



Terbit online pada laman web jurnal :
<https://ejournal.sttp-yds.ac.id/index.php/js/index>

SAINSTEK

| ISSN (Print) 2337-6910 | ISSN (Online) 2460-1039 |



Sifat Mekanik Sambungan Las Butt Joint Pada Plat ASTM A36 Menggunakan Las GTAW

Abdul Khair Junaidi^a, Adi Isra^b, Eka Pertiwi^c, Rinaldi^d, Weriono^e

^{a,b,c,d,e} Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Pekanbaru, Jl. Dirgantara No.4 Pekanbaru, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Sejarah Artikel:

Diterima Redaksi: 25 Januari 2025

Revisi Akhir: 21 Juni 2025

Diterbitkan Online: 29 Juni 2025

KATA KUNCI

stress, strain, bending, kekerasan, struktur

KORESPONDENSI

Telepon: "+62 81267806542"

E-mail: abdulkhairjunaidi@gmail.com

ABSTRACT

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat mekanik sambungan las butt joint pada plat ASTM A36 menggunakan metode pengelasan Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kekuatan tarik maksimum pada spesimen 1 (40 A) lebih tinggi dibandingkan spesimen 2 (60 A), dengan nilai 440.0 MPa dan strain 18.5%, sedangkan spesimen 2 memiliki nilai kekuatan tarik 396.7 MPa dan strain 12.95%. Pada pengujian tekuk, spesimen 2 (60 A) memiliki kekuatan tertinggi sebesar 5.830,482 N dengan deformasi 14,8 mm, lebih tinggi dibandingkan spesimen 1 yang memiliki kekuatan 4.533,510 N dengan deformasi 13,3 mm. Pengujian kekerasan menunjukkan bahwa spesimen 2 (60 A) memiliki nilai kekerasan rata-rata lebih tinggi (48,2 HRA) dibandingkan spesimen 1 (45,8 HRA), terutama pada daerah HAZ. Struktur mikro spesimen 1 didominasi oleh ferrit dan perlit dengan lebih banyak bainit dan martensit karena proses pendinginan yang lebih cepat, sementara spesimen 2 didominasi oleh ferrit dan perlit dengan sedikit bainit dan hampir tanpa martensit akibat pendinginan yang lebih lambat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa arus pengelasan yang lebih rendah (40 A) menghasilkan kekuatan tarik yang lebih tinggi, sementara arus yang lebih tinggi (60 A) meningkatkan kekuatan tekuk dan kekerasan permukaan, jadi untuk material ASTM A36 dengan menggunakan sambungan butt joint lebih baik menggunakan arus 60 A.

1. PENDAHULUAN

Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh elektroda tungsten, dengan filler rod sebagai bahan tambahan yang terbuat dari bahan serupa atau sejenis (Dadang, 2013). Dalam proses pengelasan ini, arus pengelasan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kualitas hasil las (A, S, M Hersaputri, & E, 2019). Jika arus terlalu rendah, busur listrik sulit menyala dan menjadi tidak stabil, menyebabkan panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda maupun bahan dasar. Akibatnya, terbentuk rigi las kecil, tidak merata, dan penetrasi yang dangkal. Sebaliknya, arus yang terlalu tinggi menyebabkan

elektroda mencair lebih cepat, menghasilkan permukaan las yang lebar dengan penetrasi yang dalam, yang dapat menurunkan kekuatan tarik sambungan serta meningkatkan kerapuhan hasil las [1].

Menurut Rofi et al. (2021), kekuatan bending baja ASTM A36 sangat dipengaruhi oleh variasi kampuh dan kuat arus yang terjadi selama proses pengelasan SMAW. Menurut penelitian, pada kampuh single V dengan arus 80 A, kekuatan bending mencapai 61.20 MPa; namun, ketika arus dinaikkan menjadi 100 A, kekuatan menurun menjadi 52.77 MPa, dan ketika arus dinaikkan menjadi 120 A, kekuatan menurun menjadi 32.78 MPa. Untuk kampuh double V, dengan arus 80 A, kekuatan bending mencapai

110.24 MPa. Namun, ketika arus dinaikkan menjadi 100 A, penurunan kekuatan menjadi 110.03 MPa [2].

Disamping itu, M. Shobirin, dkk (2016), juga melakukan penelitian untuk melihat pengaruh variasi arus pada pengelasan GTAW yang ditinjau dari uji tarik pada material plat ASTM A36, didapatkan hasil bahwa nilai tarik tertinggi diperoleh pada pengelasan dengan arus 130A, flowrate gas 5-10, dan jenis sambungan V tunggal bersudut 60° pada spesimen 2 dengan nilai tarik sebesar 46.58 Kgf/mm². Pada arus 160A, spesimen 3 memberikan nilai tarik tertinggi sebesar 45.64 Kgf/mm² dengan parameter yang sama. Sedangkan pada arus 190A, spesimen 1 menunjukkan nilai tarik tertinggi sebesar 54.37 Kgf/mm², juga dengan flowrate gas 5-10 dan sambungan V tunggal bersudut 60° [3].

Peneliti menemukan penggunaan plat ASTM 36 di bidang industri minyak dan gas (MIGAS) umumnya pada tangki baik pada tangka penyimpanan tangki pemanasan dan penampungan yang non-tekan, maka sambungan pada konstruksi perlu diperhatikan secara khusus. Melihat hal ini maka judul penelitian yang akan diangkat adalah “Sifat Mekanik Sambungan Las Butt joint Pada Plat ASTM A36 Menggunakan Las GTAW”.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Baja ASTM A36

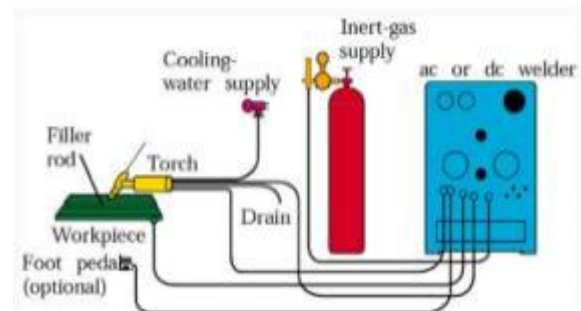
Baja karbon adalah paduan utama besi dan karbon, dengan sedikit unsur lain seperti silikon (Si), mangan (Mn), fosfor (P), sulfur (S), dan tembaga (Cu). Sifat-sifat baja karbon sangat dipengaruhi oleh kadar karbonnya, sehingga baja diklasifikasikan berdasarkan persentase karbonnya. Kadar karbon yang lebih tinggi meningkatkan kekuatan dan kekerasan baja, sementara kadar karbon yang lebih rendah menurunkan sifat perpanjangannya. Industri maritim sering menggunakan baja karbon ASTM A36 untuk struktur seperti deck platform atau modul topside. Selain itu, baja karbon ASTM A36 juga banyak digunakan untuk membuat pipa transmisi minyak dan gas bertekanan rendah. Baja ini termasuk dalam kategori baja karbon rendah, juga dikenal sebagai baja ringan, dan memiliki komposisi kimia tertentu, seperti yang ditunjukkan dalam tabel berikut.

Table 1. Komposisi Kimia Baja Karbon ASTM A36 [4]

Kandungan	Komposisi %
C	≤ 0.26
Si	0.40 max
Mn	0.80-1.20
P	≤ 0.04
S	≤ 0.05
Cu	0.2

2.2 Gas Tungsten Arc Welding

Las Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) adalah metode pengelasan yang menggunakan busur listrik yang dihasilkan oleh elektroda tungsten tetap. Bahan penambah yang digunakan terbuat dari material yang sama atau sejenis dengan logam yang dilas dan terpisah dari torch. Untuk mencegah oksidasi selama proses, digunakan gas pelindung, biasanya argondengan kemurnian 99,99%. Proses pengelasan ini melibatkan peleburan logam yang terjadi akibat panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dan logam induk.

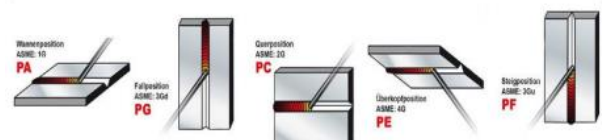


Gambar 1. Proses Gas Tungsten Arc Welding [3].

Umumnya kotoran las yang dihasilkan pada pengelasan GTAW tidak menyerap kedalam elektroda. Las Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) menghasilkan shield (pelindung) untuk elektrodanya, pada Panjang eletroda 7 in (177mm) dihasilkan diameter typical 1/16in (1.6mm). elektroda yang dihasilkan ketika mengering setelah pengelasan akan berubah warna menjadi biru [6].

2.3 Posisi Pengelasan

Posisi dalam pengelasan, atau sikap pengelasan, merujuk pada pengaturan posisi elektroda las selama proses pengelasan. Pilihan posisi ini biasanya ditentukan oleh letak kampuh atau celah pada benda kerja yang akan dilas. Terdapat beberapa posisi pengelasan berdasarkan posisi welder seperti pada gambar [6].

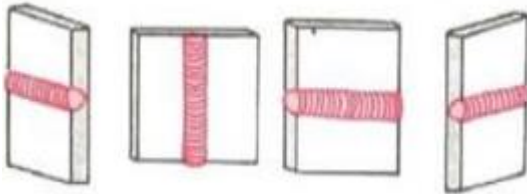


Gambar 2. Posisi Pengelasan Groove welds plate

2.4 Butt joint (Sambungan Tumpul)

Sambungan las butt joint terbentuk dengan menyatukan ujung dua bagian objek yang ingin dilas. Dalam

sambungan ini, kedua bagian diletakkan pada bidang yang sama dan berdampingan. Butt joint adalah jenis sambungan yang paling sederhana dan sering digunakan untuk menyatukan objek dalam pengelasan. Sambungan ini biasanya diaplikasikan pada bahan dengan ketebalan 3/16 inci. Namun, sambungan ini tidak disarankan untuk digunakan pada logam yang akan menahan beban tinggi.



Gambar 3. Butt joint (Sambungan Tumpul) [6].

3. METODOLOGI

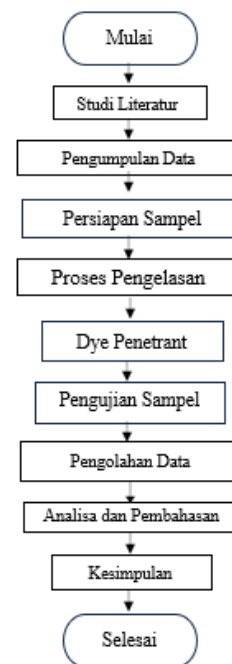
Prosedur penelitian pada diagram alur penelitian diatas dapat diuraikan melalui tahapan-tahapan dibawah ini :

1. Studi Literatur Studi literatur adalah langkah penting dalam penelitian untuk menemukan teori-teori yang relevan. Sumber-sumbernya dapat meliputi jurnal, buku, skripsi, serta bimbingan langsung dari dosen pembimbing tugas akhir.
2. Pengumpulan Data Pada tahap ini data berupa posisi pengelasan, dimensi, jenis sambungan, jenis kampuh yang akan digunakan, metode pengelasan, amper, dan gas yang akan digunakan di tentukan untuk digunakan pada proses berikutnya.
3. Persiapan Material Las Material yang akan diuji adalah plat baja mild steel ASTM A36. Spesimen uji dirancang berbentuk persegi empat dengan ukuran dan tipe sebagai berikut: Tipe : ASTM A36 Panjang : 300 mm Lebar : 150 mm Tebal : 5 mm, Persiapan Peralatan Las GTAW, Mesin Las Tipe GTAW, Gas Tipe Argon, Sikat Baja, Palu, Grinda, Penjepit Spesimen, Sarung Tangan.
4. Proses Pengelasan Proses pengelasan diawali dengan membuat jenis sambungan butt joint single V groove dengan root spacing 2 mm dan kemiringan v groove 60o pada spesimen uji plat ASTM A36 mengacu pada ASME BPVC IX 2023 (standarisasi pengelasan GTAW (lampiran 2). Setelah spesimen tersedia maka selanjutnya mempersiapkan pralatan las. Untuk pengelasan menggunakan proses GTAW (DC-EN) dengan amper 40 A dan 60 A pada voltase 14 V DC, travel speed diangka 70 mm/menit sehingga menghasilkan heat input 0.48 kJ/mm pada spesimen 1 dan 0.72 kJ/mm

pada spesimen 5 liter/menit untuk root dan 14 liter/menit untuk fill. Kawat las yang digunakan ER 70S-6 dengan diameter 2.4mm. Setelah spesimen dan pralatan las tersedia maka dilakukan pengelasan dengan posisi 1G. Selanjutnya spesimen yang sudah dilakukan pengelasan di dinginkan dan dibersihkan dan dilakukan proses selanjutnya yaitu Dye penetrant.

5. Pengujian spesimen

Pengujian yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian bending, pengujian kekerasan dan struktur mikro.



Gambar 4. Diagram Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

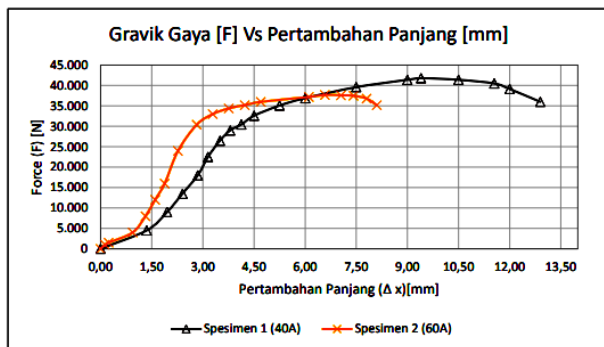
4.1. Pengujian Tarik

Hasil pengelasan GTAW pada material ASTM A36 dengan menggunakan arus pengelasan 40A dan 60A setelah dilakukan dye penetrant di 39 bentuk sesuai standar pengujian tarik ASME BPVC Section IX, maka bentuk spesimen seperti gambar dibawah ini:



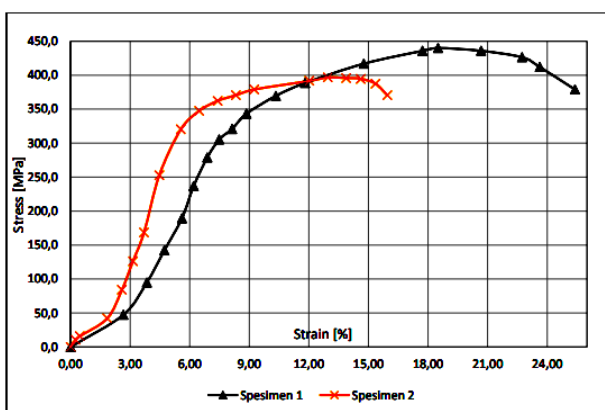
Gambar 5. Spesimen Uji Tarik

Pada gambar 5 kurva gaya [N] vs pertambahan panjang [mm] pada pengelasan GTAW (DCEN) menggunakan arus 40 A didapat kekuatan tarik yield bahan pada gaya 30,476.80 N pertambahan panjang 4.13 mm dan kekuatan tarik maksimum pada gaya 41,796.14 N pertambahan panjang 9.40 mm. Panjang awal spesimen uji tarik 50.8 mm dan panjang akhir spesimen uji tarik 63.7 mm. Kurva gaya [N] vs pertambahan panjang [mm] pada pengelasan GTAW (DCEN) menggunakan arus 60 A didapat kekuatan tarik yield bahan pada gaya 30,407.62 N pertambahan panjang 2.82 mm dan kekuatan tarik maksimum pada gaya 37,682.75 N pertambahan panjang 6.58 mm. Panjang awal spesimen uji tarik 50.8 mm dan panjang akhir spesimen uji tarik 58.9 mm.



Gambar 6. Kurva Gaya [N] Vs Pertambahan Panjang [mm]

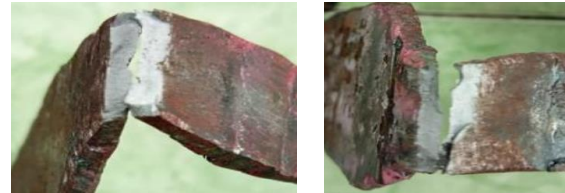
Pada gambar 6 menampilkan grafik stress [MPa] Vs Strain [%] spesimen 1 (40 A) kekuatan maksimum didapat pada nilai 440 MPa dan strain 18.50%. Kekuatan luluh (Yield Stress) di dapat pada nilai 320.8 MPa dan yield strain 8.13%. Pada grafik stress [MPa] Vs Strain [%] spesimen 2 (60 A) kekuatan maksimum didapat pada nilai 396.7 MPa dan strain 12.95%. Kekuatan luluh (Yield Stress) di dapat pada nilai 320.1 MPa dan yield strain 5.55%.



Gambar 7. Grafik Stress [MPa] Vs Strain [%]

Hasil patahan pengujian tarik spesimen pengelasan GTAW (DCEN) 40A terdapat patahan cup and cone dengan

serabut pada permukaan logam. Patahan terjadi pada base material ASTM A36 menandakan hasil pengelasan lebih kuat dibandingkan bahannya (ASTM A36). Sedangkan untuk spesimen pengelasan GTAW (DCEN) 60 A terdapat patahan cup and cone dengan serabut pada permukaan logam. Patahan terjadi pada base material ASTM A36 menandakan hasil pengelasan lebih kuat dibandingkan bahannya (ASTM A36).



40 A

60 A

Gambar 8. Bentuk Patahan

4.2 Pengujian Bending



40A

60A

Gambar 9. Pengujian bending

Tabel 2. Data hasil pengujian bending

Keterangan	Spesimen 1 (40A)	Spesimen 2 (60A)
Jarak Tumpuan [mm]	76.5	76.5
Tebal Spesimen [mm]	5	5
Lebar Spesimen [mm]	43	43
Beban Maksimum [kN]	4,531.	5,830
Deformasi [mm]	13.3	14.8

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa tidak terjadi perpatahan di bagian sambungan pengelasan. Kondisi ini menunjukkan bahwa kedua spesimen merupakan material yang liat. Dilihat dari tabel 2 beban maksimum terdapat pada sampel 60A dengan deformasi yang terjadi adalah 14,8 mm.

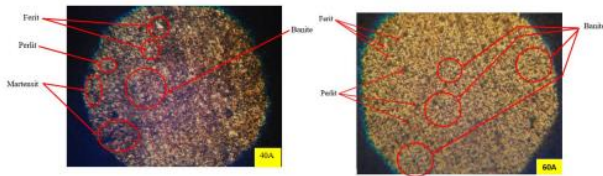
4.3 Pengujian Kekerasan Permukaan

Pada tahap ini dilakukan pengujian kekerasan untuk spesimen ASTM A36 yang telah dilakukan pengelasan GTAW 40 A dan 60 A. Pengamatan dilakukan pada permukaan HAZ dari material bertujuan untuk melihat pengaruh pengelasan terhadap sifat mekanik dari bahan ASTM A36. Didapat data hasil pengujian kekerasan dengan menggunakan metode rockwell A pada table 3 dibawah ini:

Tabel 3. Data Pengujian Kekerasan

Spesimen	Beban [kg]	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata [HRA]
Spesimen 1 (40A)	60	44.5	46.5	46.5	45.8
Spesimen 2 (60A)	60	49	48.1	47.5	48.2

4.4 Pengamatan Struktur Mikro



Gambar 10. Pengamatan Struktur Mikro

Pada gambar 9, dapat dilihat untuk arus 40 A, input panas lebih rendah menyebabkan kecepatan pendinginan lebih cepat, sehingga proporsi struktur yang lebih keras seperti bainit dan martensit lebih tinggi dibandingkan pada arus yang lebih tinggi. Ferrit dan perlit tetap dominan, tetapi dengan perbandingan bainit dan martensit yang lebih tinggi dibandingkan pengelasan dengan arus 60 A. Pada arus 60 A, input panas lebih tinggi menyebabkan daerah lasan yang lebih besar dan kecepatan pendinginan yang lebih lambat, sehingga lebih banyak ferrit dan perlit terbentuk, dan proporsi struktur yang lebih keras seperti bainit dan martensit berkurang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kekuatan tarik maksimum yang mampu diterima material sebelum patah dimana spesimen 1 (40 A) lebih kuat dibandingkan dengan spesimen 2 (60 A) $440.0 \text{ MPa} > 396.7 \text{ MPa}$, dan strain yang terjadi $18.50\% > 12.95\%$. Pada arus pengelasan (40 A) material ASTM A36 lebih elastis dibandingkan dengan pengelasan (60 A) menandakan heat input yang baik digunakan pada bahan ASTM A36 sebesar 6.13 kJ/mm (40 A) jika ditinjau dari sifat kekuatan tariknya. Dan pada pengujian tekuk nilai kekuatan tertinggi terjadi pada spesimen 2 (60 A) dibandingkan dengan spesimen 1 (40 A) dimana $5,830.482 \text{ N} < 4,53.510 \text{ N}$, dan deformasi yang terjadi $14.8 \text{ mm} < 13.3 \text{ mm}$. Hal ini membuktikan bahwa kekuatan tekuk sambungan spesimen 2 (60 A) lebih kuat dibandingkan spesimen 1 (40 A) hal ini disebabkan panas yang lebih tinggi memungkinkan penyebaran tegangan lebih merata di daerah pengelasan, yang dapat meningkatkan kemampuan material untuk menahan gaya tekuk tanpa retak (jika ditinjau dari kekuatan tekuknya). Sebagai usulan yang dapat diberikan untuk perkembangan penelitian selanjutnya tentang pengelasan GTAW (DCEN) yang pada pengamatan struktur mikro lakukan pengamplasan permukaan spesimen yang memiliki ukuran kecil dilakukan mounting resin yang bertujuan untuk mempermudah memegang spesimen uji. Dalam pemberian etsa di lakukan secara cepat untuk mendapat kan hasil pengamatan yang jelas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juwandi, Syafri, & Zulkifli. (2021). Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW Pada

Baja AISI 1050 Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanis. *Journal of Welding Technology*, Vol. 3, No.1, 1-5

- [2] Rofi, A., Kosjoko, & Umar. (2021). Pengaruh Variasi Kampuh dan Kuat Arus Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Bending. *J-Proteksion*, Vol. 5, No.2, 20-24.
- [3] Shobirin, M., & Mulyadi. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Arus pada Pengelasan GTAW di Tinjau dari Pengujian Tarik pada Material Plat ASTM A36. *Innovative Technologica: Methodical Research Journal* Vol: 3, No 1, 2024, Page: 1-10.
- [4] ASTM Section A36 (2004). *Standard Test Method for Vickers Hardness of Metallic Materials*. Washington: ASTM Publishing.
- [5] Azwinur, Syukran, & Hamdani. (2018). Kaji Sifat Mekanik Sambungan Las But Weld Dan Double Lap Join Pada Material Baja Karbon Rendah. *SINTEK: Jurnal Mesin Teknologi*, Vol. 12, No.1, 9-16.
- [6] ASME (2015). *Boiler and Pressure Vessel Code (BVPC) , Section IX: Welding, Brazing, and Fusing Qualifications*. New York: The American Society of Mechanical Engineers.
- [7] Abdul Khair. J Andri Arif.Kesuma, Rinaldi, Sepfitrah, (2016). Effect of Arc Welding Amperage on the Toughness of Low Alloy Steel. *Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace - Science and Engineering (JOMAsE)*.