

**ANALISIS PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN
TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO
PADA SAMBUNGAN LAS SMAW DAN FCAW
DENGAN MATERIAL BAJA KARBON RENDAH**

¹⁾**Jovancko. S. S. Picanussa** ²⁾**Nevada. JM Nanulaitta** ³⁾**Graciadiana I Huka**

¹⁾Prodi Teknologi Rekayasa Sistem Mekanikal Minyak dan Gas Politeknik Negeri Ambon

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

jvnckoo@gmail.com, rio_nevada@yahoo.co.id, graciahuka71@gmail.com

Abstract

Carbon steel is a type of alloy steel consisting of various elements, especially iron (Fe) and carbon (C). In general, the properties of steel are influenced by the percentage of carbon and the microstructure of the steel which is influenced by the composition of the steel and heat treatment. The welding process can change the structure and composition of the steel. In this study, the welding process used is SMAW and FCAW welding. Then the testing process is carried out, namely tensile testing and microstructure to see the effect of variations in the welding current used. In this study, the author will analyze the effect of variations in welding current on tensile strength or mechanical properties as well as the structure and composition of the specimen to be tested in this case medium carbon steel. The welding methods used are FCAW (Flux Core Arc Welding) and SMAW (Shield Metal Arc Welding). The results of this study, the author found that the welding current has an effect on the tensile strength and microstructure of medium carbon steel. Where for tensile strength, the greater the welding current used, the greater the tensile strength of the specimen where the current range used must be adjusted to the thickness of the workpiece used. In FCAW 90A the value obtained is 438.30 MPa and the strain value is 6.20% and SMAW 90A the value obtained is 438.20 MPa and the strain is 7.20%. Likewise, the Pmax and ΔL values where in SMAW 90 ampere the Pmax value is 43.82 KN and ΔL 3.60mm, FCAW 90 ampere the Pmax value is 43.83 KN and ΔL 3.10mm. With this, the author concludes that with a material thickness of 8mm and a current variation of 70 amperes and 90 amperes, it was found that at a larger welding current of 90 amperes, the tensile strength obtained was greater and for the microstructure, the author found changes in the structure of the welding results in FCAW welding where in the raw material the structure found was ferrite and pearlite while for the FCAW welding results, a beanite structure was found.

Keywords: Welding, tensile strength, microstructure.

Abstrak

Baja karbon adalah salah satu jenis baja paduan yang terdiri dari berbagai unsur, terutama unsur besi (Fe) dan Karbon (C). Pada umumnya sifat baja dipengaruhi oleh presentase karbon dan struktur mikro baja yang dipengaruhi oleh komposisi baja dan perlakuan panas. Proses pengelasan dapat merubah struktur dan komposisi dari baja. Dalam Penelitian ini proses pengelasan yang digunakan adalah las SMAW dan FCAW. Kemudian dilakukan proses pengujian yaitu pengujian tarik dan struktur mikro untuk melihat pengaruh dari variasi arus pengelasan yang digunakan. Metode Pengelasan yang digunakan adalah Pengelasan FCAW (*Flux Core Arc Welding*) dan Pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*). Pemilihan dua metode pengelasan dimaksudkan agar dapat dilakukan perbandingan pada hasil pengelasan serta perubahan sifat mekanis spesimen terhadap perlakuan panas yang diberikan dimana dalam proses pengelasan juga dilakukan variasi arus pengelasan sebagai variabel utama yang diteliti. Hasil dari penelitian ini, penulis menemukan bahwa arus pengelasan memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro dari baja karbon sedang. Dimana untuk kekuatan tarik, semakin besar arus pengelasan yang digunakan ,maka akan semakin besar pula kekuatan tarik dari spesimen dimana *range* arus yang digunakan harus disesuaikan dengan ketebalan benda kerja yang digunakan. Pada FCAW 90A nilai yang didapat 438.30 MPa dan nilai regangan diangka 6,20% dan SMAW 90A nilai yang didapat 438.20 MPa dan regangan diangka 7,20 % Begitu pula pada nilai Pmax dan ΔL dimana pada SMAW 90 ampere didapat nilai Pmax 43,82 KN dan ΔL 3,60mm, FCAW 90 ampere didapat nilai Pmax 43,83 KN dan ΔL 3,10mm. Dengan ini penulis mengambil kesimpulan bahwa dengan material ketebalan 8mm dan variasi arus 70 ampere dan 90 ampere, didapat bahwa pada arus pengelasan yang lebih besar yaitu 90 ampere, kekuatan tarik yang didapat lebih besar dan untuk struktur mikro, penulis mendapat perubahan struktur hasil pengelasan pada pengelasan FCAW dimana pada raw material struktur yang didapat adalah *ferrite* dan *pearlit* sendangkan untuk hasil las pengelasan FCAW didapat struktur *beanite*.

Kata Kunci : Pengelasan, Kekuatan tarik, Struktur mikro.

Pendahuluan

Berdasarkan definisi dari Deutsche Industrie Normen (DIN) las adalah ikatan Metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair. Dari definisi tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa las adalah sambungan setempat dari beberapa batang logam dengan menggunakan energi panas

Pada waktu ini telah digunakan lebih dari 40 jenis pengelasan termasuk pengelasan yang dilakukan dengan hanya menekan dua logam yang disambung sehingga terjadi ikatan antara atom-atom atau molekul-molekul dari logam yang disambungkan (Harsono dkk, 2004).

Salah satu jenis Pengelasan yang paling sering ditemui adalah Pengelasan SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) atau las busur listrik yang merupakan penyambungan dua keping logam atau lebih, menjadi suatu sambungan yang tetap, dengan menggunakan sumber panas listrik dan bahan tambah/pengisi berupa elektroda terbungkus.

Teknologi pengelasan semakin lama semakin modern yaitu dengan adanya pengembangan dari pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) yang salah satunya adalah Pengelasan FCAW (*Flux Cored Arc Welding*). FCAW (*Flux Cored Arc Welding*) sendiri merupakan pengelasan dimana pengelasan ini merupakan pengelasan semi-otomatis yang dalam proses pengerjaannya mirip dengan pengelasan gas aktif logam (MAG). Dalam metode FCAW, proses las menggunakan kawat elektroda berjalan secara terus-menerus, menggunakan daya pengelasan dengan tegangan yang konstan, dan juga menggunakan peralatan serupa dengan pengelasan MAG.

Dalam pengerjaan Las terutama pada industry migas, sangat diperlukan hasil pengelasan yang baik dan sesuai dengan standard yang berlaku. Mengingat media pengelasan dapat berupa pipa bertekanan tinggi, konstruksi baja, dan juga tangki. Sehingga perlu dilakukan pengujian pengujian yang bermaksud untuk mendapatkan hasil pengelasan yang optimal. Salah satu jenis pengujian yang umum dilakukan pada sambungan las yaitu, Pengujian Tarik (*Tensile Test*). Uji Tarik (*Tensile Test*) adalah suatu metode yang digunakan untuk menguji kekuatan (*tensile strength*) suatu material/bahan dengan cara memberikan beban (gaya statis) yang sesumbu dan diberikan secara lambat atau cepat. Diperoleh hasil sifat mekanik dari pengujian ini berupa kekuatan dan elastisitas dari material/bahan.

Dalam Penelitian ini juga disertakan Pengujian Struktur mikro yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan panas dalam hal ini pengelasan terhadap struktur mikro dari material yang digunakan. Pengujian Struktur mikro sendiri merupakan Pengujian yang dilakukan untuk mengetahui isi unsur kandungan yang terdapat didalam spesimen yang akan diuji. Dengan menggunakan spesimen uji yang telah dihaluskan agar dapat terlihat kandungan didalam benda uji tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro pada Sambungan Las SMAW dan FCAW Terhadap Material Baja Karbon Rendah

Tinjauan Pustaka

A. Baja Karbon

Baja merupakan salah satu jenis logam ferro dengan unsur carbon (C) sulfur (S), fosfor (P), silikon (Si), mangan (Mn), dan sebagainya yang jumlahnya dibatasi. Sifat baja pada umumnya sangat dipengaruhi oleh prosentase karbon dan struktur mikro. Struktur mikro pada baja karbon dipengaruhi oleh perlakuan panas dan komposisi baja. Karbon dengan unsur campuran lain dalam baja membentuk karbid yang dapat menambah kekerasan, tahan gores dan tahan suhu baja. Perbedaan prosentase karbon dalam campuran logam baja karbon menjadi salah satu cara menjabarkan kandungan pada baja (Supardi, 1999) Berdasarkan kandungan karbon, baja dibagi menjadi tiga macam, yaitu

Baja kabon rendah (*low carbon steel*) mengandung karbon dalam campuran baja karbon kurang dari 0,3%. Baja ini bukan baja yang keras karena kandungan karbonnya yang rendah kurang dari 0,3%C. Baja karbon rendah tidak dapat dikeraskan karena kandungan karbonnya tidak cukup untuk membentuk struktur martensit (Amanto dalam Wibowo, 2006).

Baja karbon sedang (*medium carbon steel*) mengandung karbon 0,3%C – 0,6%C dengan kandungan unsur karbonnya memungkinkan baja untuk dikeraskan sebagian dengan perlakuan panas (*heat treatment*) yang sesuai. Baja karbon sedang lebih keras serta lebih kuat dibandingkan dengan baja karbon rendah (Amanto dalam Wibowo, 2006).

Baja karbon sedang memiliki kekuatan tarik dan batas regangan yang tinggi, mudah dibentuk oleh mesin, Baja karbon sedang banyak digunakan dalam banyak hal seperti untuk bahan pembuatan poros, bantalan dan rel kereta api.

Baja karbon tinggi mengandung 0,6% - 1,5% karbon dan memiliki kekerasan tinggi namun keuletannya lebih rendah, hampir tidak dapat diketahui jarak tegangan lumernya terhadap tegangan proporsional pada grafik tegangan regangan. Berkebalikan dengan baja karbon rendah, pengerasan dengan perlakuan panas pada baja karbon tinggi tidak memberikan hasil yang optimal dikarenakan terlalu banyaknya martensit sehingga membuat baja menjadi getas.

Sifat mekanis baja juga dipengaruhi oleh cara mengadakan ikatan karbon dengan besi. Menurut Schonmetz, dalam Nanulaitta (2011) terdapat 3 bentuk utama Kristal saat karbon mengadakan ikatan dengan besi, yaitu :

- Ferit, yaitu besi murni (Fe) terletak rapat saling berdekatan tidak teratur, baik bantu maupun besarnya. Ferit merupakan bagian baja yang paling lunak, ferrit murni tidak akan cocok digunakan sebagai bahan untuk benda kerja yang menahan beban karena kekuatannya kecil.
- Perlit, merupakan campuran antara ferrit dan sementit dengan kandungan karbon sebesar 0,8%. Struktur perlitis mempunyai Kristal ferrit tersendiri dari serpihan sementit halus yang saling berdampingan dalam lapisan tipis.
- Karbid besi (Fe₃C), suatu senyawa kimia antara besi dengan karbon sebagai struktur tersendiri yang dinamakan sementit. Peningkatan kandungan karbon akan menambah kadar sementit. Sementit dalam baja merupakan unsur yang paling keras.

B. Pengelasan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW)

Proses pengelasan SMAW (*Shield Metal Arc Welding*) yang juga disebut Las Busur Listrik adalah proses pengelasan yang menggunakan panas untuk mencairkan material dasar atau logam induk dan elektroda (bahan pengisi). Panas tersebut dihasilkan oleh lompatan ion listrik yang terjadi antara katoda dan anoda (ujung elektroda dan permukaan pelat yang akan dilas). Panas yang dihasilkan dari lompatan ion listrik ini besarnya dapat mencapai 4000°C sampai 4500°C. Sumber tegangan yang digunakan pada pengelasan SMAW ini ada dua macam, yaitu AC (*alternating current*) / arus bolak balik dan DC (*Direct Current*) / arus searah. Proses terjadinya pengelasan ini karena adanya kontak antara ujung elektroda dan material dasar sehingga terjadi hubungan pendek, saat terjadi hubungan pendek tersebut tukang las (*welder*) harus menarik elektroda sehingga terbentuk busur listrik yaitu lompatan ion yang menimbulkan panas. Panas akan mencairkan elektroda dan material dasar sehingga cairan elektrode dan cairan material dasar akan menyatu membentuk logam lasan (*weld metal*). Besarnya arus listrik untuk pengelasan bergantung pada ukuran diameter dan macam-macam elektroda las. Tebal berikut adalah besar ampere pengelasan untuk bermacam-macam ukuran diameter elektroda dan beberapa tipe elektroda.

C. Pengelasan *Flux Cored Arc Welding* (FCAW)

Las FCAW (*Flux-Cored Arc Welding*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas argon sebagai pelindung busur. Las FCAW adalah proses otomatis yang memanfaatkan elektroda *wire roll* untuk mencairkan logam. Selain itu, FCAW memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan teknik pengelasan umum karena teknik ini memiliki kontrol yang lebih baik serta sifat tarik las baja rendah.

D. Pengujian Tarik (*Tensile Test*)

Pengujian tarik (*Tensile Test*) pada material logam bertujuan untuk mengetahui sifat kekuatan tarik logam. Prinsip pengujian tarik adalah spesimen diberi beban tarik uniaxial yang besarnya terus meningkat secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap deformasi yang dialami specimen. Deformasi yang dialami material dapat dilihat dari kurva tegangan-regangan (*stress-strain curve*). Salah satu sifat mekanik material berdasarkan hasil pengujian tarik adalah kekuatan Tarik Maksimum (*Ultimate Tensile Strength*). Kekuatan tarik maksimum merupakan tegangan maksimum yang dapat diterima material sebelum terjadinya perpatahan. Tegangan tarik maksimum didapat dari beban maksimum perluas penampang awal spesimen uji (Amelia Rahmatika dkk, 2021).

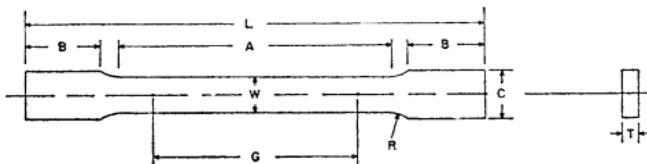
E. Pengujian Metalografi (Pengujian Struktur Mikro)

Metalografi adalah perpaduan ilmu dan seni yang mempelajari tentang struktur mikroskopis logam dan paduan menggunakan mikroskop optik, mikroskop elektron atau jenis mikroskop lainnya. Kinerja dan sifat material terutama sifat mekanik logam ditentukan oleh struktur mikro. Metalografi digunakan dibidang pengembangan bahan, inspeksi, produksi, manufaktur, dan untuk analisis kegagalan.

3. Metode Penelitian

A. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Pelat baja karbon rendah. Pelat ini dibuat berukuran Panjang 200 mm, Lebar 20 mm, dan ketebalan 8 mm untuk spesimen uji tarik dan juga berukuran panjang 200 mm, lebar 20 mm, dan ketebalan 8 mm untuk spesimen struktur mikro. Ukuran spesimen didasarkan pada standar ASTM-E8-E8M-08.



Dimensions

Standard Specimens		Subsize Specimen
Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
thickness of material		
25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
450 [18]	200 [8]	100 [4]
225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

G—Gage length (Note 1 and Note 2)
W—Width (Note 3 and Note 4)
T—Thickness (Note 5)
R—Radius of fillet, min (Note 6)
L—Overall length, (Note 2, Note 7, and Note 8)
A—Length of reduced section, min
B—Length of grip section (Note 8)
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)

Gambar. 1. Gambar Ukuran Spesimen Uji

Alat – alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Mistar Siku, Jangka Sorong, Bevel, Tipe-x



Gambar 3. Gurinda Tangan, Mata Sikat Gurinda, Mata Gurinda Potong, Mata Gurinda Amplas



Gambar. 4. Mesin Las FCAW, Mesin Frais

B. Fabrikasi Material

Specimen dibentuk sesuai ukuran dengan standar ASTM yang ditentukan dan membuat sudut kampuh V sebesar 90° kedalaman 2,5 mm. Kemudian dilakukan proses pengelasan SMAW dengan menggunakan kawat las E7018 ukuran 2,6 mm dan Pengelasan FCAW dengan menggunakan kawat las ukuran 1 mm dengan media pendingin udara.

C. Pengujian tarik

Pengujian tarik (Tensile Test) pada material logam bertujuan untuk mengetahui sifat kekuatan tarik logam. Prinsip pengujian tarik adalah spesimen diberi beban tarik uniaxial yang besarnya terus meningkat secara kontinyu, bersamaan dengan itu dilakukan pengamatan terhadap deformasi yang dialami specimen. Deformasi yang dialami material dapat dilihat dari kurva tegangan-regangan (stress-strain curve). Salah satu sifat mekanik material berdasarkan hasil pengujian tarik adalah kekuatan Tarik Maksimum (Ultimate Tensile Strength). Kekuatan tarik maksimum merupakan tegangan maksimum yang dapat diterima material sebelum terjadinya perpatahan. Tegangan tarik maksimum didapat dari beban maksimum perluas penampang awal spesimen uji (Amelia Rahmatika dkk, 2021).

D. Pengujian Struktur Mikro

Metalografi adalah perpaduan ilmu dan seni yang mempelajari tentang struktur mikroskopis logam dan paduan menggunakan mikroskop optik, mikroskop elektron atau jenis mikroskop lainnya. Kinerja

dan sifat material terutama sifat mekanik logam ditentukan oleh struktur mikro. Metalografi digunakan dibidang pengembangan bahan, inspeksi, produksi, manufaktur, dan untuk analisis kegagalan.

4. Hasil dan Pembahasan

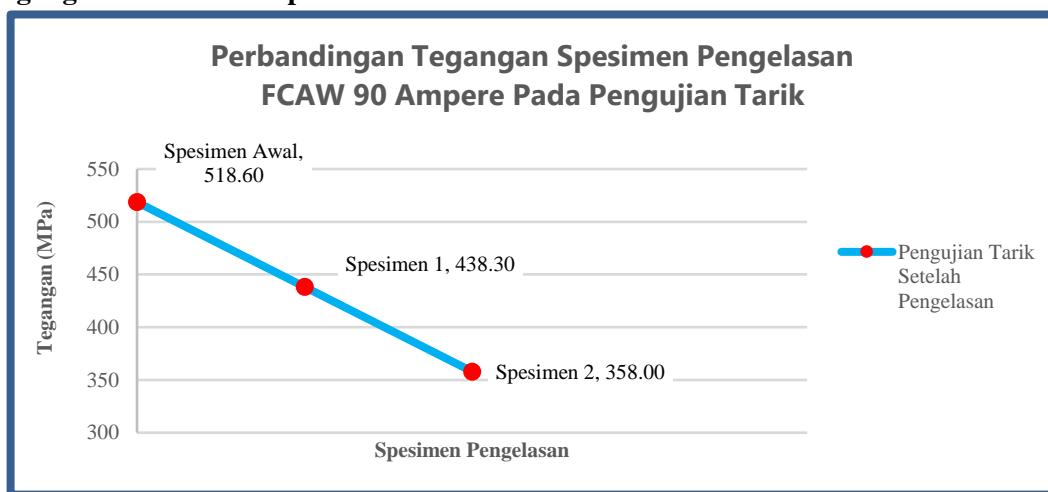
A. Hasil Pengujian Tarik

No.	Variasi Spesimen	Tebal (mm)	Lebar (mm)	Pmax (KN)	ΔL (mm)	Tegangan (MPa)	Regangan (%)
1	FCAW 70A_1	8.00	12.50	34.76	1.07	347.60	2.14
2	FCAW 70A_2	8.00	12.50	38.99	1.83	389.90	3.66
3	SMAW 70A_1	8.00	12.50	42.41	2.79	424.10	5.58
4	SMAW 70A_2	8.00	12.50	41.27	3.11	412.70	6.22
5	FCAW 90A_1	8.00	12.50	43.83	3.10	438.30	6.20
6	FCAW 90A_2	8.00	12.50	35.80	1.12	358.00	2.24
7	SMAW 90A_1	8.00	12.50	42.77	3.52	427.70	7.04
8	SMAW 90A_2	8.00	12.50	43.82	3.60	438.20	7.20
9	RAW	8.00	12.50	51.86	14.91	518.60	29.82

Lewat data yang diperoleh, didapati bahwa pada variasi arus yang lebih besar , nilai uji tarik yang lebih besar dimana pada variasi FCAW 90Ampere didapati nilai tegangan pada angka 438.30MPa dan regangan pada angka 6.20% dan untuk SMAW 90Ampere didapati nilai tegangan 438.20MPa dan regangan 7.20%.

B. Grafik Tegangan dan Regangan Tertinggi

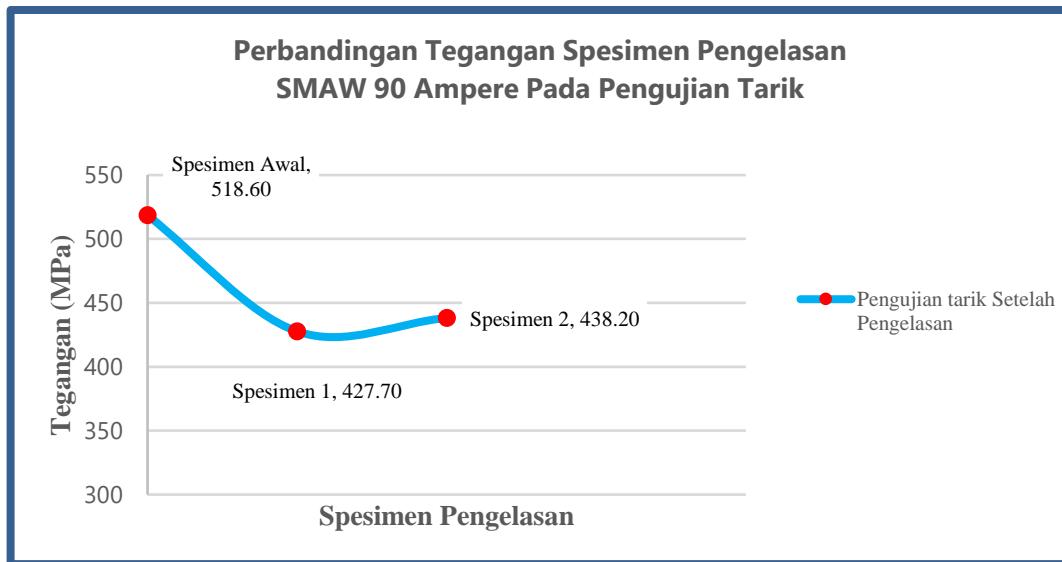
a) Tegangan FCAW 90Ampere



Gambar 5 Grafik Tegangan FCAW 90 Ampere

Lewat data yang didapat maka diperoleh grafik tegangan pada variasi FCAW 90 Ampere seperti pada gambar diatas dimana pada Spesimen awal didapat tegangan pada angka 518.60 MPa, pada spesimen 1 tegangannya berada di angka 438.30 MPa, dan spesimen 2 tegangannya berada di angka 358.00 MPa.

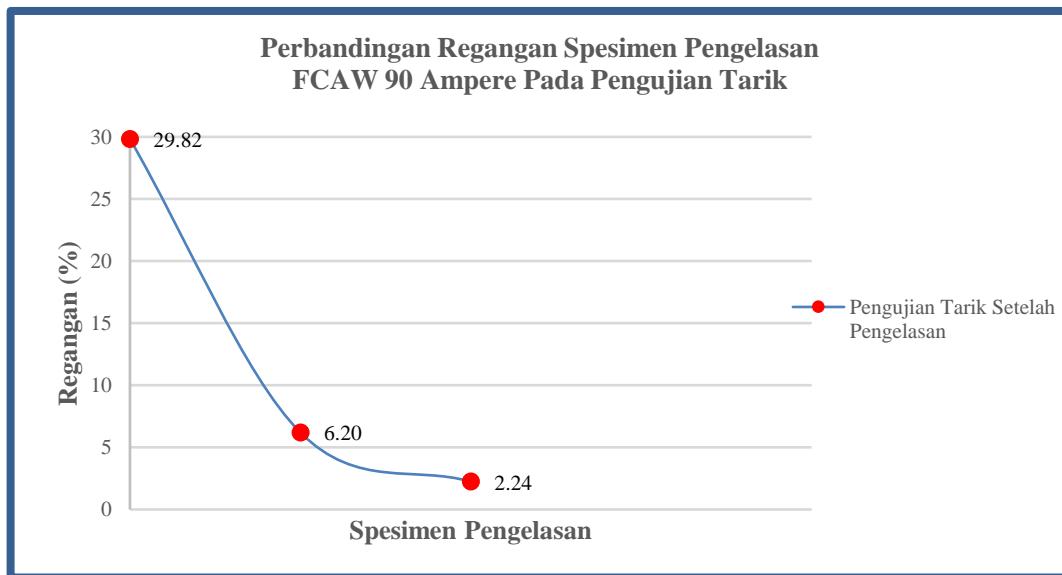
b) Tegangan FCAW 90Ampere



Gambar 6 Grafik Tegangan SMAW 90 Ampere

Lewat data yang didapat maka diperoleh grafik tegangan pada variasi SMAW 90 Ampere seperti pada gambar diatas dimana pada Spesimen awal didapat tegangan pada angka 518.60 MPa, pada spesimen 1 tegangannya berada di angka 427.70 MPa, dan spesimen 2 tegangannya berada di angka 438.20 MPa.

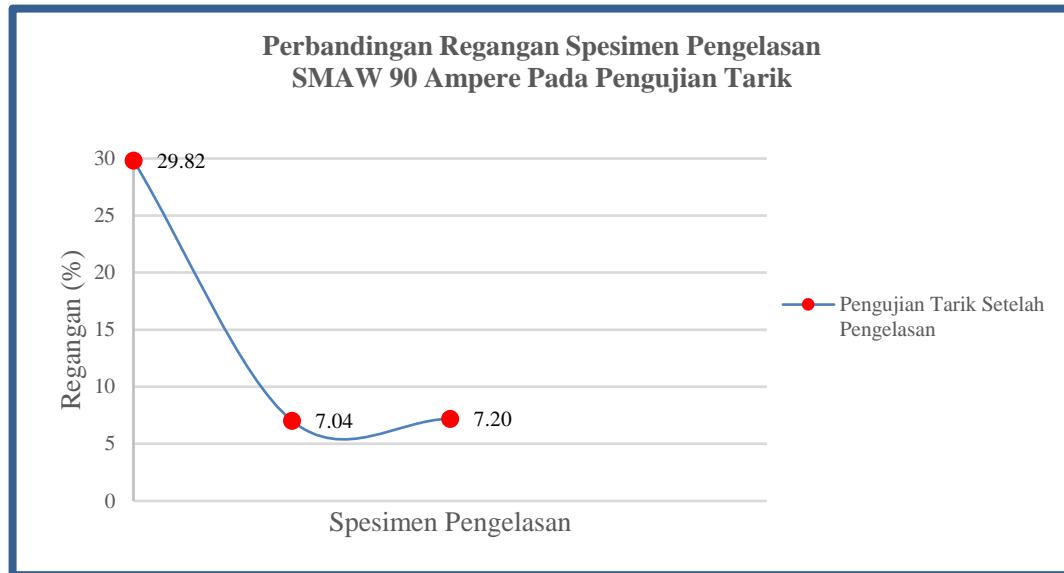
c) Regangan FCAW 90Ampere



Gambar 7 Grafik Regangan FCAW 90 Ampere

Lewat data yang didapat maka diperoleh grafik regangan pada variasi FCAW 90 Ampere seperti pada gambar diatas dimana pada Spesimen awal didapat regangan pada angka 29,82% , pada spesimen 1 regangannya berada di angka 6,20%, dan spesimen 2 regangannya berada di angka 2,24%.

d) Grafik Regangan SMAW 90Ampere



Gambar 9 Grafik Regangan SMAW 90 Ampere

Lewat data yang didapat maka diperoleh grafik regangan pada variasi SMAW 90 Ampere seperti pada gambar diatas dimana pada Spesimen awal didapat regangan pada angka 29,82% , pada spesimen 1 regangannya berada di angka 7,04%, dan spesimen 2 regangannya berada di angka 7,20%.

C. Uji Struktur Mikro

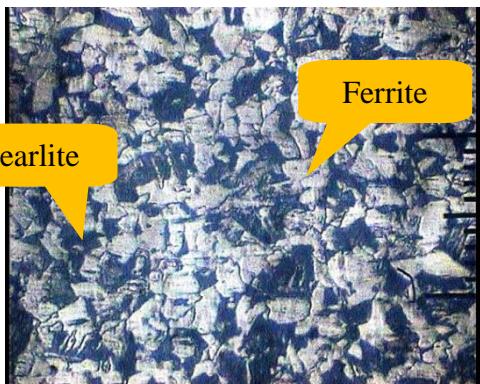
Pada pengujian struktur mikro didapati struktur *ferrite*, *pearlite*, dan *bainite* dimana pengujian dilakukan pada 3 daerah pengelasan yaitu daerah las, HAZ, dan *base material*.

- Ferrite : Lunak dan ulet sehingga bisa membuat material memiliki kemampuan untuk diberikan pembentukan atau mudah dibentuk dan biasanya material yang mengandung ferit ini sering digunakan untuk keperluan konstruksi
- Pearlite : Beberapa sifat fisik dominan perlit adalah ringan, tahan api dan bersifat baik sebagai insulator
- Bainite : Bersifat yang keras dan tangguh.

a) Struktur mikro SMAW 90Ampere



Gambar 10 SMAW 90A Las

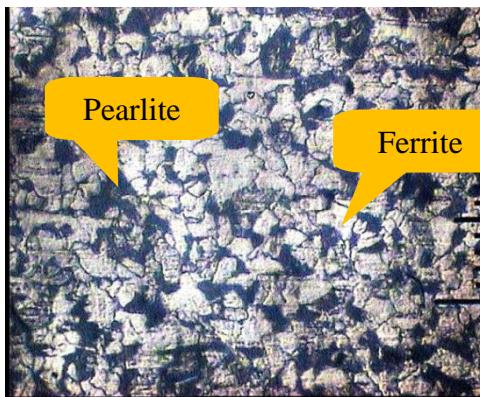


Gambar 11 SMAW 90A HAZ



Gambar 13 FCAW 90 A Las

Gambar 14 FCAW 90 A HAZ



Gambar 15 FCAW 90 A Base Material

Penutup

A. Kesimpulan

Lewat hasil dan pembasan dari penelitian diatas maka penulis menarik kesimpulan bahwa arus pengelasan memiliki pengaruh terhadap kekuatan tarik dari hasil pengelasan SMAW dan FCAW . Semakin besar arus pengelasan yang digunakan maka akan semakin besar kekuatan tarik (*Tensile Strenght*) dari material baja karbon yang digunakan dimana didapati bahwa pada variasi arus 70A dan

90A, arus 90 A pada pengelasan SMAW dan FCAW memiliki kekuatan tarik yang lebih besar . Pada Spesimen SMAW 90A , nilai tegangan berada diangka 438.20 MPa dan regangan diangka 7,20 % dan Spesimen FCAW 90A, nilai tegangannya berada diangka 438.30 MPa dan nilai regangan diangka 6,20%.

Begitu pula pada nilai Pmax dan ΔL dimana pada SMAW 90 ampere didapat nilai Pmax 43,82 KN dan ΔL 3,60mm, FCAW 90 ampere didapat nilai Pmax 43,83 KN dan ΔL 3,10mm. Dengan ini penulis mengambil kesimpulan bahwa dengan material ketebalan 8mm dan variasi arus 70 ampere dan 90 ampere, didapatkan bahwa pada arus pengelasan yang lebih besar yaitu 90 ampere, kekuatan tarik yang didapat lebih besar.

Sendangkan pada struktur mikro, pengaruh arus pengelasan dan jenis pengelasan berpengaruh pada struktur mikro pada bagian Las FCAW dimana pada raw material struktur mikro yang didapat adalah *ferrite* dan *pearlite* sendangkan pada hasil las FCAW struktur mikro yang didapat adalah *bainite*

B. Saran

Saran yang dapat diambil dalam Penelitian mengenai pengaruh arus pengelasan SMAW dan FCAW terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro baja karbon sedang adalah,

- Dalam penelitian berikutnya, dapat diteliti pengaruh arus pengelasan terhadap penyebaran panas dan struktur mikro pada baja karbon
- Dalam penelitian selanjutnya harap diperhatikan proses pengelasan agar terhindar dari cacat pengelasan
- Untuk penelitian selanjutnya dapat ditambahkan uji tekan dan uji kekerasan

Referensi

- Amanto, H. dalam Wibowo, B.T.,** (2006) *Pengaruh Temper Dengan Quenching Dengan Media Pendingin Oli Mesran Sae 40 Terhadap Sifat Fisis dan Mekanik Baja St 60*, Skripsi Universitas Negeri Semarang.
- Amelia Rahmatika, Eko Sutarto dan Agus C. Arifin.** (2021). *Pengujian Merusak Pada Kualifikasi Prosedur Las Plat Baja Karbon SA-36 dengan Proses Pengelasan SMAW Berdasarkan Standar ASME Section IX.*
- ASTM-E8-E8M-08.** (2021) *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*
- Arif Marwanto,** (2007), *Shield Metal Arc Welding* Materi Pelatihan Life Skill, Jurusan Pendidikan Teknik Mesin Fakultas Teknik Mesin Universitas Negeri Yogyakarta.
- Demataco, F., Nanulaita, N. J. M., Hadiwijaya, L., & Dewi, R. A. P. K.** (2023). *PENGARUH VARIASI SUDUT PENGEELASAN KAMPUH V DAN KETINGGIAN ELEKTRIKAL STICK OUT PENGEELASAN GMAW TERHADAP SIFAT MEKANIS BAJA ST-42.* Journal Mechanical Engineering, 1(3), 209-215.
- Eka Yogaswara dkk,** (2008). Pengertian Pengelasan SMAW dan Arus Listrik Baja Lunak
- Harsono Wiryosumarto** (2004). *Teknologi Pengelasan Logam.*
- Huka, G. I., Matheus, J., Nanulaita, N. J. M., & Pattikayhatu, E. B.** (2024). *ANALISA PENGARUH VARIASI KUAT ARUS PENGEELASAN FLUX CORED ARC WELDING (FCAW) TERHADAP SIFAT KEKERASAN PADA DAERAH HAZ BAJA KARBON RENDAH.* Journal Mechanical Engineering, 2(1), 1-11.
- Imam Ibnu Pamungkas, Nani Mulyaningsih, Kun Suharno** (2019), *Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Tarik Baja Karbon SS400*
- Jarot Wijayanto, Murdjdi, Anhar Khalid** (2016), *Pengaruh Perlakuan Panas Diawal Dan Akhir Terhadap Sifat Fisi Dan Mekanis Pada Pengelasan Baja Karbon Sedang*
- Mathews Yose Pratama, U. Budiarto, dan S.Jokosisworo,** (2019). *Analisa Perbandingan kekuatan*

Tarik, Tekuk, Dan Mikrografi pada Sambungan Las Baja SS400 Akibat Pengelasan FCAW dengan variasi Kampuh dan posisi pengelasan.

Padang, R. J. T., Nanulaita, N. J. M. , 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.

Salakory, J., Huka, G. I., Nanulaita, N. J. M., 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.

Sekeroney, C., Nanulaita, N. J. M., 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

Supardi, (1999), Pengujian Logam. Bandung: Angkasa

Wijang W Raharjo, dkk (2015). Sifat Tarik dan Lentur Komposit rHDPE/ Serat Cantula dengan Variasi Panjang Serat.