



Optimasi Proses Pengelasan SMAW Pada Posisi 2G Dengan Analisis Pengaruh Besaran Arus Terhadap Kekuatan Tarik

Aditya Nugraha Pratama¹, Agung Widiyanto Fajar Sutrisno², Anita Oktaviana Trisna Devi³
^{1,2,3} Fakultas Sains, Teknologi, Dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta, Surakarta, Indonesia

Article Info

Article history:

Received Agustus 1, 2025

Revised Agustus 1, 2025

Accepted Agustus 6, 2025

Kata Kunci:

Pengelasan SMAW,
Posisi 2G,
Arus Optimal,
Baja Karbon Rendah,
Kekuatan Tarik

Keywords:

SMAW Welding,
2G Position,
Optimum Current,
Low Carbon Steel,
Tensile Strength

ABSTRAK

Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) merupakan salah satu metode yang banyak digunakan dalam industri manufaktur. Pada posisi 2G, kualitas sambungan sangat dipengaruhi oleh gravitasi yang menarik cairan logam las, sehingga pengaturan parameter, khususnya besaran arus, menjadi faktor krusial. Arus yang terlalu kecil menyebabkan penetrasi dangkal dan sambungan lemah, sedangkan arus terlalu besar berisiko menimbulkan cacat seperti porositas dan *undercut*. Penelitian ini bertujuan menentukan arus optimal untuk pengelasan SMAW posisi 2G pada baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Proses pengelasan menggunakan elektroda LB-52 jenis E7016 dengan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A. Pengujian tarik dilakukan pada masing-masing kombinasi arus dan ketebalan, dengan tiga kali pengulangan. Uji tambahan juga dilakukan pada arus 70 A dan 80 A untuk ketebalan 10 mm. Hasil menunjukkan bahwa arus 90 A menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada ketebalan 8 mm (353,26 kg/mm²), sedangkan untuk ketebalan 10 mm dan 12 mm, kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada arus 110 A, masing-masing sebesar 472,13 kg/mm² dan 605,40 kg/mm². Namun, pada ketebalan 10 mm, selisih kekuatan tarik antara arus 90 A dan 110 A hanya sekitar 2,3%, sehingga 90 A lebih efisien dari sisi konsumsi energi. Pengamatan lainnya menunjukkan bahwa pada arus 70 A dan 80 A, seluruh spesimen patah di daerah las, menandakan kekuatan sambungan rendah. Dengan mempertimbangkan efisiensi energi, kekuatan sambungan, dan lokasi patahan, arus 90 A direkomendasikan sebagai titik optimal untuk pengelasan SMAW posisi 2G baja karbon rendah pada ketebalan tipis hingga sedang.

ABSTRACT

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) is a method widely used in the manufacturing industry. In the 2G position, the quality of the joint is greatly influenced by gravity pulling the molten weld metal, so that parameter settings, especially the current, are crucial. Too small a current causes shallow penetration and weak joints, while too large a current risks causing defects such as porosity and undercuts. This study aims to determine the optimal current for SMAW welding in the 2G position on low carbon steel with a thickness of 8 mm, 10 mm, and 12 mm. The welding process uses LB-52 electrode type E7016 with current variations of 90 A, 100 A, and 110 A. Tensile testing was carried out on each combination of current and thickness, with three repetitions. Additional tests were also carried out at currents of 70 A and 80 A for a thickness of 10 mm. The results show that a current of 90 A produces the highest tensile strength at a thickness of 8 mm (353.26 kg/mm²), while for thicknesses of 10 mm and 12 mm, the highest tensile strengths are obtained at a current of 110 A, amounting to 472.13 kg/mm² and 605.40 kg/mm², respectively. However, at a thickness of 10 mm, the difference

in tensile strength between the currents of 90 A and 110 A is only about 2.3%, making 90 A more efficient in terms of energy consumption. Other observations show that at currents of 70 A and 80 A, all specimens fractured in the weld zone, indicating low joint strength. Considering energy efficiency, joint strength, and fracture location, a current of 90 A is recommended as the optimal point for 2G-position SMAW welding of low-carbon steel at thin to medium thicknesses..

This is an open access article under the [CC BY](#) license.



Corresponding Author:

Aditya Nugraha Pratama
Fakultas Sains, Teknologi, Dan Kesehatan, Universitas Sahid Surakarta,
Surakarta, Indonesia
Email: fortmontyusmanda@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan proses penyambungan material yang sangat penting dalam berbagai industri manufaktur. Salah satu metode pengelasan yang umum digunakan adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW) atau pengelasan busur manual. Dalam proses ini, panas yang dihasilkan dari busur listrik antara elektroda dan benda kerja melelehkan logam dasar dan elektroda sehingga membentuk sambungan las yang kokoh dan permanen.

Dalam praktik pengelasan, posisi pengelasan sangat mempengaruhi kualitas dan kekuatan sambungan las yang dihasilkan. Terdapat beberapa posisi pengelasan standar, yaitu posisi 1G (posisi pengelasan datar, dimana sambungan las berada di bagian bawah, dan tukang las mengelas dari atas), 2G (posisi pengelasan horizontal, dimana benda kerja vertikal dan tukang las mengelas secara horizontal), 3G (posisi pengelasan vertikal, di mana sambungan las vertikal, dan tukang las mengelas secara vertikal.), dan 4G (pengelasan overhead atau di atas kepala, dimana tukang las mengelas dari bawah material).

Pada posisi 2G, benda kerja ditempatkan secara vertikal dan pengelasan dilakukan secara horizontal. Pada posisi ini, gaya gravitasi cenderung menarik cairan las ke bawah, sehingga diperlukan pengaturan parameter pengelasan yang tepat untuk memperoleh penetrasi yang optimal dan menghindari cacat seperti undercut, porositas, atau incomplete fusion [1].

Salah satu parameter kritis dalam proses ini adalah besaran arus listrik yang digunakan. Pemilihan besaran arus sangat menentukan keberhasilan pengelasan, terutama pada posisi 2G. Besaran arus mempengaruhi tingkat penetrasi, lebar kawah las, bentuk permukaan las, serta kemungkinan terjadinya cacat. Arus yang terlalu kecil menyebabkan penetrasi kurang dalam dan sambungan yang lemah, sedangkan arus yang terlalu besar dapat menyebabkan pembakaran berlebih pada logam dasar, porositas, dan bahkan retakan [2].

Studi oleh Vietanti dkk. menunjukkan bahwa arus 90 A pada posisi 2G menghasilkan kekuatan tarik yang optimal dibandingkan arus yang lebih tinggi [3]. Penelitian lain menunjukkan bahwa peningkatan arus dari 90 A ke 110 A dapat meningkatkan kekuatan tarik, tetapi setelah titik tertentu justru menurunkan kualitas sambungan karena overheating dan cacat las [4].

Dalam penelitian oleh Susilowati dan Sumardiyanto, elektroda tipe E6016 yang digunakan pada arus 110 A memberikan kekuatan tarik yang cukup tinggi pada baja karbon rendah [5]. Sedangkan studi oleh Rahangmetan dkk. membuktikan bahwa arus 90 A menghasilkan struktur mikro yang lebih halus dan bebas dari porositas ketika dikombinasikan dengan elektroda LB 52 [6].

Penelitian terdahulu lainnya juga menggarisbawahi bahwa penggunaan arus 100 A hingga 110 A pada pengelasan baja A36 mampu meningkatkan kekuatan tarik hingga 15% dibandingkan arus di bawah 90 A [7]. Namun, studi eksperimental oleh Ramadhani dan Ridwan menyatakan bahwa arus terlalu besar (>120 A) akan meningkatkan cacat las seperti spatter dan undercut, terutama pada posisi 2G [8].

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Baja karbon rendah banyak digunakan dalam industri untuk berbagai aplikasi penting seperti pembuatan struktur bangunan (balok, kolom, rangka), pembuatan tangki penyimpanan, komponen alat berat, hingga bagian dari kapal dan jembatan [9]. Pemilihan ketebalan tersebut merepresentasikan rentang ketebalan yang umum dijumpai dalam industri, sehingga hasil penelitian ini diharapkan relevan dan aplikatif terhadap kebutuhan nyata di lapangan.

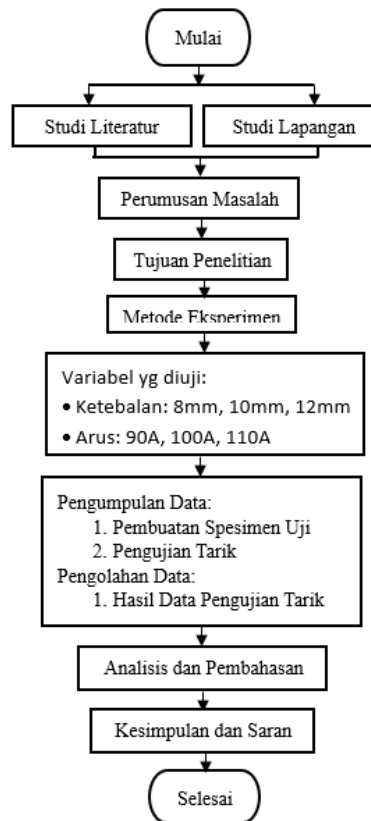
Masalah yang sering ditemui dalam praktik pengelasan SMAW pada posisi 2G adalah belum adanya standar yang jelas dari akademis di bidang teknologi pengelasan mengenai besaran arus yang optimal untuk berbagai jenis material dan ketebalan. Penelitian terdahulu [2][3][4][7] menunjukkan bahwa variasi arus berpengaruh nyata terhadap kekuatan tarik hasil las, namun hingga saat ini belum ada standar akademis atau praktis yang baku mengenai arus optimal khususnya untuk posisi 2G pada berbagai ketebalan baja karbon rendah.

Setiap welder umumnya memiliki preferensi besaran arus berdasarkan pengalaman masing-masing, sehingga dalam praktik industri sering terjadi variasi hasil pengelasan yang cukup besar [10]. Oleh karena itu, penting untuk memiliki panduan baku berbasis data empiris mengenai besaran arus optimal, khususnya untuk baja karbon rendah dengan ketebalan umum seperti 8 mm, 10 mm, dan 12 mm dalam pengelasan posisi 2G. Kondisi ini menimbulkan urgensi untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A terhadap kekuatan tarik sambungan las SMAW pada posisi 2G. Dengan mengetahui hubungan antara besaran arus dan kekuatan tarik hasil las, diharapkan dapat dirumuskan rekomendasi besaran arus yang optimal untuk menghasilkan sambungan yang kuat, minim cacat, dan sesuai standar industri.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian ini menyajikan tahapan-tahapan utama yang dilalui dalam penelitian, mulai dari perumusan masalah hingga kesimpulan. Diagram ini membantu memperjelas alur kerja penelitian secara sistematis, sehingga pembaca dapat memahami urutan proses yang dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Persiapan Material dan Alat

Tahap persiapan material dan alat merupakan langkah krusial untuk memastikan penelitian dapat berjalan dengan baik dan menghasilkan data yang valid. Persiapan dilakukan secara sistematis dengan memperhatikan standar dan spesifikasi yang telah ditentukan.

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan diameter 8mm, 10mm dan 12mm yang dipotong sesuai dengan dimensi yang dibutuhkan untuk pengelasan posisi 2G. Pemilihan material ini didasarkan pada pertimbangan aplikasi praktis dan ketersediaan di industri.



Gambar 2. Material baja karbon rendah

2. Elektroda yang digunakan adalah tipe LB-52 7016. Pemilihan elektroda ini disesuaikan dengan material dasar dan posisi pengelasan yang akan dilakukan.



Gambar 3. Elektroda LB-52 7016

3. Mesin las SMAW yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Stahlwerk ARC-200* dengan kapasitas arus hingga 20-200 Ampere. Pemilihan mesin las ini didasarkan pada kemampuannya untuk menghasilkan arus yang stabil dan presisi pengaturan yang baik. Sebelum digunakan, mesin las dikalibrasi untuk memastikan akurasi pembacaan arus sesuai dengan yang direncanakan.



Gambar 4. Mesin las Stahlwerk ARC-200

4. Alat Ukur dan Bantu

- a. Alat ukur: jangka sorong, mistar baja, busur derajat, meteran,
- b. Alat bantu: penggores, penitik, palu, sikat baja, gerinda tangan

5. Alat Keselamatan Kerja

Topeng las, sarung tangan las, apron las, sepatu *safety*, masker, kacamata *safety*



Gambar 1. Alat keselamatan kerja

2.3 Proses Pengelasan SMAW Posisi 2G

Proses pengelasan merupakan tahapan inti dari penelitian ini yang dilakukan dengan mengikuti prosedur yang telah ditetapkan untuk menghasilkan sambungan las yang berkualitas. Sebelum pengelasan, material dibersihkan dari kotoran, karat, dan kontaminan lainnya menggunakan sikat baja dan gerinda. Proses pengelasan standar pengelasan yang digunakan dalam pembuatan bahan adalah sebagai berikut:

1. Pengelasan posisi horizontal (2G)
2. Menggunakan elektroda jenis LB-52 7016 diameter 3,2 mm dan 2,6 mm
3. dengan diameter material 8mm, 10 mm dan 12 mm
4. Kampuh yang digunakan adalah kampuh V

2.4 Variasi Arus Pengelasan

Dalam penelitian ini, pengelasan dilakukan dengan menggunakan tiga variasi arus yang berbeda untuk menganalisis pengaruhnya terhadap kekuatan tarik sambungan las. Pemilihan variasi arus didasarkan pada besaran arus jenis ini banyak digunakan di konstruksi - konstruksi besar seperti jembatan penyambungan yang banyak memanfaatkan las. Variasi arus yang digunakan adalah 90 Ampere, 100 Ampere, dan 110 Ampere. Pemilihan ini juga diperkuat oleh hasil-hasil penelitian terdahulu yang menunjukkan keunggulan masing-masing arus dalam kondisi pengelasan tertentu.

Menurut [3] Penelitian ini menemukan bahwa arus 90A adalah faktor arus yang memberikan hasil terbaik dengan kontribusi terbesar (59%). Eksperimen konfirmasi menunjukkan bahwa penggunaan arus 90A secara signifikan menurunkan jumlah cacat las sebesar 56.67%, dari 20.15% menjadi 8.73%. Parameter lain seperti kecepatan pengelasan dan jarak busur juga diperhitungkan, tetapi arus 90A adalah nilai optimal untuk pengelasan SMAW pada pekerjaan penelitian tersebut.

Pada penelitian [4] mengatakan Arus 100A memberikan keseimbangan antara penetrasi yang cukup dan kontrol cacat las. Pada arus ini, hasil pengujian menunjukkan kekuatan tarik dan regangan yang baik, serta struktur mikro dengan pembentukan pearlite yang cukup baik, mendukung kekuatan mekanik sambungan las.

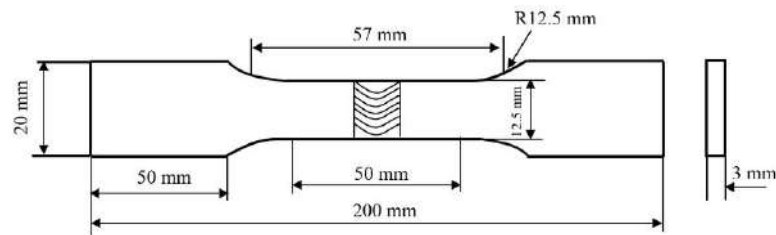
Lanjut menurut [5] Arus 110A menghasilkan penetrasi yang dalam dan kekuatan tarik maksimal karena pembentukan pearlite lebih banyak dalam struktur mikro, yang meningkatkan kekerasan dan ketangguhan las. Namun, arus tinggi ini berisiko menyebabkan *overheating* yang dapat menimbulkan cacat seperti distorsi, *porosity*, dan *undercut*. Oleh karena itu, penggunaannya harus hati-hati dan disesuaikan dengan ketebalan material dan elektroda

Pengaturan arus pengelasan dilakukan melalui mesin las SMAW yang telah dikalibrasi. Untuk memastikan konsistensi pengukuran, dilakukan verifikasi arus aktual menggunakan tang ampere setiap kali sebelum proses pengelasan dimulai. Selama proses pengelasan, parameter lain seperti *voltage* dan *travel speed* dijaga konstan untuk memastikan bahwa perubahan yang terjadi pada hasil pengelasan murni disebabkan oleh variasi arus.

Pemilihan tiga besaran arus tersebut (90A, 100A, dan 110A) dilakukan untuk merepresentasikan rentang arus yang umum direkomendasikan dalam pengelasan SMAW menggunakan elektroda LB-52 E7016 pada posisi 2G. Arus 90A dipilih karena terbukti pada penelitian terdahulu mampu menghasilkan kekuatan tarik tinggi sekaligus meminimalkan cacat las, sehingga efisien dari sisi masukan panas. Arus 100A digunakan sebagai titik tengah untuk mengevaluasi keseimbangan antara penetrasi yang cukup dalam dan kontrol terhadap cacat, sehingga dapat menjadi acuan praktis pada kondisi pengelasan umum. Sementara itu, arus 110A dipilih untuk melihat potensi peningkatan kekuatan tarik pada material yang lebih tebal melalui penetrasi maksimal, meskipun tetap memperhatikan risiko *overheating*. Dengan membandingkan ketiga besaran arus ini pada berbagai ketebalan pelat, penelitian dapat mengidentifikasi arus optimal yang menghasilkan sambungan las berkualitas tinggi, minim cacat, dan efisien secara energi.

2.5 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen uji tarik dilakukan dengan ukuran spesimen uji tarik material *Mild Steel IS* mengacu pada standar ASTM, untuk pengujian tarik material hasil pengelasan. Proses ini dilakukan dengan sangat hati-hati untuk menghindari pengaruh proses pembuatan spesimen terhadap sifat mekanik material. Spesimen dibuat dari hasil pengelasan yang telah diinspeksi secara visual dan dipastikan bebas dari cacat las yang signifikan.



Gambar 6. Ukuran spesimen uji tarik

Dari setiap ketebalan dibuat tiga spesimen untuk masing-masing variasi arus pengelasan, sehingga total terdapat 27 spesimen uji. Proses pembuatan spesimen dimulai dengan:

1. Pemotongan material menggunakan mesin frais (*milling machine*) dan mesin grenda, dengan cairan pendingin untuk menghindari pengaruh panas.
2. Selanjutnya, spesimen dibentuk dengan panjang 200 mm, lebar 20 mm, tebal 8mm, 10 mm dan 12mm, serta luas penampang 12 mm.
3. Permukaan spesimen dihaluskan untuk menghindari konsentrasi tegangan yang tidak diinginkan.



Gambar 2. Spesimen uji tarik (ASTM-E8)

2.6 Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan metode pengujian mekanis yang digunakan untuk mengevaluasi respons suatu material terhadap gaya elastis, yang berfungsi untuk menentukan kekuatan material tersebut. Pengujian ini membantu kita memahami bagaimana bahan merespons gaya tarik dan sejauh mana material dapat memanjang. Gaya tarik yang diberikan pada spesimen uji akan menyebabkan peningkatan panjang serta penurunan lebar spesimen tersebut (ASTM-E8).



Gambar 3. Mesin uji tarik

Prosedur dan pembacaan hasil pada pengujian tarik adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan kertas milimeter *block* dan letakkan kertas tersebut pada *plotter*
2. Benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut
3. Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus
4. Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data
5. Hasil diagram terdapat pada kertas milimeter *block* yang ada pada meja *plotter*,
6. Kemudian menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, reduksi penampang dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.

2.7 Analisa dan Pengolahan Data

Analisis data merupakan tahap penting dalam proses penelitian eksperimen, karena bertujuan untuk mengolah dan menginterpretasikan data hasil pengujian menjadi informasi yang dapat menjawab rumusan masalah. Pada penelitian ini, analisis data dilakukan terhadap hasil pengujian tarik spesimen las SMAW posisi 2G dengan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A, serta tiga variasi ketebalan pelat, yaitu 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Masing-masing kombinasi arus dan ketebalan diuji sebanyak tiga kali untuk memperoleh data yang lebih representatif dan reliabel.

Data utama yang dianalisis adalah kekuatan tarik maksimum (σ_{ult}) yang dihitung berdasarkan beban tarik maksimum yang diterima spesimen dan luas penampang awal spesimen, sesuai dengan rumus:

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

Keterangan:

$u\sigma$: Kekuatan tarik maksimum (kg/mm²)

F : Beban tarik maksimum (kg)

A₀: Luas penampang awal spesimen (mm²)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Hasil Penelitian

Penelitian ini menyajikan data hasil pengujian tarik yang dilakukan pada spesimen las SMAW posisi 2G. Penelitian ini secara sistematis memvariasikan arus listrik pengelasan pada tiga tingkatan, yaitu 90 Ampere, 100 Ampere, dan 110 Ampere, untuk menginvestigasi pengaruhnya terhadap kekuatan tarik sambungan las. Pengujian dilakukan pada spesimen dengan tiga variasi ketebalan pelat, yaitu 8 mm, 10 mm, dan 12 mm. Setiap variasi arus diterapkan pada beberapa spesimen, dan pengujian tarik diulang sebanyak tiga kali untuk setiap spesimen guna memperoleh data yang representatif. Hasil pengujian tarik ini mencakup pengukuran beban tarik maksimum dan perhitungan kekuatan tarik, yang kemudian dirangkum dan disajikan dalam bentuk tabel.

1. Hasil Uji Spesimen Ketebalan 8 mm

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen baja hasil pengelasan SMAW dengan ketebalan 8 mm. Pengujian ini menggunakan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan sambungan las serta titik optimalnya. Setiap arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil pengujian meliputi beban tarik, regangan, serta kekuatan tarik rata-rata. Berikut data hasil uji tarik untuk ketebalan 8 mm:

Tabel 1. Data Uji Tarik Ketebalan 8 mm

Ketebalan 8 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Beban Tarik (kg)	Regangan (mm)
90	1	4651,60	17,00
	2	4439,20	13,11
	3	4156,40	8,34
100	1	4591,40	14,9
	2	4453,60	13,63
	3	3805,60	8,34
110	1	3484,80	12,12
	2	4380,60	14,61
	3	4532,80	14,1

Sumber: Hasil Uji Tarik (2025)

Hasilnya diolah dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{\text{Beban } (F)}{\text{Luas Penampang } (A_0)} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

Keterangan:

σ_u = Kekuatan tarik maksimum

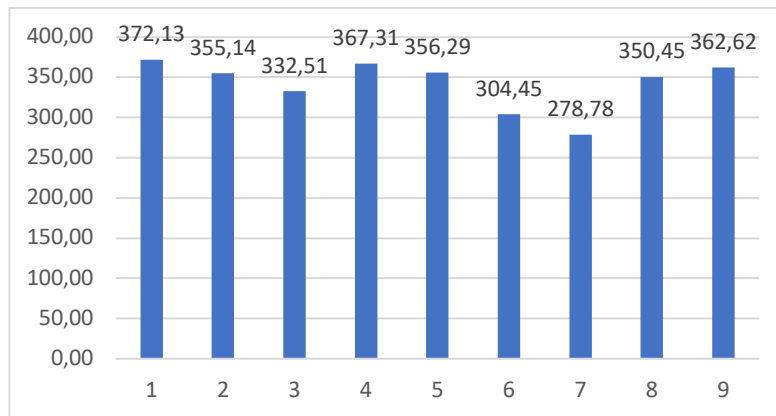
F = Beban tarik maksimum (Kg)

A_0 = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Tabel 2. Data Kekuatan Tarik Ketebalan 8 mm

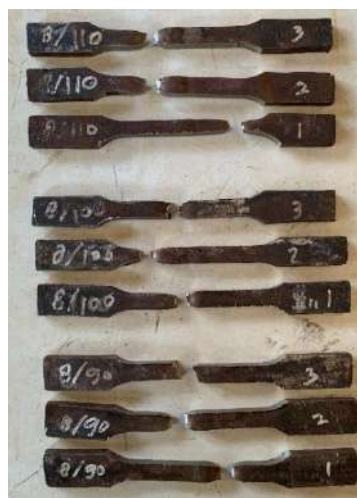
Ketebalan 8 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Mean
90	1	372,13	353,26
	2	355,14	
	3	332,51	
100	1	367,31	342,68
	2	356,29	
	3	304,45	
110	1	278,78	330,62
	2	350,45	
	3	362,62	

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 9. Grafik Pengujian Ketebalan 8mm

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 10. Material hasil pengujian tarik ketebalan 8

Sumber: Data Primer

Tabel 10 menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik pada spesimen baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm yang dilas menggunakan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A. Setiap variasi arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil kekuatan tariknya ditampilkan bersama nilai rata-rata (*mean*) dari masing-masing kelompok arus.

Pada pengelasan menggunakan arus 90 A, ketiga spesimen menghasilkan kekuatan tarik sebesar 372,13 kg/mm² pada spesimen satu, 355,14 kg/mm² spesimen dua, dan 332,51 kg/mm² pada spesimen tiga. Dari hasil tersebut, diperoleh nilai rata-rata sebesar 353,26 kg/mm², yang merupakan nilai tertinggi dibandingkan dengan dua variasi arus lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan arus 90 A pada pelat baja karbon rendah dengan ketebalan 8 mm memberikan hasil sambungan las yang paling kuat secara mekanis.

Saat arus dinaikkan dari 90 A menjadi 100 A, kekuatan tarik spesimen mengalami sedikit penurunan, dengan masing-masing spesimen mencatatkan nilai sebesar spesimen satu 367,31 kg/mm², spesimen dua 356,29 kg/mm², dan spesimen tiga 304,45 kg/mm². Rata-rata dari ketiga spesimen tersebut adalah 342,68 kg/mm², menunjukkan bahwa peningkatan arus pada ketebalan ini mulai memberikan efek negatif terhadap kualitas sambungan.

Sementara itu, pada arus 110 A, nilai kekuatan tarik yang diperoleh adalah spesimen satu 278,78 kg/mm², spesimen dua 350,45 kg/mm², dan spesimen tiga 362,62 kg/mm², dengan rata-rata sebesar

330,62 kg/mm². Nilai ini merupakan yang paling rendah di antara ketiga kelompok arus, jadi penggunaan arus yang terlalu tinggi cenderung menghasilkan penurunan kekuatan tarik.

2. Hasil Uji Spesimen Ketebalan 10 mm

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen baja hasil pengelasan SMAW dengan ketebalan 10 mm. Pengujian ini menggunakan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan sambungan las serta titik optimalnya. Setiap arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil pengujian meliputi beban tarik, regangan, serta kekuatan tarik rata-rata. Berikut data hasil uji tarik untuk ketebalan 10 mm:

Tabel 3. Data Uji Tarik Ketebalan 10 mm

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Beban Tarik (kg)	Regangan (mm)
90	1	5856,60	16,11
	2	6024,40	18,28
	3	5421,20	10,17
100	1	5901,40	16,95
	2	5569,40	12,64
	3	5796,20	16,48
110	1	6004,80	15,65
	2	5899,40	17,18
	3	5800,80	17,70

Sumber: Hasil Uji Tarik (2025)

Hasilnya diolah dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas Penampang (A}_0\text{)}} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

Keterangan:

σ_u = Kekuatan tarik maksimum

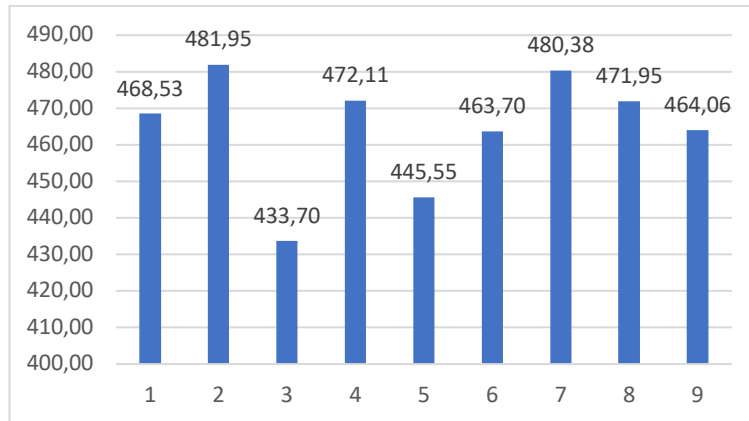
F = Beban tarik maksimum (Kg)

A₀ = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Tabel 4. Data Kekuatan Tarik Ketebalan 10 mm

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Mean
90	1	468,53	461,39
	2	481,95	
	3	433,70	
100	1	472,11	460,45
	2	445,55	
	3	463,70	
110	1	480,38	472,13
	2	471,95	
	3	464,06	

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 11. Grafik Pengujian Ketebalan 10mm
Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 12. Material hasil pengujian tarik ketebalan 10

Tabel 12 menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik pada spesimen baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm yang dilas menggunakan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A. Setiap variasi arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil kekuatan tariknya ditampilkan bersama nilai rata-rata (*mean*) dari masing-masing kelompok arus.

Pada pengelasan dengan ketebalan pelat 10 mm dan arus 90 A, hasil kekuatan tarik yang diperoleh yaitu, spesimen satu 468,53 kg/mm², spesimen dua 481,95 kg/mm², dan spesimen tiga 433,70 kg/mm². Dari ketiga hasil tersebut, diperoleh nilai rata-rata sebesar 461,39 kg/mm². Meskipun terdapat variasi antar spesimen dengan nilai tertinggi mencapai 481,95 kg/mm² dan terendah 433,70 kg/mm², seluruh nilai masih berada dalam kisaran yang wajar dan menunjukkan bahwa hasil pengelasan dengan arus ini cukup layak secara kekuatan mekanik.

Ketika arus dinaikkan menjadi 100 A, kekuatan tarik spesimen tercatat sebesar 472,11 kg/mm², 445,55 kg/mm², dan 463,70 kg/mm². Kekuatan tarik dari ketiga spesimen ini menghasilkan rata-rata sebesar 460,45 kg/mm², sedikit lebih rendah dari kelompok sebelumnya.

Sementara itu, penggunaan arus 110 A memberikan hasil kekuatan tarik sebesar 480,38 kg/mm², 471,95 kg/mm², dan 464,06 kg/mm², dengan rata-rata mencapai 472,13 kg/mm². Nilai rata-rata ini menjadi yang tertinggi di antara ketiga variasi arus.

3. Hasil Uji Spesimen Ketebalan 12 mm

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen baja hasil pengelasan SMAW dengan ketebalan 12 mm. Pengujian ini menggunakan variasi arus 90 A, 100 A, dan 110 A untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan sambungan las serta titik optimalnya. Setiap arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil pengujian meliputi beban tarik, regangan, serta kekuatan tarik rata-rata. Berikut data hasil uji tarik untuk ketebalan 12 mm:

Tabel 1. Data Uji Tarik Ketebalan 12 mm

Ketebalan 12 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Beban Tarik (kg)	Regangan (mm)
90	1	7103,10	16,86
	2	6974,40	17,09
	3	7650,20	18,24
100	1	7559,80	17,28
	2	7659,60	17,84
	3	7274,60	17,42
110	1	7760,80	18,17
	2	7084,40	16,77
	3	7857,40	17,47

Sumber: Hasil Uji Tarik (2025)

Hasilnya diolah dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{\text{Beban } (F)}{\text{Luas Penampang } (A_0)} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

Keterangan:

σ_u = Kekuatan tarik maksimum

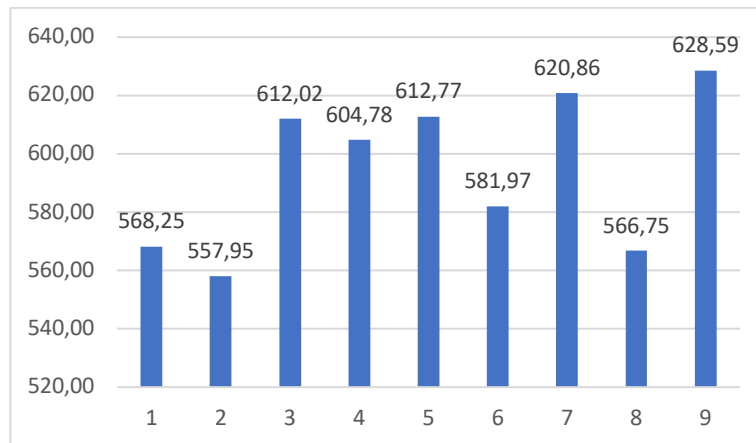
F = Beban tarik maksimum (Kg)

A_0 = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Tabel 6. Data Kekuatan Tarik Ketebalan 12 mm

Ketebalan 12 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Mean
90	1	568,25	579,41
	2	557,95	
	3	612,02	
100	1	604,78	599,84
	2	612,77	
	3	581,97	
110	1	620,86	605,40
	2	566,75	
	3	628,59	

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 13. Grafik Pengujian Ketebalan 12mm
Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 14. Material hasil pengujian tarik ketebalan 12
Sumber: Data Primer

Tabel 14 menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik pada spesimen baja karbon rendah dengan ketebalan 12 mm yang dilas menggunakan variasi arus 90A, 100A, dan 110A. Setiap variasi arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil kekuatan tariknya ditampilkan bersama nilai rata-rata (*mean*) dari masing-masing kelompok arus.

Pada arus 90 A, kekuatan tarik yang dihasilkan oleh ketiga spesimen adalah spesimen satu 568,25 kg/mm², spesimen dua 557,95 kg/mm², dan spesimen tiga 612,02 kg/mm². Hasil tersebut memberikan nilai rata-rata sebesar 579,41 kg/mm². Meskipun terdapat sedikit variasi antar spesimen, seluruh nilai kekuatan tarik berada dalam kisaran yang baik, karena rentang nilai tidak terlalu jauh.

Nilai ini mengalami peningkatan ketika arus dinaikkan menjadi 100 A, menunjukkan hasil kekuatan tarik sebesar spesimen satu 604,78 kg/mm², spesimen dua 612,77 kg/mm², dan spesimen tiga 581,97 kg/mm² dengan rata-rata mencapai 599,84 kg/mm². Peningkatan ini menunjukkan bahwa penambahan arus mulai memberikan efek positif terhadap kekuatan sambungan las.

Peningkatan lebih lanjut terjadi pada arus 110 A, menunjukkan hasil kekuatan tarik sebesar spesimen satu 620,86 kg/mm², spesimen dua 566,75 kg/mm², dan spesimen tiga 628,59 kg/mm² yang menghasilkan rata-rata kekuatan tarik tertinggi sebesar 605,40 kg/mm². Hasil ini menunjukkan bahwa untuk ketebalan 12 mm, peningkatan arus berbanding lurus dengan peningkatan kekuatan tarik. Masukan panas yang lebih besar pada material tebal cenderung mendukung penetrasi las yang lebih dalam dan fusi yang lebih sempurna.

4. Hasil Uji Spesimen Tambahan

Pengujian tarik dilakukan pada spesimen baja hasil pengelasan SMAW dengan ketebalan 10 mm. Pengujian ini menggunakan variasi arus 70 A dan 80 untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kekuatan sambungan las serta titik optimalnya. Setiap arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil pengujian meliputi beban tarik, regangan, serta kekuatan tarik rata-rata. Berikut data hasil uji tarik untuk ketebalan 10 mm Arus 70 A dan 80 A:

Tabel 7. Data Uji Tarik Ketebalan 10mm (Arus 70 A)

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Beban Tarik (kg)	Regangan (mm)
70	1	3827,40	16,86
	2	3868,40	12,09
	3	3934,20	16,24

Sumber: Hasil Uji Tarik (2025)

Tabel 2. Data Uji Tarik Ketebalan 10mm (Arus 80 A)

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Beban Tarik (kg)	Regangan (mm)
80	1	5127,20	12,34
	2	4889,40	10,37
	3	4703,10	16,12

Sumber: Hasil Uji Tarik (2025)

Hasilnya diolah dengan rumus sebagai berikut:

$$\sigma_u = \frac{\text{Beban (F)}}{\text{Luas Penampang (A}_0\text{)}} \text{ (Kg/mm}^2\text{)}$$

Keterangan:

σ_u = Kekuatan tarik maksimum

F = Beban tarik maksimum (Kg)

A₀ = Luas penampang awal spesimen (mm²)

Tabel 3. Data Kekuatan Tarik Ketebalan 10 mm (Arus 70 A)

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Mean
70	1	306,19	310,13
	2	309,47	
	3	314,74	

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 15. Material hasil pengujian tarik ketebalan 10 (Arus 70 A)
Sumber: Data Primer

Tabel 4. Data Kekuatan Tarik Ketebalan 10 mm (Arus 80 A)

Ketebalan 10 mm			
Besaran Arus	Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Mean
80	1	410,18	392,53
	2	391,15	
	3	376,25	

Sumber: Hasil Olah Data Kekuatan Tarik (2025)



Gambar 16. Material hasil pengujian tarik ketebalan 10 mm (Arus 80 A)
Sumber: Data Primer

Tabel 10 dan 11 menunjukkan hasil pengujian kekuatan tarik pada spesimen baja karbon rendah dengan ketebalan 10 mm yang dilas menggunakan variasi arus 70A dan 80A. Setiap variasi arus diuji pada tiga spesimen, dan hasil kekuatan tariknya ditampilkan bersama nilai rata-rata (mean) dari masing-masing kelompok arus.

Pada arus 70A, kekuatan tarik yang dihasilkan oleh ketiga spesimen adalah spesimen satu 306,19 kg/mm², spesimen dua 309,47 kg/mm², dan spesimen tiga 314,74 kg/mm². Hasil tersebut memberikan nilai rata-rata sebesar 310,13 kg/mm². Nilai ini menunjukkan bahwa arus rendah menghasilkan kekuatan tarik yang relatif rendah, kemungkinan disebabkan oleh penetrasi yang kurang optimal sehingga ikatan logam pengisi dan logam dasar tidak sepenuhnya menyatu.

Ketika arus dinaikkan menjadi 80A, terjadi peningkatan kekuatan tarik, di mana spesimen satu mencatat 410,18 kg/mm², spesimen dua 391,15 kg/mm², dan spesimen tiga 376,25 kg/mm². Rata-rata dari ketiga spesimen ini adalah 392,53 kg/mm². Peningkatan ini menunjukkan bahwa tambahan masukan panas dari arus yang lebih besar mampu meningkatkan kedalaman penetrasi las dan memperbaiki fusi logam, sehingga menghasilkan sambungan yang lebih kuat dibandingkan arus 70A.

4. KESIMPULAN

Variasi arus listrik berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan las SMAW posisi 2G, dengan efek berbeda tergantung ketebalan material. Pada ketebalan 8 mm, arus 90 A menghasilkan kekuatan tarik tertinggi, sedangkan arus lebih besar justru menurunkan kualitas sambungan. Untuk ketebalan 10

mm dan 12 mm, peningkatan arus hingga 110 A cenderung meningkatkan kekuatan tarik, namun selisihnya tidak terlalu signifikan.

Dari analisis yang didapat disimpulkan, bahwa arus 90 A adalah parameter yang paling optimal untuk proses pengelasan SMAW posisi 2G pada baja karbon rendah. Arus 90 A mampu memberikan kekuatan tarik yang cukup tinggi di semua ketebalan (8 mm, 10 mm, dan 12 mm), dengan efisiensi energi yang jauh lebih baik dibandingkan arus yang lebih tinggi. Selisih kekuatan tarik antara arus 90 A dan arus 110 A pada ketebalan 10 mm dan 12 mm hanya sekitar 2–4%, sementara konsumsi daya dan risiko cacat akibat overheating meningkat tajam pada arus tinggi. Oleh karena itu, arus 90 A direkomendasikan sebagai titik optimal yang mampu menghasilkan sambungan kuat, hemat energi, serta mengurangi keausan alat dan risiko cacat las.

REFERENSI

- [1] A. Sharma et al., “Effect of welding parameters on quality of SMAW joints,” *Materials Today: Proceedings*, vol. 57, pp. 102–108, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.102>
- [2] R. Prabowo and T. Suradi, “Pengaruh variasi arus terhadap hasil pengelasan SMAW pada baja karbon rendah,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 10, no. 2, pp. 45–52, 2021.
- [3] F. Vietanti et al., “Analysis of Welding Position and Current on Mechanical Properties of A36 Steel using SMAW,” *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 12, no. 1, pp. 18–24, 2021.
- [4] M. F. R. Rahardian and D. C. Nugroho, “Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan baja ASTM A36 dengan SMAW,” *Jurnal Teknologi*, vol. 15, no. 2, pp. 22–28, 2022.
- [5] N. Susilowati and Sumardiyanto, “Effect of Welding Electrode Variation on Mechanical Properties of API 5L Steel,” in *Proceedings of the 2022 International Conference on Industrial Technology*, 2022, pp. 88–93.
- [6] A. Rahangmetan et al., “Effect of Electrode Type and Current on Tensile Strength of SMAW Welded Joints,” *Jurnal Teknik*, vol. 11, no. 2, pp. 134–140, 2020.
- [7] B. Kurniawan and S. Hidayat, “Studi eksperimental pengaruh arus listrik terhadap kekuatan tarik hasil las SMAW,” *Jurnal Teknologi Mesin*, vol. 14, no. 1, pp. 31–38, 2023.
- [8] I. Ramadhani and M. Ridwan, “Comparative Analysis of FCAW and SMAW Welding Currents on ASTM A36 Steel Plate,” *GADING: Journal of Civil Engineering*, vol. 17, no. 1, pp. 21–28, 2025.
- [9] D. P. Nugraha and S. Wahyudi, “Aplikasi baja karbon rendah dalam konstruksi industri: Tinjauan struktur dan kekuatan,” *Jurnal Riset Material*, vol. 8, no. 2, pp. 55–62, 2021.
- [10] M. H. Firmansyah et al., “Preferensi parameter las SMAW oleh welder berpengalaman: studi lapangan di industri galangan kapal,” *Jurnal Teknologi Produksi*, vol. 13, no. 3, pp. 74–80, 2023