



Analisa Pengaruh Variasi Gerakan Elektroda dengan Arus 75A pada Pengelasan Kampuh V terhadap Kekuatan Mekanis Baja Karbon ST37

Analysis of the Effect of Variations in Electrode Movement with a Current of 75A in V-Camp Welding on the Mechanical Strenght of ST37 Carbon Steel

Eko Dandi Saputra^{1,a)}, Anis Siti Nurrohkayati¹

¹Afiliasi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur

^{a)}Corresponding author: Eko.smd8@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan guna menganalisis pengaruh variasi gerakan elektroda terhadap kekuatan mekanis baja karbon ST37 pada proses pengelasan kampuh V. Variasi gerakan elektroda yang digunakan adalah pola zig-zag dan melingkar dengan arus pengelasan sebesar 75A dan 85A. Pengujian dilakukan menggunakan uji tarik untuk mengevaluasi kekuatan tarik hasil pengelasan. Penelitian ini melibatkan proses preparasi material, pengelasan dengan metode SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), serta analisis hasil pengujian mekanis. Hasil spesifik menunjukkan bahwa pengelasan dengan polaritas DC+ dan arus 85A dengan gerakan elektroda zig-zag menghasilkan las dengan nilai kekuatan tarik sebesar 481,5 MPa. Kesimpulan ini memberikan informasi penting dalam pemeliharaan parameter pengelasan untuk meningkatkan kualitas sambungan pada karbon baja ST37.

Kata Kunci: pengelasan kampuh V; baja karbon ST37; gerakan elektroda; uji tarik; kekuatan mekanis

Abstract

This study aims to analyze the effect of electrode motion variations on the mechanical strength of ST37 carbon steel in V-groove welding. The electrode motion patterns used are zigzag and circular, with welding currents of 75A and 85A. The analysis was conducted using tensile testing to evaluate the tensile strength of the welds. The research involved material preparation, welding using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method, and mechanical testing analysis. Specific results show that welding with DC+ polarity and an 85A current using a zigzag electrode motion produces a weld with a tensile strength value of 481.5 MPa. This conclusion provides essential information for maintaining welding parameters to improve the quality of joints in ST37 carbon steel

Keywords: V-groove welding; ST37 carbon steel; electrode motion; tensile test; mechanical strength

PENDAHULUAN

Perkembangan di sektor konstruksi mengalami peningkatan yang sangat cepat. Peningkatan ini tidak terlepas dari peran penting sistem pengelasan, karena berfungsi dalam rekayasa dan perbaikan logam. Kini, pengelasan umumnya digunakan dalam proses konstruksi, terutama dalam penyambungan logam[1]

Menurut cara kerjanya, pengelasan diklasifikasikan ke 3 kategori: *brazing*, tekanan, beserta cair. Proses pengelasan cair melibatkan pemanfaatan sumber energi panas guna melelehkan material yang perlu disambung. Gerakan atau ayunan elektroda dalam proses pengelasan dapat memengaruhi karakteristik hasil las. Namun, dalam

praktiknya, bentuk gerakan elektroda umumnya dijadikan preferensi pribadi tukang las tanpa selalu mempertimbangkan kekuatan sambungan las yang dihasilkan. Terdapat berbagai teknik pergerakan elektroda, tetapi tujuannya tetap sama, yakni menghasilkan deposit logam las disertai permukaan yang halus sekaligus rata serta mencegah terbentuknya takikan maupun tercampurnya terak[2]

Arus yang digunakan dalam proses pengelasan memiliki dampak signifikan terhadap kualitas hasil las karena perubahan struktur material saat pendinginan, yang mempengaruhi kekuatan bahan. Semakin besar arus yang digunakan, semakin cepat logam yang disambung akan mencair. Penggunaan arus yang besar bisa menyebabkan

lebar rigi-rigi las bertambah dan, pada bahan yang tipis, bisa mengakibatkan lubang. Besarnya arus yang digunakan dalam proses pengelasan dipengaruhi oleh jenis kawat las, ketebalan material, serta tipe material yang akan dilas[3].

Material yang biasanya dipakai ialah baja karbon ST37. Baja ini tidak termasuk baja keras karena hanya mengandung sedikit karbon, yaitu kurang dari 0,3%, sehingga sering disebut baja ringan atau baja perkakas. Singkatan “ST” merujuk pada “*steel*”(baja), sementara angka 37 memperlihatkan angka minimum kekuatan tarik material [3]. Baja karbon rendah ialah jenis baja yang paling mudah diproduksi dibanding baja karbon lainnya. Baja karbon rendah ialah baja yang mempunyai kandungan karbon di bawah 0,3%. Baja ini mudah untuk dikerjakan dengan proses *machining* sekaligus pengelasan, beserta memiliki keuletan dan ketangguhan yang sangat tinggi, meskipun kekerasannya rendah dan tahan terhadap aus[4]. Uji kekuatan tarik diterapkan guna memahami sifat mekanik dan untuk mengetahui kekuatan serta elastisitas material guna menyempurnakan informasi dasar tentang kekuatan suatu bahan. Sedangkan, uji kekerasan bertujuan guna mengetahui sejauh mana material tersebut mampu menahan beban.

Elektroda merupakan bagian ujung dari rangkaian penghantar arus listrik yang berfungsi sebagai sumber panas dan bersentuhan langsung dengan benda kerja[5]. Agar lebih mudah digunakan oleh operator las, elektroda dijepit menggunakan pemegang khusus. Rangkaian arus las akan mengalami hubungan singkat ketika elektroda bersentuhan dengan benda kerja. Busur listrik akan terbentuk antara elektroda beserta benda kerja ketika arusnya cukup tinggi. Suhu tinggi yang dihasilkan oleh busur tersebut menyebabkan elektroda dan area pengelasan meleleh. Partikel elektroda yang mencair akan menetes dan mengisi celah sambungan las, sehingga membentuk kepompong las.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui adanya pengaruh dari teknik gerakan elektroda dengan arus 75A terhadap kualitas kekuatan tarik baja ST37 dalam pengelasan SMAW menggunakan elektroda RD-460 2,6(mm). Penelitian ini juga memiliki manfaat bagi lembaga dan instansi sebagai referensi atau literatur dalam pengembangan teknologi, khususnya di bidang pengelasan. Selain itu, penelitian ini memberi peluang supaya mengimplementasikan teori yang telah dipelajari selama perkuliahan, menjadi pelengkap bagi dunia pendidikan, terutama jurusan teknik mesin, terkait proses pengelasan SMAW.

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen untuk mengkaji pengaruh variasi pola gerakan elektroda terhadap kekuatan mekanis baja karbon ST37 yang dilas menggunakan elektroda RD-460 pada arus 75A. Penelitian ini bersifat eksperimen laboratorium dengan pendekatan

kuantitatif, di mana variabel bebasnya adalah pola gerakan elektroda (zig-zag dan melingkar), sedangkan variabel terikatnya adalah kekuatan mekanis yang diukur melalui uji tarik dan uji kekerasan. Dalam pengelasan, pergerakan elektroda berfungsi guna mencegah tercampurnya terak beserta menghasilkan deposit logam las disertai permukaan halus sekaligus rata[6]

Populasi dalam penelitian ini mencakup semua jenis baja karbon ST37, yaitu material logam yang umumnya dimanfaatkan dalam industri dan konstruksi dikarenakan mempunyai kekuatan serta sifat mekanis yang unggul. Baja karbon ST37 memiliki karakteristik kimia dan fisik tertentu yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini. Sampel penelitian berupa pelat baja karbon ST37 dengan ukuran yang disesuaikan untuk pengujian mekanis, seperti uji tarik dan kekerasan. Pelat ini diproses dengan kampuh V untuk pengelasan, menggunakan variasi pola gerakan elektroda zig-zag dan melingkar dengan elektroda RD-460. Pemilihan sampel dilakukan secara spesifik untuk menggambarkan dampak variasi parameter pengelasan terhadap kekuatan mekanis material tersebut.

Kualitas hasil pengelasan bisa dievaluasi melalui pemberian gaya ataupun beban pada sambungan las. Pemberian gaya ataupun beban ini biasanya dilakukan melalui uji tarik dan uji ketangguhan bahan. Proses pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) ialah metode pengelasan busur listrik yang melibatkan perpaduan logam, di mana panas dari busur listrik terbentuk di ujung elektroda berlapis menyebabkan peleburan antara elektroda dan permukaan logam dasar yang dilas. Sumber tenaga utama dalam proses ini adalah arus listrik, yang dapat berupa arus searah (DC) atau arus bolak-balik (AC). Dalam pengelasan menggunakan arus searah, terdapat dua jenis konfigurasi kabel pada mesin las, yakni polaritas lurus (DC-) beserta polaritas terbalik (DC+). 2/3 panas yang dihasilkan oleh mesin las dipakai untuk memanaskan elektroda dan 1/3 dipakai untuk memanaskan benda kerja dalam polaritas terbalik (DC+)[7].

Panas yang dihasilkan oleh busur listrik yang terbentuk antara ujung elektroda beserta permukaan benda kerja mengakibatkan logam induk meleleh selama proses pengelasan ini. Mesin las menghasilkan busur listrik ini[8]

METODE PENELITIAN

Mesin Las SMAW

Mesin las SMAW atau (*Shielded Metal Arc Welding*) adalah mesin las ([Gambar 1](#)) yang digunakan dalam proses pengeluaran busur listrik manual dengan menggunakan elektroda terbungkus fluks(pelindung).



Gambar 1. Mesin Las SMAW

Gerakan elektroda selama proses pengelasan juga mempengaruhi tingkat kekerasan pada area yang terkena panas, HAZ (*Heat Affected Zone*), yang menyebabkan logam mengalami pelunakan.

Zona yang terkena dampak panas (HAZ) timbul ketika logam mengalami suhu tinggi. Hal ini berdampak buruk pada desain beserta struktur logam. Beberapa proses produksi, seperti pemotongan mekanis, pemotongan termal, dan pengelasan, dapat menyebabkan HAZ. Zona ini menyebabkan perubahan struktur logam yang melemahkan area tersebut. Sifat mekanik logam, seperti ketahanan terhadap kelelahan, distorsi, dan retak permukaan, juga terpengaruh[9].

Mesin Uji Tarik dipakai guna mengukur kekuatan tarik maksimum pada sambungan las. Data berupa nilai gaya tarik maksimum (N) dan deformasi sebelum patah. Analisis data dalam penelitian ini tujuannya guna mengevaluasi dampak variasi gerakan elektroda terhadap kekuatan mekanis baja karbon ST37. Proses analisis dilakukan melalui beberapa langkah berikut:

Pengujian dalam penelitian ini adalah uji tarik, yang termasuk salah satu sifat mekanik logam. Uji tarik ini melibatkan penarikan bahan pada titik di tengah material yang ditempatkan di antara dua tumpuan[10]. Uji ini diterapkan pada spesimen dari bahan yang hendak dikenakan beban tarik, seperti material konstruksi sampai proses pelenturan selama pembentukan.

Rumus tegangan tarik material pengelasan yaitu sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ di mana:}$$

σ : Tegangan tarik maksimum (MPa)

F: Gaya tarik maksimum (N)

A: Luas penampang sampel (mm²).

Sedangkan untuk mencari nilai kekuatan regangan tarik dapat dilihat pada rumus berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{L_0} \times 100\%$$

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

Keterangan:

ε : Regangan (%)

Δl : Selisih panjang awal dan panjang akhir (mm)

L_i : Panjang sesudah terjadi per patahan (mm)

L_0 : Ukuran sebelum terjadi per patahan (mm)

Setelah itu, membandingkan hasil kekuatan tarik antara variasi gerakan elektroda (zig-zag dan melingkar).

Baja ST 37

Baja ST37, yang setara dengan AISI 1045 dan memiliki komposisi kimia 0,5% karbon, 0,8% mangan, dan 0,3% silikon, adalah salah satu baja yang digunakan untuk pembuatan berbagai komponen mesin[11]. Untuk meningkatkan sifat mekanis baja ST37 (Gambar 2), dilakukan perlakuan panas melalui proses pengerasan permukaan (*carburizing*). Baja paduan ini terbagi menjadi dua jenis, yaitu baja paduan rendah (dengan kandungan unsur paduan khusus kurang dari 8,0%) dan baja paduan tinggi (dengan kandungan unsur paduan khusus lebih dari 8,0%).



Gambar 2. Baja ST37

ELEKTRODA

Elektroda mencakup 2 bagian utama, yakni bagian yang tertutup oleh fluks beserta bagian yang terbuka seperti pada Gambar 3, yang berfungsi sebagai pangkal untuk memperkuat penjepitan pada pemegang las. Dalam pengelasan, penutup transisi atau terminal berperan dalam melindungi logam cair dari pengaruh udara sekitar, menghasilkan gas pelindung, menstabilkan busur listrik, serta menyediakan unsur panduan yang diperlukan. Secara umum, berdasarkan jenis logam yang dilas, kawat elektroda diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yaitu elektroda untuk baja lunak, baja paduan, baja karbon tinggi, besi tuang, beserta logam *non-fero*. Pemilihan elektroda yang tepat untuk pengelasan baja karbon tinggi

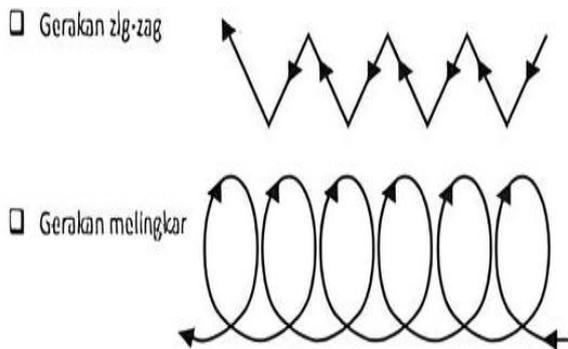
harus dilakukan dengan cermat, karena kekuatan las yang dihasilkan harus sebanding dengan kekuatan material yang akan disambungkan [12].



Gambar 3. Elektroda RD-460

Gerakan Elektroda

Tujuan pergerakan elektroda dalam proses pengelasan yakni guna menghasilkan las yang rata dan halus beserta menghindari cacat las. Fungsinya adalah untuk membuat rata peleburan logam dasar beserta logam pengisi sehingga dapat mengurangi risiko terbentuknya takikan dan pencampuran terak pada area las [13]. Beberapa pola ayunan elektroda yang dipakai dalam penelitian ini meliputi gerakan elektroda zig-zag dan spiral. Pola tersebut ditampilkan pada Gambar 4.

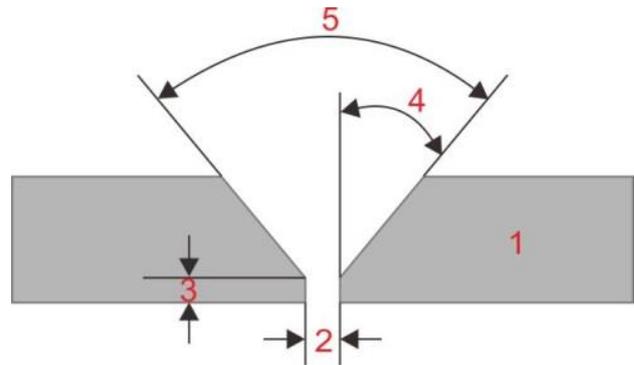


Gambar 4. Elektroda RD-460

Kampuh V

Sambungan las dipengaruhi oleh beberapa faktor, sehingga diperlukan perencanaan yang matang dan spesifikasinya yang sesuai dalam prosesnya. Beberapa faktor yang mempengaruhi hasil sambungan las meliputi pemilihan jenis sambungan, penunjukan operator, tipe elektroda, penggunaan arus, dan penentuan tipe kampuh. Kampuh las merupakan bagian dari logam dasar yang akan diisi oleh logam las, yang awalnya berbentuk cekungan dan kemudian diisi oleh logam tersebut. Sebelum melakukan penyambungan, tipe sambungan harus ditentukan untuk menetapkan tipe kampuh yang sesuai. Tipe kampuh las akan mempengaruhi kualitas sambungan, sehingga perlu dipertimbangkan efisiensi dan efektivitasnya. Tipe kampuh ini harus sesuai dengan spesifikasi teknis material yang direncanakan, sehingga

bisa meminimalkan biaya beserta waktu yang dibutuhkan guna menghasilkan sambungan berkualitas tinggi [14]



Gambar 5. Kampuh V Las

Seperti yang terlihat pada Gambar 5, gambar tersebut menunjukkan kampuh berbentuk V. Angka 1 menunjukkan logam dasar (*base metal/parent material*), yaitu area dengan proses pengelasan dilakukan dan material akan disambungkan. Angka 2 menunjukkan *root gap*, yaitu jarak antara dua buah benda yang akan disambungkan. Angka 3 menunjukkan *root face*, yang merupakan permukaan akar las. Angka 4 menunjukkan *angle of bevel*, atau sudut *bevel* sebagian. Terakhir, angka 5 menunjukkan *included angle*, yaitu sudut yang dibentuk oleh kampuh.

Alat keselamatan kerja

Alat keselamatan kerja seperti pada Gambar 6 merupakan peralatan yang berfungsi untuk melindungi pekerja dari bahaya dan risiko kecelakaan yang mungkin timbul di lingkungan kerja. Perlengkapan ini dirancang untuk menjamin keselamatan, kesehatan, dan kesejahteraan pekerja saat menjalankan tugasnya. Pemakaian alat pelindung diri (APD) standar yang umumnya dipakai oleh perusahaan meliputi pakaian kerja, helm, sepatu, kacamata, sarung tangan, beserta masker [15]



Gambar 6. Alat keselamatan kerja

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variasi Spesimen

Sebanyak 12 spesimen dibuat menggunakan material baja ST37, dengan setiap tiga spesimen memiliki variasi yang berbeda. Variasi pada spesimen terlihat di [Tabel 1](#):

Tabel 1. Variasi Pada Spesimen

Spesimen	Elektroda	Diameter (mm)	Ampere (A)	Variasi Gerakan Elektroda
1-3	RD-460	2.6	85	Zig-Zag
4-6	RD-460	2.6	85	Melingkar
7-9	RD-460	2.6	75	Zig-Zag
10-12	RD-460	2.6	75	Melingkar

Kemudian, pengujian tarik dilakukan pada 12 spesimen yang telah dibuat dengan variasi berbeda, sehingga data yang diperoleh dapat dimanfaatkan untuk penelitian ini.

Hasil Uji Tarik

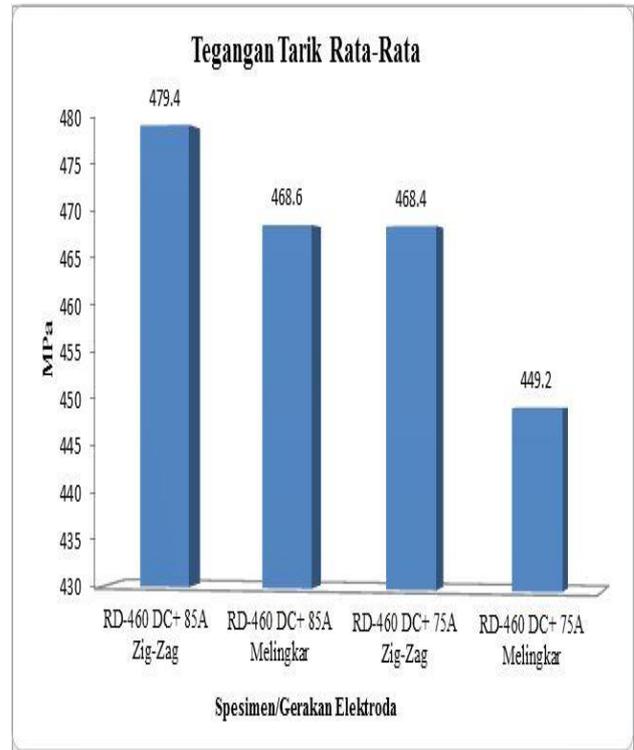
Pengujian ini menghasilkan data berupa nilai tegangan tarik dan regangan tarik. Data tersebut digunakan untuk menentukan kekuatan tarik material baja ST37 dengan variasi gerakan elektroda serta dua jenis arus yang berbeda pada kampuh berbentuk V.

Hasil Uji Tegangan Tarik

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, [Gambar 7](#) dan [Tabel 2](#) menunjukkan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material baja ST37 dengan dua variasi gerakan elektroda dan dua jenis arus berbeda sebelum mengalami per patahan spesimen.

Tabel 2. Tegangan Tarik Rata-Rata

Spesimen / Gerakan Elektroda	Lebar (mm)	Tebal (mm)	F max (KN)	σ (Mpa)	σ Rata-Rata (Mpa)
RD-460 DC+ 85A Zig-Zag	14.2	5,5	37,85	475,4	479,4
RD-460 DC+ 85A Melingkar	14	5,5	37,79	481,5	
RD-460 DC+ 75A Zig-Zag	14	5,5	37,64	481,3	
RD-460 DC+ 85A Melingkar	14,3	5,5	36,14	467,7	468,6
RD-460 DC+ 75A Zig-Zag	14	5,5	37,02	480,5	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,3	5,5	36,09	457,8	
RD-460 DC+ 75A Zig-Zag	14	5,5	37,18	480,7	468,4
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	36,94	468,7	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	35,98	455,8	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,2	5,5	36,96	462,1	449,2
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,4	5,5	33,41	417,1	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	36,84	468,6	



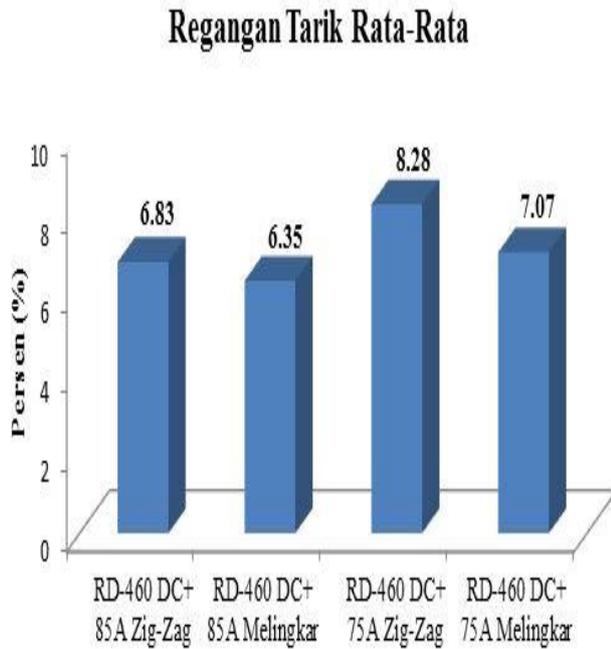
Gambar 7. Diagram Tegangan Tarik

Hasil Uji Regangan Tarik

Berdasarkan hasil pengujian, regangan tarik maksimum yang dapat ditahan oleh material baja ST37 dengan dua jenis variasi gerakan elektroda dan dua variasi arus pengelasan, didapatkan hasil rata-rata regangan tertinggi pada spesimen dengan variasi gerakan elektroda zig-zag dengan arus 75A. setelah mengalami patahan terhadap panjang awalnya . Hasil rata-rata regangan tarik terlihat di [Gambar 8](#) dan [Tabel 3](#):

Tabel 3. Regangan Tarik Rata-rata

Spesimen	Lebar (mm)	Tebal (mm)	P max (KN)	Δl max (mm)	ϵ (%)	ϵ Rata-Rata (%)
RD-460 DC+ 85A Zig-Zag	14.2	5,5	37,85	15,2	6,66	6.83
RD-460 DC+ 85A Melingkar	14	5,5	37,79	15,8	6,92	
RD-460 DC+ 75A Zig-Zag	14	5,5	37,64	15,8	6,92	
RD-460 DC+ 75A Zig-Zag	14	5,5	36,14	14,4	6,31	6.35
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	37,02	14,7	6,44	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,3	5,5	36,09	14,4	6,31	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	37,18	18,8	8,24	8.28
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	36,94	17,7	7,76	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	35,98	20,2	8,85	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,2	5,5	36,96	15,4	6,75	7.07
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14,4	5,5	33,41	18,2	7,98	
RD-460 DC+ 75A Melingkar	14	5,5	36,84	14,8	6,49	



Gambar 8. Diagram Regangan Tarik

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan mengenai pengaruh variasi gerakan elektroda serta variasi arus pada material baja ST37 terhadap kekuatan tarik, beberapa kesimpulan dapat diambil sebagai berikut:

1. Pengelasan dengan polaritas DC+ menggunakan gerakan elektroda zig-zag dan arus sebesar 85A serta 75A memberikan hasil yang lebih optimal, karena menghasilkan nilai tegangan dan regangan tarik yang lebih tinggi.
2. Elektroda RD-460 dengan diameter 2.6mm sangat cocok digunakan pada material yang tidak terlalu tebal. Elektroda ini memiliki keunggulan, seperti mudah dikendalikan, sifat mekanis yang baik, dan hasil las yang lebih halus. Namun, kelemahan elektroda ini meliputi kerentanannya terhadap cacat las dan sensitivitas terhadap kelembapan, yang dapat menurunkan kualitas las dan mempengaruhi hasil uji tarik.
3. Kekuatan Mekanis, hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi gerakan elektroda memengaruhi kualitas sambungan las, dengan parameter gerakan tertentu memberikan kekuatan mekanis tertinggi. Misalnya gerakan zigzag dapat menghasilkan pengisian logam las yang lebih baik dibandingkan gerakan melingkar.

Saran

Peningkatan teknik pengelasan, pelatihan operator las

diperlukan untuk memastikan konsistensi gerakan elektroda yang sesuai, sehingga kualitas sambungan las dapat dipertahankan. Pengembangan penelitian, penelitian lanjutan perlu dilakukan dengan variasi arus las lainnya, bahan elektroda, atau jenis kampuh yang berbeda untuk mengeksplorasi kombinasi parameter yang lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. A. Badia *et al.*, “Analisa variasi gerakan elektroda pada hasil las material baja karbon rendah ST37 terhadap kekuatan bending dan kekerasan Analysis of variations in electrode motion on the welding results of low carbon steel ST37 on bending strength and hardness,” vol. 19, pp. 53–60, 2021.
- [2] S. Pendidikan *et al.*, “PENGARUH TEKNIK PENGELASAN ALUR SPIRAL , ALUR ZIG – ZAG , DAN LURUS PADA ARUS 85 A TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA ST 41 Dito Fauzi Bega Pranawan Djoko Suwito Abstrak”.
- [3] M. Usman, M. Fakhrurozi, K. Kadaryono, and M. Ali, “Optimasi Sudut Elektroda dan Kuat Arus Terhadap Kekuatan Tarik Pada Baja ST37,” *J. FORTECH*, vol. 5, no. 1, pp. 35–40, 2024, doi: 10.56795/fortech.v5i1.5105.
- [4] B. Bagaskara, S. M. B. Respati, and M. Dzulfikar, “Pengaruh Posisi Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik, Foto Makro Dan Mikro Pada Baja St 37 Dengan Pengelasan Smaw Untuk Rangka Billboard,” *J. Ilm. Momentum*, vol. 15, no. 2, 2019, doi: 10.36499/jim.v15i2.3078.
- [5] H. Istiqlaliyah and A. Mufarrih, “Analisa pengaruh variasi kuat arus, media pendingin, dan merk elektroda terhadap kekuatan tarik dan distorsi sudut sambungan baja st 37,” *J. Tek. Mesin Indones.*, vol. 11, no. 1, pp. 41–45, 2018, doi: 10.36289/jtmi.v11i1.50.
- [6] P. N. Bengkalis, “Seminar Nasional Industri dan Teknologi (SNIT), Politeknik Negeri Bengkalis,” pp. 131–140, 2018.
- [7] M. Anhar, “Pendinginan Pengelasan dengan Metode SMAW pada Kekerasan Baja Karbon ST37 dengan Media Serbuk Semen Abu-Abu pada Beban Rockwell 100 kgf,” *Rotasi*, vol. 21, no. 3, p. 140, 2019, doi: 10.14710/rotasi.21.3.140-146.
- [8] Miftahul Huda ST. MPD and F. Setiawan, “Pengaruh Variasi Sudut Kampuh dan Kuat Arus dengan Las (Smaw) Pada Baja A36 Terhadap Sifat Mekanik,” *J. Ilm. Tek. Mesin Umsida*, no. 2, pp. 1–9, 2016.
- [9] A. Rukma, B. Anwar, and A. M. I. Amar, “Pengaruh Heat Affected Zone pada Kekerasan Akibat Pengelasan pada Logam ST 42,” pp. 1–12.

- [10] F. A. Kristanto and M. Tamjidillah, “Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Pada Sambungan Tumpang Baja St37 Terhadap Uji Tarik Dan Foto Makro,” *Jtam Rotary*, vol. 4, no. 2, p. 165, 2022, doi: 10.20527/jtam_rotary.v4i2.6667.
- [11] U. H. Medan, “Karakteristik Material Baja St . 37 dengan Temperatur dan Waktu Pada Uji Heat Treatment menggunakan Furnace,” no. March, 2018.
- [12] I. Ikhsan and R. Zulrian Aldio, “Pengelasan SMAW dengan variasi g Perbandingan Gerakan Elektroda Terhadap Uji Mikrostruktur, Uji Bending & Uji Impak Pada Pegas Daun Mitsubishi Canter 125 PS,” *ARMATUR Artik. Tek. Mesin Manufaktur*, vol. 5, no. 1, pp. 162–171, 2024, doi: 10.24127/armatur.v5i1.5412.
- [13] A. Santoso and A. Syahrani, “SMAW yang menggunakan elektroda E 6013 dengan variasi gerakan elektroda,” vol. 13, no. 2, pp. 77–80, 2018.
- [14] P. Name *et al.*, “Pengaruh Perbedaan Teknik Ayunan Pengelasan dengan Metode SMAW terhadap Kekuatan Tarik pada Baja ST 37 STRIP 5 mm,” 2023.
- [15] A. F. Pramono, “Budaya Organisasi, Program Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Disiplin Kerja dalam Pemakaian Alat Pelindung Diri (APD) Pada Karyawan,” *Psikoborneo J. Ilm. Psikol.*, vol. 5, no. 1, pp. 1–9, 2017, doi: 10.30872/psikoborneo.v5i1.4324.