan yang baik. Pada setiap penyambungan dengan las selalu di jumpai daerah atau bagian bagian dari sambungan las seperti yang terlihat pada gambar.



Gambar 5. Daerah Metarlugi Lasan

Sumber: (Malau, 2003:37)

1. Logam Las (*Weld Metal*)

Logam las (*weld metal*) merupakan bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair kemudian membeku. Proses pembekuan dari logam (*weld metal*) atau logam pengisi (*filler metal*). Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda wolfram dan bahan dasar merupakan sumber panas, untuk pengelasan, titik cair pada daerah las tingginya 1500° C.

2. Daerah HAZ (*Heat Afected Zone*)

Daerah HAZ (*Heat Afected Zone*) adalah daerah pengaruh panas atau daerah dimana logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama pengelasan mengalami siklus termal atau pemanasan dan pendinginan dengan cepat. Pada daerah ini biasanya terjadi transformasi struktur mikro, struktur mikro menjadi austenit ketika temperatur naik (panas) dan menjadi martensit ketika temperatur turun (dingin). Transformasi struktur mikro yang terjadi yang terjadi akibat perubahan temperatur menyebabkan daerah HAZ sangat berpotensi mengalami retak (*crack*) dan hal ini sangat perlu untuk di perhatikan untuk mendapatkan hasil las yang sangat baik. Suhu pada daerah HAZ tingginya antara 750°C-900°C.

3. Logam Induk (*Parent Metal*)

Logam induk merupakan logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan struktur dan sifat logam las. Suhu pada daerah logam induk mulai 100°C - 20°C hingga 400°C - 600°C .

C. Baja Karbon

Bahan logam merupakan salah satu bahan yang telah banyak digunakan dalam dunia konstruksi maupun industri, pada umumnya bahan ini digunakan dalam pengelasan. Menurut Hari Amanto dan Daryanto (2003:22) “ Baja didefinisikan suatu campuran dari besi dan karbon, dimana unsur karbon (C) menjadi dasar campurannya”. Elemen berikut ini selalu ada dalam baja: karbon, mangan, fosfor, sulfur, silikon, dan sebagian kecil oksigen, nitrogen dan aluminium. Selain itu, ada elemen lain yang ditambahkan untuk membedakan karakteristik antara beberapa jenis baja diantaranya: mangan, nikel, krom, molybdenum, boron, titanium, vanadium dan niobium.

Fungsi karbon dalam baja adalah sebagai unsur pengeras dengan mencegah dislokasi bergeser pada kisi kristal dari atom penyusun besi. Penambahan kandungan karbon pada baja dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan tariknya, namun di sisi lain membuatnya menjadi getas serta menurunkan keuletannya.

Sifat baja karbon sangat tergantung pada kadar karbonnya, apabila unsur karbon naik maka kekuatan dan kekerasan juga bertambah tinggi, baja dapat dikelompokkan menjadi berdasarkan unsur karbonnya yang terdiri dari baja karbon

rendah, baja karbon sedang, baja karbon tinggi. Menurut Harsono Wiryosumarto dan Toshie Okumura (2008: 90) “baja karbon rendah adalah baja dengan kadar karbon kurang dari 0,30%, baja karbon sedang mengandung unsur karbon antara 0,30% sampai 0,45%, dan baja karbon tinggi berisi karbon antara 0,45% sampai 1,75% unsur karbon”.

1. Baja Karbon Rendah (*Low Carbon Steel*)

Menurut Bondan T. Sofyan (2010:53) mengemukakan bahwa “kadar karbon baja ini kurang dari 0,25% serta struktur mikronya terdiri atas ferit dan perlit, sehingga bersifat lunak, tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang sangat baik”. Baja jenis ini banyak digunakan pembuatan mur baut, ulir sekrup, peralatan senjata, alat pengangkat presisi, batang tarik, perkakas silinder, dan penggunaan yang hampir sama (Hari Amanto dan Daryanto, 1999).

2. Baja Karbon Sedang (*Medium Carbon Steel*)

Menurut T. Sofyan (2010:53) “Baja karbon sedang mengandung karbon sebesar 0,25% sampai 0,60%”. Baja ini mengandung unsur karbon lebih banyak jika dibandingkan pada baja rendah, akan tetapi memiliki keuletan dan ketangguhan yang lebih rendah. Baja ini banyak digunakan untuk sejumlah peralatan mesin seperti roda gigi, otomotif, batang toak, rantai, pagas dan rel kereta api, konstruksi jembatan dan lain-lain nya.

3. Baja Karbon Tinggi (*High Carbon Steel*)

Baja karbon tinggi merupakan baj karbon yang paling keras dan serta tidak ulet jika dibandingkan dengan baja karbon rendah dan baja karbon sedang. Menurut T. Sofyan (2010:53) mengemukakan bahwa “Baja karbon tinggi mengandung karbon sebesar 0,60% sampai 1,40%. Baja karbon tinggi ini banyak dipergunakan untuk keperluan pembuatan pegas-pegas, alat-alat perkakas, palu, dan gergaji.

Prinsip dasar metode pemilihan material adalah memilih material sesuai dengan kondisi lingkungan dimana material tersebut diaplikasikan. Metode ini erat kaitannya dengan sifat mekanis logam yang digunakan. Baja St37, berarti baja tersebut memiliki kekuatan tarik antara 37kg/mm^2 sampai 45kg/mm^2 . Baja St37 merupakan baja karbon rendah yang disebut juga baja lunak dan banyak sekali digunakan untuk pembuatan baja batangan, tangki, perkapalan, jembatan, menara, pesawat angkat dan dalam permesinan.

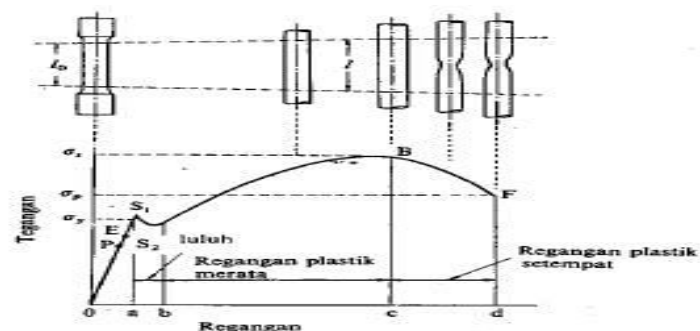
D. Pengujian Tarik

Kekuatan (*strength*) sebuah material merupakan kemampuan untuk menahan beban tarikan sebelum mengalami kerusakan (*failure*). Kekuatan tarik suatu material dapat diketahui dengan pengujian tarik. Pengujian tarik adalah peregangannya sebuah batang uji yang secara kontinyu bertambah kuat sampai putus (Sriati Djaprie dan Lowrense H. Van Vlack, 1991:10). Berdasarkan uraian tersebut dapat diartikan bahwa pengujian tarik merupakan pengujian yang dilakukan dengan

jalan memberikan beban sesumbu pada material hingga terjadi kegagalan atau putus.

Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakah kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Pada pengujian tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan dengan perangkat peregang. Besarnya pembebanan dan pertambahan panjang merupakan variabel utama dalam uji tarik. Hasil pengujian berupa kurva tegangan-regangan atau diagram tarik yang menggambarkan terjadinya perubahan panjang akibat pembebanan.



Gambar 6. Kurva tegangan-regangan

Sumber: (Harsono Wiryosumarto, 2008)

Jika suatu benda ditarik maka akan mulur (*extention*), terdapat hubungan antara pertambahan panjang dengan gaya yang diberikan. Jika gaya persatuan luas luasan disebut tegangan dan pertambahan panjang disebut regangan maka hubungan ini dinyatakan dengan kurva tegangan dan regangan (*stress-strain graph*) (Ach. Muhib Zainuri, 2008:12).

Kurva hasil pengujian belum memberikan informasi umum mengenai kekuatan tarik bahan. Kurva hanya menjelaskan dimensi perubahan mengenai sifat bahan. Data pengujian berupa kurva harus dikonversikan kedalam bentuk tegangan-regangan (σ - ϵ) dengan menggunakan beberapa persamaan sebagai berikut:

1. Luas Penampang

Luas penampang = Lebar x tebal

$$A_0 = T \times C$$

Dimana : A_0 = Luas Penampang

C = Lebar (mm)

T = Tebal (mm)

2. Regangan (ϵ)

Spesimen dibebani secara aksial sehingga mengalami perubahan panjang, dimana menjadi lebih panjang akibat tarikan. Pertambahan panjang (*elongation*) yang terjadi merupakan hasil komulatif dari hasil tarikan spesimen pada seluruh panjang L pada spesimen.

Nilai regangan dari suatu material dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100 \% \text{ (Bondan T. Sofyan, 2010:33) (2)}$$

Keterangan: ε = Regangan

L_i = Panjang spesimen setelah pengujian (mm)

L_o = Panjang spesimen sebelum pengujian (mm)

3. Kekuatan Tarik (σ)

Pembebanan yang diberikan pada pengujian tarik spesimen merupakan penerapan gaya-gaya aksial (*axial force*) pada ujung-ujung spesimen sehingga mengalami tarik (*tension*).

Nilai tegangan suatu material dapat diketahui dengan persamaan berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \text{ (Bondan T. Sofyan, 2010:27) (1)}$$

Keterangan : σ = Tegangan (N/mm²)

F = Gaya (N)

A_o = Luas penampang spesimen (mm²)

4. Modulus Elastis (E)

Modulus elastis merupakan ukuran bagi kekakuan material. Kekakuan material diartikan sebagai ketahanan terhadap deformasi elastis (G. Groenendijk, 1984:25).

Modulus elastis (E) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \text{ (G.Groenendijk, 1984:25) (3)}$$

Keterangan : E = Modulus Elastisitas (N/m²)

σ = Tegangan tarik (N/m²)

ε = Regangan

E. Penelitian yang Relevan

Berdasarkan penelitian yang ingin penulis teliti, adapun penelitian yang bersangkutan dengan penelitian yang ingin penulis lakukan yaitu sebagai berikut:

1. Jervi Jaivo Amzah (2016) dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik Pada Pengelasan Kampuh V Baja Karbon Rendah ST 37 Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik menyimpulkan bahwa terdapat kenaikan kekerasan pada logam yang dilas, hal ini disebabkan karena pengaruh panas yang dialami oleh logam didaerah pengelasan.
2. Hasnul Azizi (2015) dalam penelitian yang berjudul “Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Material *Stainlees Steel* Menggunakan Las Busur Listrik (SMAW)”, menyimpulkan bahwa tingginya kekuatan tarik yang dihasilkan oleh spesimen

kontrol disebabkan karena spesimen tidak mendapat proses pengelasan sehingga tidak terjadi perubahan struktur pada spesimen tersebut.

3. Yhoky Rusman Febriadi (2017) dalam penelitian yang berjudul “Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Hasil Lasan SMAW dengan Elektroda E7018”, menyimpulkan bahwa variasi kuat pengelasan memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan hasil pengelasan baja karbon rendah.

Dari beberapa penelitian relevan di atas, diketahui bahwa penelitian tersebut berbeda dengan penelitian yang akan peneliti lakukan. Penelitian di atas dapat dijadikan sebagai bahan rujukan untuk penelitian yang akan dilakukan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan pada pengujian kekuatan tarik dan kekerasan ini, maka pada penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

Pengelasan logam dengan metode pengelasan memiliki kelemahan antara lain turunnya kekuatan bahan dan akibat tegangan sisa, serta adanya retak akibat dari proses pengelasan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari penyambungan logam yang dilas menggunakan elektoda E-7018 yang berdiameter 3,2mm

1. Pengelasan dengan arus 90 A, 100 A, 130 A. Memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik hasil pengelasan baja karbon rendah dengan menggunakan las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) memakai elektroda E-7018 dengan diameter 3,2 mm.
2. Kandungan dalam jenis Elektroda E-7018 adalah selaput serbuk besi yang berguna untuk meningkatkan efisiensi pengelasan, dan memerlukan ampere yang tinggi, serta low hydrogen sehingga mempengaruhi proses pendinginan logam las, proses pendingin akan lebih cepat sehingga logam las akan lebih keras.
3. Nilai kekuatan tarik pada material sambungan las dengan arus 130 Ampere memiliki nilai kekuatan tarik paling tinggi yaitu **603,50 N/mm²**, serta hasil pengelasan yang terjadi pada spesimen ini bagus untuk pengisian dan penembusan meskipun arus yang digunakan merupakan arus yang paling

rendah , Hal ini menandakan bahwa pengelasan yang paling sesuai untuk material dengan ketebalan 8 mm yaitu dengan menggunakan arus 130 Ampere.

B. Saran

Sesuai dengan hasil penelitian ini, maka disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Dalam melakukan pengelasan sebaiknya juru las memperhatikan arus yang dipakai sesuai dengan tebal benda yang akan di las
2. Dalam memilih kawat elektroda yang akan digunakan sebaiknya juru las memperhatikan jenis serta ukuran diameter dari elektroda terlebih dahulu sebelum melakukan pengelasan
3. Perlu diadakannya penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kuat arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan kekerasan sehingga hasil yang di dapatkan lebih baik.

Daftar Pustaka

- A Azwinur and M. Muhazir . (2019). Pengaruh Jenis Elektoda Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanis Material SS400 . *POLIMESIN*, vol 17 no 1.
- Ach , M. Z. (2008). *Kekuatan Bahan* . Yogyakarta: Penerbit Andi .
- Arifin, S. (1997). *Ilmu Logam*. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Bondan T, S. (2010). *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Salemba Tekniknika.
- Daryanto. (2012). *Teknik Las* . Bandung: Alfabeta.
- G, G. (1984). *Pengujian Material*. belanda.
- Hari Amanto, & Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Harsono Wiryosumanto, & Toshie okumura. (2008). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: Pratya Pramita.
- Husnul Azizi. (2015). *Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Las Mig* . Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Jasman J, Irzal I, Adri J, & Pebrian P. (2018). Effect of Strong Welding Flow on the Violence of Low Carbon Steel Results of SMAW Welding with Elektrodes 7018. *Teknomekanik*, 1 1 halaman 24-31.
- Mochamad Alip . (1989). *Teori Dan Praktek Las*. Jakarta: Dep. Pendidikan dan Kebudayaan Dikti.
- Rizki Wahyudi, Nurdin Nurdin, & Syaifudin Syaifudin. (2019). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda pada Pengelasan SMAW Penyambungan Baja karbon Rendah dengan Baja Karbon Sedang terhadap Tensile Strenght. *Jurnal of Welding Teknologi*, 1 no 2.
- Smallman . (1992). *Metalurgi Fisik Modren* . Jakarta: Gramedia.
- Sriati Djafri dan Van Vlack. (1989). *Ilmu dan teknologi Bahan* . Jakarta: Erlangga.
- Sugiono. (2008). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- UNP. (2014). *Buku Pedoman Penulisan Tugas Akhir/Skripsi*. Padang : Universitas Negeri Padang.