

PENGARUH KUAT ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK STAINLESS STEEL 304 DENGAN PENGELASAN GAS TUNGSTEN ARC WELDING (GTAW)

Bambang Margono¹, Yulianto Kristiawan², Al Ifan Kusmadharma Indhar Fatawi^{3,*}

1. Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta Jalan Raya Slo-Baki Km.2, Kwarasan Sukoharjo
2. Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta Jalan Raya Slo-Baki Km.2, Kwarasan Sukoharjo
3. Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta Jalan Raya Slo-Baki Km.2, Kwarasan Sukoharjo

*corresponding author: mejik80@gmail.com

ABSTRAK

Pengembangan sains dan teknologi, khususnya teknologi pengelasan, tersebar luas di industri ini. Pengetahuan tentang teknik pengelasan sangat penting untuk memastikan kesesuaian antara hasil yang diinginkan dengan proses pengelasan yang dilakukan untuk mencapai hasil yang optimal. Saat melakukan proses pengelasan untuk mencapai hasil yang diinginkan dan standar, gunakan arus yang sesuai. Pada proses kajian pengaruh arus listrik terhadap kuat tarik baja tahan karat 304 dengan metode pengelasan GTAW diperoleh kualitas sambungan yang cukup baik dalam pengujian gaya tarik. Penggunaan 3 variasi arus yaitu 90 A, 100 A dan 110 A, ternyata tercipta *resistor pull-up* yang berbeda untuk setiap variasi arus. Dari hasil uji tarik menunjukkan arus dengan intensitas tarik tertinggi sebesar 110 ampere dengan tegangan 507,461 N/mm², pada nilai regangan tertinggi pada arus 110 ampere dengan nilai 7,31%, untuk modulus elastisitas tertinggi pada 90 A dengan nilai 50,15 N/m². Struktur mikro las ditentukan oleh banyak faktor, termasuk masukan panas, arus listrik, dan beban. Semakin tinggi arus yang digunakan maka semakin tinggi pula kandungan ferit dan perlit pada HAZ (heat Affected Zone) sehingga menyebabkan nilai kekuatan tarik las semakin meningkat. Semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka partikel struktur mikronya semakin kasar sehingga ketahanan terhadap HAZ semakin rendah.

kata kunci: proses pengelasan, variasi arus, GTAW, stainless steel 304, pengujian tarik

ABSTRACT

The development of science and technology, especially welding technology, is widespread in this industry. Knowledge of welding techniques is essential to ensure the conformity between the desired results and the welding process carried out to achieve optimal results. When performing the welding process to achieve the desired and standard results, use the appropriate current. In the process of studying the effect of electric current on the tensile strength of 304 stainless steel with the GTAW welding method, a fairly good connection quality was obtained in the tensile force test. The use of 3 variations of current, namely 90 A, 100 A and 110 A, turned out to create different pull-up resistors for each current variation. From the tensile test results show the current with the highest tensile intensity of 110 amperes with a stress of 507.461 N/mm², at the highest strain value at 110 amperes with a value of 7.31%, for the highest elastic modulus at 90 A with a value of 50.15 N/m². The weld microstructure is determined by many factors, including heat input, amperage, and load. The higher the current used, the higher the ferrite and pearlite content in the HAZ (Heat Affected Zone), causing the tensile strength value of the weld to increase. The higher the welding current used, the coarser the microstructure particles so that the resistance to HAZ is lower.

keywords: welding process, current variation, GTAW, stainless steel 304, tensile testing

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu metode penyambungan material dengan cara meleburkan material melalui proses pemanasan dengan atau tanpa tekanan. Ada beberapa jenis proses pengelasan yang umum digunakan dalam industri manufaktur, salah satunya adalah proses pengelasan busur tungsten gas (GTAW). Proses pengelasan ini sangat populer dan banyak digunakan, cukup beralasan karena pengelasan jenis ini cukup sederhana, tidak memerlukan peralatan yang rumit, peralatan bergerak dapat menjangkau banyak tempat kerja yang berbeda, kualitas yang tinggi, jumlah penyolderan yang cukup baik, konsumsi daya yang cukup besar. lagi. Efisiensi, waktu dan biaya relatif kompetitif [1]. Adapun kelebihanannya adalah GTAW merupakan metode pengelasan terbaik dan layak, memungkinkannya untuk mengelas pada skala kecil dan besar. Sedangkan kekurangannya adalah hanyasedikit informasi yang dapat diketahui tentang korosi pada SS setelah dilakukuan pengelasan GTAW [2] Parameter yang ditetapkan

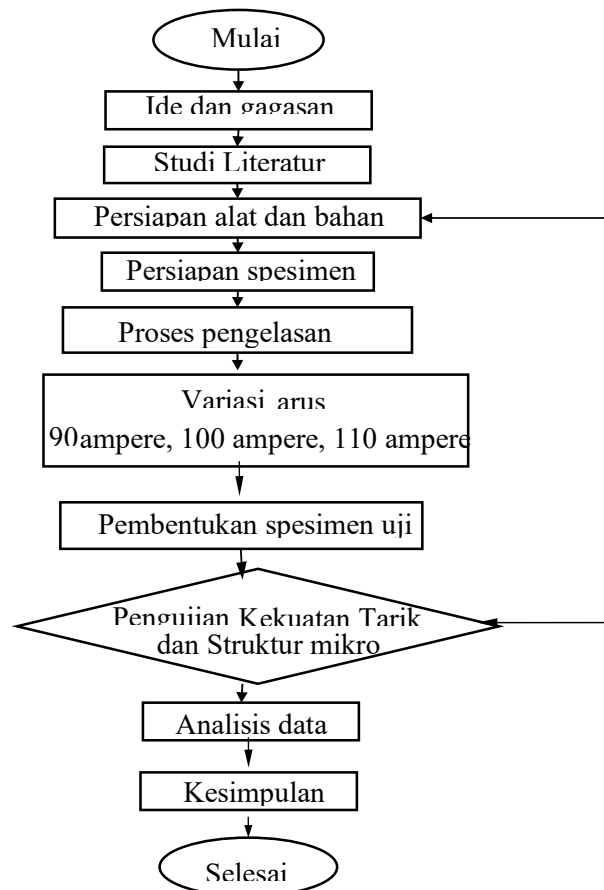
selama proses pengelasan, seperti kuat arus, tegangan, pemilihan logam pengisi (filler), dan tegangan busur, adalah komponen yang mempengaruhi sifat mekanik hasil pengelasan [3].

Stainless Steel 304 adalah baja tahan karat yang biasa digunakan dalam industri karena memiliki sifat mekanik yang cukup awet, tahan korosi, memiliki kemampuan menghindari kontaminasi dan mudah dibersihkan. Setiap penggunaan baja tahan karat tidak terlepas dari proses penyambungan pengelasan. Baja tahan karat merupakan logam yang banyak digunakan dalam konstruksi las karena baja tahan karat dapat dilas menggunakan berbagai metode pengelasan. Hasil pengelasan yang berkualitas baik sangat penting untuk menjaga struktur tetap kuat, aman dan tahan lama [4].

Hasil pengujian metode pengelasan standar ASTM E83 TIG menggunakan variasi saat ini (80 A, 90 A, 110 A) dan kecepatan pengelasan (1,5 mm/s, 2 mm/s, 2,5 mm/s) untuk SS316. Dari data di atas, yang memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi pada arus pengelasan 90 A dengan kekuatan tarik maksimum 534,09 Mpa [5] Berdasarkan penelitian kekuatan tarik lainnya dengan rata-rata untuk arus 80 A adalah 901,15 MPa, lainya meningkat untuk arus 100 A menjadi 1007,31 MPa, yang menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 106,16 MPa dari arus 80 A. Selanjutnya, nilai kekuatan tarik untuk arus 120 A adalah 838,89 MPa, yang menghasilkan nilai kekuatan tarik sebesar 37,74 MPa dari arus 80 A daripada nilai kekuatan tarik [6].

METODOLOGI

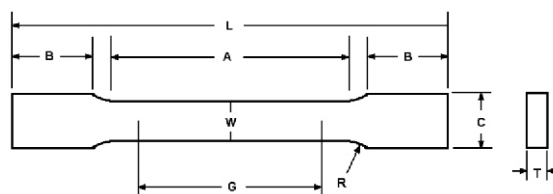
Penelitian ini dilakukan di laboratorium Pengelasan dan Pengujian bahan Jurusan Teknik Mesin Sekolah tinggi Teknologi Waraga Surakarta. Berikut langkah langkah penelitian yang di gambarkan dalam diagram alir berikut ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini menggunakan material *stainless steel* 304 dengan tebal 5 mm, panjang 150 mm dan lebar 100 mm sebanyak 4 spesimen dan menggunakan logam pengisi atau filler TG-S308L pada proses pengelasan *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW).

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan adalah studi eksperimental. Metode eksperimental adalah studi yang digunakan untuk menemukan perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi terkontrol. Sebelum melanjutkan proses pengelasan, potonglah 12 pasang benda uji baja tahan karat 304 dengan ukuran panjang 100 mm, lebar 20 mm dan tinggi atau tebal 5 mm sebanyak 12 pasang, uji tarik sebanyak 9 pasang dan uji struktur sebanyak 3 pasang. , pengelasan yang digunakan adalah las sederhana dengan kampuh berbentuk V dengan sudut 60° , mesin las yang digunakan adalah KRISBOW TIG 250P AC/DC. Posisi pengelasan menggunakan posisi mendatar atau 1G, langkah selanjutnya adalah mengatur arus pengelasan sebesar 90A untuk 4 pasang sampel, 100A untuk 4 pasang sampel dan 110A untuk 4 pasang sampel, posisi nyala api las dijaga miring dari $60^\circ - 85^\circ$. Membuat bone pada spesimen dengan radius 12.5 mm sebelum dilakukan uji tarik, kemudian ukur tebal spesimen dan lebar penampang spesimen, pasang spesimen uji pada mesin uji tarik secara berurut dari ampere terkecil lalu perikan pembebanan uji tarik pada masing-masing spesimen hingga patah, melakukan pencatatan data uji tarik. selanjutnya dilakukan Pengujian struktur mikro untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan pada *stainless steel* 304.



Gambar 2. Spesimen uji ASTM E8

Ket: ukuran dalam mm

L: 200 R: 12.5 W: 12.5 B: 50
T: 5 C: 20

HASIL DAN PEMBAHASAN

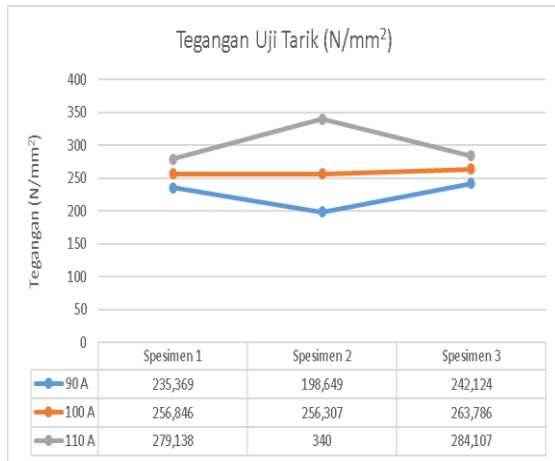
Hasil Penelitian

Hasil uji tarik pada sampel baja tahan karat 304 dengan arus yang berbeda-beda disajikan pada tabel berikut. Uji tarik dilakukan untuk mengetahui sifat mekanik baja tahan karat 304 sebagai bahan uji pada penelitian ini. Hasil uji tarik umumnya berupa parameter kekuatan (kekuatan tarik dan kekuatan luluh), parameter daktilitas dinyatakan dalam persentase pemanjangan dan persentase penyusutan atau pengurangan pada penampang Tabel 1.

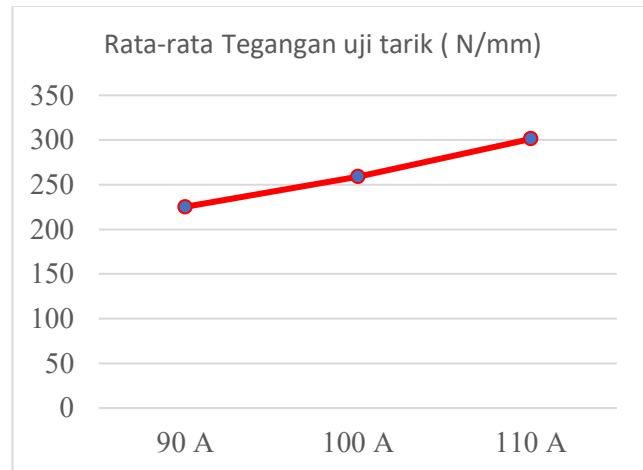
Tabel 1. Hasil Uji Tarik

Ampere (A)	Spesimen	Tegangan (N/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (N/m ²)
90	1	235,369	4,25	55,38
	2	198,649	5,75	34,54
	3	242,124	4,00	60,53
	Rata-rata	225,380	4,66	50,15
100	1	256,846	5,35	48,00
	2	256,307	6,45	39,73
	3	263,786	6,00	43,96
	Rata-rata	259,013	5,93	43,89

	1	279,138	7,00	39,87
110	2	340,00	8,25	41,21
	3	284,107	6,70	42,40
	Rata-rata	301,081	7,31	41,16

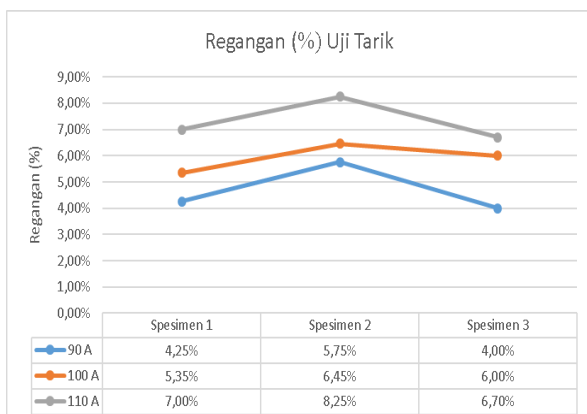


Gambar 3. Hasil Tegangan Uji Tarik

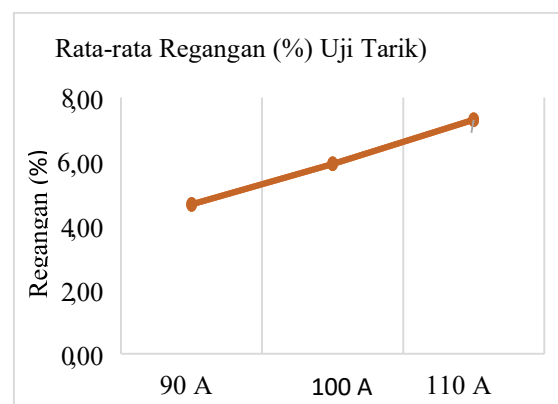


Gambar 4. Rata-rata Tegangan Uji Tarik

Untuk mengetahui nilai tegangan tarik, pengujian spesimen dilakukan dengan 3 replikasi untuk mengetahui nilai rata-rata tegangan pada variasi arus 90 A, 100 A dan 110 A dengan hasil seperti terlihat pada gambar diagram 3. Dari data di atas menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik tertinggi terdapat pada arus pengelasan 110 A dengan tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar 301,081 N/mm², pada arus pengelasan 100 A dengan tegangan tarik maksimum rata-rata sebesar 259,013 N/mm² sedangkan nilai kekuatan tarik terendah ada pada arus pengelasan 90A dengan tegangan tarik rata-rata 256,846 N/mm². Maka diperoleh dari masukan panas pengelasan yang cukup sehingga menghasilkan kekuatan tarik tertinggi pada arus pengelasan 110 A sebesar 301,081 N/mm² seperti ditunjukkan pada gambar diagram 4



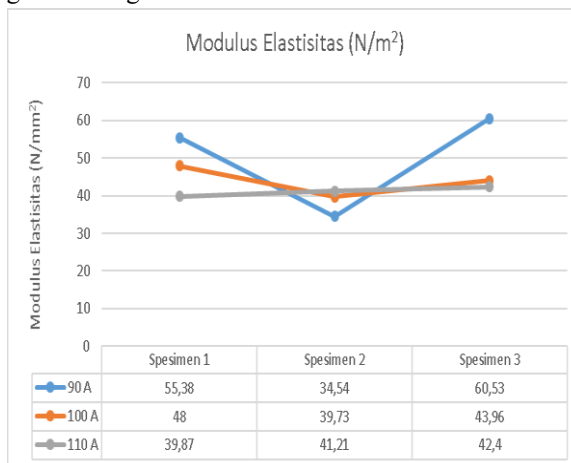
Gambar 5. Hasil Regangan Uji Tarik



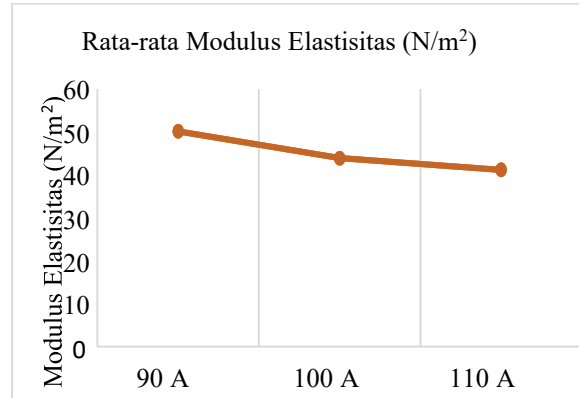
Gambar 6. Rata-rata Regangan Uji Tarik

Berlandaskan gambar diagram 6 diatas dapat dilihat nilai rata-rata regangan pada arus 90 A sebesar 4,66%. Kemudian pada arus listrik 100 A mengalami kenaikan nilai dibandingkan arus 90 A. Berikutnya pada arus 100 A regangan yang dihasilkan sebesar 5,93%, mengalami kenaikan regangan sebesar 1,27% dari arus 90 A. Selanjutnya pada arus 110A regangan yang dihasilkan sebesar 7,31%, terjadi kenaikan

perpanjangan sebesar 2,65% dari arus 90A dan 1,38% terhadap arus 100A. sedangkan untuk hasil dari besarnya regangan masing masing pengujian dari 3 replikasi dari arus 90A,100A,dan 110A dapat dilihat pada gambar diagram 5.

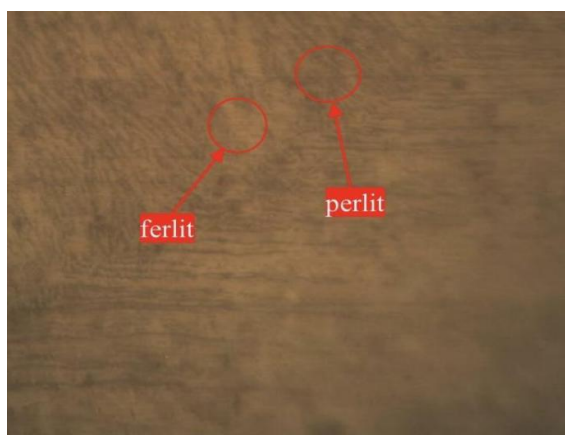


Gambar 7.Regangan Uji Tarik



Gambar 8. Rata-rata Regangan Uji Tarik

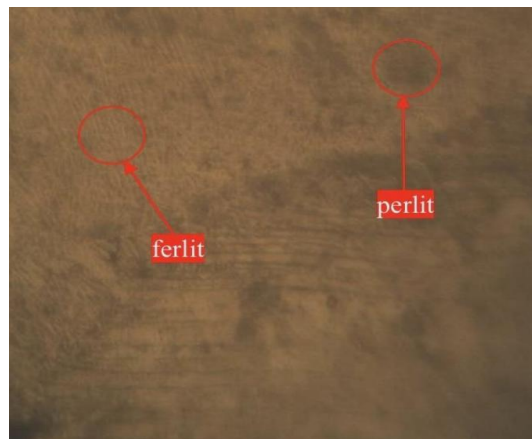
Setelah mengambil data tegangan dan regangan selanjutnya menghitung modulus elastisitas masing-masing sampel uji. Proses pengukuran dilakukan setelah mengetahui tegangan dan regangan spesimen dapat dilihat pada gambar diagram 7. Data yang telah diambil tegangan dan regangan yang menghasilkan modulus elastisitas dari pengaruh variasi arus pengelasan kemudian diambil rata-rata setiap spesimen untuk mempermudah melakukan perbandingan antara variasi arus pengelasan. antara variasi arus pengelasan data gambar diagram 8.



Gambar 9. pengelasan 90 A area Haz



Gambar 10. pengelasan 100 A daerah Haz



Gambar 11. Pengelasan 110 A area Haz

Mengamati struktur mikro untuk mengetahui bentuk, susunan dan ukuran partikel pada zona las dan HAZ. Struktur mikro las ditentukan oleh banyak faktor, termasuk masukan panas, arus listrik, dan beban. Semakin tinggi arus yang digunakan maka semakin tinggi pula kandungan ferit dan perlit pada HAZ (heat Affected Zone) sehingga menyebabkan nilai kekuatan tarik las semakin meningkat. Semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka partikel struktur mikronya semakin kasar sehingga ketahanan terhadap HAZ semakin rendah. Arus 90 A partikel strukturnya lebih halus terlihat ada pada gambar 9. Pada arus 100 A dan 110 A terlihat bahwa semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka partikel struktur mikronya semakin kasar dibandingkan arus 90 A sehingga menyebabkan resistansi HAZ semakin rendah. Pada Gambar 10 dan gambar 11, pada arus 100 A dan 110 A struktur perlit lebih padat, sedangkan pada arus 90 A terlihat struktur yang sebagian besar dibentuk oleh ferlit terlihat lebih halus:

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan maka dapat disimpulkan bahwa Proses pengelasan GTAW berpengaruh terhadap kekuatan tarik pada pengelasan *material Stainless Steel 304*. Pengelasan telah menghasilkan sambungan dengan kualitas yang cukup baik dalam pengujian kuat tarik. Dengan menggunakan 3 variasi arus yaitu 90 Amps, 100 Amps dan 110 Amps, ternyata tercipta resistor pull-up yang berbeda untuk setiap variasi arus.

Hasil pengujian tarik diperoleh rata-rata untuk pengelasan GTAW dengan variasi arus 90 Amps, adalah 256,846 N/mm², untuk variasi 100 Amps adalah 259,013 N/mm² dan untuk variasi 110 adalah 301,081 N/mm² kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada arus 110 Amps, dan untuk terendah pada arus 100 Amps. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi arus pengelasan maka nilai tegangan dan regangan semakin tinggi sedangkan modulus elastisitasnya semakin menurun

Struktur mikro Terlihat dari struktur mikro elektroda cair bahwa semakin tinggi arus yang digunakan maka laju pertumbuhan butir akan semakin tinggi, dan residu kromium karbida akan lebih sedikit dibandingkan dengan arus rendah. Jika residu karbida semakin besar maka ketahanan karat dan sifat mekanik akan menurun. Dan pada wilayah HAZ menciptakan struktur ferit dengan arus pengelasan yang semakin besar sehingga mengakibatkan ukuran bahaya yang semakin besar dibandingkan dengan arus pengelasan yang rendah. Pada arus 100 A dan 110 A terlihat bahwa semakin tinggi arus pengelasan yang digunakan maka partikel struktur mikronya semakin kasar sehingga menyebabkan resistansi HAZ semakin rendah pada arus 100 A dan 110 A, struktur perlit lebih padat, sedangkan pada arus 90 A terlihat bahwa struktur yang terutama dibentuk oleh ferlit tampak lebih halus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Sekolah Tinggi Teknologi Warga Surakarta ,rekan-rekan dosen serta teman-teman program studi D-III Teknologi Teknik Msin yang telah membimbing dan membantu penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gabriel, R. Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW Pada Material Plat Stainless Steel 400 Disambung Dengan Material Plat Stainless Steel 304. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2019.
- [2] E. W. R. Widodo, V. A. Setyowati, Suheni, and I. Qiromi, “Variasi Jenis Kampuh Las Dan Kuat Arus Pada Pengelasan Logam Tidak Sejenis Material Stainless Steel 304L Dan Baja Aisi 1040 Dengan Gas Tungsten Arc Welding,” *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.* VI, pp. 327–332, 2018
- [3] Zulfiadi, S. Bahri, and N. Nurlaili, “Analisa Ketangguhan dan Kekerasan Pada Pengelasan GTAW Pelat Baja AISI 1050 Terhadap Pengaruh Sudut Keruncingan Elektroda Tungsten,” *J. Weld. Technol.*, pp. 53–57, 2021.
- [4] Aminuddin. Analisa Pengaruh Variasi Tegangan Terhadap Kualitas Sambungan Hasil Pengelasan GTAW Pada Material SA 266, Surabaya 2017.
- [5] R. C. Kuntoro et al., “Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Kecepatan Pengelasan terhadap Uji Tarik dan Vickers pada Plat Baja SS316 dengan Pengelasan TIG,” no. *Senastitan V*, pp. 1–7, 2025
- [6] Bagus Prasetyo Anggoro, “Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Stainless Steel Ss 304,” *Jtm*, vol. 09, no. 04, pp. 119–122, 2021
- [7] Y. Kikuchi, R. Hanai, T. Shiroya, and Y. Sakamoto, “DLC Duplex Coating on High-Speed Tool-Steel Substrates Using Plasma Nitrocarburizing After Radical Nitriding,” *Materials Performance and Characterization*, vol. 5, no. 4. ASTM International, 2016