Analisis Pengaruh Jenis Kampuh dan Diameter Elektroda pada Pengelasan SMAW Baja AISI 1045 terhadap Ketangguhan dan Laju Korosi

Patrisius Gunawan Banggur[1] dan Afira Ainur Rosidah[2]
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: inokbanggur12@gmail.com

ABSTRACT

The Shielded Metal Arc Welding (SMAW) welding joining technique is often utilized for its efficiency and cost-effectiveness, particularly in the construction field. Therefore, this research aims to investigate the variations in bevel angle and electrode diameter on the corrosion rate and toughness of AISI 1045 steel. The bevel angles considered are U, X, and V, using E7018 electrodes with electrode diameters of 2.6 mm and 3.2 mm, and a welding current of 100 A. The corrosion testing method employed is Weight Loss, and toughness testing is conducted using the Charpy impact test. The research results reveal the highest corrosion rate occurring with the X bevel angle and a 3.2 mm electrode diameter at 21.31 mpy, while the lowest corrosion rate is observed with the U bevel angle and a 2.6 mm electrode diameter at 10.65 mpy. In the impact test, the highest value is found with the U bevel angle and a 2.6 mm electrode diameter at 0.078 J/mm2, and the lowest value is recorded with the V bevel angle and a 3.2 mm electrode diameter at 0.0755 J/mm2. Observations of macrostructure indicate the largest Heat Affected Zone (HAZ) occurring with the X bevel angle and a 3.2 mm electrode diameter at 1.7 mm, while the smallest HAZ is found with the V bevel angle and a 3.2 mm electrode diameter at 0.7 mm. Differences in bevel angle and electrode diameter can influence the corrosion rate, toughness, and macrostructure.
***Keywords**: AISI 1045, SMAW, toughness, corrosion rate, macrostructure*

ABSTRAK

Teknik penyambungan las *Shield Metal Arc Welding* (SMAW) sering digunakan karena lebih efisien dan menghemat biaya serta sering digunakan dalam bidang konstruksi. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi kampuh dan diameter elektroda terhadap laju korosi dan ketangguhan pada baja AISI 1045. Variasi kampuh yang digunakan yaitu kampuh U, X, V dan menggunakan elektroda E7018 dengan diameter elektroda 2,6 mm dan 3,2 mm dengan arus pengelasan sebesar 100 A. Metode yang digunakan dalam pengujian korosi adalah *Weight Loss* dan uji ketangguhan menggunakan Impak metode *Charpy*. Dari hasil penelitian didapatkan nilai laju korosi paling tinggi terdapat pada kampuh X dengan diameter elektroda 3,2 mm sebesar 21,31 mpy, sedangkan nilai laju korosi terendah terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm sebesar 10,65 mpy.Pada pengujian impak nilai tertinggi terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm sebesar 0,078 J/mm^2 dan nilai terendah terdapat pada kampuh V dengan diameter elektroda 3,2 mm sebesar 0,0755 J/mm^2. Sedangkan hasil pengamatan struktur makro, HAZ terbesar terdapat pada kampuh X dengan diameter elektroda 3,2 mm sebesar 1,7 mm dan yang terendah terdapat pada kampuh V dengan diameter elektroda 3,2 mm dengan nilai 0,7 mm. Perbedaan kampuh dan diameter elektroda dapat mempengaruhi nilai dari laju korosi, ketangguhan dan foto makro.
Kata Kunci: AISI 1045, foto makro, ketangguhan, laju korosi, SMAW.

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia industri kususnya dalam bidang pengelasan memiliki peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pengelasan sering digunakan untuk perbaikan dan pemeliharaan dari semua alat-alat yang terbuat dari logam, baik sebagai proses penambalan, penyambungan, maupun pemotongan bagian-bagian logam. Pengelasan (*welding*) merupakan teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan Sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menhasilkan logam *continue* [1]. Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia konstruksi secara umum adalah pengelasan dengan busur nyala logam terlindung atau *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW) dikarenakan penggunaannya yang praktis, efisien dan dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan. Berbagai factor dapat berpengaruh terhadap kualitas hasil las, seperti kecepatan las, jenis kampuh, posisi pengelasan, jenis dan diameter elektroda [2], [3], [4]. Pemilihan sambungan las atau kampuh dapat mempengaruhi efisiensi pengerjaan yang dimana memiliki dampak pada kekuatan dan hasil pengelasan.

Kampuh las merupakan bagian dari potongan logam induk yang dimana akan diisi oleh logam las (*weld metal*) dan dapat memperkuat sambungan logam. Penggunaan kampuh las yang tepat juga dapat mempengaruhi hasil dari pada pengelasan, dikarenakan kampuh las berperan penting dalam memperbaiki desain maupun sifat dari sambungan pada proses pengelasan[5]. Pemilihan sambungan atau kampuh harus sesuai dengan spesifikasi logam yang akan digunakan dalam proses pengelasan.

Baja AISI 1045 merupakan baja karbon dengan komposisi karbon berkisar 0,43-0,50%. Baja ini biasanya dipakai untuk komponen roda gigi pada kendaraan bermotor dikarenakan seringnya mengalami gesekan dan tekanan sehingga ketahanan terhadap aus dan kekerasan sangat dibutuhkan. Dalam pengaplikasiannya material baja sangatlah rentan terkena korosi dikarenakan factor metalurgi dan lingkungan yang menyebabkan reaksi kimia sehingga baja seringkali mengalami korosi.

Korosi merupakan reaksi elektrokimia yang bersifat ilmiah dan tidak dapat dihindari yang berlangsung secara spontan sehingga tidak dapat dicegah. Proses terjadinya korosi hanya bisa diperlambat ataupun dikendalikan lajunya sehingga memperlambat terjadinya proses kerusakan. Ketika atom logam terekspos ke lingkungan yang memiliki kandungan molekul air, mereka akan melepas electron dan megubahnya menjadi ion positif serta melibatkan arus listrik [6]. Hal ini akan menyebabkan munculnya lubang kecil sehingga mampu menimbulkan kegagalan. Korosi juga dapat terjadi lebih cepat pada area yang dimana perubahan fase akibat proses pengelasan dan juga pemilihan diameter elektroda akan berpengaruh terhadap hasil pengelasan.

Ukuran diameter elektroda biasanya berkisar antara 1,5-7mm, dengan panjang antara 250-450mm dengan ketebalan salutan antara 10%-50% dari diameter elektroda. Diameter elektroda juga sangat berpengaruh terhadap hasil pengelasan yang baik dikarenakan jarak yang paling baik antara permukaan dan elektroda adalah sama dengan diameter elektroda. Berdasarkan hal itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh baja AISI 1045 terhadap kekuatan *impak* dan laju korosi dalam media air garam.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*)

Pengelasan SMAW atau yang biasa disebut las listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan busur las dengan panas untuk mencairkan material dari busur las atau elektroda. Terjadinya panas dikarenakan lompatan ion listrik yang disebabkan oleh katoda dan anoda (terjadi akibat ujung elektroda dan permukaan plat bertemu). Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW terdiri dari dua macam yaitu listrik AC (arus bolak balik) dan DC (arus searah). Peggunaan arus pada pengelasan SMAW sangatlah berpengaruh terhadap materian yang akan dilas, jika penggunaan arus yang besar maka proses pencairan logam akan sangat cepat. Penggunaan arus yang besar dapat mempengaruhi struktur atom dikarenakan semakin panas maka pada area pengelasan atau HAZ (*Heat Affected Zone*) akan mengalami bitnik-bintik (*spatter*) akibat rekristalisasi yang berdampak menurunnya kualitas hasil pengelasan[1].

Faktor Mempengaruhi Pengelasan

Arus Listrik

Arus listrik merupakan salah satu hal yang dapat mempengaruhi hasil pengelasan yang dimana arus pada pengelasan merupakan parameter utama las sehingga menghasilkan dan mempengaruhi penembusan dan pencairan logam induk. Penggunaan arus pada pengelasan sangat berpengaruh dengan kualitas pengelasan dikarenakan terjadinya perubahan struktur akibat pendinginan sehingga berpengaruh pada kekuatan bahan.

Kampuh Pengelasan

Sambungan kekuatan pada logam pada proses pengelasan akan menghasilkan kekuatan yang baik jika pada proses pengelasan, logam memiliki bentuk kampuh[7].

Posisi Pengelasan

Posis pengelasan atau sikap pengelasan merupakan pengaturan posisi atau letak elektroda yang dapat mempengaruhi sifat dan kualitas dari pengelasan[8]. Posisi pengelasan yang digunakan dalam dunia

industri pengelasan biasanya tergantung dari jenis kampuh yang digunakan. Posisi pengelasan yang biasanya digunakan dalam proses pengelasan adalah posisi pengelasan dibawah tangan *(Down Hand Position)* dikarenakan memiliki hasil las yang baik. Posisi pengelasan dibawah tangan tidak selalu digunakan dalam proses pengelasan dikarenakan letak benda kerja yang berfariasi.

Elektroda

Elektroda merupakan bahan pengisi *(filler)* yang akan membetuk deposit logam las sehingga dapat mengisi celah pada sambungan atau kampuh. Kawat las terdiri dari inti yang terbuat dari logam dan dilapisi dari bahan yang terbuat dari zat kimia [7]. Elektroda mepunyai bagian berselaput yang memiliki bagian inti dan pelindung *(fluks)*, dan elektroda tidak berselaput yang dijepit pada mesin las. *Fluks* berfungsi melindungi busur listrik dan cairan logam agar tidak terkena udara luar yang mengandung gas oksigen yang dapat menyebabkan benda kerja mengalami oksidasi.

Korosi

Korosi merupakan salah satu factor yang menyebabkan kerugian dan sering terjadi pada material logam dan tidak dapat dihindari. Biasa terjadi dikarenakan factor lingkungan yang berinteraksi pada proses elektrokimia antara logam dan lingkungan sehingga kualitas logam mengalami penurunan [6]. Logam dapat bereaksi dalam proses korosi sehingga dengan sendirinya akan mempelajari karateristik logam baik secara makro ataupun mikro. Air merupakan salah satu factor yang dapat menyebabkan korosi karena dapat membentuk ion Fe^{2+} yang disebabkan atom-atom dan disertai pelepasan electron dan larut didalam air. Efek yang disebabkan oleh korosi membuat penurunan kualitas dari kekutan material serta keamanan material.

$$CR = \frac{K.W}{D.A.T} \dots (1)$$

Dimana:
CR = Laju Korosi (mpy)
K = Konstanta laju korosi
W = Kehilangan berat (gram)
D = Densitas (gram/cm^3)
A = Luas permukaan yang terendam (cm^2)
T = Waktu (jam)

Baja Karbon AISI 1045

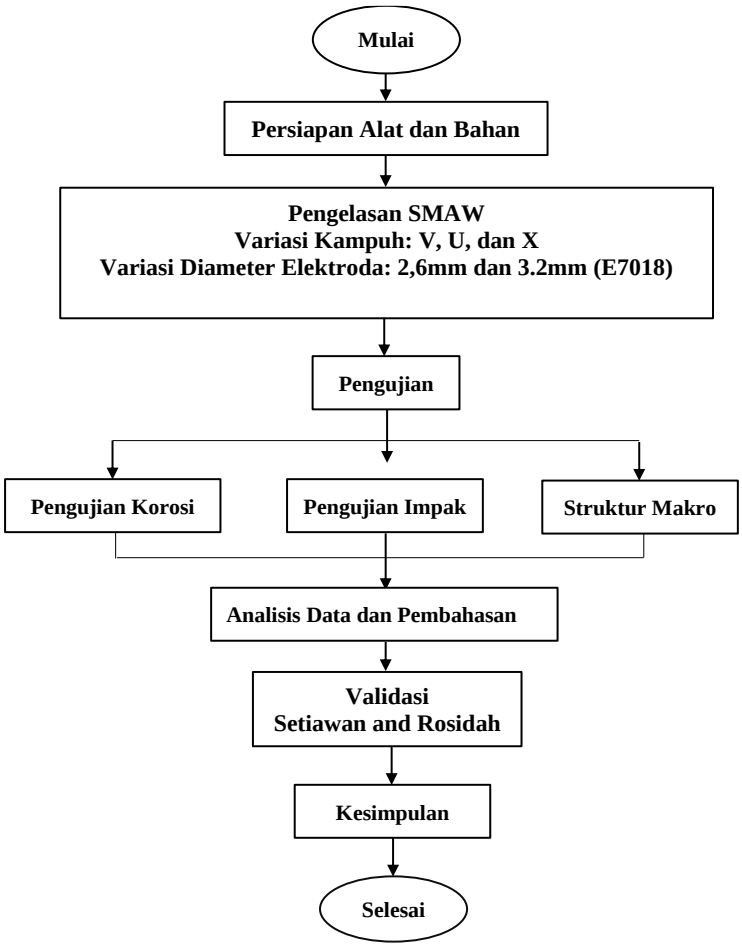
Baja karbon AISI 1045 merupakan salah satu jenis baja karbon sedang yang biasanya digunakan dalam industri automotif dan biasanya sering dijumpai dan banyak digunakan dipasaran dikarenakan memiliki banyak keunggulan, dan baja ini memiliki kandungan karbon sekitar 0,43-0.50% [9]. Karakteristik dari baja ini yaitu sifat mampu mesin yang baik, *wear resistance* nya baik, dan sifat mekaniknya menengah,dan biasanya banyak digunakan sebagai komponen roda gigi pada kendaraan bermotor. Komposisi kimia dari baja AISI 1045.

METODE

Pada penelitian ini pengelasan yang digunakan adalah pengelasa SMAW dengan arus sebesar 100 A. Material yang digunakan adalah baja AISI 1045. Variasi yang digunakan adalah variasi kampuh V, U, X dan diameter elektroda 2,6 mm dan 3.2 mm menggunakan elektroda E7018. Posisi pengelasan yang digunakan adalah 1G dengan kecepatan pengelasan ± 1,14 mm/s.

Sebelum melakukan pengelasan spesimen dibersihkan terlebih dahulu agar terhindar dari cacat las. Pengelasan dilakukan sesuai dengan variasi kampuh dan diameter elektroda. Setelah dilakukan pengelasan, terak pada hasil pengelasan dibersihkan menggunakan palu las dan sikat baja.

ISSN 2775-5630

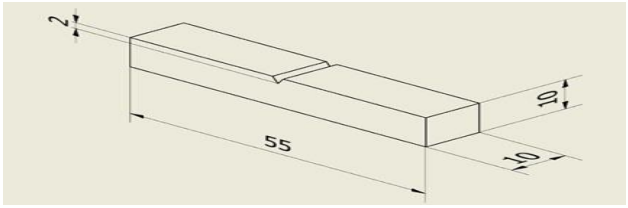


Gambar 1. Diagram Alir

Pengujian *weight loss* dilakukan untuk mengetahui laju korosi *(Mpy)* dari suatu spesimen dengan cara penimbangan berat awal dan akhir dari sebuah spesimen.Dalam pengujian *weight loss* spesimen akan di redam didalam larutan NaCl dengan konsentrasi 5 % dan waktu perendaman selama 10 hari.

Pengamatan struktur makro dilakukan pada spesimen dengan masing-masing variasi. Permukaan spesimen diratakan menggunakan gerinda. Kemudian permukaannya dihaluskan lebih lanjut menggunakan kertas amplas grade 400 hingga 2.000 dan terakhir melakukan pemolesan. Agar daerah HAZ terlihat, spesimen dietsa selama beberapa detik menggunakan asam nitrat 15%. Lalu pengamatan struktur makro diambil menggunakan loop untuk mengukur lebar HAZ.

Pada pengujian impak spesimen yang digunakan adalah baja AISI 1045 yang sudah dilas dan dipotong dengan ukuran 55 mm x 10 mm x 10 mm. Pengujian ketangguhan menggunakan alat uji impak dengan metode *charpy.* Spesimen dibuat berdasarkan standar ASTM E23 seperti pada Gambar 2.



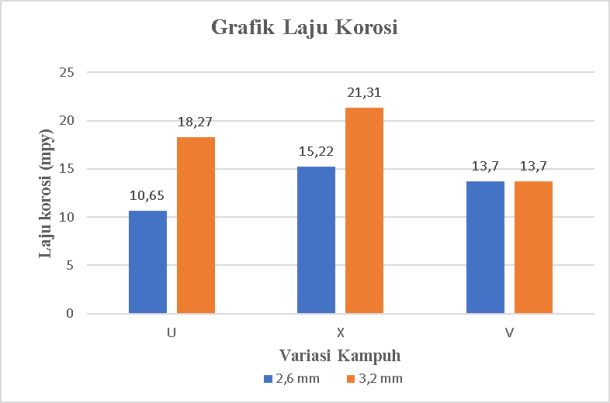
Gambar 2. Dimensi dan ukuran spesimen uji impak *Charpy* [10]ASTM E23 dalam satuan mm

ISSN 2775-5630

HASIL DAN PEMBAHASAN

Laju Korosi

Pada pengujian laju korosi pada baja AISI 1045 menggunakan konsentasi NaCl sebesar 5 %, dan waktu perendaman dilakukan selama 10 hari. Nilai yang didapatkan pada pengujian korosi dapat dilihat pada Gambar 3.



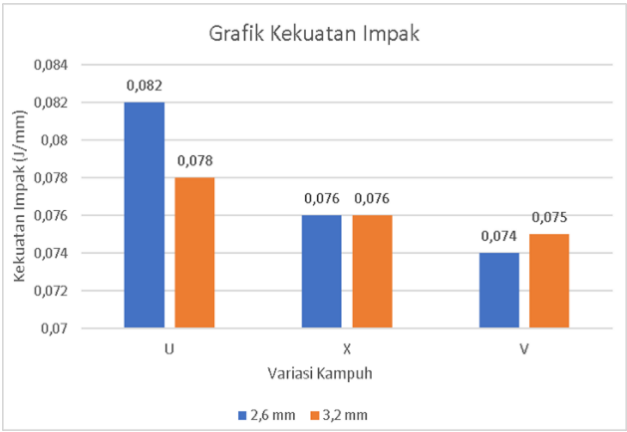
Gambar 3. Hasil laju korosi

Pada Gambar 3 di atas menunjukan bahwa laju korosi yang paling tinggi terdapat pada kampuh X dengan diameter elektroda 3,2 mm dengan nilai rata-rata sebesar 21,31 mpy. Kemudia pada kampuh U dengan diameter elektroda 3,2 mm dengan rata-rata nilai sebesar 18,27 mpy,dan selanjutnya terdapat pada kampuh X dengan diameter elektroda 2,6 mm dengan nilai 15,22 mpy. Pada kampuh V dengan diameter elektroda 2,6 mm dan kmpuh dengan diameter elektroda 3,2 mm nilai yang didapat sama yaitu sebesar 13,7 mm. Sedangkan laju korosi paling rendah terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm dengan rata-rata nilai 10,65 mpy.

Terjadinya perubahan suhu karena pemanasan dari proses pengelasan dapat mempengaruhi struktur dan nilai kekerasan pada baja AISI 1045 yang menyebabkan terjadinya siklus termal yang membuat material mudah terkena korosi. Berdasarkan dari data dan keterangan diatas dapat disimpulkan bahwa pada baja AISI 1045 semakin lama perendaman dan semakin banyak NaCl yang digunakan, dapat membuat laju korosi semakin cepat [11].

Pengujian Impak

Ukuran spesimen yang digunkan pada pengujian impak yaitu panjang 55 mm, lebar 10 mm, tinggi 10 mm sesuai dengan standar ASTM E 23. Untuk melakukan pengujian impek spesimen dibuat takikan dengan ukuran 2 mm. Data yang didapatkan pada pengujian impak dapat dilihat pada Gambar 4.



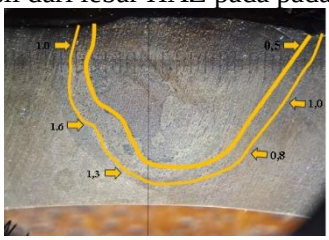
Gambar 4. Hasil kekuatan impak

Pada Gambar 4 menunjukan bahwa pada pengujian impak dengan menggunakan metode *chharpy* nilai tertinggi terdapat pada spesimen kampuh U mengunakan diameter elektroda 2,6 mm dengan nilai sebesar 0,082 J/mm^2, dan kemudian pada kampuh U dengan diameter elktroda 3,2 mm dengan nilai sebesar 0,078 J/mm^2. Pada kampuh X nilai yang didapatkan pada spesimen dengan diameter elektroda 2,6 mm dan 3,2 mm memiliki nilai yang sama yaitu 0,076 J/mm^2. Pada kampuh V dengan diameter elektroda 2,6 mm nilai yang didapatkan sebesar 0,074 J/mm^2, dan pada kampuh V dengan diameter elektroda 3,2 mm memeliki nilai yang terendah sebesar 0,075 J/mm^2.

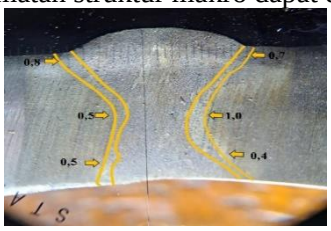
Perbedaan nilai dari setiap spesimen terjadi karena berbedanya jenis kampuh dan diameter elektroda yang digunakan. Pengelasan dan penggunaan kampuh yang baik dapat mempengaruhi kekuatan dari spesimen sehingga, spesimen tidak mengalami patah pada saat pengujian. Kampuh U memiliki nilai yang lebih tinggi sehingga, karena dapat menyerap energi yang lebih tinggi [10].

Lebar HAZ

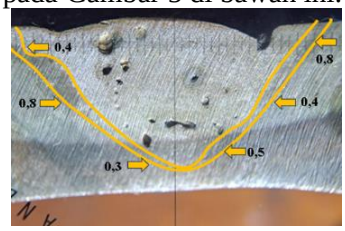
Hasil dari lebar HAZ pada pada pengamatan struktur makro dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini.



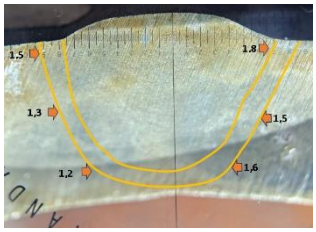
(a) Lebar HAZ Pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm



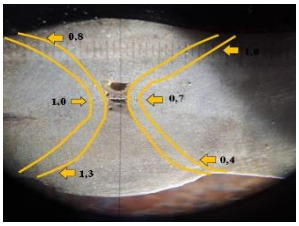
(b) Lebar HAZ Pada kampuh X dengan diameter elektroda 2,6 mm



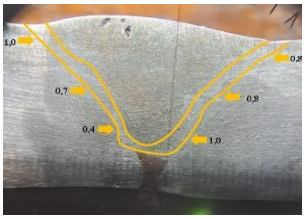
(c) Lebar HAZ Pada kampuh V dengan diameter elektroda 2,6 mm



(d) Lebar HAZ Pada kampuh U dengan diameter elektroda 3,2 mm

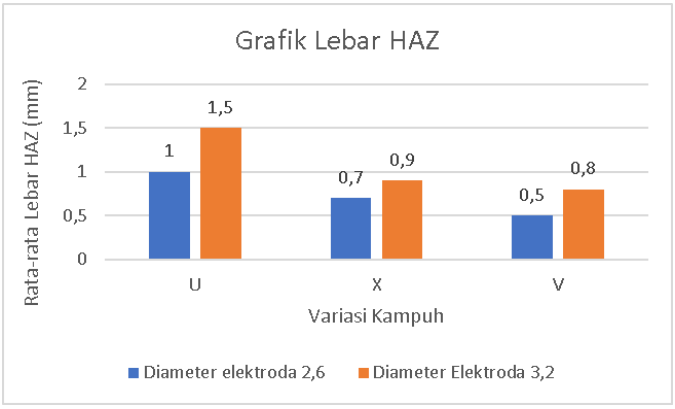


(e) Lebar HAZ Pada kampuh X dengan diameter elektroda 3,2 mm



(d) Lebar HAZ Pada kampuh V dengan diameter elektroda 3,2 mm

Gambar 5. Hasil foto makro dan perhitungan lebar HAZ



Gambar 6. Hasil lebar HAZ

Pada Gambar 6 menunjukan nilai rata-rata lebar daerah HAZ pada pangujian foto makro pada baja AISI 1045. Dari data diatas dapat disimpulkan bahwa spesimen yang memiliki nilai tertinggi terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 3,2 mm sebesar 1,5 mm dan nilai terendah terdapat pada kampuh V

dengan diameter elektroda 2,6 mm sebesar 0,5 mm. Semakin besar diameter elektroda, lebar HAZ semakin besar. Hal ini serupa terjadi pada penelitian Setiawan dkk yang berpengaruh pada sifat mekanik hasil las yang semakin tinggi seiring dengan semakin besar diameter elektroda yang digunakan [2].

KESIMPULAN

Pada pengujian laju korosi dengan menggunakan larutan NaCl sebesar 5% dengan waktu perendaman 10 hari didapatkan hasil laju korosi yang paling tingi terdapat pada kampuh X dengan diameter elektroda 3,2 mm dengan nilai rata-rata sebesar 21,31mpy. Sedangkan nilai yang paling rendah terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm dengan rata-rata nilai sebesar 10,65 mpy. Pada pengujian impak dengan menggunakan metode *charpy* nilai yang paling besar terdapat pada kampuh U dengan diameter elektroda 2,6 mm dengan nilai sebesar 0,082 J/mm^2. Sedangkan pada kampuh V dengan diameter elektroda 2,6 mm mendapatkan nilai paling rendah sebesar 0,074 J/mm^2. Pada pengujian foto makro rata-rata lebar HAZ paling tinggi terdapat pada kampuh X dengan diameter elektorda 3,2 mm sebesar 1,7 mm. Sedangkan rata-rata lebar HAZ paling rendah terdapat pada kampuh V dengan diameter elektroda 3,2 mm sebesar 0,7 mm.

DAFTAR PUSTAKA

[1] A. Azwinur, S. A. Jalil, and A. Husna, "Pengaruh variasi arus pengelasan terhadap sifat mekanik pada proses pengelasan SMAW," *J. POLIMESIN*, vol. 15, no. 2, p. 36, Sep. 2017, doi: 10.30811/jpl.v15i2.372.

[2] E. A. Setiawan and A. A. Rosidah, "Pengaruh Variasi Posisi Pengelasan dan Diameter Elektroda pada Pengelasan Logam Tak Sejenis AISI 304 – ST42 terhadap Kekuatan Tarik dan Lebar HAZ," *J. Tek. Mesin*, vol. 20, no. 1, pp. 1–4, Apr. 2023, doi: 10.9744/jtm.20.1.1-4.

[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] Suheni, A. A. Rosidah, D. P. Ramadhan, T. Agustino, and F. F. Wiranata, "Effect of Welding Groove and Electrode Variation to the Tensile Strength and Macrostructure on 304 Stainless Steel and AISI 1045 Dissimilar Welding Joint Using SMAW Process," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2117, no. 1, p. 012018, Nov. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2117/1/012018.

[5] M. Siddiq and I. Amalia, "Pengaruh jenis kampuh terhadap ketangguhan sambungan pengelasan material St37 dengan AISI 1050 menggunakan proses SMAW," vol. 1, no. 1, 2019.

[6] R. Indarti, "Ekstraksi Teh Hijau dan Aplikasinya sebagai Pengendali Korosi Pada Pompa di Lingkungan Garam NaCl 3,56%: Green Tea Extraction and Its Application as Corrosion Controller in 3.56% NaCl," *KOVALEN J. Ris. Kim.*, vol. 8, no. 3, pp. 248–257, Dec. 2022, doi: 10.22487/kovalen.2022.v8.i3.16160.

[7] Y. Suhartini, A. Indriani, and M. Syaiful, "PENGEMBANGAN SOFSKILL TEKNIK PENGELASAN BAGI GENERASI MUDA USIA PRODUKTIF UNTUK MEMBUAT HOME INDUSTRI MELALUI PELATIHAN PROSES PENGELASAN," *Dharma Raflesia J. Ilm. Pengemb. Dan Penerapan IPTEKS*, vol. 2, no. 12, Dec. 2017, doi: 10.33369/dr.v2i12.3424.

[8] "Jurnal Mechanical, Volume 1, Nomor 1,Maret 2010," vol. 1, 2010.

[9] A. Pramono, "Karakterisrik Mekanik Proses Hardening Baja Aisi 1045 Media Quenching Untuk Aplikasi Sprochet Rantai," vol. 5, 2011.

[10] A. Susanto, "PENGARUH VARIASI KAMPUH LAS V, V GANDA, DAN U TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK, KEKERASAN, DAN STRUKTUR MAKRO PADA SAMBUNGAN BAJA SS400 HASIL PENGELASAN SMAW," 2022.

[11] M. Sugeng, F. M. Ismail, and J. P. Utomo, "ANALISIS PERBEDAAN LAJU KOROSI HASIL PENGUJIAN WEIGHT LOSS DAN POLARISASI PADA PIPA DENGAN PENGUJIAN KOROSI STANDAR ASTM G59 DAN ASTM G3," vol. 2, no. 1, 2022.