



THE EFFECT OF METAL INERT GAS (MIG) WELDING CURRENT ON THE TENSILE STRENGTH OF ST 37 STEEL WITH VARIATION OF ELECTRIC CURRENTS (150, 200, 250 AMPERES)

PENGARUH ARUS PENGELASAN METAL INERT GAS (MIG) TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA ST 37 DENGAN VARIASI ARUS LISTRIK (150, 200, 250 AMPERE)

Mukhnizar

Program Studi S1 Mesin Fakultas Teknik dan Rekayasa Universitas Ekasakti Padang

E-mail: mukhnizar@yahoo.co.id

Diterima tanggal 29 Mei 2022, disetujui tanggal 10 Juni 2022

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Correspondent:

Mukhnizar

mukhnizar@yahoo.co.id

Key words:

**welding current,
metal inert gas, ST
37 steel, electric
current**

Website:

<http://idm.or.id/JSCR>

page: 33 - 48

The background of this study was to determine the effect of variations in welding current on mechanical properties and tensile strength. Where each variation used 150 Ampere, 200 Ampere and 250 Ampere. Basically, the high current strength will cause the weld penetration to be greater, because with the large penetration, the greater the inner weld will affect the welding result. The material used is low carbon steel, ST 37 plate steel 10 mm thick. The type of seam used is a single V seam with an angle of 60°, using Metal Inert Gas (MIG) welding. Welding wire used type (ER-70S-6). Then the specimen is subjected to tensile testing. From the tensile test results, it can be concluded that the welding current variation of 150 Ampere is stronger for welding ST 37 low carbon steel with a thickness of 10 mm and using a V seam with an angle of 60°.

Copyright ©JSRD 2022, All rights reserved.

INFO ARTIKEL

Koresponden:

Mukhnizar

mukhnizar@yahoo.co.id

Kata kunci:

arus pengelasan, metal inert gas, baja ST 37, arus listrik

Website:

http://idm.or.id/JSCR

Hal: 33 - 48

ABSTRAK

Latar belakang dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik dan kekuatan tarik. Dimana masing-masing variasi yang digunakan 150 Ampere, 200 Ampere dan 250 Ampere. Pada dasarnya besar kuat arus yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penembusan las yang semakin besar, karena dengan adanya penembusan yang besar mengakibatkan las bagian dalam semakin besar akan mempengaruhi pula pada hasil pengelasan. Bahan yang digunakan baja karbon rendah, baja pelat ST 37 tebal 10 mm. Jenis kampuh yang digunakan yaitu kampuh V tunggal dengan sudut 60°, dengan menggunakan las Metal Inert Gas (MIG). Kawat las yang digunakan tipe (ER-70S-6). Kemudian spesimen dilakukan pengujian tarik. Dari hasil pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa variasi arus pengelasan 150 Ampere lebih kuat digunakan untuk pengelasan baja karbon rendah ST 37 dengan tebal 10 mm dan menggunakan kampuh V dengan sudut 60°.

Copyright ©JSRD 2022. All rights reserved.

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan telah dipergunakan secara luas pada penyambungan logam, konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Penggunaan teknologi pengelasan dan sambungan ini karena bangunan dan mesin menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Teknologi pengelasan merupakan salah satu bagian yang tidak bisa dipisahkan dalam teknologi manufaktur. Ruang lingkup penggunaannya meliputi rangka baja, perkapalan, jembatan, kereta api, pipa saluran, mobil, motor, dan lain sebagainya.

Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas. Faktor-faktor yang mempengaruhi produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan meliputi: pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh dan kuat arus pengelasan (Wiryosumarto, 2008).

Proses pengelasan menyebabkan terjadinya perubahan sifat dari logam yang dilas. Perubahan itu di antaranya sifat fisik, mekanik dan kimia, yang disebabkan oleh variasi penggunaan arus las, komposisi kimia dari elektroda, teknik pengelasan, jenis sambungan, jenis material dan lain-lain. Untuk mengetahui perubahan sifatnya tersebut maka dilakukan pengujian antara lain pengujian merusak (*destructive test*) yaitu dengan uji tarik, uji lengkung, dan uji kekerasan dengan menggunakan

American Standard for Testing and Materials (ASTM). Pengujian tidak merusak (*Non-Destructive Test*) yaitu dengan radiografi sinar X (Pamungkas, 2009).

Pada dasarnya besar kuat arus yang tinggi akan menyebabkan terjadinya penembusan las yang semakin besar, karena bagian dalam semakin besar. Apabila las bagian dalam besar maka las bagian luar akan lebih besar, sehingga berpengaruh terhadap kekuatan hasil pengelasan. Agar sambungan antara dua bagian logam memiliki mutu yang baik diperlukan suatu pengelasan yang tepat dan sambungan serta bentuk kampuh las yang sesuai dengan kegunaan.

Hasil pengelasan yang baik tidak hanya dipengaruhi oleh jenis sambungan dan variasi arus pengelasan tetapi juga dipengaruhi oleh material benda kerja. Benda kerja yang memiliki sifat mampu las yang baik adalah baja karbon rendah, karena dapat dilas dengan semua cara pengelasan. Baja karbon rendah mudah dilas karena mempunyai kepekaan retak las yang rendah (Wiryosumarto, 2008: 91).

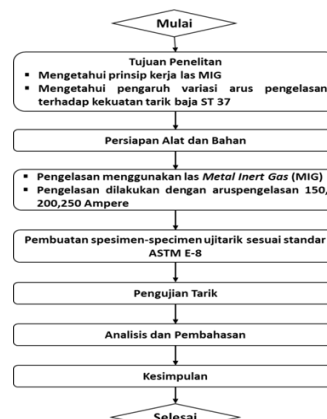
Cara pengelasan yang banyak digunakan hingga saat ini adalah pengelasan cair dengan busur (las busur listrik) dan pengelasan dengan gas. Las busur listrik terbagi atas las elektroda terbungkus, las busur tanpa gas, las busur rendam, dan las busur gas. Las busur gas ini juga terdiri beberapa jenis diantaranya las TIG (Tungsten Inert Gas), las MIG (Metal Inert Gas), las busur CO₂, las busur hubungan singkat, dan las busur CO₂ dengan kawat berisi *fluks* (Wiryosumarto, 2008: 8). Pada umumnya cara pengelasan menggunakan las elektroda terbungkus (*Shielded Metal Arc Welding/SMAW*). Pengelasan ini mudah dalam pengerjaan, biaya operasi yang sedikit lebih murah dari las lainnya, tetapi dibandingkan dengan las MIG efisiensinya masih lebih rendah dan masih terdapat *slag* yang harus dihilangkan. Pengelasan menggunakan las MIG (*Metal Inert Gas*) lebih cepat dengan hasil tahan lama, terus menerus, dan tidak menghasilkan *slag* atau terak, serta sangat efisien.

METODE PENELITIAN

Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai April 2021, di laboratorium Teknik Mesin Universitas Ekasakti Padang. Pengelasan spesimen dilakukan di UPTD Padang. Pengujian dilakukan di laboratorium pengujian bahan Universitas Negeri Padang.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram alir Penelitian

Metode Pengumpulan Data

Kegiatan pengumpulan data ini dilaksanakan sesuai dengan diagram alir pada Gambar 1. Tahapan yang dilakukan adalah pemilihan alat dan material, pemilihan kawat las, pembuatan kampuh las, pengelasan, pembuatan spesimen, pengujian.

Alat dan Bahan

1. Alat

- a. Mesin Gerinda Tangan. Mesin ini digunakan untuk pemotongan spesimen uji sesuai dengan ukuran yang diinginkan.
- b. Mesin las. Mesin las yang digunakan adalah mesin las GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) atau biasa disebut dengan MIG (*Metal Inert Gas*), yang digunakan untuk menyambung atau mengelas spesimen uji.
- c. Kawat las. Dalam pengelasan MIG kawat las yang digunakan adalah kawat las dengan kode ER-70S-6.
- d. Mistar dan jangka sorong. Digunakan untuk membantu dalam membuat ukuran spesimen uji.
- e. Amplas. Digunakan untuk menghaluskan permukaan spesimen uji.
- f. Alat bantu. Digunakan untuk membantu dalam proses pengelasan dan pembuatan spesimen uji, seperti palu, kikir, sikat baja dan lain-lain.

2. Bahan

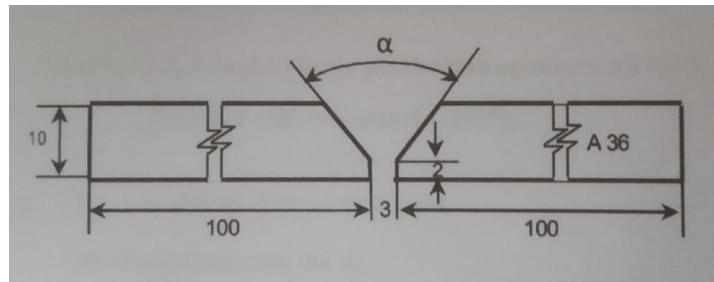
Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah (ST 37) yang memiliki kandungan karbon dibawah 0,3%. Baja karbon rendah ini juga banyak digunakan dalam konstruksi bangunan, jembatan, kendaraan (digunakan sebagai material dari *body* kendaraan), dan konstruksi-konstruksi lainnya.

Prosedur Pengumpulan Data

1. Proses Pengelasan Spesimen Uji

Dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah *Gas Metal Arc Welding* (GMAW)/ *Metal Inert Gas* (MIG). Sebelum proses pengelasan dimulai, logam induk yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las. Adapun proses dalam pembuatan spesimen adalah sebagai berikut:

- a. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah (ST 37) dengan ketebalan 10 mm.
- b. Pengelasan posisi mendatar.
- c. Arus listrik yang digunakan sebesar 150 A, 200 A, 250 A.
- d. Pendingin dilakukan dengan udara.
- e. Kampuh yang digunakan adalah kampuh V tunggal dengan sudut 60°.

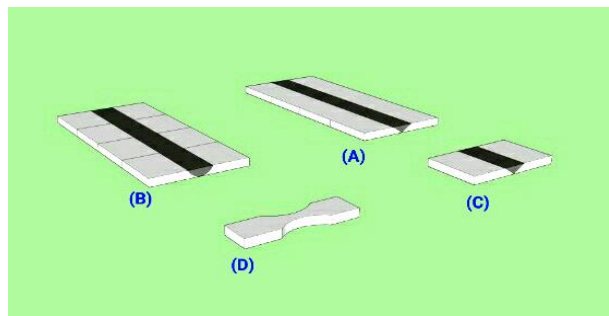


Gambar 2. Dimensi Sambungan Las Tumpul dengan Alur V Tunggal
(Sumber: Wiryosumarto, 2008)

Ukuran alur pada gambar 3.2 (alur V tunggal) diambil berdasarkan rekomendasi dari JSSC-1997 (*Japan Society of Steel Construction*) tentang persiapan sisi untuk pengelasan baja. Pembuatan kampuh dilakukan dengan cara baja karbon rendah dipotong dengan mesin gerinda dan kemudian dibentuk kampuh las dengan mesin gerinda sesuai dengan dimensi yang diperlukan.

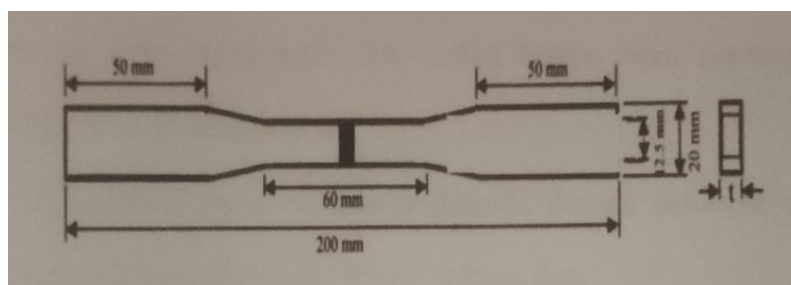
2. Pembuatan Spesimen Uji Tarik.

Setelah semua proses pengelasan selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar. Standar yang digunakan untuk pengujian tarik ini adalah ASTM E-8. Panjang awal spesimen uji (L_0) adalah 60 mm, lebar awal (W_0) adalah 12,5 mm, dan panjang keseluruhan spesimen uji adalah 200 mm.



Gambar 3. Langkah Kerja Pembuatan Spesimen Uji Tarik
(Sumber: Wiryosumarto, 2008).

Keterangan: (A) Material uji dibuat kampuh las, (B) Pengelasan material uji, (C) Setelah dilas, material uji kemudian di potong, dan (D) Setelah di potong, dibentuk spesimen uji tarik



Gambar 4. Spesimen Uji Tarik (Standar ASTM E-8)

Keterangan:	Lo	= Panjang Spesimen Uji	= 60 mm
	Wo	= Lebar Awal	= 12,5 mm
	T	= Tebal Pelat Baja	= 10 mm

Proses Pengujian Tarik

Proses pengujian yang akan dilakukan adalah uji tarik, sebelum melakukan pengujian yang harus dipersiapkan yaitu, pembuatan spesimen uji tarik sesuai standar untuk pengujian tarik yaitu (Standar ASTM E-8), setelah semua proses pengelasan selesai dilakukan. Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut. Benda uji dijepit pada ragum uji tarik, setelah sebelumnya diketahui penampangnya, panjang awalnya dan ketebalannya.

Langkah pengujian kekuatan tarik sebagai berikut:

- Mengukur kembali semua benda uji sebelum dilakukan pengujian, agar pengujian dilakukan mendapatkan hasil yang maksimal.
- Benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut.
- Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus.
- Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data.
- Hasil diagram dan data tercatat langsung di layar monitor, karena mesin alat uji tarik ini menggunakan sistem digital. Seluruh data yang diperoleh dari pengujian dicatat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data Pengujian Tarik

No	Kode sampel	Tipe Sampel	Ukuran Sampel		Lo (mm)	A (mm)	Fy (Kn)	Fu (Kn)	Li
			T	W					
A	I	150 A	10						
	II	150 A	10						
	III	150 A	10						
Hasil 150 Ampere									
B	I	200 A	10						
	II	200 A	10						
	III	200 A	10						
Hasil 200 Ampere									
C	I	250 A	10						
	II	250 A	10						
	III	250 A	10						
Hasil 250 Ampere									

Keterangan: T: Tebal spesimen, W: Lebar spesimen, Lo: Panjang awal, Li: Panjang Akhir, Fy: Beban yield, Fu: Beban tarik

- Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, reduksi penampang dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.



Gambar 5. Mesin Uji Tarik

Pengolahan Data

Instrumen pengolahan data pada penelitian ini adalah melalui tabel hasil pengujian dengan aspek penelitian yaitu menyiapkan data-data yang dibutuhkan yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan. Dengan tabel hasil pengujian akan didapat data-data hasil kekuatan tarik pada spesimen yang akan diuji dalam penelitian ini, data-data hasil uji tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk mendapatkan data hasil uji kekuatan tarik sambungan las, sangat dipengaruhi oleh sifat logam induk, sifat logam las, geometri serta distribusi tegangan dalam sambungan. Dalam pengujian, spesimen uji diberi beban dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit hingga spesimen uji tersebut patah, kemudian sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut: (Wiryosumarto, 2008)

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

Keterangan:

σ = Tegangan Tarik (kg/mm²)

F = Beban maksimal (kg)

A₀ = Luas penampang mula dari penampang batang (mm²)

Regangan (persentase pertambahan panjang) yang diperoleh dengan membagi perpanjangan panjang ukur (ΔL) dengan panjang ukur mula-mula benda uji, *Engineering Strain* (Regangan Teknik) persamaannya:

$$\epsilon = \frac{L - L_0}{L_0} \times 100 \%$$

Keterangan:

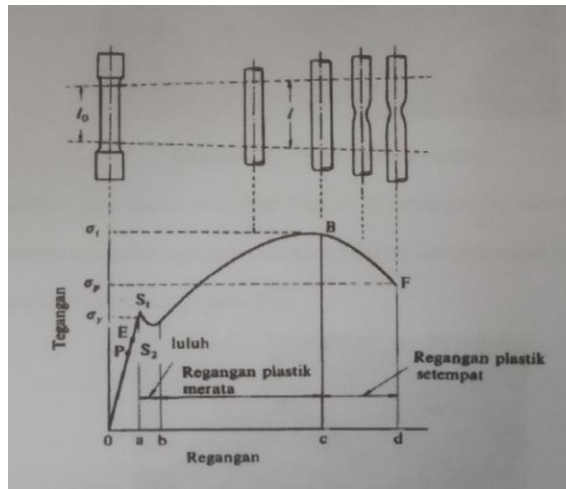
ϵ = Regangan (%)

L = Panjang akhir (mm)

L₀ = Panjang awal (mm)

Hubungan antara tegangan dan regangan dapat dilihat pada gambar 3.5. Titik P menunjukkan batas di mana hukum Hooke masih berlaku dan disebut batas proporsi dan titik E menunjukkan batas di mana bila beban diturunkan ke titik awal, maka tidak akan terjadi perpanjangan tetap pada batang uji. Kondisi ini disebut batas elastis. Titik E sukar ditentukan dengan tepat, oleh karena itu biasanya ditentukan batas elastis dengan perpanjangan tetap sebesar 0,005% sampai 0,01%. Titik S₁ disebut titik luluh atas dan titik S₂ disebut titik luluh bawah. Pada beberapa logam, batas luluh ini tidak terlihat dalam diagram

tegangan - regangan dan dalam hal ini tegangan luluhnya ditentukan sebagai tegangan dan regangan sebesar 0,2%. Seperti ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Kurva Tegangan Regangan
(Sumber: Wiryosumarto, 2008)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan dan Pengujian Spesimen

1. Proses Pembuatan Spesimen

a. Pembuatan Kampuh V Sudut 600

- 1) Mempersiapkan pelat baja ST 37 tebal 10 mm
- 2) Melakukan pemotongan pelat baja ST 37 dengan menggunakan mesin gerinda potong
- 3) Membuat garis ukuran pada pelat baja ST 37 sesuai gambar ukuran kampuh
- 4) Menggerinda pelat baja pada pembuatan bagian kampuh sesuai garis ukuran
- 5) Menggabungkan pelat baja menjadi kampuh V sudut 60° dengan gate 3 mm dengan cara dilas beberapa bagian benda kerja

b. Pengelasan Spesimen

- 1) Mempersiapkan spesimen yang sudah dilakukan pengelasan awal pada meja kerja las.
- 2) Mempersiapkan kawatlas.
- 3) Menghidupkan mesin las MIG pada percobaan pertama dengan tegangan arus pengelasan 150, kedua 200, dan ketiga 250 Ampere
- 4) Pengelasan dimulai untuk spesimen dengan arus 150 Ampere, sebanyak 3 buah dan dilanjutkan dengan spesimen dengan arus 200 Ampere, dan Arus 250 Ampere dengan masing-masing pengelasan sebanyak 3 buah specimen.
- 5) Setelah pengelasan selesai, spesimen dibiarkan dingin pada suhu ruangan.
- 6) Pengelasan spesimen dengan arus 200 Ampere, setelah di las, spesimen akan dipotong sesuai dengan standar pengujian sebanyak 3 buah dan dilanjutkan dengan spesimen dengan arus 250 Ampere

- 7) Setelah pengelasan selesai, spesimen dibiarkan dingin pada suhu ruangan.
- 8) Pengelasan spesimen dengan arus 250 Ampere, setelah di las, spesimen akan dipotong sesuai dengan standar pengujian sebanyak 3 buah.
- 9) Setelah pengelasan selesai, spesimen dibiarkan dingin pada suhu ruangan.

c. Pembuatan Spesimen Uji Tarik

Pembuatan spesimen untuk pengujian uji tarik sesuai dengan standar ASTM E-8 adalah sebagai berikut:

- 1) Membuatkan ukuran pada masing-masing pelat baja ST 37 tebal 10 mm hasil lasan dengan variasi arus (150, 200, 250 Ampere) sebanyak 9 buah
- 2) Pelat baja ST 37 yang sudah selesai digambar dan dibuat ukurannya dijepitkan ke ragam kemudian digerinda sampai terbentuk ukuran spesimen

2. Pengujian Spesimen

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tegangan tarik maksimum dan tegangan luluh masing-masing spesimen menggunakan mesin uji tarik Hydraulic HUMTM WE-1000KN, adapun tahapan pengujian tarik dilakukan adalah berikut ini:

- a. Spesimen disusun berurutan pada meja persiapan kerja untuk tiap-tiap spesimen, dimulai dari spesimen dengan variasi arus 150 Ampere, spesimen dengan variasi arus 200 Ampere, spesimen dengan variasi arus 250 Ampere
- b. Mesin uji tarik Hydraulic HUMTM WE-1000KN dihidupkan Spesimen pada ragam mesin uji tarik, sesuai urutan pengujian. Karena mesin ini digital maka untuk mengetahui data hasil sangat mudah karena semua data terlihat pada layar monitor tersebut. Apa bila spesimen sudah putus, catat nilai tegangan tarik atau nilai beban yang ditunjukkan di layar monitor pada mesin uji tarik.
- c. Menghitung nilai tegangan tarik maksimum dan nilai regangan serta tegangan luluh. Data yang didapat dari pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Tarik dari Mesin Uji Tarik Hydraulic HUMTM WE-1000KN

No	Kode sampel	Tipe Sampel	Ukuran Sampel T W		Lo (mm)	Ao (mm)	Fy (Kn)	Fu (Kn)	Li (mm)
A	I	150 A	10	12	50	120	47,24	47,84	53
	II	150 A	10	11,5	50	115	17,88	19,18	52
	III	150 A	10	12,5	50	125	42,72	44,98	53
Hasil Arus Pengelasan 150 Ampere									
B	I	200 A	10	11,6	50	116	4,80	7,32	51,5
	II	200 A	10	12,4	50	124	0,58	1,32	51,5
	III	200 A	10	12,6	50	126	44,25	45,50	54
Hasil Arus Pengelasan 200 Ampere									
C	I	250 A	10	12	50	120	43,98	44,40	52
	II	250 A	10	12	50	120	18,6	20,68	53
	III	250 A	10	12,4	50	124	13,16	29,46	52
Hasil Arus Pengelasan 250 Ampere									

Pengolahan Data

Berikut ini adalah hasil pengolahan data perhitungan nilai tegangan tarik, tegangan luluh regangan dan modulus elastisitas spesimen, dengan variasi tegangan arus 150 Ampere, 200 Ampere dan 250 Ampere dari Tabel 2.

1. Arus Pengelasan 150 Ampere

Rata-rata dari tiga spesimen arus pengelasan 150 Ampere. Tegangan Tarik Maksimum (σ_u), Tegangan Luluh (σ_y), Regangan (ε), dan Modulus Elastisitas (E), dengan data sebagai berikut:

Fu : Beban Tarik = 37.33

Kn Fy : Beban Yield = 35.94

Kn Lo : Panjang Awal = 50 mm

Li : Panjang Akhir = 52.66 mm

T : Tebal = 10 mm

W : Lebar = 12 mm

Luas Penampang Batang A_o = Tebal x Lebar = 10 mm x 12 mm = 120 mm²

Pertambahan Panjang ΔL = Li - Lo = 52.66 mm - 50 mm = 2.66 mm

$$\text{Tegangan Tarik } \sigma_u = \frac{F_u}{A_o} = \frac{37.33 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{120 \text{ mm}^2} = 311 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan Luluh } \sigma_y = \frac{F_y}{A_o} = \frac{35.94 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{120 \text{ mm}^2} = 299 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan } \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{2.66 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% = 5\%$$

$$\text{Modulus Elastisitas } E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{311 \text{ N/mm}^2}{5\%} = 62 \text{ N/mm}^2$$

2. Arus Pengelasan 200 Ampere

Rata-rata dari tiga spesimen arus pengelasan 200 Ampere. Tegangan Tarik Maksimum (σ_u), Tegangan Luluh (σ_y), Regangan (ε), dan Modulus Elastisitas (E), dengan data sebagai berikut:

Fu: Beban Tarik = 18.04 Kn

Fy: Beban Yield = 16.54 Kn

Lo: Panjang Awal = 50 mm

Li : Panjang Akhir = 52.33 mm

T : Tebal = 10 mm

W: Lebar = 12.2 mm

Luas Penampang Batang A_o = Tebal x Lebar = 10 mm x 12.2 mm = 122 mm²

Pertambahan Panjang ΔL = Li - Lo = 52.33 mm - 50 mm = 2.33 mm

$$\text{Tegangan Tarik } \sigma_u = \frac{F_u}{A_o} = \frac{18.04 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{122 \text{ mm}^2} = 148 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan Luluh } \sigma_y = \frac{F_y}{A_o} = \frac{16.54 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{122 \text{ mm}^2} = 136 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan} \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{2.33 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% = 5 \%$$

$$\text{Modulus Elastisitas } E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{148 \text{ N/mm}^2}{5 \%} = 30 \text{ N/mm}^2$$

3. Arus Pengelasan 250 Ampere

Rata-rata dari tiga spesimen arus pengelasan 250 Ampere. Tegangan Tarik Maksimum (σ_u), Tegangan Luluh (σ_y), Regangan (ε), dan Modulus Elastisitas (E), dengan data sebagai berikut:

Fu : Beban Tarik = 31.51 Kn

Fy : Beban Yield = 25.18 Kn

Lo : Panjang Awal = 50 mm

Li : Panjang Akhir = 52.33 mm

T : Tebal = 10 mm

W : Lebar = 12.13 mm

Luas Penampang Batang Ao = Tebal x Lebar = 10 mm x 12.13 mm = 121.3 mm²

Pertambahan Panjang ΔL = Li - Lo = 52.33 mm - 50 mm = 2.33 mm

$$\text{Tegangan Tarik} \quad \sigma_u = \frac{F_u}{A_o} = \frac{31.51 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{121.3 \text{ mm}^2} = 260 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Tegangan Luluh} \quad \sigma_y = \frac{F_y}{A_o} = \frac{25.18 \text{ Kn} \times 1000 \text{ Kn}}{121.3 \text{ mm}^2} = 208 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{Regangan} \quad \varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \frac{2.33 \text{ mm}}{50 \text{ mm}} \times 100\% = 5 \%$$

$$\text{Modulus Elastisitas} \quad E = \frac{\sigma_u}{\varepsilon} = \frac{260 \text{ N/mm}^2}{5 \%} = 52 \text{ N/mm}^2$$

Rangkuman hasil pengolahan data ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengolahan Data Pengujian Uji Tarik

Keterangan	Yield point (σ_y)		Tensile Strenght (σ_u)		$\varepsilon\%$	E (σ_u/ε)	
	Mp'a (N/mm ²)	kgf /mm ²	Mpa (N/mm ²)	kgf /mm ²		Mpa (N/mm ²)	kgf /mm ²
Rata-rata 150 Ampere	299	30	311	32	5	62	6
Rata-rata 200 Ampere	136	14	148	15	5	30	3
Rata-rata 250 Ampere	208	21	260	26	5	52	5

Dari ketiga spesimen dengan variasi arus pengelasan 150 Ampere diperoleh nilai rata-rata sebagai berikut:

- Tegangan Tarik Maksimum Rata-rata (σ_u) = 311 N/mm²
- Tegangan Luluh Rata-rata (σ_y) = 299 N/mm²

- Regangan Rata-rata (ϵ) = 5%
- Modulus Elastisitas Rata-rata (E) = $62^N/mm^2$

Dariketiga spesimen dengan variasi tegangan arus 200 Ampere diperoleh nilai rata-rata sebagai berikut:

- Tegangan Tarik Maksimum Rata-rata (σ_u) = $148^N/mm^2$
- Tegangan Luluh Rata-rata (σ_y) = $136^N/mm^2$
- Regangan Rata-rata (ϵ) = 5 %
- Modulus Elastisitas Rata-rata (E) = $30^N/mm^2$

Dariketiga spesimen dengan variasi tegangan arus 250 Ampere diperoleh nilai rata-rata sebagai berikut:

- Tegangan Tarik Maksimum Rata-rata (σ_u) = $260^N/mm^2$
- Tegangan Leleh Rata-rata (σ_y) = $208^N/mm^2$
- Regangan Rata-rata (ϵ) = 5 %
- Modulus Elastisitas Rata-rata (E) = $52^N/mm^2$

Analisis Hasil

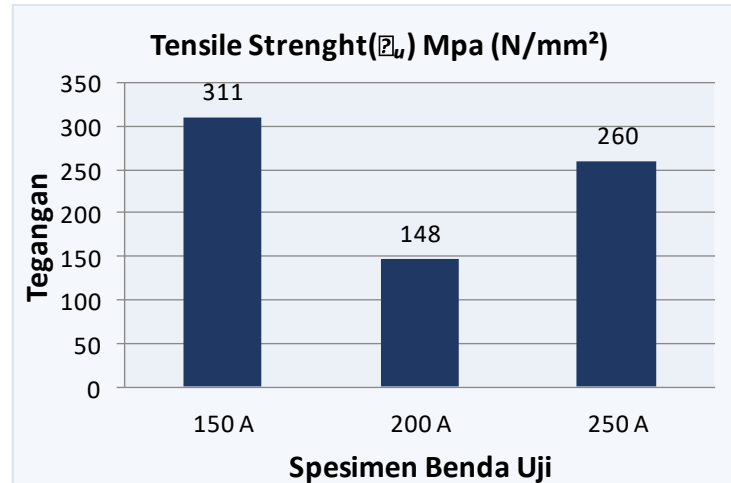
Analisis Hasil Pembuatan Sebelum proses pengelasan dimulai, pelat baja yang sudah dibuat kampuh tersebut dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran seperti debu, minyak, karat, oli, air, dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las. Ada pun proses pembuatan spesimen yang pertama adalah mempersiapkan material baja ST 37, pembuatan kampuh V sudut 60° dengan gate 3mm, melakukan pengelasan dengan posisi mendatar, mengatur arus listrik yang akan digunakan yaitu sebesar 150 Ampere, 200 Ampere, dan 250 Ampere, kemudian dilakukan pendinginan dengan udara, dan yang terakhir adalah pembentukan spesimen yang akan dilakukan pengujian.

Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai tegangan tarik maksimum, tegangan luluh, regangan serta modulus elastisitas yang dapat ditahan sebelum akhirnya spesimen putus.

a. Analisis Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Tegangan Tarik.

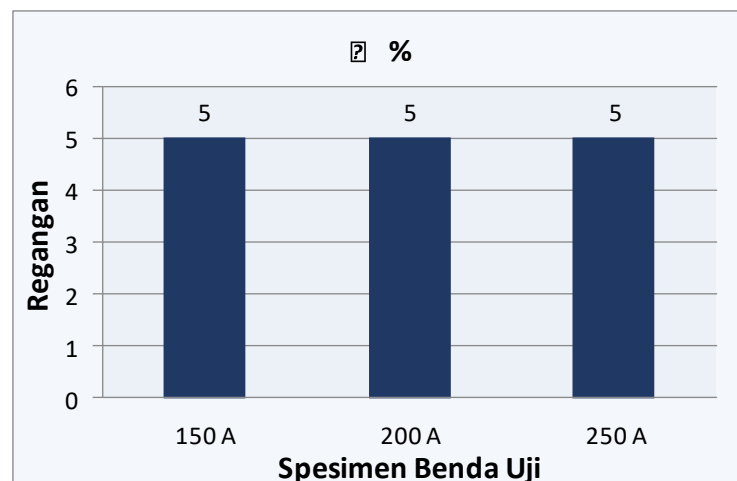
Pada saat pengujian ternyata kuat arus pengelasan yang rendah memiliki nilai tertinggi tegangan tariknya. Hal ini disebabkan karena, semakin tinggi arus pengelasan akan semakin sulit teknik pengelasannya, semakin tinggi arus pengelasan akan semakin cepat peleburan benda kerja dan kawat las, maka dari itu teknik pengelasan pada arus yang lebih tinggi membutuhkan kecepatan saat pengelasan. tegangan tarik rata-rata pada spesimen dengan arus pengelasan 150 Ampere memiliki nilai $311(\sigma_u)$ Mpa yang lebih besar dari pada spesimen arus pengelasan 200 Ampere $148(\sigma_u)$ Mpa dan 250 Ampere $260(\sigma_u)$ Mpa, seperti terlihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik tegangan rata-rata maksimum dari spesimen 150 Ampere dan spesimen 200 Ampere dan spesimen 250 Ampere

b. Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Regangan

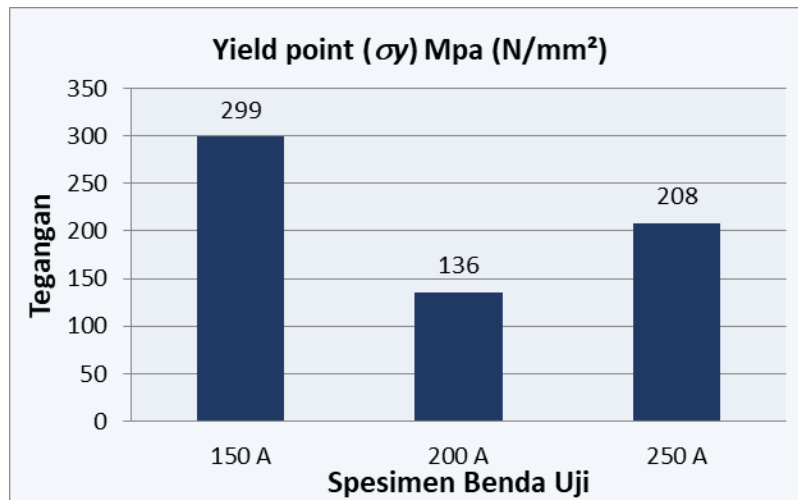
Nilai regangan pada spesimen dengan arus pengelasan 150 Ampere, 200 Ampere dan 250 Ampere adalah sama nilai regangan rata-rata dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Regangan Rata-rata dari spesimen 150 Ampere dan spesimen 200 Ampere dan spesimen 250 Ampere

c. Pengaruh Kuat Arus Terhadap Tegangan Luluh

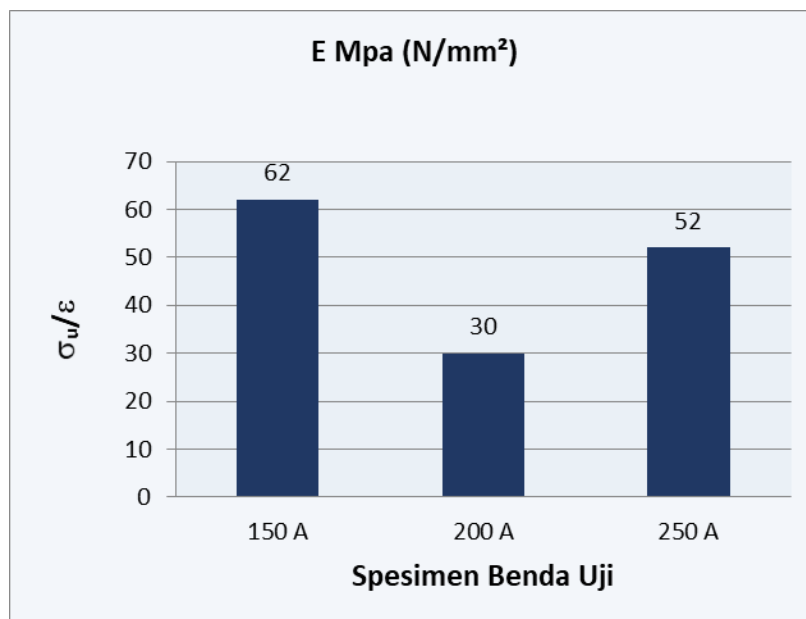
Pada saat pengujian dilakukan didapatkan nilai tegangan luluh yang lebih tinggi yaitu pengelasan yang dilakukan dengan arus listrik 150 Ampere. Hal ini disebabkan kemungkinan saat pengelasan spesimen, cara pengukuran spesimen yang kurang teliti sebelum pengujian. Tegangan luluh rata-rata pada spesimen dengan arus listrik 150 Ampere lebih besar memiliki nilai 299 (σ_y) Mpa dari spesimen dengan arus listrik 200 Ampere 136 (σ_y) Mpa dan 250 Ampere 208 (σ_y) Mpa, seperti terlihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Grafik Tegangan Luluh Rata-Rata dari Spesimen 150 Ampere dan Spesimen 200 Ampere Dan Spesimen 250 Ampere

d. Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Terhadap Modulus Elastisitas

Pada saat pengujian dilakukan didapatkan nilai modulus elastisitas yang lebih tinggi yaitu pada kuat arus pengelasan 150 Ampere, hal ini disebabkan karena pada saat pengelasan dengan kuat arus pengelasan 150 Ampere pengelasan mudah dilakukan, berbeda dengan arus pengelasan 200 Ampere dan 250 Ampere, semakin tinggi kuat arus pengelasan teknik dan kecepatan pengelasan harus stabil. Modulus elastisitas rata-rata pada spesimen dengan arus pengelasan 150 Ampere lebih besar memiliki nilai 62 Mpa dari tegangan arus pengelasan 200 Ampere 30 Mpa dan 250 Ampere memiliki nilai 52 Mpa, terlihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Grafik Modulus Elastisitas Rata-rata dari spesimen 150 Ampere dan spesimen 200 Ampere dan spesimen 250 Ampere

Dari tiga macam spesimen yang mengalami perlakuan variasi arus yang berbeda, memiliki nilai Tegangan, Regangan, dan Modulus Elastisitas yang berbeda-beda. Maka didapatkan hasil pengujian tarik spesimen perlakuan dengan variasi tegangan arus pengelasan 150 Ampere memiliki nilai yang lebih besar dari spesimen yang lainnya, seperti terlihat pada gambar grafik di atas.

SIMPULAN

1. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut. Prinsip kerja Las MIG adalah mengalirkan arus listrik ke permukaan benda kerja menyebabkan timbulnya busur listrik di antara ujung kawat las (elektroda) dan permukaan benda kerja yang diikuti dengan Bergeraknya kawat las secara otomatis dengan kecepatan tertentu dari gulungan kawat las (*Wire Feedear*), kemudian diumpankan secara terus menerus selama pengelasan berlangsung.
2. Dari data pengujian tarik dapat diketahui bahwa perlakuan variasi tegangan arus pengelasan pada las MIG mempengaruhi hasil lasan pelat baja ST 37, berdasarkan hasil data pengujian tersebut dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:
 - a. Pengaruh tegangan arus listrik 150 Ampere terhadap hasil pengelasan.
 - Pada saat proses pengelasan arus pengelasan pada kawat las seimbang dengan besar diameter kawat las, sehingga pengelasan mudah dilakukan.
 - Membuat hasil pengelasan menjadi lebih baik.
 - Memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi nilainya dari variasi arus pengelasan 200 dan 250 Ampere.
 - b. Pengaruh tegangan arus listrik 200 Ampere terhadap hasil pengelasan.
 - Pada saat pengelasan arus listrik yang dihasilkan semakin besar, sehingga pengelasan saat menggunakan arus listrik 200 Ampere sulit dilakukan, dan pengelasan ini membutuhkan kestabilan dalam proses pengelasan.
 - Memiliki kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dari arus listrik 150 Ampere.
 - c. Pengaruh tegangan arus listrik 250 Ampere terhadap hasil pengelasan.
 - Pada saat pengelasan arus listrik semakin besar, sehingga cepat untuk peleburan logam las dan kawat las, membutuhkan kecepatan pada saat pengelasan.
 - Dari hasil uji tarik memiliki kekuatan tegangan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengujian pada kuat arus listrik 150 Ampere.

DAFTAR PUSTAKA

- Akhmad Sofil Fuad. 2017. Pengaruh Variasi Pengelasan Ulang *Gas Metal Arc Welding (Gmaw)* Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan Material Baja St-37. <http://Lib.Unnes.ac./30851/5201413029.Pdf>.
(Diunduh 10 Maret 2020).
- ASTM. 2012. *Manual Book of ASTM Standards*. Volume 3. West Conshohocken: American Society for Testing and Material.

- Kirono, S. dan Amri, A 2011. Pengaruh Tempering pada Baja ST 37 yang mengalami Karburasi dengan Bahan Padat terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin* :1-10.
- Kosasih, W., dkk. 2015. Analisis Pengendalian Kualitas Produk Bucket Tipe ZX 200 GP dengan Metode Statistical Process Control dan Failur Mode and Effect Analysis (Studi Kasus: PT. CDE). *Jurnal Ilmiah Teknik Industri* 3(2):1-9.
- Malau, V, 2003, *Diktat Kuliah Teknologi Pengelasan Logam*, Yogyakarta
- Purnama, Dewin, Dkk. 2015. *Analisa Kekuatan Mekanik Pada Material Aisi 4340 Terhadap Welding Repair Dengan Metode Smaw*, POLINES National Engineering Seminar Vol 3, No.2, Nopember. Politeknik Negeri Jakarta.
- Pamungkas, dkk.2009. *Studi Sifat Fisis dan Mekanis Hasil Pengelasan Sambungan V Pada Baja Karbon Rendah Menggunakan Elektroda Low Hydrogen*. *Jurnal Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Bandung*.
- Sudipyo, D. dkk. 2014. Studi Kualitas Reapair Welding pada Pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) menggunakan Metode Post Weld Heat Treatment (PWHT) pada Cast Wheel Aluminium. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*: 1-6.
- Team Instruktur Pusdiklat. 2001. *Bahan Dasar Las MIG (Metal Inert Gas)* Cilego Banten.
- Widharto. 2007. *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Cetakan Pertama. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Wiryosumarto, H., dan Okumura, T. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan Kedelapan. Jakarta: PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- _____. 2008. *Teknologi Pengelasan Logam*. Cetakan Kesepuluh. Jakarta: PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- <http://PSMK.Kemendikbut.go.id/konten/3681/las-metal-inert-gas-atau-las-metal-artive-gas-mig-XI-3>. (Diunduh 02 Maret 2020).
- <http://Lib.Unnes.ac./30903/5201413060.Pdf>. (Diunduh 10 Maret 2020).
- <https://adoc.tips/queue/kekuatan-tarik-dan-kekerasan-sambungan-las-baja-st-37-dengan.html>. (Diunduh 2 Maret 2020).
- <http://repository.ung.ac.id/riset/show/1/138/analisis-pengaruh-variiasi-sudut-kampuh-v-sambungan-las-mig-terhadap-distorsi-dan-kekuatan-tarik-baja-karbon-rendah.html>. (Diunduh 11 Maret 2020).
- <https://www.google.com/search?q=jenis+er-70s-6+adalah&qgs=chrome..69i57.23059j0j7&client=ms-android-xiaomi&sourceid=chrome-mobile&ie=UTF-8> (Diunduh 07 Januari 2021).