

ANALISIS VARIASI ARUS TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO HASIL PENGELASAN SMAW DAN GMAW PADA BAJA ASTM A36

Diki Candra Prastiyo¹, Priyagung Hartono², Cepi Yazirin³

¹Universitas Islam Malang

email:dikic367@gmail.com

²Universitas Islam Malang

email:priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

email:cepiyazirin10@unisma.ac.id

ABSTRACT

With the advancement of technology, welding has become an integral part of nearly all construction processes. GMAW and SMAW are two widely used welding methods, with their application typically based on the respective advantages of each method. In welding, current regulation is crucial to achieve optimal results. This study aims to assess the impact of welding type and welding current variations on the weld metal hardness and heat-affected zone (HAZ) values of ASTM A36 steel. The welding currents used were 80, 100, and 120 Amperes, with a welding position of 1G and a V-groove angle of 60°. This study used ASTM A36 steel as the material. The findings indicate that, based on two tests conducted—weld metal hardness and HAZ hardness—various welding methods and current fluctuations did not significantly affect the weld metal hardness and HAZ values.

Keywords: ASTM A36, Current, GMAW, Hardness, SMAW.

ABSTRAK

Seiring meningkatnya perkembangan teknologi, tidak ada konstruksi yang tidak menggunakan pengelasan. GMAW dan SMAW merupakan metode pengelasan yang banyak digunakan, penggunaannya tentu berdasar pada nilai manfaat dari dua metode tersebut. Selain itu dalam pengelasan, penggunaan arus juga perlu diperhatikan agar bisa mendapat hasil pengelasan yang optimal. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis pengelasan dan variasi arus pengelasan terhadap nilai kekerasan weld metal dan HAZ pada baja ASTM A36. Jenis pengelasan yang digunakan yakni 80, 100, dan 120 Ampere, dengan posisi pengelasan 1G, dan sudut kampuh V 60°derajat. Penelitian ini menggunakan material baja ASTM A36. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari kedua pengujian yang dilakukan yakni kekerasan weld metal, dan uji kekerasan HAZ, perbedaan jenis pengelasan, serta variasi arus pengelasan yang berbeda tidak berdampak sama sekali terhadap nilai kekerasan weld metal, dan HAZ

Kata Kunci : Arus, ASTM A36, GMAW, Kekerasan SMAW

PENDAHULUAN

Seiring dengan kemajuan pesat teknologi saat ini, hampir semua logam dapat dilas, terutama dalam bidang konstruksi, karena berperan penting dalam perbaikan dan rekayasa logam. Las adalah ikatan metalurgi pada penyambungan logam atau paduan logam yang dilakukan dalam keadaan cair` (Harsono, 2000).

Salah satu metode pengelasan adalah Shielded Metal Arc Welding (SMAW), yang juga dikenal sebagai las busur listrik, merupakan proses penyambungan dua atau lebih keping logam menjadi sambungan permanen, menggunakan sumber panas listrik dan bahan pengisi berupa elektroda terbungkus. (Reymond Reflon F Gultom & Sabri, 2021).

Metode pengelasan lain yang sering diterapkan dalam industri manufaktur adalah Las Busur Logam Gas (GMAW). Las Busur Logam Gas (GMAW) adalah metode pengelasan atau penyambungan material logam yang memanfaatkan sumber panas yang berasal dari energi listrik yang diubah menjadi energi termal. Proses ini menggunakan kawat las yang dililitkan pada kumparan, yang gerakannya diatur oleh motor listrik (Sulistiyo & Purwanto, 2021).

Pengaturan intensitas arus pengelasan akan mempengaruhi kualitas lasan; jika arus yang digunakan terlalu tinggi, elektroda akan cepat mencair, menghasilkan permukaan lasan yang melebar, penembusan yang dalam, serta meningkatkan risiko terbentuknya pori-pori, yang pada pasangannya dapat mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan meningkatkan kerapuhan hasil pengelasan. Sebaliknya, jika arus pengelasan yang digunakan sangat rendah, elektroda las akan kesulitan menyala sehingga menghasilkan busur yang tidak stabil; panas yang dihasilkan tidak akan cukup untuk melelehkan elektroda las. Arus pengelasan sangat mempengaruhi penetrasi dan penguatan. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik minimal adalah 46,3 kg/mm² dan maksimum adalah 48,1 kg/mm². (Nugroho et al., 2019).

Baja ASTM A36 termasuk dalam kategori

baja karbon rendah, yang merupakan jenis baja yang umum digunakan sebagai material konstruksi di berbagai sektor industri. Baja karbon rendah ini memiliki ketangguhan dan keuletan tinggi, namun memiliki kekerasan dan ketahanan aus yang rendah. Umumnya, baja jenis ini digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan komponen struktur bangunan, pipa gedung, jembatan, badan mobil, dan lainnya (Isna Saputra et al., 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus terhadap kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan SMAW dan GMAW pada baja ASTM A36.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental dengan pendekatan kuantitatif, yang mana bertujuan untuk mengetahui hasil dari sambungan pengelasan GMAW dan SMAW pada material baja ASTM A36 dengan durasi arus pengelasan yang berbeda. Hasil pengelasan akan diuji dengan metode uji kekerasan *weld metal*, dan HAZ.

Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Dalam penelitian ini variabel bebasnya adalah jenis pengelasan yakni GMAW dan SMAW dengan variasi arus pengelasan yang terdiri dari 80, 100, dan 120 ampere .

2. Variabel Terikat

Variable terikat dalam penelitian ini adalah nilai uji kekerasan *weld metal*, dan HAZ.

3. Variabel terkontrol

Variable terkontrol yang ada di penelitian ini adalah posisi pengelasan 1G, menggunakan kampuh V *butt joint* dengan sudut 60°, bahan yang digunakan SS400, metode pengelasan menggunakan SMAW dengan elektroda E7018 dan GMAW dengan elektroda ER70S-6, arus yang digunakan adalah 80A, 100A, dan 120A, dan menggunakan baja ASTM A36.

Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut:

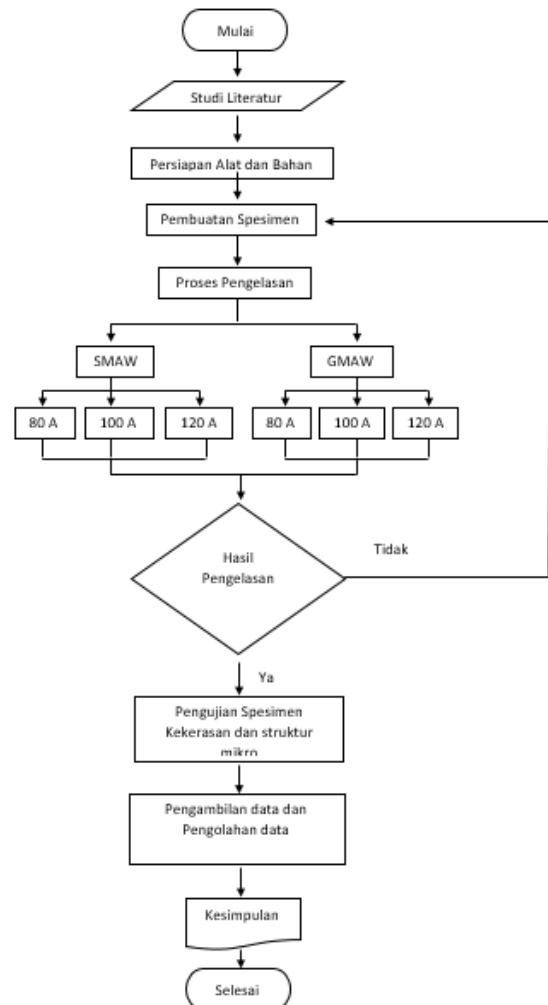
Alat Penelitian

- Mesin las GMAW
- Mesin las SMAW
- Alat uji kekerasan
- Alat uji struktur mikro
- Penggaris
- Palu terak
- Gerinda tangan
- Kaca mata las
- Sikat baja
- Penggores
- Busur derajat

Bahan Penelitian

- Elektroda SMAW
- Elektroda GMAW
- Gas Karbon Dioksida (CO₂)
- Baja ASTM A36

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
(Sumber: Desain Pribadi, 2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Pengujian Kekerasan *Weld Metal*

Hasil dari pengujian kekerasan logam las pada setiap variasi arus dan proses pengelasan SMAW serta GMAW pada titik logam las dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Data Pengujian Kekerasan *Weld Metal*

Pengelasan \ Arus	Arus			Rata-Rata	St Deviasi
	80	100	120		
SMAW	257,20	234,60	231,90	241,23	13,89
GMAW	255,50	245,20	222,00	240,90	17,16
Rata-Rata	256,35	239,90	226,95		
St Deviasi	1,20	7,50	7,00		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Dari data tersebut kemudian dilakukan Pengujian dilakukan dengan menggunakan Uji T, di mana data yang digunakan meliputi rata-rata dan standar deviasi dari setiap faktor.

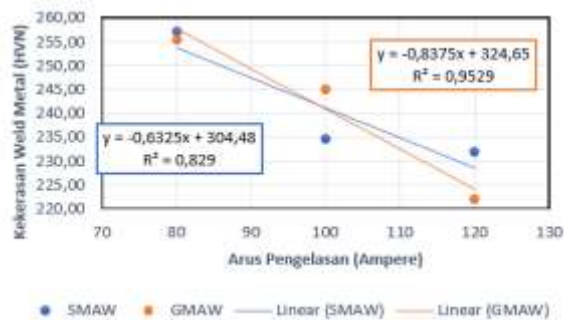
Uji T SMAW dan GMAW

$$\begin{aligned} T &= (241,23-240,90) / (13,31^2/3)+(16,90^2/3) \\ &= 0,33 / \sqrt{(177,2/3)+(285,6/3)} \\ &= 0,33 / \sqrt{59,07+95,2} \\ &= 0,33 / \sqrt{154,3} \\ &= 0,33/12,42 \\ &= 0,02 \end{aligned}$$

$$T \text{ Hitung : } T \text{ Tabel } 5\% = 0,02 < 2,57$$

Karena $T_{hitung} = 0,02 < T_{0,05(5)} = 2,57$, Oleh karena itu, H_0 diterima. Oleh karena itu, tidak ada perbedaan yang signifikan dalam rata-rata hasil uji kekerasan antara pengelasan SMAW dan GMAW pada ketiga arus pengelasan yang digunakan terhadap uji kekerasan weld metal

2. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan Weld Metal



Gambar 2. Grafik nilai uji kekerasan *weld metal* & regresi linier

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Ditinjau dari grafik nilai kekerasan weld metal dengan menggunakan variasi jenis pengelasan, dengan arus pengelasan yang berbeda.. Maka dapat disimpulkan bahwa untuk las GMAW Nilai kekerasan weld metal tertinggi diperoleh pada arus 80 A, dengan kekerasan sebesar 255,50 HVN, sedangkan kekerasan terendah tercatat pada arus

pengelasan 120 A, yaitu 222 HVN. Variasi las SMAW menunjukkan bahwa nilai kekerasan weld metal tertinggi tercatat pada arus 80 A, dengan nilai kekerasan 257,20, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada arus 120 A, yaitu 231,90.

Pada gambar 2 menunjukkan analisis regresi linear hubungan antara arus pengelasan (X) dan nilai kekerasan weld metal (Y) dengan dua jenis pengelasan yang berbeda. Pada las GMAW didapati persamaan regresi linear $y = -0,8375x + 324,65$, $R^2 = 0,9529$, sedangkan pengelasan SMAW mendapat persamaan regresi linear $y = -0,6325x + 304,48$, $R^2 = 0,829$.

3. Hasil Pengujian Kekerasan HAZ

Hasil dari pengujian kekerasan HAZ pada masing-masing variasi arus dan pengelasan SMAW dan GMAW pada titik HAZ dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Data Pengujian Kekerasan HAZ

Pengelasan \ Arus	80	100	120	Rata-Rata	St Deviasi
SMAW	226,1	221,8	225,4	224,43	2,31
GMAW	244,5	198,3	225,9	222,90	23,25
Rata-Rata	235,30	210,05	225,65		
St Deviasi	13,01	16,62	0,35		

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Dari Data tersebut kemudian diuji menggunakan Uji T, dengan menggunakan rata-rata dan standar deviasi dari masing-masing faktor.

Uji T SMAW dan GMAW

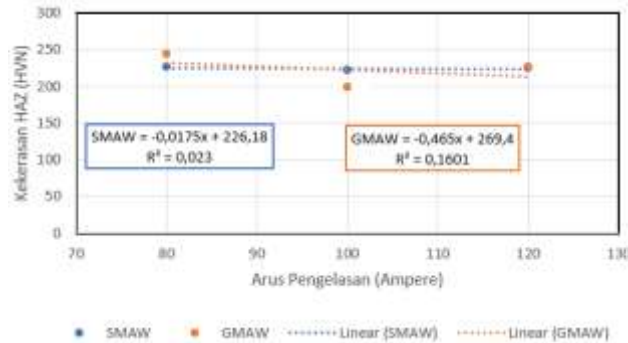
$$\begin{aligned} T &= (224,43 - 222,9) / \sqrt{(2,23^2/3)+(23,26^2/3)} \\ &= 1,53 / \sqrt{(4,97/3)+(541,03/3)} \\ &= 1,53 / \sqrt{1,66+180,2} \\ &= 1,53 / \sqrt{181,86} \\ &= 1,53/13,48 \\ &= 0,1136 \end{aligned}$$

$$T \text{ Hitung : } T \text{ Tabel } 5\% = 0,01136 < 2,57$$

Karena $T_{hitung} = 0,01136 < F_{0,05(5)} = 2,57$, Oleh karena itu, H_0 diterima. Oleh

karena itu, tidak ada perbedaan yang signifikan dalam hasil rata-rata uji kekerasan antara pengelasan SMAW dan GMAW pada ketiga arus pengelasan yang digunakan terhadap uji kekerasan HAZ.

4. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan HAZ



Gambar 3. Grafik nilai uji kekerasan HAZ & regresi linier

(Sumber: Hasil Perhitungan, 2025)

Ditinjau dari grafik nilai kekerasan haz dengan menggunakan variasi jenis pengelasan, dengan arus pengelasan yang berbeda. Maka dapat disimpulkan bahwa untuk las GMAW diperoleh nilai kekerasan haz tertinggi Dengan arus 80 A, nilai kekerasan mencapai 226,1 HVN, sedangkan kekerasan terendah pada arus pengelasan 100 A adalah 221,8 HVN. Variasi las SMAW menunjukkan bahwa nilai kekerasan haz tertinggi dicapai pada arus 80 A dengan nilai 244,5, sedangkan kekerasan haz terendah ditemukan pada arus 100 A dengan nilai 210,05.

Pada gambar 4.2 menunjukkan analisis regresi linear hubungan antara arus pengelasan (X) dan nilai kekerasan haz (Y) dengan dua jenis pengelasan yang berbeda. Pada las GMAW didapati persamaan regresi linear $y = -0,465x + 269,4$, $R^2 = 0,1601$, sedangkan pengelasan SMAW mendapat persamaan regresi linear $y = -0,0175x + 226,18$, $R^2 = 0,023$.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, tentang

pengaruh variasi durasi pengelasan terhadap kekuatan tarik dan nilai kekerasan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi arus pengelasan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kekerasan weld metal baja ASTM A36 akibat pengelasan GMAW dan SMAW. Secara umum peningkatan arus pengelasan berdampak pada menurunnya nilai kekerasan *weld metal*. Nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan oleh arus pengelasan 80 ampere pada pengelasan SMAW. Sedangkan nilai terendah ditunjukkan pada arus 120 ampere pada pengelasan GMAW.
2. Variasi arus pengelasan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kekerasan HAZ baja ASTM A36 akibat pengelasan GMAW dan SMAW. Secara umum tren nilai kekerasan pada perbedaan arus pengelasan belum diketahui. Nilai kekerasan tertinggi ditunjukkan oleh arus pengelasan 80 ampere pada pengelasan GMAW. Sedangkan nilai terendah ditunjukkan pada arus 100 ampere pada pengelasan GMAW.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan banyak-banyak terima kasih kepada keluarga tercinta atas dukungan, materi, usaha dan doa, serta kepada Bapak Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T., dan Bapak Cepi Yazirin, S.Pd., M.T. yang telah memberikan ilmu, doa, bimbingan dan nasehat semaksimal mungkin, tak lupa penulis juga mengucapkan banyak terima kasih kepada teman-teman semua yang selalu mendukung disetiap kegiatan penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Isna Saputra, L., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2019). JURNAL TEKNIK PERKAPALAN Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Akibat dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 215.

<https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/na>

- Nugroho, P., Mustafa, & Sudarno. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja Karbon Rendah ST42. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 477–482.
- Reymond Reflon F Gultom, & Sabri, M. (2021). Analisa Sifat Mekanik Dan Struktur Mikro Terhadap Pengelasan Baja Aisi 1045 Dengan Metode Smaw Dan Gtaw Pada Arus 100 Ampere. *Dinamis*, 9(2), 7. <https://doi.org/10.32734/dinamis.v9i2.844>
- Sulistiyo, B., & Purwanto, H. (2021). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Struktur Makro, Mikro dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Karbon ASTM A36. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 17(1), 36–42. <https://doi.org/10.36499/mim.v17i1.4346>
- Wirjosumarto Harsono, T. O. (2000). *TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM*.