Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Sambungan terhadap Kekuatan Tarik dan Impak dengan Material SS400 pada Pengelasan GMAW

Suheni[1], Afira Ainur Rosidah[2], dan Suryo Satrio Utomo[3]
Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3]
e-mail: suheni@itats.ac.id[1]

ABSTRACT

Welding is the process of joining two or more metals of the same or dissimilar type by melting or heating the metal either above or below its melting point, with or without additional pressure or filler metal. The GMAW welding process is welding by connecting similar metals with additional materials in the form of rolled wire and protective gas through a rolled wire melting process. This research aims to analyze the effect of current and connections on tensile strength, impact strength and macro structure of SS400 material using the GMAW process. This research uses an experimental method, namely conducting research directly using SS400 steel material and GMAW welding with ER70S-6 electrodes with a diameter of 1.2 mm with a gas flow of 15 L/minute. The variables used are current strength of 80 A and 100 A, as well as variations of the notches using U-notch, V-notch, and X-notch. Furthermore, the welding results was performed tensile, hardness testing, and macro structure analysis to evaluate the width of HAZ. The analysis carried out in this research was a descriptive analysis, where the results were obtained that the best connection in tensile strength testing was found in the X-notch welding joint (80 A) with a tensile strength of 492.77 MPa. Next, the best joint in the impact test is the U-notch (100 A) with an impact strength of 2.20 J/mm^2. Meanwhile, the best connections in macro photostructure results are the V-notch (80 A and 100 A) and X-notch (100 A) because there are no defects. Apart from that, the best average HAZ is owned by V-notch (80 A) and X-notch (100 A).

Keywords: *Welding Current, bevel, tensile test, impact test, macro structure*

ABSTRAK

Pengelasan adalah proses menyambungkan dua buah atau lebih logam yang sejenis maupun tidak sejenis dengan mencairkan atau memanaskan logam tersebut baik diatas maupun di bawah titik leburnya, disertai atau tanpa penambahan tekananmaupun logam pengisi. Proses pengelasan GMAW adalah pengelasan dengan menyambungkan logam sejenis dengan bahan tambahan berupa kawat gulung dan gas pelindung melalui proses pencairan kawat gulung. Penelitian ini bertujuanuntuk menganalisa pengaruh arus dan sambungan terhadap kekuatan tarik, kekuatan impak, dan struktur makro pada material SS400 dengan proses GMAW. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, yaitu dilakukannya penelitian secara langsung menggunakan material Baja SS400 dan pengelasan GMAW dengan elektroda ER70S-6 diameter 1,2 mm dengan aliran gas 15 L/menit. Variabel yang digunakan yaitu kuat arus sebesar 80 A dan 100 A, juga variasi sambungan kampuh U, kampuh V, dan kampuh X. Selanjutnya dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik pada suatu material, pengujian kekerasan untuk mengetahui seberapa keras material menerima beban, dan pengujian makro untuk melihat ukuran struktur HAZ dan *Weld Metal* yang terkena pengelasan. Analisa yang dilakukan dalam penelitian ini adalah analisa analisis deskriptif, dimana diperoleh hasil bahwa sambungan yang terbaik dalam pengujiankekuatan tarik (*tensile*) terdapat pada sambungan pengelasan kampuh X (80 A) dengan kekuatan tarik 492,77 MPa. Sselanjutnya sambungan yangterbaik dalam pengujian pukulan (*impact*) terdapat pada sambungan pengelasan kampuh U (100 A) dengan kekuatan pukulan 2,20 J/mm^2. Sedangkan sambungan yang terbaik dalam pengujian fotostruktur makro terdapatpada sambungan pengelasan kampuh V (80 A dan 100 A) serta jampuh X (100 A) karena tidak terjadi kecacatan. Selain itu HAZ rata-rata terbaik dimiliki oleh Kampuh V (80 A) dan Kampuh X (100 A).

Kata kunci: Arus las, kampuh, uji tarik, uji impak, struktur makro

PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan infrastruktur di Indonesia tidak terlepas dari peran teknologi pengelasan yang terus berkembang pesat dari waktu ke waktu. Teknologi pengelasan banyak berkontribusi salah satunya pada kegiatan pembangunan konstruksi gedung, jembatan, baliho, dan lain-lain. Pengelasan dapat didefinisikan sebagai aktifitas penyambungan dua buah logam yang dilakukan dalam keadaan panas [1]. Salah satu proses pengelasan yang sering digunakan adalah Gas Metal Arc Welding (GMAW). Proses pengelasan GMAW adalah pengelasan dengan menyambungkan logam sejenis dengan bahan tambahan berupa kawat gulung dan gas pelindung melalui proses pencairan kawat gulung [2]. Proses pengelasan

ISSN 2775-5630

dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti diameter elektroda, kecepatan pengelasan, jenis kampuh dan arus pengelasan [2], [3], [4].

Salah satu logam tahan karat yang sering membutuhkan penyambungan adalah logam SS400. Beberapa penelitian sebelumnya melakukan proses penyambungan terhadap logam ini dengan menggunakan berbagai jenis las seperti SMAW dan GMAW [1], [5]. Beberapa bentuk pengujian pada hasil pengelasan adalah dengan uji kekuatan tarik (*tensile*) dan uji pukulan (*impact*). Uji kekuatan tarik (*tensile*) adalah salah satu jenis *Destructive Test* dengan proses perusakan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik suatu material hasil pengelasan [6]. Selanjutnya uji pukulan (*impact*) adalah salah satu jenis *Destructive Test* dengan proses perusakan untuk mengetahui nilai pukulan yang dapat ditahan oleh material hasil pengelasan [7]. Pengujian tersebut banyak dilakukan pada hasil lasan karena untuk mengetahui kualitas logam hasil las terhadap sifat mekaniknya. Oleh sebab itu, sebagai pengembangan penelitian maka perlunya dilakukan pengukuran pada kekuatan tarik (tensile) dan pukulan (*impact*) hasil pengelasan dengan teknik 3G atau teknik vertikal pada tiga jenis sambungan kampuh yaitu U tunggal, V tunggal, dan kampuh X (V *double*) melalui proses Gas Metal Arc Welding (GMAW) dimana menggunakan berbagai tingkatan arus untuk mengetahui nilai kekuatan tarik (*tensile*) dan pukulan (*impact*) di tiap-tiap sambungan lalu membandingkannya.

TINJAUAN PUSTAKA

Gas Metal Arc Welding (GMAW)

Metode ini disebut juga pengelasan *shielding gas*. Proses las ini merupakan proses penyambungan dua logam dengan menggunakan busur gas dan elektroda berupa kawat gulungan atau rol yang digerakkan oleh motor. Saat proses pengelasan berlangsung, gas dilepaskan ke daerah las untuk melindungi busur dan baja yang meleleh dari kontaminasi udara sekitarnya [8]. Keunggulan lainnya termasuk ketiadaan sisa slag dan terak, serta kebutuhan pembersihan yang minimal setelah pengelasan selesai [1].

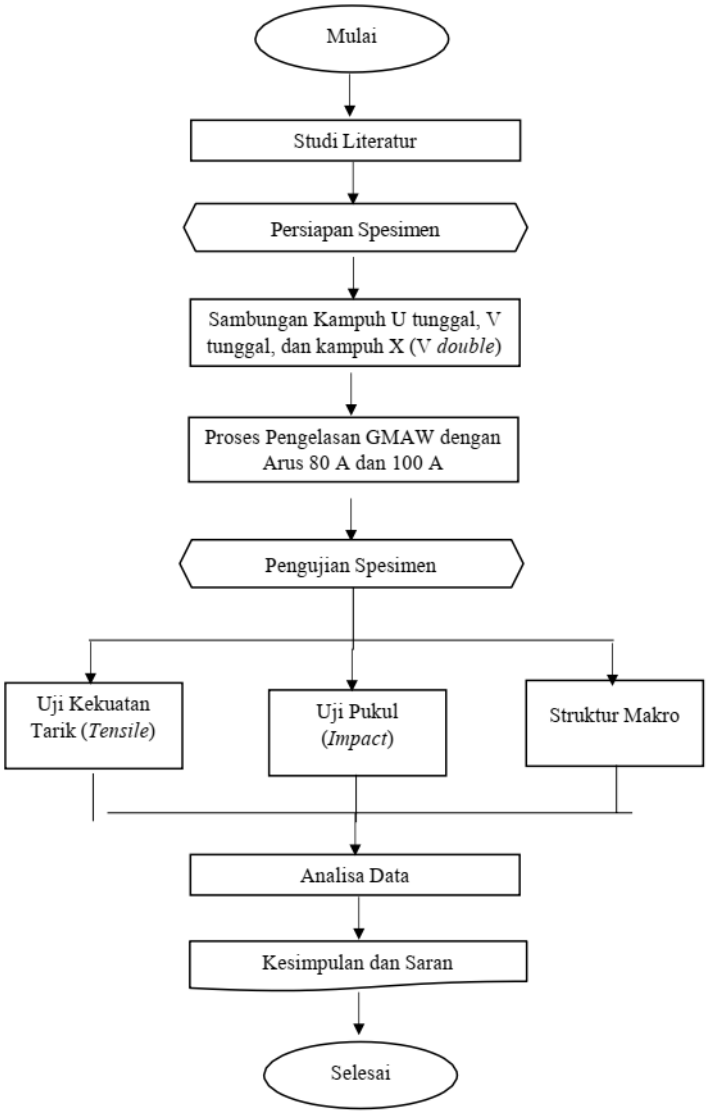
Baja SS400

Baja SS400 merupakan jenis baja yang umumnya digunakan dalam proyek konstruksi karena terkategori sebagai baja karbon rendah dengan kadar karbon kurang dari 0,3%. Karakteristik ini memberikan baja tersebut sifat keuletan dan kekuatan yang baik, meskipun kekerasan dan ketahanan ausnya relatif rendah. Meskipun demikian, baja ini sangat sesuai digunakan sebagai bahan utama dalam struktur bangunan, pipa gedung, bodi motor, bahkan tangki minyak [9]. Selain itu, Baja SS400 juga mudah dibentuk, sehingga memudahkan penggunaannya [1].

METODE

Material yang dilas adalah baja SS400 ukuran 400 x 200 x 9 mm dengan posisi pengelasan 3G, sambungan *butt joint* sudut 60^{o}. Variasi kampuh yang digunakan adalah kampuh U, V, dan X dengan masing-masing kampuh divariasikan arusnya sebesar 80 A (*wire speed* 2,2 m/menit dan tegangan 17 V) dan 100 A *wire speed* 2,2 m/menit dan tegangan 19 V). Elektroda yang digunakan adalah ER70S-6 diameter 1,2 mm dengan aliran gas 15 L/menit, serta menggunakan polaritas DCEP (*Direct Current Electrode Positive*). Spesimen benda uji berdasarkan *American Society of Mechanical Engineers* (ASME) tanpa variasi *preheat* dan media pendingin udara suhu ruang. Pengujian yang dilakukan meliputi uji tarik dan uji *impact* pada masing-masing spesimen hasil lasan. Selain itu, struktur makro dari hasil lasan juga diamati dengan menetaskan cairan etsa. Diagram alir penelitian ini disajikan dalam Gambar 1.

ISSN 2775-5630



Gambar 1. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

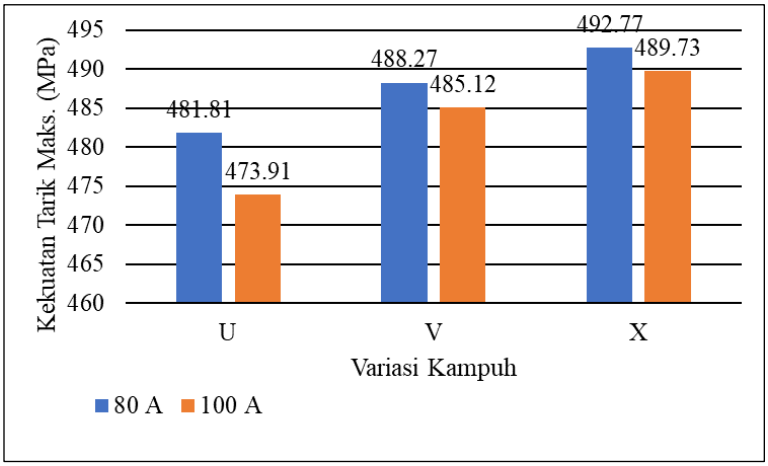
Setelah dilakukan uji kekuatan tarik pada seluruh spesimen, maka diperoleh hasil kekuatan tarik seperti pada Tabel 1 yang menunjukkan bahwa pengelasan dengan sambungan terbaik pada kuat arus 80 Ampere yaitu kampuh X dengan kekuatan 492,77 MPa, sedangkan pada kuat arus 100 Ampere adalah kampuh X dengan kekuatan 492,77 MPa. Namun jika diperbandingkan antara kuat arus 80 Ampere dengan 100 Ampere maka sambungan yang terbaik dalam pengujian kekuatan tarik terdapat pada kuat arus 80 Ampere menggunakan sambungan pengelasan kampuh X dengan kekuatan tarik 492,77 MPa (lihat Gambar 2). Hal ini disebabkan karena pengelasan pada arus yang lebih tinggi memiliki titik lebur yang lebih besar sehingga mengakibatkan spesimen menjadi lebih rapuh terutama pada area HAZ (*Heat Affected Zone*).

Hasil pengujian ini lebih baik dibandingkan dengan hasil pengujian tarik dari penelitian sebelumnya pada pengelasan dengan proses GMAW [10].

ISSN 2775-5630

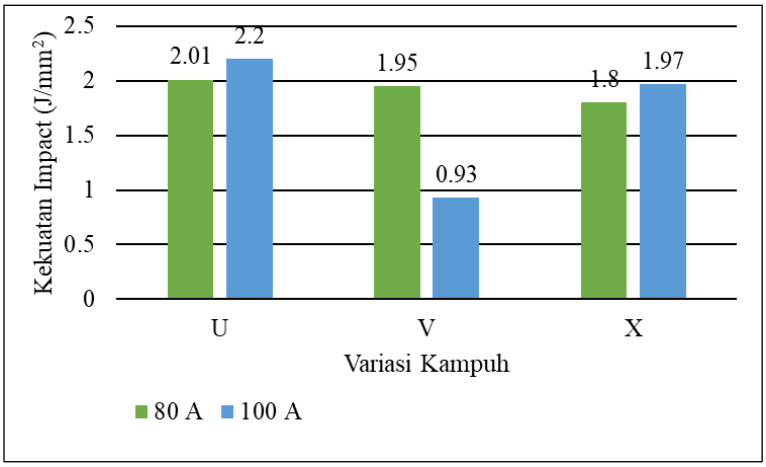
Tabel 1. Data uji tarik hasil las GMAW baja SS400

Arus (A)	Variasi Kampuh	Kekuatan Tarik Maksimum (MPa)	Kekuatan Luluh (MPa)	Elongasi (%)
80	U	481,81	360,52	65,42
	V	488,27	368,68	67,00
	X	492,77	362,53	65,75
100	U	473,91	338,37	61,07
	V	485,12	357,70	65,15
	X	489,73	353,42	63,80



Gambar 2. Kekuatan tarik maksimum hasil las GMAW baja SS400

Hasil Uji *Impact*

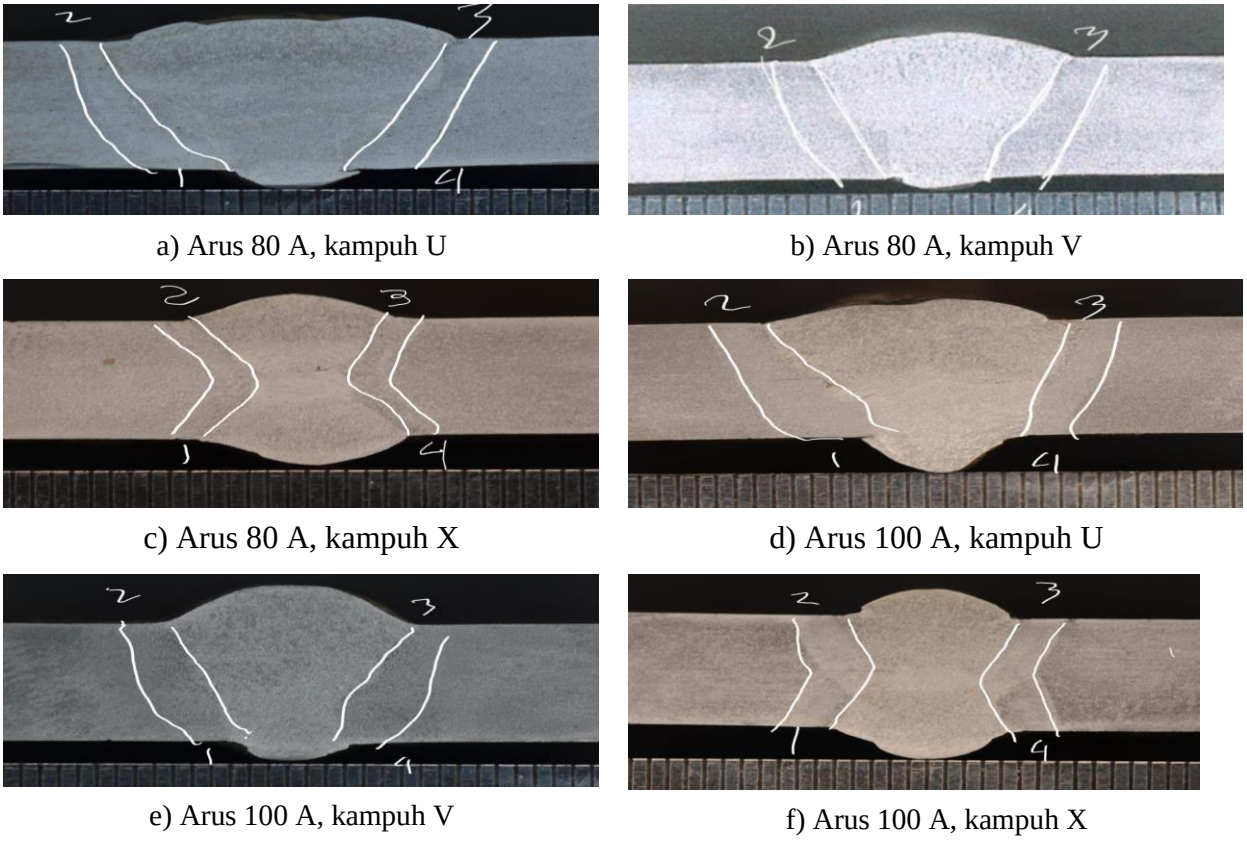


Gambar 3. Kekuatan *impact* hasil las GMAW baja SS400

Spesimen hasil las dengan kekuatan *impact* tertinggi ada pada kuat arus 80 Ampere dengan kampuh U sebesar 2,2 J/mm^2. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3, mengindikasikan spesimen yang paling ulet dibandingkan spesimen lain karena membutuhkan energi paling tinggi untuk rusak. Hasil ini selaras dengan nilai kekuatan tarik terendah pada spesimen dengan arus 80 Ampere dan kampuh U yang artinya spesimen tidak begitu getas. Semakin besar arus, secara keseluruhan nilai kekuatan *impact* semakin tinggi yang artinya semakin getas. Sedangkan kampuh U menyebabkan serapan energi *impact* paling besar dan kampuh X menyebabkan serapan energi paling kecil yang mengindikasikan sifat getas.

ISSN 2775-5630

Hasil Foto Makro



a) Arus 80 A, kampuh U

b) Arus 80 A, kampuh V

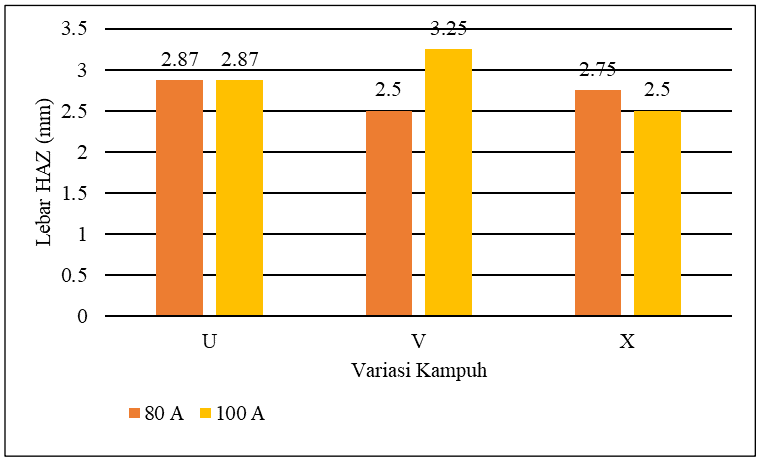
c) Arus 80 A, kampuh X

d) Arus 100 A, kampuh U

e) Arus 100 A, kampuh V

f) Arus 100 A, kampuh X

Gambar 4. Foto makro hasil las GMAW baja SS400



Gambar 5. Lebar HAZ hasil las GMAW baja SS400

Hasil foto makro setelah dilakukannya etsa dapat menunjukkan batas yang jelas antara logam induk, *Heat Affected Zone* (HAZ), dan logam lasan. Dari hasil tersebut, kemudian lebar HAZ dapat ditentukan. Gambar 4 menujukkan adanya perbedaan *weld pool* yang terbentuk pada hasil las dengan variasi arus 80 A dan 100 A. Semakin tinggi arus yang digunakan, penampang *weld pool* terlihat semakin jelas dan lebar serta terdistribusi hingga ke bagian bawah dari kampuh las. Hal ini serupa dengan penelitian sebelumnya oleh Setyowati dkk [11], semakin besar arus yang digunakan, maka kedalaman penetrasi dan lebar logam las juga akan meningkat [12]. Logam las yang mengalami aliran arus tinggi cenderung lebih mudah mengalir secara merata dari bagian tengah ke setiap sudut [13].

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa arus pengelasan 100 A dengan kampuh V memberikan HAZ paling lebar sebesar 3,25 mm. Secara keseluruhan, arus las yang semakin besar cenderung memberikan nilai yang

lebih tinggi. Semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula lebar HAZ yang dihasilkan, hal ini dikarenakan semakin besar arus yang digunakan maka masukan panas penerima semakin tinggi [14].

KESIMPULAN

Besar arus dan variasi kampuh pada pengelasan GMAW pada logam SS400 mempengaruhi sifat mekanik logam hasil lasan. Nilai kekuatan tarik maksimum logam yang didapatkan sebesar 492,77 MPa dengan variasi arus 80 A dan kampuh X. Sedangkan untuk kekuatan *impact*, nilai spesimen tertinggi adalah pada arus 100 A kampuh U dengan nilai 2,2 J/mm^2 yang mengindikasikan sifat ulet. Semakin tinggi arus, weld pool dan lebar HAZ cenderung semakin besar, hal ini disebabkan oleh aliran arus yang tinggi memudahkan logam las berpenetrasi dan mengalir secara merata pada sambungan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Y. Mahendra, U. Lesmanah, and M. Basjir, "ANALISA VARIASI ARUS TERHADAP KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW DAN GMAW PADA BAJA SS400," *J. Tek. Mesin*, vol. 18, no. 3, Art. no. 3, Nov. 2022.

[2] B. Zainal Fakri and N. Juhan, "Analisa pengaruh kuat arus pengelasan GMAW terhadap ketangguhan sambungan baja AISI 1050," *J. Weld. Technol. Vol.*, vol. 1, no. 1, p. 5, 2019.

[3] A. A. Rosidah, S. Suheni, and E. W. Anarki, "Analisis Pengaruh Diameter Elektroda dan Kecepatan Las terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Makro pada Baja AISI 1050 dengan Proses Pengelasan TIG," *Pros. SENASTITAN Semin. Nas. Teknol. Ind. Berkelanjutan*, vol. 1, no. 1, Art. no. 1, Mar. 2021.

[4] S. Ishak, M. H. Asiri, and K. Kamil, "Analisis Sambungan Las MIG pada Baja Karbon Rendah Variasi Kampuh Las V, I dan K terhadap Kekuatan Tarik," vol. 21, no. 1, 2020.

[5] R. A. Azis, S. Suharno, and H. Saputro, "Pengaruh Variasi Diameter Elektroda E7018 Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Pengelasan pada Baja Karbon Rendah Jenis SS400 dengan Metode SMAW," *J. Tek.*, vol. 17, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2019, doi: 10.37031/jt.v17i2.53.

[6] M. Mulyadi, "Pengaruh Model Speciment Uji Tarik Pada Pengelasan Besi Fc-30 Di Lihat Dari Kekuatan Tarik Pengelasan:," *REM Rekayasa Energi Manufaktur J.*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2016, doi: 10.21070/r.e.m.v1i2.565.

[7] R. B. S. Majanasastra, "ANALISIS SIMULASI UJI IMPAK BAJA KARBON SEDANG (AISI 1045) dan BAJA KARBON TINGGI (AISI D2) HASIL PERLAKUAN PANAS," *J. Ilm. Tek. MESIN*, vol. 1, no. 2, Art. no. 2, Aug. 2013.

[8] A. L. Pratama, S. Supriyadi, and H. Ma'mun, "Pengaruh Variasi Arus pada Pengelasan GMAW Terhadap Kekuatan dan Kekerasan Baja ST60," *J. Ilm. Momentum*, vol. 17, no. 1, Art. no. 1, Apr. 2021, doi: 10.36499/jim.v17i1.4396.

[9] L. I. Saputra, U. Budiarto, and S. Jokosisworo, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja SS 400 Pengelasan SMAW (Shielded Metal Arc Welding) Akibat dengan Variasi Jenis Kampuh dan Posisi Pengelasan," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 4, Art. no. 4, Sep. 2019, Accessed: Feb. 04, 2024. [Online]. Available: https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/24215

[10] A. DEWANTARA, "ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK HASIL PENGELASAN SMAW DAN GMAW MENGGUNAKAN VARIASI MEDIA PENDINGIN PADA BAJA ST 37," undergraduate, Sriwijaya University, 2022. Accessed: Feb. 04, 2024. [Online]. Available: https://repository.unsri.ac.id/75001/

[11] V. A. Setyowati and S. Suheni, "VARIASI ARUS DAN SUDUT PENGELASAN PADA MATERIAL AUSTENITIC STAINLESS STEEL 304 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTURMAKRO," *J. IPTEK*, vol. 20, no. 2, Art. no. 2, Dec. 2016, doi: 10.31284/j.iptek.2016.v20i2.40.

[12] R. Unnikrishnan *et al.*, "Effect of heat input on the microstructure, residual stresses and corrosion resistance of 304L austenitic stainless steel weldments," *Mater. Charact.*, vol. 93, pp. 10–23, Jul. 2014, doi: 10.1016/j.matchar.2014.03.013.

[13] K.-H. Tseng and C.-Y. Hsu, "Performance of activated TIG process in austenitic stainless steel welds," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 211, no. 3, pp. 503–512, Mar. 2011, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2010.11.003.
[14] A. S. Nadani, "Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan (GTAW) Pada Aluminium 5083 Terhadap Lebar HAZ dan Kekuatan Tarik," undergraduate, Politeknik Negeri Jember, 2023. Accessed: Feb. 04, 2024. [Online]. Available: https://sipora.polije.ac.id/28559/