

PENGARUH PENGELASAN LOGAM BERBEDA PLAT SS 400 DENGAN PLAT SUS 304 TERHADAP SIFAT MEKANIS

- 1) Mahasiswa Teknik Mesin, Universitas Tidar, Kota Magelang, Indonesia
- 2) Koordinator Program Studi Teknik Mesin, Universitas Tidar, Kota Magelang, Indonesia
- 3) Dosen Teknik Mesin, Universitas Tidar, Kota Magelang, Indonesia

Corresponding email ^{1*)} :
hamdan.faozi@students.untidar.ac.id
hastutisrimesin@untidar.ac.id

Received: 24-11-2024

Accepted: 27-12-2024

Published: 28-12-2025

©2025 Politala Press.
All Rights Reserved.

Hamdan Faozi^{1*)}, Sri Hastuti²⁾, Xander Salahudin³⁾

Abstrak. Teknologi pengelasan logam yang digunakan saat ini dapat menghubungkan dua jenis logam yang berbeda. Pada Industri Kereta Api pengelasan logam berbeda SS400 dengan SUS304 menggunakan proses Gas Tungsten Arc Welding (GTAW). Pada proses pengelasannya ditemukan cacat pengelasan, salah satunya di dinding gerbong kereta api. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari variasi arus logam berbeda SS400 dengan SUS304 pada sifat mekanis. Metode penelitian ini menggunakan eksperimental, Pengelasan GTAW variasi kuat dari arus 60 A, 80 A, dan 100 A. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kekuatan arus mempengaruhi kekuatan tarik, dan kekerasan. Kekuatan tarik tertinggi adalah 346,63 MPa dengan regangan 9,52 % pada kuat arus 100 A. Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa spesimen dengan variasi arus kuat 100 A memiliki tingkat kekerasan tertinggi dari pada dengan spesimen kuat arus 60 A dan 80 A, hal ini disebabkan semakin besar ampere pengelasan akan meningkatkan kekuatan kekerasan.

Kata Kunci: Pengelasan, SS400, SUS 304, sifat mekanis

Abstract. The metal welding technology used today can connect two different types of metals. In the Railway Industry, metal welding is different from SS 400 with SUS 304 using the Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) process. In the welding process, welding defects were found, one of which was on the wall of the train carriage. This research aims to find out the effect of different metal current variations SS 400 with SUS 304 on mechanical properties. This research method uses experimental, GTAW welding strong variations of 60 A, 80 A, and 100 A currents. The results of this study concluded that the strength of the current affects the tensile strength, and hardness. The highest tensile strength is 346,63 MPa with a strain of 9.52% at a current strength of 100 A. Hardness test results show that specimens with a strong current variation of 100 A have the highest hardness level than with strong current specimens of 60 A and 80 A, this is because the greater the welding ampere will increase the strength of the hardness.

Keywords: welding, SS400, SUS 304, Mechanical properties

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v12i2.319>

1. Pendahuluan

Teknologi pengelasan logam yang digunakan sekarang sudah dapat menyambung dua jenis logam berbeda dinamakan dengan *Dissimilar Metal Welding* [1]. *Dissimilar Metal Welding* digunakan untuk menyambungkan material baja karbon dengan baja tahan karat, maka terjadi perbedaan mendasar antara sifat kedua logam induk [2]. Pada Industri Kereta Api, penyambungan logam yang berbeda SS400 dengan SUS304 dikerjakan untuk pembuatan dinding gerbong kereta api [3].

Sifat mekanis logam perlu diketahui agar mengenali karakteristik suatu material dan tingkat kekerasan material tersebut [4]. Tingkat kekerasan yang dicapai pada sambungan las yakni pada daerah logam las, daerah *Heat Affected Zone* (HAZ), daerah tersebut sangat dipengaruhi oleh sifat keras yang dimiliki bahan ketika mengalami proses pendinginan yang relatif cepat [5]. Pengelasan logam dapat dilakukan dengan berbagai macam

proses. Pada Industri Kereta Api pengelasan logam berbeda SS400 dengan SUS304 menggunakan proses *Gas Tungsten Arc Welding* (GTAW) dan *filler metal* ER 309L memakai kuat arus dari 60 sampai 100 Ampere. Akan tetapi pada hasil pengelasan masih sering dijumpai cacat las salah satunya pada dinding gerbong kereta api [6]. Permasalahan yang sering dihadapi yaitu adanya titik lebur yang berbeda, koefisien pemuaian, dan sifat fisis, serta mekanis pada logam [7].

Masalah lainnya yakni timbul tegangan sisa dan distorsi yang terbentuk akibat angka pemuaian lebih besar dari pada baja [8]. Kemudian adanya pengenceran pada logam pengisi, serta terbentuknya senyawa intermetalik di kedua muka berakibat adanya patahan dan cacat pada pengelasan [9]. Maka perlu penggunaan teknik khusus seperti penentuan logam serta parameter kuat arus listrik yang tepat [10]. Didasari permasalahan di atas maka diadakan penelitian tentang pengaruh kuat arus saat proses penyambungan material logam yang berbeda dengan pengelasan GTAW. Bertujuan mengetahui pengaruh dari variasi arus terhadap sifat mekanisnya. Penelitian ini menggunakan material SS400 dan SUS 304 dengan logam pengisi ER 309L, serta menggunakan kekuatan arus 60 A, 80 A, dan 100 A.

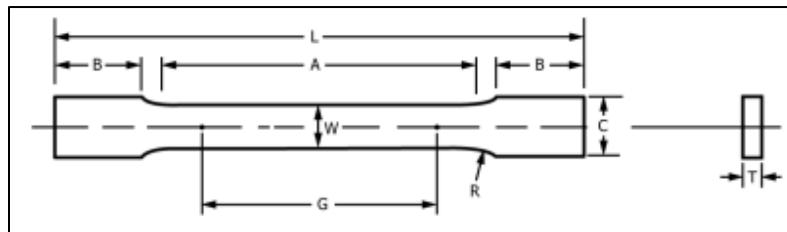
2. Metodologi

Penelitian untuk percobaan ini dilakukan dengan metode penelitian eksperimen pada percobaan langsung benda yang diuji, agar dapat memastikan hasil yang dilihat ketika terjadi perlakuan terhadap objek penelitian. Plat SS400 dan plat SUS 304 dengan tebal 5 mm, sudut kampuh 70° dilakukan pengelasan GTAW memakai elektroda ER 309 L dengan diameter 1,6 mm, memakai kuat arus 60 A, 80 A, 100 A, dilanjutkan pengujian tarik dan kekerasan.

1. Pembuatan Spesimen

a. Spesimen uji Tarik

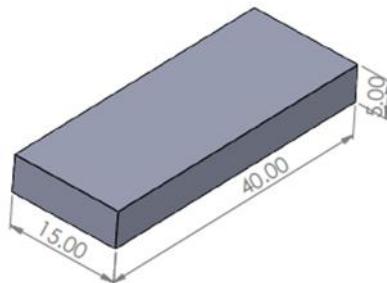
Spesimen yang telah di las dengan pengelasan dilanjutkan dengan *machining* (dipotong sesuai ukuran) sejumlah 9 buah spesimen uji. Spesimen uji tarik yang digunakan sesuai standar ASTM E8 dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik

b. Spesimen uji kekerasan

Pada pengujian kekerasan spesimen uji didesain persegi panjang, serta memiliki ukuran 15 mm x 40 mm x 5 mm dengan standar ASTM E384, Spesimen uji kekerasan dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Spesimen Uji Kekerasan

2. Pengujian

Setelah dilakukan pengelasan GTAW pada bahan sampel yang berbentuk spesimen standar dapat masuk pada proses pengujian yang meliputi:

a. Uji Tarik

Uji tarik menerapkan sistem *universal testing machine* yaitu terhubung langsung pada *plotter*, yang mengakibatkan grafik tegangan (MPa) dan tegangan (%) dapat diperoleh, serta mendapatkan data tegangan ultimate (*out*) dan modulus elastisitas material (E) [11]. Langkah awal dimulai dengan mempersiapkan spesimen yang telah di las, selanjutnya membentuk ASTM E-8 yang disesuaikan pada standar spesimen uji, kemudian diletakkan di bagian pencekam grep di *upper cross head* atas agar tidak terlepas. Tahap selanjutnya adalah dilakukan pengujian. Selama pengujian, mengamati spesimen untuk perubahan beban gaya tarik hingga terdengar bunyi patahan atau spesimen dengan keadaan putus.

Setelah diperoleh hasil uji, spesimen dilepas kemudian berlanjut pada pengujian spesimen berikutnya sampai terselesaikan.

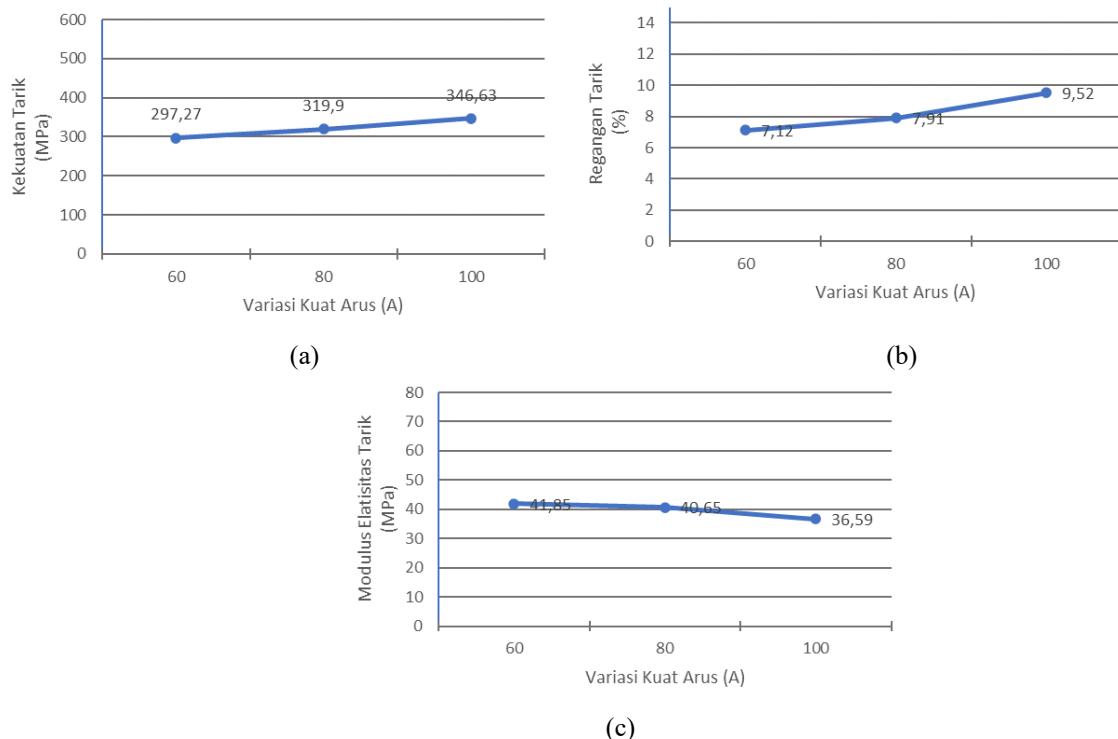
b. Uji Kekerasan

Kekerasan pada bahan bisa jadi adalah sifat mekanik hal penting yang nantinya bisa digunakan untuk pengujian homogenitas pada material [12]. Di samping itu, sifat mekanik lainnya yaitu nilai kekuatan tarik material bisa dikonversi dengan menggunakan kekerasannya. Adapun metode uji kekerasan dengan indentor berbentuk piramida beralaskan bujur sangkar yang memiliki sudut puncak antara dua sisi berhadapan yaitu 136° dengan beban utama sebesar 100 kgf.

3. Hasil dan Pembahasan

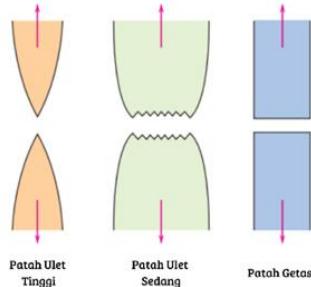
a. Hasil Uji Tarik

Hasil dari pengujian tarik ditunjuk pada gambar berupa nilai kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Dapat dilihat pada gambar 3, nilai kekuatan tarik dari sambungan las baja karbon rendah SS400 dengan *Stainless Steel* SUS 304 di kuat arus 60 A sebesar 297,27 MPa, dengan rata-rata regangan 7,12 % dan modulus elastisitasnya 41,85 MPa. Nilai hasil uji tarik untuk kuat arus 80A sebesar 319,90 MPa, dengan rata-rata regangan 7,91 % dan modulus elastisitasnya 40,65 MPa. Nilai hasil uji tarik untuk kuat arus 100 A sebesar 346,63 MPa, dengan rata-rata regangan 9,52 % dan modulus elastisitasnya 36,59 MPa. Hasil uji tarik menunjukkan perbedaan nilai tegangan, regangan dan modulus elastisitas pada tiap variasi kuat arus. Nilai tegangan, regangan tertinggi diperoleh pada variasi kuat arus 100 A, dengan rata-rata kekuatan tarik 346,63 MPa dan rata-rata regangan 9,52 %. Sebaliknya pada variasi 60A ditemukan nilai kekuatan tarik dan regangan terendah dengan rata-rata kekuatan tarik 297,27 MPa dan rata-rata regangan 7,12 %.



Gambar 3. Hasil Uji a) Kekuatan Tarik; b) Regangan Tarik; b) Modulus Elastisitas Tarik

Hal ini sesuai pada hipotesis pertama, yakni menyatakan terdapat nilai kekuatan tarik yang berbeda berdasarkan variasi kuat arus yang digunakan saat pengelasan. Berdasarkan penelitian Fitri, penggunaan arus yang tepat mempengaruhi hasil patahan pada uji kekuatan tarik [13]. Hasil uji kekuatan tarik memperlihatkan variasi kuat arus pada pengelasan 60 A, 80 A, dan 100 A memiliki perbedaan nilai kekuatan tarik. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi kuat arus yang menghasilkan masukan dan penyebaran panas yang berbeda pada setiap spesimen.



Gambar 4. Jenis Patahan Uji Tarik



Gambar 5. Patahan Hasil Uji Tarik

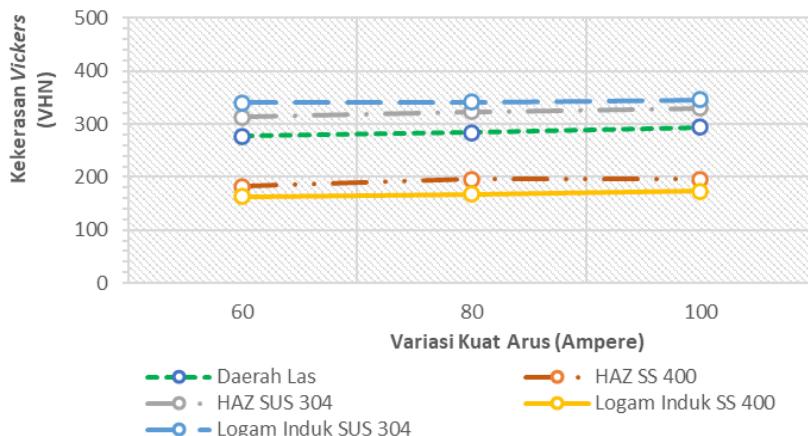
Penelitian ini menunjukkan bahwa patahan tidak terjadi di daerah HAZ melainkan di daerah lasan. Berdasarkan Gambar 4 dan Gambar 5 terjadi patahan ulet sedang. Patahan ulet sedang adalah patahan material yang mengalami deformasi plastis besar, dipengaruhi oleh unsur karbon (C) dalam baja SS400 dan SUS 304 serta elektroda. Hal ini mendukung hipotesis pertama bahwa terdapat nilai kekuatan tarik yang berbeda dari variasi kuat arus yang dipakai saat pengelasan. Sesuai penelitian yang dilakukan oleh Gunawan, yang menyatakan bahwa variasi kuat arus mempengaruhi kekuatan tarik dan regangan hasil pengelasan tungsten inert gas (TIG) pada plat SS400 dan Plat *stainless steel* SUS 304 dengan elektroda ER 308 L [8]. Kekuatan tarik tertinggi didapatkan oleh kuat arus 100 A, dengan rata-rata nilai sebesar 346,63 MPa, sedangkan yang terendah ditemukan pada kuat arus 60 A, dengan rata-rata nilai sebesar 297,27 MPa.

b. Hasil Uji Kekerasan

Setelah melakukan pengelasan GTAW menggunakan kuat arus 60A, 80A, 100A, dilakukan uji kekerasan Vickers. Berdasarkan hasil pengamatan dari pengujian kekerasan Vickers kekerasan paling tinggi ada pada spesimen hasil las dengan variasi kuat arus 100 A, meliputi daerah las 294,36 VHN, HAZ SS 400 196,12 VHN, HAZ SUS 304 330,14 VHN, logam induk SS 400 172,8 VHN, dan logam induk sus 304 yaitu 346,34 VHN. Nilai kekerasan berikutnya adalah pada spesimen dengan kuat arus 80A meliputi, daerah las 284,08 VHN, HAZ SS 400 195,81 VHN, HAZ SUS 304 323,02 VHN, logam induk SS 400 167,17 VHN, logam induk SUS 304 341,05 VHN dan spesimen dengan kuat arus 60 A, meliputi daerah las 276,6 VHN, HAZ SS 400 182,11 VHN, HAZ SUS 304 313,76 VHN, logam induk SS 400 162,78 VHN, logam induk SUS 304 340,38 VHN.

Bersumber hasil uji kekerasan pada Gambar 6, diameter jejak indentor intan pada variasi kuat arus 60, 80, dan 100 A menunjukkan nilai kekerasan yang berbeda. Hal ini terlihat dengan penyebaran titik-titik di daerah las, HAZ, dan logam induk. Spesimen dengan variasi kuat arus 100 A memiliki tingkat kekerasan tertinggi dibandingkan dengan spesimen dengan kuat arus 60 A dan 80 A. Apabila melirik dari gambar 3 b, didapatkan bahwa hasil uji tarik sejalan dengan hasil uji kekerasan. Semakin tinggi tegangan tariknya semakin keras pula nilai kekerasannya. Ini sesuai dengan hubungan antara kekuatan tarik dan kekerasan, di mana diketahui bahwa kekuatan material dan kekerasan memiliki hubungan linier [14].

Hal ini juga dipengaruhi oleh penggunaan arus yang tepat [15]. Perbedaan tingkat kekerasan pada ketiga spesimen ini disebabkan oleh variasi kuat arus pengelasan yang menghasilkan masukan dan penyebaran panas berbeda [16]. Kadaan ini sesuai untuk hipotesis kedua yaitu terdapat perbedaan tingkat kekerasan pada penggunaan kuat arus 60 A, 80 A, 100 A. Hipotesis ini juga sejalan dengan penelitian Agustriyana, mengenai pengelasan bimetal plat baja karbon rendah dan *stainless steel* dengan las GTAW terhadap analisis sifat mekanik, yang menunjukkan keselarasan tinggi rendah ampere dengan kekuatan kekerasan yaitu semakin besar ampere pengelasan maka makin besar juga kekuatan kekerasannya [17].



Gambar 6. Hasil Uji Kekerasan Vickers

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pengaruh pengelasan logam berbeda Plat SS 400 dengan Plat SUS 304 terhadap sifat mekanis, maka dapat ditarik kesimpulan pengelasan dengan variasi arus 100 A memiliki kekuatan tarik tertinggi, diikuti oleh pengelasan dengan variasi arus 80A, serta spesimen dengan kuat arus 60 A. Terdapat nilai kekerasan berbeda di daerah pengelasan, HAZ, dan logam induk. Nilai nilai kekerasan terendah didapatkan pada pengelasan dengan variasi arus 60 A sedangkan nilai kekerasan tertinggi pada pengelasan dengan variasi arus 100 A.

Daftar Pustaka

- [1] Y. Winardi, F. Fadelan, M. Munaji, and W. N. Krisdiantoro, "Pengaruh Elektroda Pengelasan Pada Baja AISI 1045 Dan SS 202 Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Tarik," *J. Pendidik. Tek. Mesin Undiksha*, vol. 8, no. 2, p. 86, Aug. 2020.
- [2] P. Fadilah and H. Kadir, "Prosiding The 12 th Industrial Research Workshop and National Seminar Bandung," 2021.
- [3] Munir, "Analysis of the Effect of Electrode Types on the Welded Joints of Dissimilar Metal SUS 304 with SS400 on Impact Resistance and Macrostructure (Case Studies on the Railway Industry)," *Politek. Negeri Jember*, vol. 01, pp. 1–7, 2022.
- [4] B. M. I. Catur Pramono, Xander Salahudin, "ANALISA KEKUATAN MEKANIK SAMBUNGAN BAHAN SERUPA TIPE SS304 PADA PENGEELASAN TUNGSTEN INERT GAS (TIG)," *J. Mech. Eng.*, vol. 4, no. 1, pp. 88–100, 2023.
- [5] A. Azwinur, J. A. Y. M, and Z. Zulkifli, "Pengaruh Media Pendingin terhadap Kekerasan dan Ketangguhan Hasil Pengelasan Material AISI 1050 pada Proses las MAG," *J. POLIMESIN*, vol. 18, no. 2, pp. 124–130, 2020.
- [6] A. C. dan Sugiyono, "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PRODUKTIVITAS JURU LAS/WELDER DI PT. INKA (PERSERO)," *J. Pendidik. Vokasional Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, p. 8, 2019.
- [7] Y. Amalia and S. Rahmatillah, "Tensile test analysis for steel welding connections as a basis for compiling welding procedure specification (WPS)," *AMCA J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–23, 2023.
- [8] E. Gunawan *et al.*, "Analysis of the Effect of Current Flow Variations in GTAW on SS 400 Plate Material Connected with SUS 304 Stainless Steel Plate Against Tensile Strength and Hardness with ER308L Electrodes," in *Journal of Physics: Conference Series*, Institute of Physics Publishing, Jun. 2019.
- [9] R. Bintarto, T. D. Widodo, R. Raharjo, and M. S. Ma'arif, "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," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 11, no. 1, pp. 125–131, 2020.
- [10] I. Pamungkas, N. Mulyaningsih, and K. Suharno, "PENGARUH VARIASI ARUS PENGEELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK BAJA KARBON SS400," *J. MER-C NO.2/VOL.2/2019*, no. E-ISSN 2622-5735, 2019.
- [11] Gerson, S. Tri Kismanti, and M. Firdan Nurdin, "Rancang Bangun Mesin Uji Tarik, Tekan, dan Tekuk (Bending) Menggunakan Tenaga Hidrolik," *Artikel*, vol. 2, pp. 1–14, 2023.
- [12] H. Bashori, "UJI MATERIAL ALUMINIUM PADUAN DENGAN METODE KEKERASAN ROCKWELL Hasan," *Angew. Chemie Int. Ed.*, vol. 6, no. 11, pp. 951–952, 2020.
- [13] M. Fitri, B. Sukiyono, and M. L. Simanjuntak, "Pengaruh Waktu Penahanan pada Perlakuan Panas Paska Pengelasan terhadap Ketangguhan Sambungan Las Baja," *SINTEK J. J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 13, no. 2, p. 80, 2019.
- [14] F. Yudhanto, S. A. Dhewanto, and S. W. Yakti, "Karakterisasi Bahan Kampas Rem Sepeda Motor Dari

[15] Komposit Serbuk Kayu Jati,” *Quantum Tek. J. Tek. Mesin Terap.*, vol. 1, no. 1, pp. 19–27, 2019.

[16] M. Lasno, H. Purwanto, and M. Dzulfikar, “Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Tig (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Stainless Steel Hollow 304,” *J. Ilm. Momentum*, vol. 15, no. 2, 2019.

[17] M. F. Anshori, Suharno, and Y. Estriyanto, “Pengaruh Variasi Besar Sudut Kampuh V Tunggal Terhadap Struktur Mikro, Kekerasan, Dan Kekuatan Tarik Material Baja Ss400 Dengan Metode Pengelasan Smaw,” *Nozel*, vol. 01, no. 01, pp. 09–22, 2019.

[18] L. Agustriyana, S. Jurusan Teknik Mesin, and P. Negeri Malang, “Analisis Sifat Mekanik Pengelasan Bimetal Plat Baja Karbon Rendah Dan Stainless Steel Dengan Las Gtaw,” *J. Tek. Ilmu dan Apl.*, vol. 09, no. 2, pp. 12–16, 2020.