

ANALISA VARIASI KAMPUH DAN ARUS LISTRIK LAS PADA MATERIAL BAJA KARBON MENENGAH TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS

Stevanno B D Lasamahu¹⁾, Graciadiana I Huka^{2)*}, Nevada. JM Nanulaitta³⁾,

¹⁾ Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Migas Politeknik Negeri Ambon

^{2,3)} Prodi Teknik Mesin Politeknik Negeri Ambon

Stevannolasamahu@gmail.com graciahuka71@gmail.com * rio_nevada@yahoo.co.id

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effects of weld groove variations and welding current on the tensile strength and microstructure of medium carbon steel joints using FCAW (Flux-Cored Arc Welding). The researcher employed a quantitative approach with an experimental method. The specimens used in this research include FCAW with V-groove and 90 A current, FCAW with V-groove and 70 A current, FCAW with X-groove and 70 A current, FCAW with X-groove and 90 A current, raw material specimens, and microstructure specimens. The data analysis reveals that the highest average tensile stress value among the welded specimens was 463.50 MPa, observed in the FCAW X-groove with 90 A current specimen, while the FCAW V-groove with 70 A current specimen showed the lowest value at 295.1 MPa. Regarding the strain values, the FCAW X-groove with 90 A current specimen had the lowest average strain of 4.15%, whereas the FCAW V-groove with 70 A current specimen had the highest at 5.36%. In terms of microstructure, the FCAW V-groove with 70 A current specimen exhibited martensite, pearlite, and ferrite structures in the weld zone, and ferrite and pearlite structures in the heat-affected zone (HAZ) and base metal. For the FCAW X-groove with 90 A current specimen, pearlite and ferrite structures were found in the weld zone, HAZ, and base metal.

Keywords: Carbon Steel, Weld Groove, Welding Current, Tensile Test, Microstructure

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan Tarik dan struktur mikro sambungan material baja karbon menengah dengan menggunakan pengelasan FCAW. Melalui Pendekatan Kuantitatif, Peneliti menggunakan metode eksperimental. Spesimen yang digunakan adalah FCAW kampuh V arus 90, FCAW kampuh V arus 70, FCAW kampuh X arus 70, FCAW kampuh X arus 90, spesimen raw material, dan spesimen struktur mikro.

Hasil analisis data menjelaskan bahwa nilai tegangan rata-rata hasil pengujian tarik yang tertinggi diantara spesimen hasil las adalah 463,50 MPa pada spesimen kampuh X arus 90, sementara spesimen FCAW kampuh V arus 70 menjadi spesimen dengan hasil terkecil dengan nilai 295,1 MPa. Untuk nilai rata-rata regangan yang paling kecil adalah FCAW kampuh v arus 70 dengan nilai 4,15%, sementara spesimen FCAW kampuh V arus 90 menjadi yang paling tertinggi dengan nilai 5,36%. Untuk struktur mikro, spesimen FCAW kampuh V arus 70 terdapat struktur martensit, paerlite dan ferrite pada daerah las, dan untuk daerah HAZ dan base metal terdapat struktur ferrit dan pearlite. Sedangkan untuk spesimen FCAW kampuh V arus 90 terdapat struktur pearlite dan ferrite pada daerah hasil las, HAZ dan base metal.

Kata kunci: Baja Karbon, Kampuh Las, Arus Pengelasan, Uji Tarik, Struktur Mikro

Pendahuluan

Konstruksi dan pembangunan merupakan bagian tak terpisahkan dari teknik pengelasan, sebuah metode penting dalam rekayasa dan perbaikan logam. Dalam konteks era modern, teknik pengelasan menjadi landasan penting dalam rancang bangun berbagai struktur. Industri Migas memiliki peran vital dalam menyediakan energi dan sumber daya bagi manusia, dan pengelasan menjadi elemen penting dalam pembuatan serta pemeliharaan struktur-struktur logam kompleks seperti pipa, tangki penyimpanan, dan kontruksi logam lainnya. Menurut *Deutsche Industrie Normen* (DIN) yang dikutip oleh (Wiryosumarto, 2000:1), pengelasan adalah ikatan metalurgi antara sambungan logam atau paduan yang terjadi pada sambungan lumer atau cair dengan energi panas. Pengelasan juga dapat terjadi hanya dengan menekan dua logam yang sejenis, yang menyebabkan ikatan antara atom atom atau molekul-molekul logam.

Dalam teknik pengelasan, tidak terlepas dari adanya cacat. Cacat pada sambungan pengelasan juga dapat disebabkan oleh teknik pengelasan yang tidak sempurna atau tidak sesuai prosedur. Peleburan tidak sempurna, penetrasi kampuh yang tidak memadai, porositas, peleburan berlebihan, kontaminasi terak, dan retak adalah cacat yang paling umum. Penetrasi kampuh yang kurang memadai adalah ketika kedalaman las kurang dari tinggi alur yang dimaksud sehingga hasil pengelasan berbentuk cekungan atau gunung. Seperti yang dijelaskan oleh (Kenyon, 1985:73) Cacat ini biasanya disebabkan oleh perencanaan alur pengelasan yang tidak sesuai dengan proses atau teknik pengelasan yang dipilih. Cacat pada pengelasan juga dapat disebabkan oleh faktor lain seperti elektroda terlalu besar atau kecil, arus listrik yang tidak sesuai atau tidak memadai, bahkan dapat disebabkan oleh laju pengelasan yang terlalu cepat.

Dalam proses pengelasan besar atau kecilnya arus serta pemilihan jenis kampuh yang digunakan selama proses pengelasan memengaruhi kekuatan hasil las serta pemanasan yang akan diterima sehingga perubahan yang terjadi dapat mempengaruhi hasil pengelasan tersebut berupa, adanya cacat, kekuatan Tarik pada hasil las tersebut serta struktur sambungan dari hasil pengelasan itu sendiri. (Raharjo, 2012:97) menjelaskan bahwa seiring dengan kuat arus yang digunakan, kedalaman peleburan pada area sambungan meningkat, sehingga kekuatan tarik juga meningkat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kampuh dan arus listrik las terhadap sifat mekanis dari baja karbon sedang hasil pengelasan FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*).

Tinjauan Pustaka

A. Pengertian Baja Karbon

Baja karbon merupakan jenis baja paduan yang terdiri dari unsur besi (Fe) dan karbon (C), dengan karbon sebagai campuran paduan utama serta besi sebagai campuran dasar. Selama pembuatan baja, unsur kimia tambahan seperti sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan unsur kimia lainnya akan ditambahkan berdasarkan sifat baja yang dibuat. Menurut Padang, R. J. T., Nanulaita, N. J., Talkua, C., Lopuhaa, A. O., & Rohmah, F. (2023) Kandungan dari baja karbon Menengah sebesar 0,3%C -0,6%C, Baja karbon ini memiliki kelebihan bila dibandingkan dengan baja karbon rendah, baja karbon menengah memiliki sifat mekanis yang lebih kuat dengan tingkat kekerasan yang lebih tinggi dari pada baja karbon rendah. Baja karbon memiliki kandungan karbon antara 0,2% dan 2,14% dalam besi, yang berfungsi sebagai unsur pengeras didalam struktur baja. Oleh karena itu, baja karbon biasanya digunakan untuk bahan baku pembuatan alat-alat misalnya mesin perkakas, bagian mesin, kerangka bangunan, dan alat lainnya. ASM Handbook vol.1:148 (1993) menjelaskan bahwa baja karbon diklasifikasikan menjadi tiga kategori: baja karbon rendah (*Low Carbon Steel*), baja karbon sedang (*Medium Carbon Steel*), dan baja karbon tinggi (*High Carbon Steel*).

B. Pengertian Pengelasan

Menurut definisi *Deutsche Industrie Normen* (DIN) pengelasan merupakan proses ikatan metalurgi dengan sambungan logam dalam keadaan cair. Bisa dikatakan, pengelasan merupakan bagian dari proses terjadinya penyambungan dua logam secara lokal serta menggunakan energi panas. Alip (1989) mengatakan las merupakan proses menyambungkan dua bagian logam dengan menekan dan menyambungkannya sampai titik rekristalisasi dengan menggunakan panas untuk mencairkan bahan tambahan. Ikatan yang menetap dari benda maupun logam yang dipanaskan disebut pengelasan, ini merupakan bagian penting dari cara manufaktur. Salah satu cara penyambungan logam adalah pengelasan, di mana sebagian dari logam induk serta logam pengisi dipecahkan dengan menggunakan tekanan, atau tanpa logam penambah, dan akan menghasilkan sambungan yang konsisten sebagaimana diungkapkan oleh (Wiriyosumarto, 2000).

C. Pengelasan FCAW

Menurut Huka, G. I., Matheus, J., Nanulaita, N. J., & Pattikayhatu, E. B. (2024). FCAW (Flux cored arc welding) adalah pengelasan fusi yang terjadi oleh busur listrik yang dihasilkan secara kontinyu antara elektroda logam pengisi pada kolam las. Jenis pengelasan FCAW merupakan las listrik yang kawat lasnya terdapat fluks. Las FCAW merupakan gabungan pengelasan GMAW dan SMAW. Untuk proses las FCAW, energi yang digunakan adalah arus listrik DC atau AC yang akan dari trafo maupun rectifier. Proses pengelasan dapat diterapkan pada hampir semua logam, tetapi hanya

menggunakan mesin yang tepat untuk logam tertentu yang membedakan. Logam tahan karat akan mengalami penggetasan dan peretakan selama proses pengelasan. Pada suhu pendinginan lambat 6800–4800, baja austenite akan menghasilkan karbida krom yang mengendap di antara austenite. Endapat biasanya terbentuk pada suhu sekitar 6500, mengurangi sifat tahan karat dan sifat mekaniknya. Menurut Wiryosumarto (2004) Kegagalan konstruksi tidak hanya disebabkan oleh unsur-unsur mesin itu sendiri atau operator yang tidak memiliki keahlian yang cukup; misalnya, cacat pada pengelasan adalah salah satu dari banyak faktor yang disebabkan oleh faktor mesin, yang dapat menyebabkan sejumlah besar kerugian dan kecelakaan

D. Uji Kekuatan Tarik

Pengujian tarik merupakan suatu proses pengujian bahan yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan Tarik dengan cara pemberian berat mulai nol dan berhenti pada tegangan maksimum. Uji tarik, sejenis uji *stress-strain* mekanik, menentukan kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Standarisasi yang digunakan untuk pengujian Tarik sering menggunakan standar ASTM-E8M (*American Standar Testing and Materials*) dengan pengujian tarik pada material baja karbon, baja HSS, alumanium, dan lain-lain. Menurut Wiryosumarto (2000), untuk mengetahui seberapa panjang suatu bahan dan reaksinya untuk gaya tarik, bahan material dapat ditarik sehingga terjadi putus. Perubahan bentuk (deformasi) bahan akibat penarikan gaya terhadap beban. Pergeseran butiran kristal logam pada bahan uji menyebabkan gaya elektro magnetik setiap atom logam melemah hingga

$$\varepsilon = \frac{L - L_0}{L_0} = \frac{\Delta L}{L_0} = \frac{F}{A_0}$$

ikatan terlepas oleh penarikan gaya maksimum (Mizhar Susri dkk., 2014). perhitungan untuk mencari nilai tegangan dapat dilihat pada gambar di bawah ini:

Keterangan:

- Σ : tegangan tarik (N/mm²)
- L : panjang spesiment setelah patah (mm)
- L₀ : panjang spesiment mula-mula (mm)
- F : beban (N)
- A₀ : luas penampang

$$Su = \frac{P_{maks}}{A_0}$$

Keterangan:

Su = Kuat tarik

Pmaks = Beban maksimum A₀ = Luas penampang awal

E. Struktur Mikro

Struktur fasa dan sifat logam induk semula bisa mengalami perubahan yang disebabkan oleh perlakuan panas yang terjadi selama proses pengelasan dilakukan. Fasa-fasa yang muncul sebagai hasil dari proses pengelasan adalah *Ferrite*, *Astenit*, *Sementit*, *Perit*, *Bainit*, *Martensit*

METODOLOGI

A. Metode Penelitian

Penelitian ini, metode yang akan dipakai adalah metode penelitian kuantitatif. Dari jenis metode penelitian ini, termasuk dalam penelitian eksperimen (*Experimental research*). Dimana dilakukan untuk meneliti pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las pada material baja karbon menengah dengan menggunakan pengelasan FCAW.

B. Objek penelitian

yang penulis akan pakai dalam penelitian ini adalah pengaruh variasi kampuh las terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las pada material baja menengah menengah menggunakan pengelasan FCAW.

C. Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan selama kurang waktu 3 bulan dari bulan Juli hingga bulan September Tahun 2024. Penelitian ini dilaksana pada Laboraturium Pengelasan Politeknik Negeri Ambon dan Pengujian specimen dilakukan pada Laboraturium Pengujian Bahan, Metalografi Jurusan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

D. Sumber Data dan Alat Pengumpulan Data

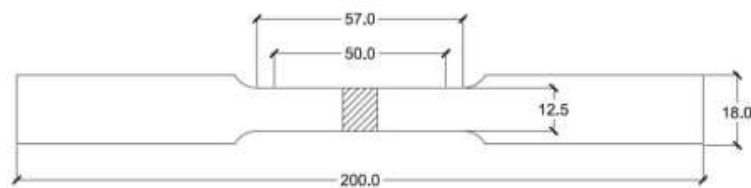
1. Data primer adalah data yang diperoleh secara langsung di lapangan pada saat proses pengelasan berlangsung dan pengujian Tarik serta struktur mikro yang di lakukan di Laboratorium permesinan dan pengelasan, Laboratorium penujian bahan Politeknik Negeri Ambon.
2. Data sekunder adalah data yang di ambil untuk melengkapi data primer. Pengambilan data sekunder diperoleh dari studi Pustaka yaitu kegiatan pengumpulan data dengan cara mempelajari Buku, Skripsi, Laporan dan Publikasi lainnya.

E. Parameter Penelitian

Adapun parameter yang digunakan dalam menunjang peneltian ini sebagai berikut :

1. Parameter Tetap

- Spesimen Baja Karbon Menengah
- Dimensi ukuran spesimen uji tarik



Gambar 1. Spesimen Uji Tarik Standar ASTM-E8M

Keterangan :

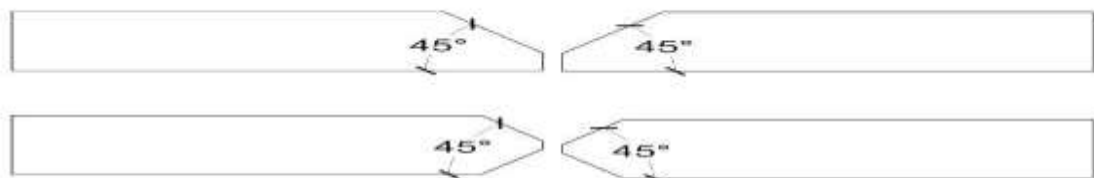
Gage length (G)	: 50,0 mm
Length of reduced section (A)	: 57 mm
Width (W)	: 12,5 mm
Thickness (T)	: 8 mm
Radius of fillet (R)	: 12, 5 mm

2. Parameter Perubahan

- Pengujian Tarik
- Pengujian struktur mikro daerah *HAZ*

3. Parameter Pengelasan

- Mesin las FCAW
- Kawat las 1mm
- Kampuh V dan X
- Arus 70 dan 90 Volt
- Sudut 45



Gambar 2 Kampuh dan Sudut Spesimen

F. Skema Kerangka Berpikir



Gambar 3. skema Kerangka Berpikir

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Komposisi Material

Hasil uji komposisi kimia pada material yang digunakan pada penelitian ini dapat dijelaskan pada tabel 1. sebagai berikut:

Tabel 1. Uji Komposisi Material

C	Si	Mn	P	S	Cu	AI	Cr	Mo	Ni
0,572	0,468	0,844	0,076	0,181	0,006	0,007	0,383	0,006	0,028

Berdasarkan tabel 1. di atas dapat dijelaskan bahwa material yang digunakan dalam penelitian ini termasuk jenis baja karbon menengah. Hal ini dapat dilihat pada hasil uji komposisi kimia yang dilampirkan pada tabel 4.1 yang dimana hasil dari pengujian tersebut menunjukkan kadar karbonnya adalah 0,57 % dan terdapat unsur paduan berat yang menengah sehingga material ini dapat diklasifikasikan baja karbon menengah.

B. Hasil Pengujian Tarik

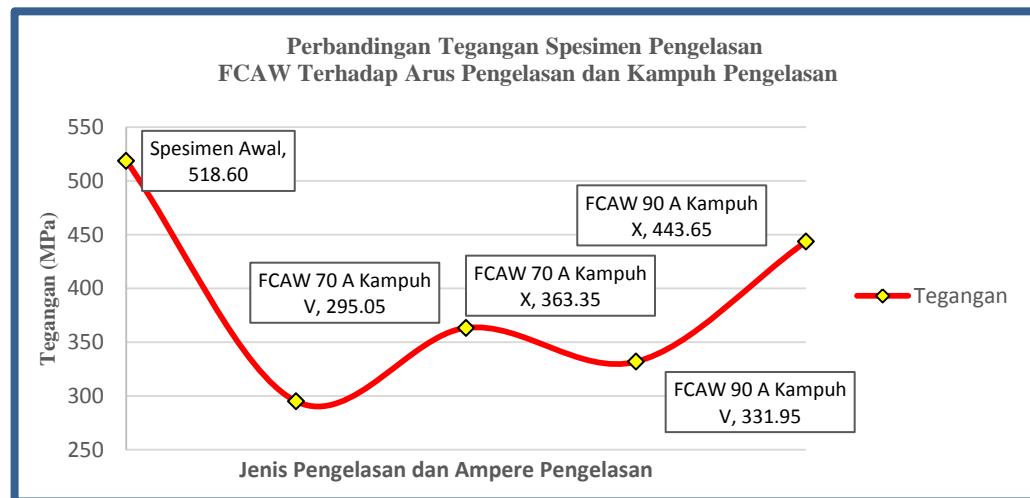
Tabel 2. Hasil Pengujian Tarik

No.	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	ΔL (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	FCAW V 70A 1	8.00	12.50	26.25	2.08	262.50	4.16
2	FCAW V 70A 2	8.00	12.50	32.76	3.28	327.60	6.56
3	FCAW X 70A 1	8.00	12.50	36.82	2.67	368.20	5.34
4	FCAW X 70A 2	8.00	12.50	35.85	1.60	358.50	3.20
5	FCAW V 90A 1	8.00	12.50	32.70	2.08	327.00	4.16
6	FCAW V 90A 2	8.00	12.50	33.69	2.07	336.90	4.14
7	FCAW X 90A 1	8.00	12.50	42.38	3.11	423.80	6.22
8	FCAW X 90A 2	8.00	12.50	46.35	2.18	463.50	4.36
9	RAW	8.00	12.50	51.86	14.91	518.60	29.82

Pada tabel 2 di atas dapat dijelaskan bahwa hasil pengujian tarik yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu nilai tegangan terbesar yang didapat pada Raw material dengan nilai sebesar 518.60 MPa dan nilai terkecil didapat pada spesimen FCAW kampuh V arus 70 volt 1 dengan nilai 262.50 Mpa.

Hasil yang didapat pada Raw material lebih besar dibandingkan spesimen hasil las lainnya, hal ini dapat disebabkan dari beberapa faktor yaitu struktur mikro dan pengaruh pengelasan dimana pada raw material memiliki struktur mikro yang lebih baik serta terhindar dari adanya cacat yang sering muncul akibat terjadinya proses pengelasan, sedangkan untuk nilai regangan terbesar yang didapat

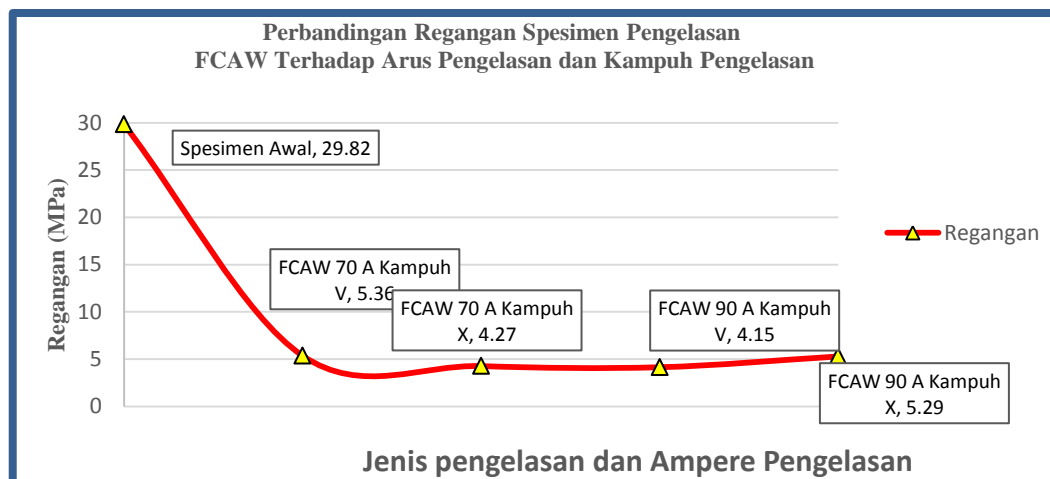
pada spesimen Raw Material dengan nilai 29.82% dan untuk nilai terkecil terdapat pada spesimen 3,20 %.



Gambar 4. Grafik Tegangan Spesimen

Berdasarkan pada gambar 4 di atas nilai tegangan hasil pengujian tarik dalam penelitian ini mengalami perubahan. Perubahan yang terjadi antara raw material dan spesimen hasil las dimana pada nilai raw material mendapatkan nilai tegangan sebesar 518,60 MPa sedangkan untuk nilai spesimen hasil las yang paling besar didapatkan pada spesimen FCAW X dengan arus pengelasan 90 A dengan nilai 463,50 MPa sedangkan untuk nilai tegangan terkecil di dapatkan pada spesimen FCAW V dengan arus pengelasan 70A dengan nilai tegangan 262,50 MPa. Dengan demikian perbandingan antara kampuh V dan X dapat di lihat dengan adanya perubahan yang terjadi sehingga dapat dikatakan bahwa kampuh X lebih baik dari pada kampuh V.

Hal ini dapat disebabkan karena pada kampuh X memiliki luas area pengelasan yang lebih besar sehingga pada saat proses pengelasan penetrasi jauh lebih stabil yang menyebabkan hasil las jauh lebih kuat secara mekanis. Hal ini dapat lebih diperjelas dengan penelitian yang dilakukan oleh Satrio Hadi *et al* (2017) dimana hasil penelitian yang dilakukan membandingkan antara kampuh V.X dan I. Dari hasil penelitian Satrio Hadi *et al* (2017) menunjukn bahwa nilai tegangan terbesar didapatkan pada jenis kampuh X dengan nilai sebesar 170,98 MPa dan nilai terkecil didapatkan pada kampuh I.



Gambar 5. Grafik Regangan Spesimen

Berdasarkan gambar 5. dapat di jelaskan bahwa nilai perbandingan regangan untuk spesimen hasil pengelasan didapatkan nilai terbesar pada spesimen FCAW X 90A dengan nilai 5,29 dan nilai terkecil didapat pada spesimen FCAW V 90A dengan nilai 4,15 sedangkan untuk raw material memiliki nilai 29,82. Dengan demikian perbandingan antara spesimen hasil pengelasan dapat diketahui bahwa kampuh X lebih baik dibandingkan kampuh V, hal ini dapa disebabkan akibat luas aerah las

e-ISSN : 2988-4977

kampuh X lebih besar dibandingkan kampuh V dengan demikian penetrasi las jauh lebih mendalam dan distribusi panas yang lebih merata. Hal ini dapat lebih dipercaya setelah penelitian yang dilakukan oleh Satrio Hadi *et al* (2017) dimana hasil penelitian yang dilakukan mendapatkan nilai regangan 5,12 pada kampuh X dengan arus 150 dan nilai regangan terkecil didapatkan pada kampuh I dengan nilai 2,20 dan nilai regangan pada kampuh X yaitu 3,21.

C. Struktur Mikro



(a). FCAW X 90A x200 Daerah Las



(b). FCAW X 90A 100x Daerah HAZ



(c). FCAW X 90A 100 x Daerah Base Metal

Gambar 6. Struktur mikro FCAW X 90A

Pada gambar 6. di atas dapat di lihat bahwa gambar (a) yang merupakan daerah las terdapat fasa ferrite dan pearlite. Pada fasa ferrite memiliki sifat yang halus dan berwarna cerah dan untuk pearlite memiliki warna yang gelap dan memiliki sifat kekerasan lebih tinggi di bandingkan ferrite. Pada gambar (a) lebih di dominan oleh ferrite, hal ini disebabkan karena pada daerah las pearlite lebih sedikit yang akibatnya dapat tertutup oleh bahan tambahan las.

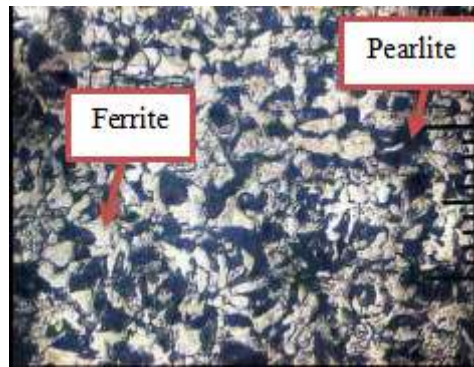
Sedangkan untuk gambar (b) yang merupakan daerah HAZ lebih di dominan oleh pearlite yang berbentuk butiran-butiran kasar namun memberikan sifat kekerasan yang tinggi dan untuk ferrite berbentuk butiran-butiran halus yang berwarna cerah serta memiliki sifat yang lebih uket dan sifat mekanis yang lebih baik. Gambar (c) yang merupakan bagian daerah base metal lebih di dominan oleh ferrite sehingga memiliki sifat yang lebih lembut dan berwarna cerah, sedangkan pearlite memiliki sifat keras dan cenderung berwarna gelap.



(a) FCAW V 70A 200x Daerah Las



(b). FCAW V 70A 100x Daerah HAZ



(c) FCAW V 70A 100x Daerah *Base metal*
Gambar 7 Struktur Mikro FCAW 70 A

Berdasarkan gambar 7 hasil struktur mikro pada gambar (a) yang merupakan daerah las terdapat retakan yang mengakibatkan munculnya martensit. Martensite merupakan fasa yang muncul akibat logam yang dalam fasa austenit di dinginkan dengan sangat cepat. Struktur martensite memiliki sifat yang keras dan getas namun rapuh karena ikatan yang terjadi tidak kuat, hal ini dapat meningkatkan sifat kekerasan namun juga meningkatkan resiko retak. Pada gambar (a) juga terdapat ferrite yang memiliki sifat berwarna cerah dan halus, pada fasa ini dapat meningkatkan kekuatan material dan untuk fasa yang ketiga yang terdapat pada gambar (a) yaitu pearlite.

Sedangkan untuk gambar (b) yang merupakan daerah *HAZ*, terdapat 2 fasa yaitu ferrite dan pearlite yang berbentuk butiran-butiran kecil yang disebabkan karena pengaruh panas pada saat proses pengelasan. Pada gambar (b) ferrite yang terlihat berbentuk butiran-butiran halus dan berwarna cerah, sedangkan untuk pearlite berbentuk butiran-butiran namun bersifat kasar dan berwarna gelap. Gambar (c) merupakan daerah base metal terdapat fasa ferrite dan pearlite, namun pada base metal lebih didominasi oleh ferrite. Pada fasa ferrite mempunyai sifat yang halus dan berwarna terang, sedangkan untuk pearlite memiliki sifat yang keras dan mempunyai warna yang gelap.

Penutup

1. Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian hasil pengujian tarik dan struktur mikro pada material baja karbon menengah setelah pengelasan FCAW dengan variasi kampuh X dan V, arus 70 dan 90 A sebagai perbedaan sehingga menghasilkan kekuatan yang berbeda, maka dapat disimpulkan bahwa pengujian tarik pada proses pengelasan dengan menggunakan kampuh x dengan arus 90 A memiliki nilai tegangan yang paling besar dengan nilai 463,50 Mpa. Hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin lebar daerah pengelasan dengan semakin tinggi arus pengelasan maka semakin baik nilai yang didapat.

Untuk nilai tegangan terkecil didapatkan pada spesimen FCAW V arus 70A dengan nilai 295,1 Mpa, hal ini disebabkan karena kurangnya lebar pada daerah las dan arus yang kurang besar sehingga penetrasi masuk kurang maksimal. Untuk nilai rata-rata tegangan yang terbesar didapatkan pada spesimen las kampuh v arus 70 dengan nilai 5,36. Sedangkan untuk nilai rata-rata regangan yang paling kecil diantara spesimen hasil las didapatkan pada spesimen FCAW V 4,15 dengan arus 90A dengan nilai 5,29%.

Dengan demikian pengaruh variasi arus dan kampuh pengelasan dapat mempengaruhi sifat mekanis material. Setelah melakukan pengujian struktur mikro terhadap material baja karbon menengah kesimpulan yang dapat yaitu pada spesimen FCAW V 70A terdapat struktur martensit, pearlite dan ferrite pada daerah las dan untuk daerah *HAZ* dan base metal terdapat struktur ferrite dan pearlite. Sedangkan untuk spesimen FCAW X 90A terdapat struktur ferrite dan pearlite pada daerah las, *HAZ*. Dengan demikian proses pengelasan dapat mempengaruhi perubahan struktur mikro.

2. Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, saran yang dapat diambil yaitu untuk penelitian selanjutnya untuk meneliti lebih lanjut mengenai sifat mekanis yang lain dengan memperhatikan pemilihan variasi dan arus las terhadap material yang digunakan.

Referensi

- Alip, M.** (1989). *Teori dan praktik las*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan.
- ASM International.** (1993). *ASM Handbook* (Vol. 1, p. 148).
- ASTM International.** (2010). *Standard test methods for tension testing of metallic materials* (E8/E8M - 09). United States of America.
- Demataco, F., Nanulaita, N. J., Hadiwijaya, L., & Dewi, R. A. P. K.** (2023). *PENGARUH VARIASI SUDUT PENGELASAN KAMPUH V DAN KETINGGIAN ELEKTRIKAL STICK OUT PENGELASAN GMAW TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST-42*. *Journal Mechanical Engineering*, 1(3), 209-215.
- Hadi, S., Rusiyanto, R., & Pramono, P.** (2017). *Pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las TIG pada aluminium 5083*. *Jurnal Kompetensi Teknik*, 9(2), 27-35.
- Padang, R. J. T., Nanulaita, N. J., Talkua, C., Lopuhaa, A. O., & Rohmah, F.** (2023). *Analisa Pengaruh Waktu Penahanan (Holding Time) Pada Proses Tempering Terhadap Sifat Mekanis Baja Karbon Menengah Hasil Pengelasan Fcaw (Flux Core Arc Welding)*. *Journal Mechanical Engineering*, 1(3), 173-180.
- Sekeroney, C., Nanulaita, N. J., Dematacco, F., Fikri, M. A., & Febriana, I. D.** (2023). *Pengaruh Temperature Tempering Terhadap Kekerasan Pada Baja Karbon Sedang Hasil Pengelasan FCAW (Flux-Cored Arc Welding)*. *Journal Mechanical Engineering*, 1(3), 169-172.
- Salakory, J., Huka, G. I., Nanulaita, N. J., Annafiyah, A., & Dewi, R. A. P. K.** (2023). *PENGARUH VARIASI KETINGGIAN STICK OUT PENGELASAN GMAW DAN VARIASI SUDUT SAMBUNGAN PADA KAMPUH ½ V BAJA KARBON SEDANG TERHADAP SIFAT MEKANIS*. *Journal Mechanical Engineering*, 1(3), 144-150.
- Saputra, et al.** (2014). *Analisis pengaruh media pendingin terhadap kekuatan tarik baja ST 37 pasca pengelasan menggunakan las listrik*. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Unlam*.
- Sarojo, G.** (2002). *Fisika dasar seri mekanika*. Salemba Teknika.
- Soleh, A. A., Purwanto, H., & Syafa'at, I.** (2017). *Analisa pengaruh kuat arus terhadap struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik pada baja karbon rendah dengan las SMAW menggunakan jenis elektroda E7016*. *Cendekia Eksakta*, 1(2).
- Soetardjo.** (1997). *Teknologi pengelasan logam*. Rineka Cipta.
- Sunaryo, H.** (2008). *Teknik pengelasan kapal (Jilid 1)*. Departemen Pendidikan Nasional.
- Wahyudi.** (2010). *Analisa pengaruh waktu tahan terhadap baja karbon rendah St 40 dengan metode pack carburizing (Unpublished master's thesis)*. Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T.** (2004). *Teknologi pengelasan logam*. PT Pradaya Paramita.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T.** (2000). *Teknologi pengelasan logam*. PT Pradaya Paramita.