Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Kecepatan Pengelasan terhadap Uji Tarik dan Vickers pada Plat Baja SS316 dengan Pengelasan TIG

Ryan Cahyo Kuntoro[1], Suheni[2], Ahmad Anas Arifin[3] dan Firmart Ardyansah
Prodi Teknik Mesin Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2,3,4]
e-mail: ryan.rawk11@gmail.com[1], suheni@itats.ac.id[2], anas.arifin@itats.ac.id[3] dan ardyaremasaja@gmail.com[4]

ABSTRACT

Welding is a technology that connects two or more metals using or without filler metal. The process is accompanied by melting the parent metal or filler metal. This study examined the variation of TIG welding current and speed tested using SS316 on its Tensile test, Vickers hardness test, and macrostructure. The effect of the variation on the tensile test was to produce the highest yield stress in the 110A current variation with a speed of 2.5 mm/s. The highest ultimate stress value was found in the 90A current variation with a welding speed of 2.5 mm/s. The highest strain value was in the 90A variation with a welding speed of 2 mm/s and 2.5 mm/s and in the 110A variation with a welding speed of 2.5 mm/s. The effect of Vickers hardness testing got the highest VHN average value in the 110A current variation with a welding speed of 2.5 mm/s, and the VHN value was 579.17 kg/mm^2. At the same time, the smallest average value was 423.49 kg/mm^2. This value was found in the 110A current variation with a welding speed of 2 mm/s. The highest HAZ average value was found at a welding current of 110 A and a welding speed of 1.5 mm/s with an average HAZ of 1.2 mm. At the same time, the lowest HAZ average value was at a welding current of 80 A and welding speeds of 2 mm/s and 2.5 mm/s with an average HAZ of 1 mm.

Keywords: *Welding, TIG Welding, Tensile Test, Vickers Hardness, Macrostructure*

ABSTRAK

Pengelasan merupakan teknologi yang digunakan sebagai penyambung dua atau lebih logam dengan menggunakan logam pengisi atau tanpa logam pengisi yang proses di dalamnya disertai pelaburan logam induk atau logam pengisi. Penelitian ini tentang pengaruh variasi arus dan kecepatan pengelasan TIG yang diuji menggunakan SS316 terhadap uji Tarik, uji kekerasan Vickers, serta struktur makronya. Pengaruh variasi tersebut pada uji Tarik adalah yield stress paling tinggi terdapat pada variasi arus 110A dengan kecepatan 2,5 mm/s. Sedangkan nilai ultimate stress tertinggi terdapat pada variasi arus 90A dengan kecepatan las 2,5 mm/s. Dan untuk nilai regangan tertinggi terletak pada variasi 90A dengan kecepatan las 2 mm/s dan 2,5 mm/s serta variasi 110A dengan kecepatan las 2,5 mm/s. dan untuk pengaruhnya pada pengujian kekerasan Vickers didapatkan bahwa nilai rata-rata VHN yang tertinggi ada pada variasi arus 110A dengan kecepatan las 2,5 mm/s nilai VHN tersebut adalah 579,17 kg/mm^2. Sedangkan nilai rata- rata paling kecil adalah 423,49 kg/mm^2 nilai ini terdapat pada variasi arus 110A dengan kecepatan las 2 mm/s. nilai rata – rata HAZ tertinggi terdapat pada arus pengelasan 110 A dan kecepatan las 1,5 mm/s dengan rata – rata HAZ sebesar 1,2 mm, sedangkan nilai rata – rata HAZ terendah ada pada arus pengelasan 80 A dan kecepatan las 2 mm/s dan 2,5 mm/ dengan rata – rata HAZ sebesar 1 mm.

Kata kunci: Welding, TIG Welding, Tensile Test, Vickers Hardness, Macrostructure

PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan teknologi yang digunakan sebagai penyambung dua atau lebih logam dengan atau tanpa logam pengisi, di mana prosesnya melibatkan pelaburan logam induk atau logam pengisi [1]. Pengelasan adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair [2]. Seiring perkembangan zaman, proses las memiliki peran yang sangat penting dalam rekayasa serta reparasi logam [3]. Pembangunan konstruksi menggunakan bahan utama logam sebagai pondasi banyak dibutuhkan, tidak terkecuali dalam rancang bangun, sebab sambungan lasan merupakan salah satu metode pembuatan sambungan yang secara teknikal memerlukan keterampilan yang mumpuni bagi welder agar mendapatkan hasil lasan berkualitas baik [4]. Ruang lingkup teknik las sendiri sangat luas, terutama dalam konstruksi seperti perkapalan, jembatan, rangka baja, rel, pipa saluran, dan sebagainya [5].

Beberapa faktor yang sangat mempengaruhi hasil lasan adalah prosedurnya, yakni serangkaian perencanaan yang digunakan untuk tujuan tertentu dengan spesifikasi yang tidak sembarangan dan harus diperhatikan

oleh welder [6]. Faktor produksi pengelasan mencakup jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, serta persiapan pengelasan, yang meliputi pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, dan penggunaan jenis kampuh [7]. Meskipun prosedur pengelasan tampak sederhana, pada kenyataannya terdapat berbagai permasalahan yang harus diatasi dengan pengetahuan dan keterampilan teknis yang memadai [8].

Pengelasan stainless steel 316 adalah proses penting dalam industri manufaktur modern yang membutuhkan komponen dengan ketahanan korosi dan kekuatan mekanis yang tinggi [9]. Stainless steel 316, yang merupakan bagian dari keluarga stainless steel austenitik, sangat dihargai karena kombinasi sifat-sifatnya yang unggul, termasuk ketahanan korosi yang baik dalam berbagai lingkungan, kekuatan mekanis tinggi, serta kemampuan yang baik untuk machining dan welding [10]. Karena keunggulan tersebut, stainless steel 316 banyak digunakan dalam berbagai aplikasi industri, seperti peralatan kimia, farmasi, makanan, dan pembangkit listrik [11].

Ruang lingkup penggunaan teknologi pengelasan ini mencakup konstruksi rangka stainless steel [12]. Penelitian sebelumnya telah memberikan wawasan berharga mengenai pengaruh parameter pengelasan terhadap sifat mekanis dan mikrostruktur sambungan las stainless steel 316 [13]. Sebagai contoh, penelitian yang dilakukan oleh Arif [14] menyelidiki pengaruh variasi arus dan kecepatan pengelasan terhadap sifat mekanis sambungan las stainless steel 316 menggunakan proses pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) atau GTAW (Gas Tungsten Arc Welding). Ia menemukan bahwa peningkatan arus dan kecepatan pengelasan cenderung meningkatkan kekerasan sambungan las, tetapi dapat mengurangi kekuatan tariknya. Hal ini menunjukkan pentingnya memilih parameter pengelasan yang tepat untuk memperoleh sambungan las dengan kualitas yang optimal. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dibahas pengaruh variasi arus dan kecepatan pengelasan TIG dengan berbagai variasi pada material SS316 terhadap uji tarik, uji kekerasan Vickers, serta analisis struktur makro.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) / TIG (Tungsten Inert Gas)

Las Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) merupakan salah satu jenis las yang menggunakan busur nyala api akan tetapi elektroda memakai tungsten (Wolfram), untuk bahan lainnya terbuat dari material yang akan di las itu sendiri atau sejenisna dan dipisah dari torch. Guna menghindari oksidasi, digunakan gas pelindung yang mana gass ini dikeluarkan dari torch umumnya gas tersebut adalah gas argon dengan kadar murni 99,99%. Pada prosesnya lasan jenis ini meleburnya logam terjadi dikarenakan panas dari busur listrik diantara elektroda dan logam induk dari material yang di las.

Arus Pengelasan

Arus pengelasan pada pengelasan TIG dipengaruhi oleh besaran arus lasyang digunakan tergantung terhadap bahan, ukuran las, geometri sambungan, jenis elektroda yang digunakan dan posisi las. Elektroda yang digunakan pada proses pengelasan harus sesuai dengan arus yang digunakan, jika elektroda memiliki kapasitas kalor yang tinggi, maka arus las harus besar.
Semakin kecil arus yang digunakan maka HAZ yang terbentuk akan lebih sempit, penetrasi pada logam yang dangkal, dan semakin sedikit campuran logam induk yang mencari, oleh karena itu arus las sangat berpengaruh efisiensi pengelasan dapat dioptimalkan dengan cara penambahan harus, akan tetapi masih dalam arus yang aman digunakan. Arus las yang terlalu besar akan menyebabkan kelebihan termal pada bagian tungsten yang dapat dengan mudah mengubah sifat metalurgi spesimen.

Stainlees Steel 316

Stainlees Steel 316 adalah kromium nikel baja stainless stell termasuk molybdenum. Molybdenum memberikan 316 sifat tahan korosi keseluruhan lebih baik dari 304, terutama lebih tinggi ketahanan terhadap korosi pitting dan celah di lingkungan klorida. Stainless stell 316 mengandung 2%-3% molybdenum, maka dari itu baja stainlees stell 316 lebih tahan korosi dan klorida atau pelarut industri lainnya.

ISSN 2775-5630

Pengujian Tarik

Pengujian tarik yaitu pengujian yang bertujuan untuk mendapatkan gambaran tentang sifat-sifat dan keadaan dari suatu logam. Pengujian tarik dilakukan dengan penambahan beban secara perlahan-lahan, kemudian akan terjadi pertambahan panjang yang sebanding dengan gaya yang bekerja. Kesebandingan ini terus berlanjut sampai bahan sampai titik propotionality limit. Setelah itu pertambahan panjang yang terjadi sebagai akibat penambahan beban tidak lagi berbanding lurus, pertambahan beban yang sama akan menghasilkan penambahan panjang yang lebih besar dan suatu saat terjadi penambahan panjang tanpa ada penambahan beban, batang uji bertambah panjang dengan sendirinya. Hal ini dikatakan batang uji mengalami yield (luluh). Keadaan ini hanya berlangsung sesaat dan setelah itu akan naik lagi.

Uji tarik adalah dimana penarikan suatu bahan dalam sebuah pelat logam sampai putus, dan akan mendapatkan sebuah kurva yang menunjukan hubungan antara gaya tarik dengan perubahan panjang (tegangan dan regangan).

Tegangan :

$$\sigma = {}^{F}/_{A} \text{.....(1)}$$

Regangan :

$$\varepsilon = (L1 - L0)/L0 = \Delta L/L0 \text{.....(2)}$$

Besarnya nilai modulus elastisitas benda yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proposional dapatdihitung dengan persamaan.

$$E = \sigma/\varepsilon \text{.....(3)}$$

Pengujian Vickers

Vickers, yaitu sama dengan uji Brinell, perbedaannya penggunaan indentor intan yang berbentuk piramid beralas bujur sangkar dan sudut puncak antara dua sisi yang berhadapan 136°. Pengukuran diagonal segi empat lebih akurat dibandingkan pengukuran pada lingkaran. Pengujian ini dapat dilaukan untuk spesimen tipis hingga 0,006 inci. Untuk pengujian Vickers dapat diperoleh dengan rumus

$$HV = 1.854\,P \text{ .....(4)}$$

METODE

Persiapan Spesimen

Spesimen yang akan di uji tarik adalah baja dengan bahan SS 316 yang sudah di las TIG dengan dimensi:
- Panjang : 200 mm
- Lebar : 20 mm
- Tebal : 10 mm

Spesimen uji kekerasan Vickers adalah stainless steel SS316 yang sudah di las TIG dengan dimensi sebagai berikut:
- Panjang : 100 mm
- Lebar : 30 mm
- Tebal : 10 mm

Desain Eksperimen

Terdapat 9 spesimen material yang didapat dari dua variasi. Variasi yang di gunakan yaitu variasi Arus dan Kecepatan terhadap uji kekerasan vickers dan uji Tarik. Untuk lebih lengkapnya akan dijelaskan di tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Desain Eksperimen

Kecepatan Arus	1,5 mm/s	2 mm/s	2,5 mm/s
80 A	Sampel 1.1 (80 A dan 1,5 mm/s)	Sampel 1.2 (80 A dan 2 mm/s)	Sampel 1.3 (80 A dan 2,5 mm/s)
90 A	Sampel 2.1 (90 A dan 1,5 mm/s)	Sampel 2.2 (90 A dan 2 mm/s)	Sampel 2.3 (90 A dan 2,5 mm/s)
110 A	Sampel 3.1 (110 A dan 1,5 mm/s)	Sampel 3.2 (110 A dan 2 mm/s)	Sampel 3.3 (110 A dan 2,5 mm/s)

HASIL DAN PEMBAHASAN

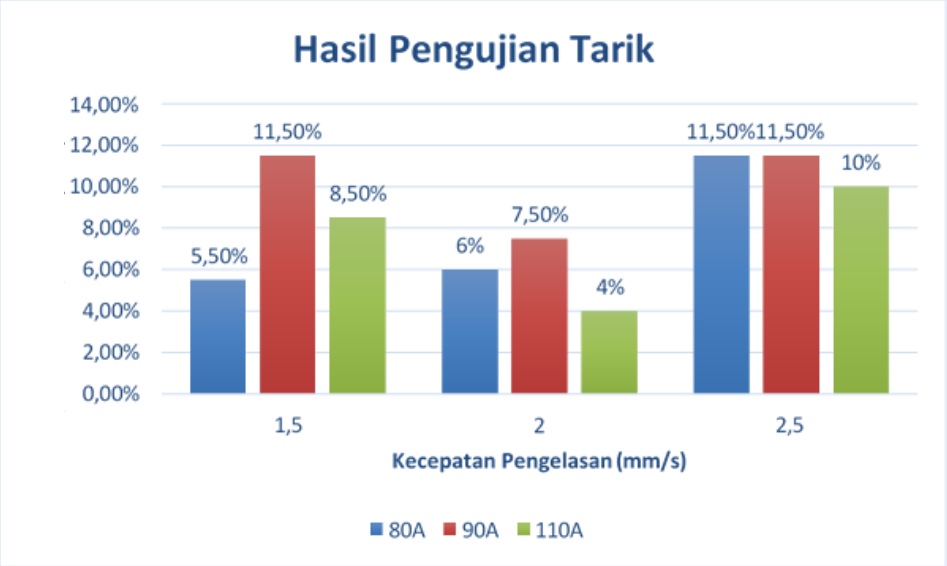
Pengujian Tarik

Berikut hasil pengujian tarik pada ss316 dengan metode pengelasan TIG standard pengujian ASTM E83. Sampel perhitungan menggunakan variasi arus (80 A, 90 A, 110 A) dan kecepatan las (1,5 mm/sec, 2 mm/sec, 2,5 mm/sec)



Gambar 1. Ultimate Tensile Strength (MPa) pada seluruh variasi pengelasan

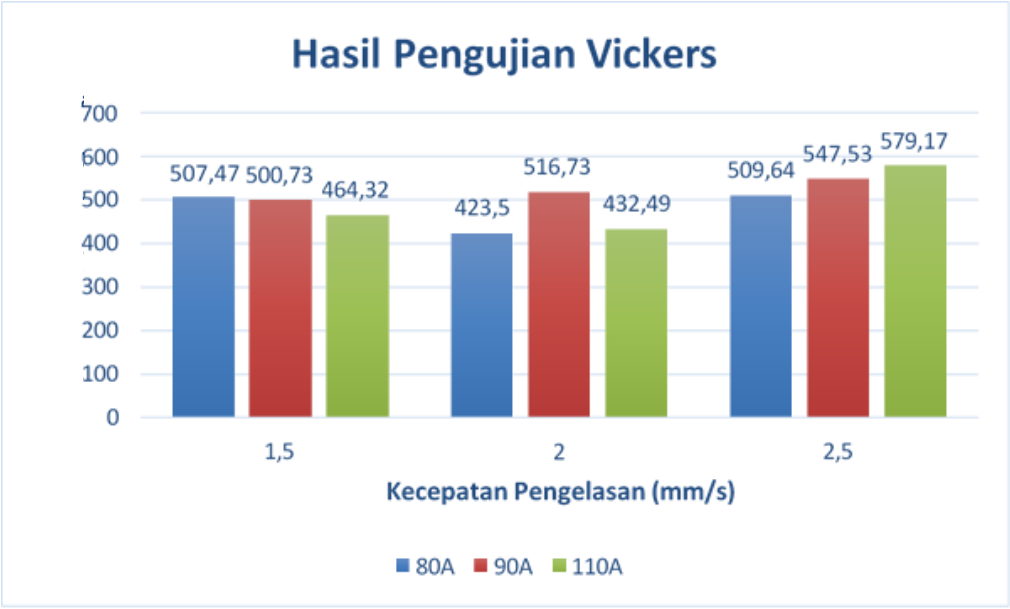
Dari data di atas menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada arus pengelasan 90 A dan kecepatan las 2,5 mm/sec dengan kekuatan tarik maksimum sebesar 534,09 MPa, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah ada pada arus pengelasan pengelasan 110 A dan kecepatan las 2 mm/sec dengan kekuatan tarik maksimum 406,58 MPa.



Gambar 2. Hasil Regangan pada seluruh variasi pengelasan

Dari hasil penelitian didapatkan bahwa pada arus pengelasan dan kecepatan las di atas menujukkan nilai tertinggi terdapat pada arus 80 A dengan kecepatan 2,5 mm/sec, arus 90 A dengan kecepatan 1,5 mm/sec dan arus 90 A dengan kecepatan 2,5 mm/sec hasil regangan yang di dapatkan adalah sebesar 11,50%, sedangkan nilai terendah terdapat pada arus110 A dan kecepatan 2 mm/sec sebesar 4%.

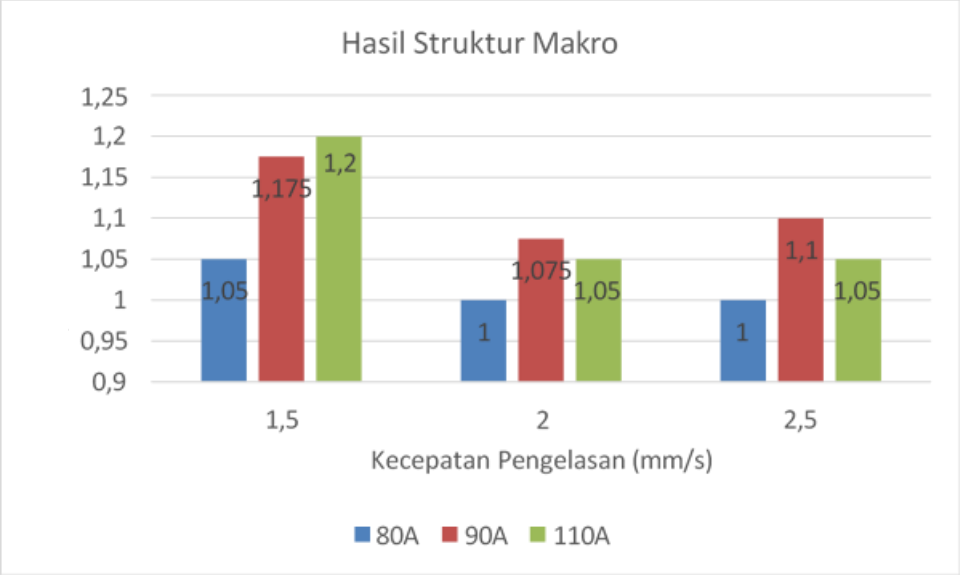
Pengujian Kekerasan Vickers



Gambar 3. Hasil Pengujian Vickers Pada Seluruh Variasi Pengelasan

Dari data pengujian kekerasan vickers pada arus pengelasan dan kecepatan las di atas menunjukkan bahwa nilai kekerasan vickers tertinggi terdapat pada arus pengelasan 110 A dan kecepatan las 2,5 mm/sec dengan kekerasan vickers sebesar 597,17 kgf/mm2, sedangkan nilai kekerasan vickers terendah ada pada arus pengelasan pengelasan 80 A dan kecepatan las 2 mm/sec dengan kekerasan vickers sebesar 423,5 kgf/mm2.

Pengujian Struktur Makro



Gambar 4. Hasil Pengujian Vickers Pada Seluruh Variasi Pengelasan

Dari data hasil analisa struktur makro di atas pada arus pengelasan dan kecepatan las di atas menunjukkan bahwa nilai rata – rata HAZ tertinggi terdapat pada arus pengelasan 110 A dan kecepatan las 1,5 mm/sec dengan rata – rata HAZ sebesar 1,2 mm, sedangkan nilai rata – rata HAZ terendah ada pada arus pengelasan 80 A dan kecepatan las 2 mm/sec dan 2,5 mm/sec dengan rata – rata HAZ sebesar 1 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis perhitungan yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa variasi arus dan kecepatan pengelasan TIG mempengaruhi hasil pengujian tarik, kekerasan, dan struktur makro. Variasi optimal untuk pengelasan TIG pada SS 316 adalah menggunakan kecepatan las 2,5 mm/s dan arus 90 A, yang menghasilkan tegangan tarik dan regangan tertinggi, serta nilai ultimate stress yang paling tinggi. Meskipun arus yang lebih tinggi (110 A) menghasilkan yield stress tertinggi, arus yang lebih besar tidak selalu menghasilkan sambungan yang lebih baik karena dapat merusak hasil las. Dari pengujian kekerasan Vickers, arus 110 A dengan kecepatan las 2,5 mm/s menghasilkan kekerasan tertinggi, sementara arus 80 A dengan kecepatan 2 mm/s menghasilkan kekerasan terendah. Struktur makro menunjukkan bahwa semakin besar input panas, semakin besar HAZ, namun kekerasan pada daerah HAZ dan logam las akan menurun akibat pertumbuhan butir dan pengurangan jumlah fasa ferit pada logam las.

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Alfahmi and M. Saifuddin, “Analisa kekuatan sambungan kampuh V pada pengelasan carbon steel dengan stainless steel menggunakan elektroda E 309 terhadap kekuatan impact,” Journal of Welding Technology, vol. 3, no. 2, pp. 58–62, 2021.
[2] A. Arif, “Pengaruh Masukan Panas Pada Pengelasan Autogeneous Tig (Tungsten Inert Gas) Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekerasan Serta Struktur Mikro Pelat Ss304 Tebal 2mm,” Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Sejarah, vol. 8, no. 3, pp. 1722–1739, 2023.
[3] B. P. Anggoro, “Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan Tungsten Inert Gas (Tig) Terhadap Kekuatan Tarik Sambungan Las Pada Stainless Steel Ss 304,” JTM, vol. 9, no. 4, pp. 119–122, 2021.
[4] V. B. Sardi, S. Jokosisworo, and H. Yudo, “Pengaruh Normalizing dengan Variasi Waktu Penahanan Panas (Holding Time) Baja ST 46 terhadap Uji Kekerasan, Uji Tarik, dan Uji Mikrografi,” Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 6, no. 1, p. 142, 2018.
[5] C. S. N. Aprilya and Pramono, “Pengaruh Kuat Arus Dan Variasi Kampuh Terhadap Struktur Mikro Dan Uji Kekerasan Vickers Bahan EMS 45 Pada Pengelasan,” Jurnal Kompetensi Teknik, vol. 1, no. 1, pp. 7–15, 2020.

[6] Herizal, Hasrin, and Hanif, "Analisa Pengaruh Proses GTAW Dan SMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Pengelasan Material AISI 1050," Journal of Welding Technology, vol. 2, no. 1, pp. 19–25, 2020.
[7] M. Iqbal, A. Ibrahim, and Azwinur, "Analisa Pengaruh Variasi Kampuh Las Terhadap Ketangguhan Material Baja AISI 1050," Journal of Welding Technology, vol. 1, no. 2, pp. 26–30, 2019.
[8] S. Khotasa, "Analisa Pengaruh Variasi Arus Dan Bentuk Kampuh Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Impact Sambungan Butt Joint Pada Plat Baja A36," Departemen Teknik Kelautan FTK ITS, 2016.
[9] F. A. Kristanto and M. Tamjidillah, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Pada Sambungan Tumpang Baja St37 Terhadap Uji Tarik Dan Foto Makro," JTAM Rotary, vol. 4, no. 2, pp. 165, 2022.
[10] D. R. Nero and Suheni, "Pengaruh Pengelasan SMAW Menggunakan Beda Elektroda dan Posisi Pengelasan 1G, 2G, 3G Berbahan Baja ASME SA36 terhadap Pengujian Kekerasan Vickers dan Struktur Makro," Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri Berkelanjutan III, vol. 3, no. Senastitan III, pp. 1–7, 2023.
[11] R. P. Putra, S. Jokosisworo, and Kiryanto, "Pengaruh Arus Listrik Dan Temperatur Terhadap Kekuatan Tarik Dan Impact Alumunium 5083 Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding)," Jurnal Teknik Perkapalan, vol. 4, no. 1, pp. 152–161, 2016.
[12] J. Santoso, "Pengaruh Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Ketangguhan Las SMAW Dengan Elektroda E7018," Skripsi, pp. 1–125, 2006.
[13] Syamsudin, "Bab II Landasan Teori," Journal of Chemical Information and Modeling, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2011.
[14] W. A. Peratama et al., "MATERIAL BAJA PADUAN KARBON RENDAH," pp. 1–2, 2024.