

PENGARUH VARIASI ARUS LAS SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK & BENDING PADA MATERIAL BAJA ST 42

Muhammad Firly Romadhon¹, Nely Ana Mufarida², Kosjoko³

Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember^{1,2,3}

E-mail: nelyana@unmuhjember.ac.id²

ABSTRAK

Pengelasan dengan metode Shielded Metal Arc Welding (SMAW) merupakan proses penyambungan logam yang esensial dalam industri manufaktur dan konstruksi. Latar belakang penelitian ini adalah pentingnya mengetahui parameter pengelasan yang tepat untuk menjamin kualitas sambungan. Fokus masalah dalam studi ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan tarik dan *bending* pada material baja ST 42. Tahapan penelitian dilakukan dengan mengelas spesimen menggunakan elektroda E6013 pada tiga variasi arus berbeda, yaitu 95 A, 105 A, dan 115 A. Selanjutnya, spesimen tersebut diuji kekuatannya melalui pengujian tarik untuk memperoleh data kekuatan, tegangan, dan regangan. Temuan utama menunjukkan bahwa variasi arus berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik material. Hasil uji tarik tertinggi dicapai pada penggunaan arus 105 A, dengan rata-rata tegangan maksimal sebesar 229,083 MPa dan regangan 4,99%. Sebaliknya, kekuatan terendah dihasilkan oleh arus 95 A. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa arus 105 A merupakan parameter paling optimal di antara variasi yang diuji untuk mendapatkan sambungan las dengan kekuatan tarik tertinggi pada baja ST 42.

Kata kunci: *Variasi Arus las SMAW pada Baja ST 42, kekuatan tarik minimal Baja ST 42, Kekuatan Tarik Maksimal Baja ST 42.*

ABSTRACT

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) is an essential metal joining process in the manufacturing and construction industries. The background of this research is the importance of knowing the correct welding parameters to ensure joint quality. The focus of this study is to analyze the effect of variations in electrical current on the tensile and bending strength of ST 42 steel. The research phase involved welding specimens using E6013 electrodes at three different current variations: 95 A, 105 A, and 115 A. The specimens were then tested for strength through tensile testing to obtain strength, stress, and strain data. The main findings indicate that current variation significantly affects the material's mechanical properties. The highest tensile test results were achieved using a current of 105 A, with an average maximum stress of 229.083 MPa and a strain of 4.99%. On the other hand, the lowest strength was produced by a current of 95 A. Thus, it can be concluded that a current of 105 A is the most optimal parameter among the variations tested to obtain a welded joint with the highest tensile strength in ST 42 steel.

Keyword: *SMAW welding current variation on ST 42 steel, minimum tensile strength of ST 42 steel, maximum tensile strength of ST 42 steel.*

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi yang berlangsung sangat pesat, dunia telah memasuki era globalisasi yang menuntut setiap individu untuk mampu beradaptasi dan mengaplikasikan inovasi teknologi dalam mengatasi berbagai permasalahan. Salah satu bidang yang mengalami perkembangan signifikan adalah teknologi manufaktur, di mana teknik pengelasan memegang peranan yang sangat krusial dan tidak dapat dipisahkan.

Copyright (c) 2025 CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan

Teknologi pengelasan merupakan tulang punggung dalam berbagai proses rekayasa dan reparasi logam, yang menjadi dasar bagi industri konstruksi, pembuatan mesin-mesin berat, perakitan alat-alat pabrik, serta berbagai pekerjaan lain yang membutuhkan proses penyambungan material secara permanen dan kokoh (Gyasi et al., 2019; Hakim & Purwanto, 2021; Muślewski & Pajak, 2025).

Dalam dunia manufaktur, pengelasan atau *welding* didefinisikan sebagai salah satu teknik penyambungan logam yang dilakukan dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi, untuk kemudian menghasilkan sebuah sambungan yang kontinyu dan menyatu secara metalurgis (Sugestian, 2019). Di antara berbagai teknik pengelasan yang ada, metode *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) atau yang lebih dikenal sebagai las busur listrik manual merupakan salah satu yang paling umum digunakan. Popularitas SMAW didasarkan pada fleksibilitasnya, biaya peralatannya yang relatif terjangkau, serta kemampuannya untuk digunakan di berbagai kondisi lapangan. Proses ini memanfaatkan panas dari busur listrik untuk mencapai temperatur yang sangat tinggi, yang mampu mencairkan baja secara seketika (Widharto, 2013).

Keberhasilan dari sebuah proses pengelasan SMAW sangat bergantung pada pengendalian yang cermat terhadap berbagai variabel atau parameter pengelasan. Kualitas, kekuatan, dan integritas dari sebuah sambungan las sangat ditentukan oleh pengaturan parameter-parameter ini. Salah satu parameter yang paling krusial dan memiliki pengaruh paling dominan terhadap hasil akhir pengelasan adalah kuat arus listrik yang digunakan, yang diukur dalam satuan Ampere (A). Arus las secara langsung mengontrol jumlah masukan panas (*heat input*) ke dalam material, yang pada gilirannya akan memengaruhi tingkat penetrasi, ukuran kampuh las, serta stabilitas busur listrik selama proses pengelasan berlangsung (Krampit & Krampit, 2016; Mohanta & Senapati, 2018; Winczek et al., 2021).

Secara ideal, tujuan dari setiap proses pengelasan adalah untuk menghasilkan sebuah sambungan yang sempurna, di mana kekuatan mekanisnya, seperti kekuatan tarik dan kekuatan lentur (*bending*), setara atau bahkan melebihi kekuatan material induknya. Sambungan las yang ideal harus bebas dari cacat internal maupun eksternal, seperti porositas, retak, atau kurangnya fusi. Untuk mencapai kualitas yang optimal ini, diperlukan pemilihan parameter arus yang tepat, yang sering kali disebut sebagai "sweet spot". Arus yang ideal akan menghasilkan masukan panas yang seimbang, cukup untuk mencairkan elektroda dan logam induk secara merata sehingga menghasilkan fusi yang sempurna dan struktur mikro yang kuat pada sambungan las (Laila et al., 2024; Rizal & Bachtiar, 2023).

Namun, dalam praktik di lapangan, pemilihan arus yang tidak tepat sering kali menjadi sumber utama dari kegagalan atau rendahnya kualitas sambungan las. Penggunaan arus yang terlalu rendah (misalnya 95 A) tidak akan menghasilkan masukan panas yang cukup. Hal ini dapat menyebabkan berbagai cacat las seperti kurangnya penetrasi dan fusi yang tidak sempurna, yang pada akhirnya menghasilkan sambungan yang rapuh dan tidak dapat diandalkan. Sebaliknya, penggunaan arus yang terlalu tinggi (misalnya 115 A) juga dapat menimbulkan masalah, seperti terjadinya *undercut* (penggerusan pada logam induk), *spatter* (percikan las) yang berlebihan, atau bahkan terbakarnya material, yang semuanya dapat secara signifikan menurunkan kekuatan mekanis dari sambungan las tersebut.

Dari sini, terlihat sebuah kesenjangan yang signifikan antara tujuan ideal dalam pengelasan dengan tantangan praktis yang dihadapi di lapangan. Di satu sisi, terdapat sebuah kebutuhan yang jelas untuk menghasilkan sambungan las pada material baja ST 42 dengan kekuatan tarik dan lentur yang maksimal. Di sisi lain, terdapat sebuah realitas di mana pemilihan parameter arus yang bersifat *trial-and-error* atau tidak didasarkan pada data yang valid dapat menghasilkan kualitas sambungan yang tidak konsisten dan suboptimal.

Copyright (c) 2025 CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan

Kesenjangan antara kebutuhan akan data optimal yang spesifik dengan ketiadaannya dalam praktik inilah yang menjadi latar belakang utama dari dilakukannya penelitian ini (Budach et al., 2022; Camacho et al., 2023; Gong et al., 2023; Oktafian et al., 2020).

Untuk menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoretis dan aplikasi praktis dalam teknologi pengelasan, penelitian ini dirancang dengan sebuah inovasi dalam pendekatan metodologisnya. Banyak pedoman pengelasan yang bersifat umum, sehingga menyisakan ruang interpretasi yang dapat menyebabkan inkonsistensi kualitas sambungan di lapangan. Nilai kebaruan dari penelitian ini terletak pada upayanya untuk melakukan sebuah penelitian eksperimental yang sistematis dan terkontrol. Tujuannya adalah untuk secara spesifik mengidentifikasi pengaruh variasi arus las *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap kekuatan tarik dan lentur pada material baja ST 42, sehingga menggantikan asumsi dengan bukti empiris yang solid.

Desain eksperimental penelitian ini dilakukan secara cermat untuk memastikan validitas hasil. Penelitian ini akan berfokus pada pengujian tiga variasi arus yang berbeda, yaitu **95 A, 105 A, dan 115 A**. Pemilihan rentang arus ini dimaksudkan untuk mewakili kondisi arus rendah, medium, dan tinggi yang umum digunakan dalam aplikasi industri. Setiap variasi arus akan diterapkan pada spesimen uji yang terbuat dari material baja karbon rendah ST 42 dengan ketebalan 10 mm, menggunakan elektroda jenis E6013 yang populer karena kemudahan penggunaannya. Dengan mengontrol variabel lain seperti jenis material dan elektroda, penelitian ini dapat mengisolasi dan mengukur dampak kuantitatif dari perubahan arus terhadap performa mekanis sambungan las.

Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis dan mendeskripsikan secara kuantitatif bagaimana variasi arus pengelasan SMAW memengaruhi sifat mekanik, khususnya kekuatan tarik sambungan las. Berdasarkan pengamatan awal dan beberapa studi literatur, penelitian ini mengajukan hipotesis bahwa penggunaan arus sebesar **105 A** akan menjadi parameter optimal. Arus ini diprediksi mampu menghasilkan penetrasi las yang ideal tanpa menyebabkan cacat seperti *undercut* atau panas berlebih, sehingga menghasilkan sambungan dengan kekuatan tarik tertinggi dibandingkan dengan arus 95 A yang mungkin kurang matang dan 115 A yang berisiko merusak struktur mikro material.

Pada akhirnya, kontribusi utama yang diharapkan dari penelitian ini adalah tersedianya sebuah rekomendasi teknis yang jelas, berbasis data, dan aplikatif bagi para praktisi di industri manufaktur dan konstruksi. Hasil penelitian ini tidak hanya akan memvalidasi parameter pengelasan yang paling efektif untuk baja ST 42, tetapi juga dapat menjadi acuan untuk penyusunan *Welding Procedure Specification* (WPS) yang lebih andal. Dengan demikian, temuan ini berpotensi meningkatkan kualitas, keandalan, dan keamanan struktur hasil pengelasan, sekaligus memberikan efisiensi dalam proses produksi dengan mengurangi risiko kegagalan sambungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dirancang sebagai sebuah studi eksperimental kuantitatif yang bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus pada proses pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) terhadap sifat mekanik sambungan las. Material utama yang digunakan adalah pelat baja ST-42 dengan ketebalan 10 mm, yang dipersiapkan dengan sambungan kampuh V bersudut 70°. Proses pengelasan dilakukan pada posisi 1G (datar) menggunakan elektroda jenis E6013 berdiameter 3,2 mm. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah arus pengelasan, yang dibagi menjadi tiga tingkatan, yaitu 95 Ampere, 105 Ampere, dan 115 Ampere. Untuk setiap variasi arus, dibuat tiga spesimen uji yang identik, sehingga total spesimen yang disiapkan untuk pengujian berjumlah sembilan buah, guna memastikan reliabilitas data hasil pengujian.

Copyright (c) 2025 CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan

Prosedur pengumpulan data primer dilakukan melalui pengujian mekanis yang dilaksanakan di laboratorium Politeknik Negeri Malang. Setiap spesimen yang telah dilas terlebih dahulu dipersiapkan dan dibentuk melalui proses permesinan agar sesuai dengan dimensi standar pengujian tarik ASTM-E8. Instrumen utama yang digunakan adalah mesin uji tarik universal yang telah terkalibrasi. Selama proses pengujian, data-data penting dicatat secara sistematis menggunakan lembar observasi yang telah disiapkan. Data yang dicatat meliputi parameter arus pengelasan, dimensi awal spesimen, serta data keluaran dari mesin uji seperti beban maksimal (N) dan perpanjangan (elongasi). Peralatan pendukung yang digunakan mencakup jangka sorong untuk pengukuran presisi dan Microsoft Excel untuk tabulasi data mentah.

Data mentah yang diperoleh dari hasil pengujian tarik dianalisis menggunakan metode kuantitatif deskriptif. Data beban maksimal dari setiap spesimen dikonversi menjadi nilai tegangan tarik (MPa) dengan membaginya dengan luas penampang awal. Data perpanjangan juga diolah untuk mendapatkan nilai regangan putus (%). Selanjutnya, untuk setiap kelompok variasi arus, dihitung nilai rata-rata dari ketiga spesimen untuk parameter kekuatan luluh, kekuatan tarik, dan regangan. Hasil rata-rata dari ketiga kelompok tersebut kemudian dibandingkan untuk mengidentifikasi variasi arus mana yang menghasilkan sifat mekanik paling optimal. Untuk mempermudah interpretasi, seluruh hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang menggambarkan hubungan antara arus pengelasan dan kekuatan sambungan las.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

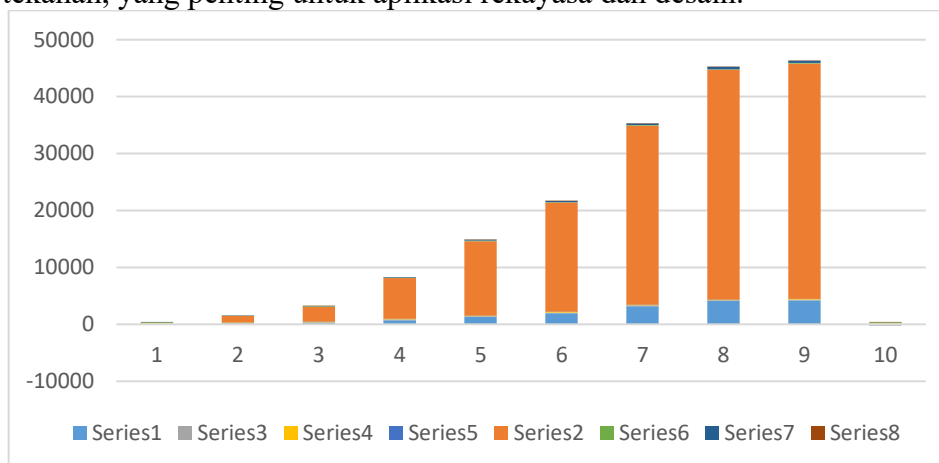
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus terhadap kekuatan sambungan las baja st – 42 dengan menggunakan mesin uji tarik. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan mesin las SMAW dan elektroda tipe E6013 dengan diameter 3.2 mm. Spesimen dilas dalam keadaan datar (1G) dan menggunakan 3 variasi arus yaitu 95A, 105A, dan 115A, kemudian dilakukan uji tarik. Hasil pengujian disajikan dalam 3 tabel dengan arus yang berbeda.

Tabel 1 Pengujian Tarik Arus 95A

No	Volume (Kg)	Volume (N)	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Perpanjangan (mm)	Luas Penampang (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan (%)
1	1.00	9.81	120	120.00	0.00	100	0.001	0.00
2	113.4	1112.45	120	120.22	0.22	100	0.116	0.002
3	263.2	2581.99	120	121.54	1.54	100	0.268	0.013
4	728.0	7141.68	120	121.76	1.76	100	0.742	0.015
5	1330.0	13047.30	120	122.42	2.42	100	1.356	0.020
6	1954.6	19174.63	120	122.86	2.86	100	1.992	0.024
7	3205.0	31441.05	120	124.17	4.17	100	3.267	0.035
8	4114.2	40360.30	120	125.27	5.27	100	4.194	0.044
9	4215.0	41349.15	120	125.71	5.71	100	4.297	0.048
10	-13.986	-137.20	120	136.25	16.25	100	-0.014	0.0135
Rata-rata		15608.12		124.020	4.02		156.081	3.35

Tabel 1 menyajikan data hasil pengujian tarik yang dilakukan pada suatu material dengan arus pengelasan 95A. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik material tersebut, terutama kekuatan dan elastisitasnya. Berdasarkan data, seiring dengan meningkatnya beban yang diberikan (dari 9.81 N hingga 41349.15 N), terjadi perpanjangan pada material, yang mengindikasikan adanya deformasi. Nilai tegangan (stress) dan regangan (strain) juga turut meningkat, yang merupakan respons material terhadap gaya tarik yang diberikan. Data

menunjukkan bahwa material mengalami perpanjangan hingga 5.71 mm sebelum akhirnya mencapai titik puncak. Terdapat anomali pada data ke-10 yang menunjukkan nilai negatif, yang kemungkinan merupakan kesalahan pencatatan atau anomali pada saat pengujian. Secara keseluruhan, data ini memberikan gambaran mengenai bagaimana material tersebut berperilaku di bawah tekanan, yang penting untuk aplikasi rekayasa dan desain.



Gambar 1. Diagram Batang Arus 95 A

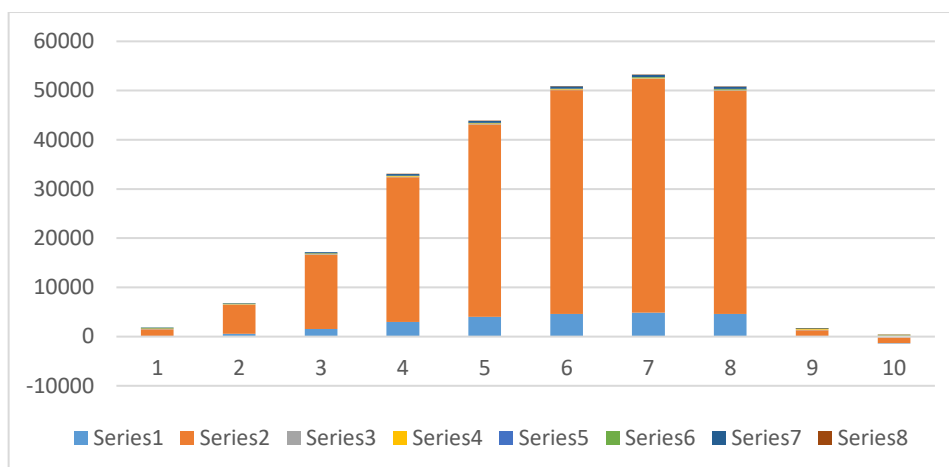
Gambar 1 merupakan diagram batang bertumpuk yang memvisualisasikan data hasil pengujian tarik pada arus 95 A. Diagram ini menampilkan sepuluh titik data pada sumbu horizontal, yang melambangkan urutan pengambilan data selama pengujian. Sumbu vertikal menunjukkan skala numerik hingga 50.000, yang kemungkinan besar merepresentasikan gaya tarik (N) yang diberikan pada spesimen. Secara umum, diagram menunjukkan tren peningkatan yang signifikan dari titik data 1 hingga 9. Komponen utama pada setiap batang adalah "Series2" (warna oranye), yang nilainya meningkat secara progresif dan mencapai puncaknya pada batang ke-9. Di dasar setiap batang, terdapat "Series1" (warna biru) dengan nilai yang jauh lebih kecil. Tren ini menggambarkan bagaimana material merespons beban yang terus bertambah. Titik data ke-10 menunjukkan sebuah anomali dengan nilai negatif kecil, yang kemungkinan menandakan titik patah atau akhir dari proses pengujian tarik.

Tabel 2. Pengujian Tarik Arus 105A

No	Volume (Kg)	Volume (N)	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Perpanjangan (mm)	Luas Penampang (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan (%)
1	134.4	1318.46	120	120.44	0.44	100	13.184	0.37
2	595.2	5838.91	120	121.75	1.75	100	53.389	1.46
3	1539.4	15101.51	120	122.85	2.85	100	151.015	2.38
4	2994.6	29377.02	120	124.17	4.17	100	293.770	3.48
5	3998.4	39126.20	120	125.27	5.27	100	391.262	4.39
6	4632	45439.92	120	126.58	6.58	100	454.399	5.48
7	4844.4	47523.56	120	127.68	7.68	100	475.235	6.40
8	4623.2	45353.59	120	128.56	8.56	100	453.535	7.13
9	120.8	1185.04	120	131.19	11.19	100	11.8505	9.33
10	-120.4	-1181.12	120	131.41	11.41	100	-11.811	9.51
Rata-rata		22908.31		125.99	5.99		229.083	4.99

Tabel 2 menyajikan data rinci dari hasil pengujian tarik pada sambungan las yang dibuat dengan arus 105A. Data tersebut secara sistematis menunjukkan respons material terhadap beban yang meningkat secara progresif, di mana terlihat bahwa seiring dengan penambahan beban, nilai tegangan dan regangan juga turut mengalami peningkatan. Puncak kekuatan tarik material ini tercapai pada titik data ketujuh, di mana spesimen mampu menahan tegangan

maksimum sebesar 475.235 MPa dengan gaya tarik mencapai 47523.56 N. Setelah melewati titik puncak ini, data kedelapan menunjukkan adanya penurunan kekuatan meskipun perpanjangan terus terjadi, sebuah fenomena yang mengindikasikan material telah memasuki fase ‘necking’ sebelum patah. Pengujian ini diakhiri dengan penurunan drastis pada beban, yang tercatat pada data kesembilan dan kesepuluh, menandakan spesimen telah mengalami kegagalan.



Gambar 2. Diagram Batang Arus 105 A

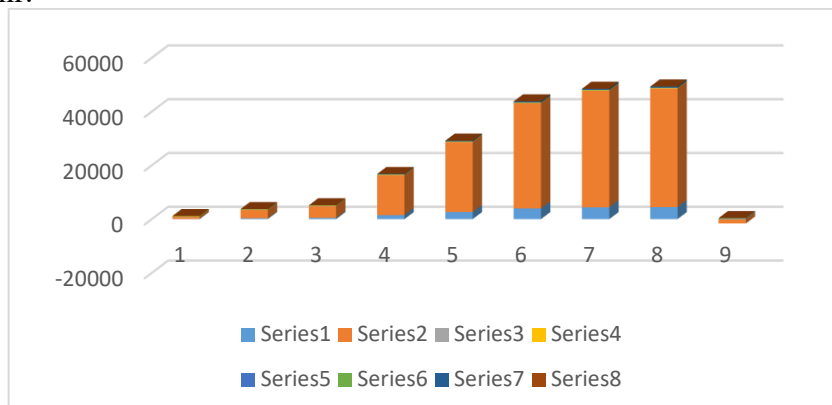
Gambar 2 adalah diagram batang bertumpuk yang memvisualisasikan data dari pengujian tarik untuk arus pengelasan 105 A. Sumbu horizontal pada diagram ini menandai sepuluh titik data pengujian secara berurutan, sementara sumbu vertikalnya merepresentasikan besaran nilai, kemungkinan besar gabungan dari gaya dan massa. Diagram dengan jelas menunjukkan adanya peningkatan beban secara bertahap dari data pertama hingga mencapai puncaknya pada titik data ketujuh. Komponen oranye yang dominan (Series2) mewakili gaya dalam Newton, sementara komponen biru di dasarnya (Series1) melambangkan massa dalam kilogram. Titik tertinggi pada batang ketujuh menggambarkan kekuatan tarik maksimum spesimen. Setelah itu, ketinggian batang kedelapan yang sedikit menurun secara visual merepresentasikan fase pelemahan material, sebelum akhirnya batang kesembilan dan kesepuluh menunjukkan penurunan nilai yang drastis sebagai tanda kegagalan spesimen.

Tabel 3. Pengujian Tarik Arus 115A

NO	Volume (Kg)	Volume (N)	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Perpanjangan (mm)	Luas Penampang (mm)	Tegangan (Mpa)	Regangan (%)
1	6.4	62.78	120	120.00	0.00	100	0.628	0.00
2	72.8	714.17	120	120.44	0.44	100	7.142	0.37
3	309.8	3039.14	120	121.75	1.75	100	30.391	1.46
4	440.2	4318.36	120	122.85	2.85	100	43.184	2.38
5	1507.4	14787.59	120	124.17	4.17	100	147.876	3.48
6	2644.2	25939.60	120	125.27	5.27	100	259.396	4.39
7	3983.2	39075.19	120	126.59	6.59	100	390.752	5.49
8	4413.6	43297.42	120	127.46	7.46	100	432.974	6.22
9	4489.4	44041.01	120	127.9	7.9	100	440.410	6.58
10	-144.8	-1420.49	120	136.25	16.25	100	-14.205	13.54
Rata-rata		17385.48		125.27	5.268		173.855	4.39

Tabel 3 menyajikan data pengujian tarik untuk spesimen yang dilas menggunakan arus 115A, menunjukkan bagaimana material merespons terhadap pembebanan yang diberikan. Dari data tersebut, terlihat adanya korelasi positif antara penambahan beban dengan peningkatan

nilai tegangan dan regangan secara bertahap. Kekuatan material terus meningkat hingga mencapai titik puncaknya pada data kesembilan, di mana spesimen mampu menahan tegangan maksimum sebesar 440.410 MPa dengan gaya tarik tertinggi mencapai 44041.01 N. Setelah mencapai puncak kekuatan ini, data kesepuluh menunjukkan nilai beban dan tegangan yang negatif, menandakan bahwa spesimen telah melewati batas kekuatannya dan mengalami patah atau kegagalan. Rangkaian data ini secara komprehensif menggambarkan kurva tegangan-regangan material di bawah pengaruh arus las 115A, mulai dari deformasi elastis hingga titik kegagalan akhir.



Gambar 3. Diagram Batang Arus 115 A

Hasil menunjukkan bahwa variasi arus pengelasan memberikan perbedaan terhadap kekuatan sambungan las. Arus 105A menghasilkan nilai rata-rata kekuatan tarik tertinggi 22908.31 N, tegangan 229.083 Mpa dan regangan sebesar 4.99%, diikuti oleh arus 115A dengan rata-rata kekuatan tarik 17385.48 N, tegangan 173.855 Mpa, dan regangan sebesar 4.39%, dan nilai terendah pada arus 95A dengan rata-rata nilai kekuatan tarik sebesar 15608.12 N, regangan 156.081 Mpa, dan regangan sebesar 3.35%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa arus 105A memberikan energi panas yang cukup untuk mencairkan elektroda dan logam secara seimbang sehingga memberikan sambungan las yang sempurna dibandingkan dengan arus 95A dan 115A.

Pembahasan

Analisis komprehensif terhadap hasil penelitian ini secara meyakinkan menunjukkan bahwa variasi arus pengelasan memiliki pengaruh yang sangat krusial dan non-linear terhadap sifat mekanik sambungan las pada baja ST-42. Temuan utama dari serangkaian uji tarik ini secara gamblang mengidentifikasi adanya sebuah titik optimal, di mana arus sebesar 105A terbukti menghasilkan sambungan dengan kekuatan dan daktilitas yang paling superior dibandingkan dengan pengaturan arus yang lebih rendah maupun lebih tinggi (Pratomo et al., 2020; Vietanti et al., 2021). Data secara konsisten menunjukkan bahwa baik kekurangan maupun kelebihan panas selama proses pengelasan sama-sama memberikan dampak yang merugikan bagi integritas sambungan. Pembahasan ini akan menguraikan secara mendalam dasar-dasar metalurgis di balik fenomena ini, mengeksplorasi mengapa setiap pengaturan arus menghasilkan karakteristik yang berbeda, dan pada akhirnya menegaskan pentingnya presisi dalam menentukan parameter pengelasan untuk mencapai kualitas sambungan yang maksimal (Davydov et al., 2021; Gautam, 2017).

Performa superior yang ditunjukkan oleh sambungan las dengan arus 105A menjadi sorotan utama dalam penelitian ini. Spesimen yang dilas dengan parameter ini tidak hanya mencapai nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi, yang mengindikasikan kemampuan menahan beban maksimal, tetapi juga menunjukkan nilai regangan atau daktilitas yang paling tinggi. Copyright (c) 2025 CENDEKIA : Jurnal Ilmu Pengetahuan

Kombinasi antara kekuatan dan daktilitas yang unggul ini adalah ciri khas dari sebuah sambungan las berkualitas tinggi, yang menandakan terbentuknya struktur mikro yang solid dan homogen. Dapat disimpulkan bahwa arus 105A menyediakan energi panas yang seimbang dan "tepat", yang memungkinkan terjadinya proses fusi atau peleburan yang sempurna antara elektroda dengan logam dasar. Hal ini menghasilkan sambungan yang bebas dari cacat internal signifikan, sehingga mampu mendistribusikan tegangan secara merata dan mengalami deformasi yang cukup besar sebelum akhirnya patah (Ólafsson et al., 2019; Wartono & Aprianto, 2021).

Di sisi lain spektrum, penggunaan arus 95A terbukti menghasilkan sambungan dengan kualitas terendah, baik dari segi kekuatan maupun daktilitas. Performa yang buruk ini dapat diatribusikan secara langsung pada kurangnya input panas selama proses pengelasan. Arus yang terlalu rendah gagal menghasilkan energi yang cukup untuk melelehkan logam dasar dan elektroda secara memadai, yang berakibat pada penetrasi yang dangkal dan fusi yang tidak sempurna. Kondisi ini sangat rentan menimbulkan cacat las kritis seperti "kurangnya fusi" (*lack of fusion*) atau "tumpang tindih dingin" (*cold lap*), di mana logam las hanya menempel di permukaan tanpa menyatu dengan baik. Cacat-cacat ini berfungsi sebagai titik konsentrasi tegangan yang tajam, yang menjadi pemicu awal terjadinya retak dan menyebabkan sambungan gagal pada tingkat pembebanan yang jauh lebih rendah (Shen et al., 2019; Surasno, 2019).

Secara menarik, peningkatan arus lebih lanjut ke 115A ternyata tidak menghasilkan sambungan yang lebih kuat, melainkan justru menunjukkan penurunan performa dibandingkan dengan arus 105A. Fenomena ini disebabkan oleh dampak negatif dari input panas yang berlebihan. Arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan beberapa masalah metalurgis yang serius. Panas yang berlebih dapat mengakibatkan "lumeran" atau *undercut* di tepi lasan, yang mengurangi luas penampang efektif dan menjadi titik lemah. Lebih penting lagi, panas yang berlebihan dapat merusak struktur mikro dari logam dasar di sekitar area lasan, yang dikenal sebagai Daerah Terkena Panas (*Heat-Affected Zone / HAZ*). Pemanasan berlebih ini menyebabkan pertumbuhan butir kristal yang kasar pada HAZ, yang membuatnya menjadi lebih rapuh dan rentan terhadap kegagalan, sehingga secara keseluruhan menurunkan kekuatan sambungan (Bintarto et al., 2020; Kurniyanto et al., 2022).

Secara kolektif, hasil penelitian ini secara gamblang mengilustrasikan sebuah "Prinsip Goldilocks" dalam teknologi pengelasan SMAW: parameter arus haruslah "pas". Arus yang terlalu rendah (95A) menyebabkan "pengelasan dingin" dengan fusi yang tidak sempurna. Arus yang terlalu tinggi (115A) menyebabkan "pengelasan panas" yang merusak material di sekitarnya. Arus 105A mewakili titik keseimbangan yang ideal, menyediakan energi yang cukup untuk menciptakan penetrasi dan fusi yang dalam dan konsisten, tanpa memasukkan panas berlebih yang dapat mendegradasi sifat mekanik baja. Keseimbangan termal yang presisi inilah yang menjadi kunci untuk menghasilkan sambungan las yang tidak hanya kuat tetapi juga ulet. Temuan ini memberikan konfirmasi empiris yang kuat terhadap prinsip dasar dalam praktik pengelasan, yang menekankan pentingnya kontrol parameter yang cermat (Eswara et al., 2021; Surasno, 2019).

Sebuah aspek penting yang perlu digarisbawahi adalah bahwa sambungan yang dibuat dengan arus 105A tidak hanya menjadi yang terkuat, tetapi juga yang paling daktil atau ulet. Dalam rekayasa material, seringkali terdapat hubungan terbalik di mana peningkatan kekuatan diiringi dengan penurunan daktilitas. Fakta bahwa parameter 105A berhasil mengoptimalkan kedua sifat ini secara bersamaan merupakan indikator kuat dari terbentuknya sambungan las yang sangat sehat secara metalurgis, kemungkinan dengan struktur butir yang halus dan bebas dari cacat internal yang signifikan. Daktilitas yang superior ini merupakan fitur keamanan yang sangat penting dalam aplikasi struktural, karena material yang ulet akan menunjukkan

deformasi yang terlihat sebelum mengalami kegagalan total, memberikan sebuah peringatan dini yang tidak dimiliki oleh material yang rapuh (Bai & Zhang, 2012; Wang & Belarbi, 2010).

Sebagai kesimpulan, penelitian ini menyajikan wawasan praktis yang sangat berharga dan dapat langsung diaplikasikan mengenai peran sentral dari pemilihan arus dalam proses pengelasan SMAW untuk baja ST-42. Studi ini secara empiris menetapkan bahwa arus 105A merupakan parameter optimal di antara variabel yang diuji, yang mampu menghasilkan sambungan las dengan kombinasi kekuatan tarik dan daktilitas yang superior. Implikasi dari temuan ini bagi para praktisi, seperti juru las dan insinyur, adalah penegasan akan pentingnya kepatuhan terhadap prosedur pengelasan yang presisi dan pemahaman mendalam mengenai konsekuensi dari setiap variasi parameter. Penelitian ini memperkuat gagasan bahwa pengelasan berkualitas tinggi adalah sebuah ilmu tentang keseimbangan, yang menuntut kontrol input panas yang cermat untuk menjamin performa struktural yang andal dan aman.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang komprehensif, dapat ditarik kesimpulan bahwa variasi arus pengelasan memiliki pengaruh yang krusial dan non-linear terhadap sifat mekanik sambungan las pada baja ST-42. Penelitian ini secara meyakinkan mengidentifikasi adanya sebuah titik optimal pada arus 105A, yang terbukti menghasilkan sambungan dengan kombinasi kekuatan tarik dan daktilitas paling superior. Fenomena ini mengilustrasikan sebuah "Prinsip Goldilocks" dalam pengelasan, di mana keseimbangan input panas adalah kunci. Arus yang terlalu rendah (95A) terbukti tidak cukup untuk menciptakan fusi yang sempurna, sehingga menghasilkan sambungan yang lemah dan penuh cacat. Sebaliknya, arus yang terlalu tinggi (115A) menyebabkan panas berlebih yang merusak struktur mikro material di sekitar area lasan, sehingga juga menurunkan kekuatan sambungan secara keseluruhan.

Temuan bahwa arus 105A berhasil memaksimalkan kekuatan dan daktilitas secara bersamaan merupakan indikator kuat dari terbentuknya sambungan las yang sangat sehat secara metalurgis. Daktilitas yang tinggi merupakan fitur keamanan yang sangat penting dalam aplikasi struktural, karena memberikan peringatan dini berupa deformasi sebelum terjadinya kegagalan total. Implikasi praktis dari penelitian ini bagi para juru las dan insinyur adalah penegasan akan pentingnya presisi dan kepatuhan terhadap prosedur pengelasan yang tepat. Studi ini secara empiris memperkuat gagasan bahwa pengelasan berkualitas tinggi adalah sebuah ilmu tentang keseimbangan termal, yang menuntut kontrol input panas yang cermat untuk menjamin performa struktural sambungan yang andal, kuat, dan aman.

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, Y., & Zhang, C. (2012). Capacity of nonlinear large deformation for trusses assembled by brittle FRP composites. *Composite Structures*, 94(11), 3347. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2012.05.016>
- Bintarto, R., et al. (2020). Analisa struktur mikro dan kekuatan bending sambungan las TIG dengan perbedaan kuat arus listrik pada logam tak sejenis aluminium paduan 5052-baja galvanis dengan filler Al-Si 4043. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 11(1), 125. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2020.011.01.14>
- Budach, L., et al. (2022). *The effects of data quality on machine learning performance*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2207.14529>
- Camacho, J., et al. (2023). *Quality in / quality out: Assessing data quality in an anomaly detection benchmark*. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arxiv.2305.19770>

- Davydov, Y., et al. (2021). Features of melting high-chromium flux-cored wire in pulsed arc welding. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1155(1), 12004. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1155/1/012004>
- Eswara, V., et al. (2021). Finite element simulation of residual stresses in welded steel butt joints and their experimental verification and mitigation. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1168(1), 12020. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1168/1/012020>
- Gautam, U. (2017). Effect of process parameter in SAW- A review. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 4(10), 13. <https://doi.org/10.22161/ijaers.4.10.3>
- Gong, Y., et al. (2023). A survey on dataset quality in machine learning. *Information and Software Technology*, 162, 107268. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2023.107268>
- Gyasi, E. A., et al. (2019). Digitalized automated welding systems for weld quality predictions and reliability. *Procedia Manufacturing*, 38, 133. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.018>
- Hakim, R. A. N. A., & Purwanto, D. (2021). Pengukuran dimensi komponen artificial hip joint hasil investment casting menggunakan material AISI 316L. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*, 22(1), 22. <https://doi.org/10.23917/mesin.v22i1.12560>
- Krampit, A. G., & Krampit, M. A. (2016). Procedure of calculating the parameters of the inter-pulse period in pulsed arc welding. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 142, 12002. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/142/1/012002>
- Kurniyanto, H. B., et al. (2022). Mechanical properties of repair welding high yield strength structural steel S690Q. *Journal of Renewable Energy and Mechanics*, 5(1), 16. <https://doi.org/10.25299/rem.2022.vol5.no01.8782>
- Laila, N. S., et al. (2024). Efisiensi termal ruang bakar water tube boiler ditinjau dari pengaruh rasio udara bahan bakar solar dan gas pada produksi superheated steam. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(3), 298. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i3.1070>
- Mohanta, G. K., & Senapati, A. K. (2018). The effect of welding parameters on mild steel by MMAW. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 410, 12015. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/410/1/012015>
- Muślewski, Ł., & Pająk, M. (2025). Methodological aspects of welded joint quality assessment. *Materials*, 18(9), 2148. <https://doi.org/10.3390/ma18092148>
- Oktafian, M. D., et al. (2020). Implementasi pengujian black box menggunakan teknik equivalents partitions pada aplikasi pendaftaran commuter line berbasis web. *Jurnal Teknologi Sistem Informasi Dan Aplikasi*, 3(3), 138. <https://doi.org/10.32493/jtsi.v3i3.5353>
- Ólafsson, D. I., et al. (2019). Multiphysical characterization of FSW of aluminum electrical busbars with copper ends. *Welding in the World*, 64(1), 59. <https://doi.org/10.1007/s40194-019-00814-0>
- Pratomo, M. A., et al. (2020). The variation effect of electric current toward tensile strength on low carbon steel welding with electrode E7018. *Teknomekanik*, 3(1), 9. <https://doi.org/10.24036/tm.v3i1.5572>
- Rizal, M., & Bachtiar, A. (2023). Pemanfaatan air laut Pantai Padang dan Bungus sebagai energi alternatif. *Rang Teknik Journal*, 6(2), 189. <https://doi.org/10.31869/rtj.v6i2.4161>
- Shen, W., et al. (2019). Stress concentration effect of thin plate joints considering welding defects. *Ocean Engineering*, 184, 273. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2019.05.019>

- Sugestian, M. R. (2019). *Analisa kekuatan sambungan las SMAW vertikal horizaontal downhand pada plate baja JIS 3131 SPCH dan stainless steel 201 dengan aplikasi piles transfer di mesin thermoforming (stucking unit)*.
- Surasno, S. (2019). Pengaruh parameter las proses SAW terhadap peningkatan kualitas sambungan las tabung baja LPG. *Jurnal Teknologi Bahan Dan Barang Teknik*, 4(1), 19. <https://doi.org/10.37209/jtbtt.v4i1.43>
- Vietanti, F., et al. (2021). Analysis of welding position and current on mechanical properties of A36 steel using shield metal arc welding. *Journal of Physics: Conference Series*, 2117(1), 12001. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2117/1/012001>
- Wang, H., & Belarbi, A. (2010). Ductility characteristics of fiber-reinforced-concrete beams reinforced with FRP rebars. *Construction and Building Materials*, 25(5), 2391. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2010.11.040>
- Wartono, W., & Aprianto, A. (2021). Pengaruh arus pengelasan terhadap sifat mekanis sambungan butt-joint las TIG aluminium. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, dan Material*, 5(1), 24. <https://doi.org/10.30588/jeemm.v5i1.848>
- Winczek, J., et al. (2021). The amount of heat input to the weld per unit length and per unit volume. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1199(1), 12067. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1199/1/012067>