



PENGARUH GERAKAN ELEKTRODA PADA PENGELASAN SMAW TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH

Benny Lesmana^a, Yusuf Rizal Fauzi^{b*}, Ryan Dinata^c, dan Robby Cahyadi^d
^{a,b,c,d}Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin, Kota Banjarmasin

*E-mail koresponden: yusuf.rizal.fauzi@poliban.ac.id

ABSTRACT

Welding using the Shielded Metal Arc Welding (SMAW) method is widely used today, because it is more practical and easier to operate. The process motion resulting from SMAW welding creates stresses and strains in the metals being joined. The stress is affected by the movement originating from the metal cross section undergoing the welding process, where the thickness of the plate affects the yield stress on the weld metal. Influence factors in this study were the value of the tensile strength of low carbon steel, the effect of differences in SMAW welding electrode movements, and knowing the microstructure of the steel. This research method uses data processing methods. Laboratory research design is an experimental research conducted on material testing. The facts evaluation used became descriptive evaluation by describing the comparison of treated specimens using the excel application. The specimens in this study were low carbon steel ST 41 which was welded with SMAW welding with variations in zig-zag electrode wire movements and spiral electrode wire movements with Down Hand (1G) and Vertical (3G) positions. The results of research confirm this microstructure that occurs in ST 41 steel shows fracture results that lead to Brittle (Getas) this with lots of Ferrite, Pearlite, and dimples where the results of photos of the microstructure of the fracture area. The welding position has a significant impact on the tensile strength results, where the highest tensile strength value at position 1G is 450.6 M.Pa with zig-zag electrode movement, the highest tensile strength value at position 3G is 447.1 M.Pa with spiral electrode movement.

Keywords: Tensile Strength, Microstructure, and ST 41.

ABSTRAK

Pengelasan dengan proses SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*) saat ini sudah marak dilakukan karena lebih praktis dan mudah digunakan. Pergerakan proses yang terjadi selama pengelasan SMAW menimbulkan tegangan dan regangan pada logam yang akan disambung. Tegangan dipengaruhi oleh pergerakan penampang logam dalam proses pengelasan, dengan ketebalan pelat mempengaruhi daya luluh logam las. Pada penelitian ini faktor yang mempengaruhi adalah nilai kuat tarik baja karbon rendah, pengaruh perbedaan pergerakan elektroda las SMAW, dan pengetahuan tentang bentuk struktur mikro baja. Metode penelitian ini menggunakan metode pengolahan data. Rencana penelitian merupakan penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium pengujian material. Analisis deskriptif digunakan untuk analisis data, di mana perbandingan sampel yang diproses dideskripsikan menggunakan aplikasi Excel. Spesimen pada penelitian ini adalah baja karbon rendah ST 41 yang dilas dengan las SMAW dengan variasi gerakan kawat elektroda zigzag dan gerakan kawat elektroda heliks pada posisi ke bawah (1G) dan vertikal (3G). Hasil penelitian menunjukkan bahwa struktur mikro yang terdapat pada baja ST 41 menunjukkan hasil patahan yang mengarah pada kegetasan. Ini mengacu pada ferit, perlit, dan lekukan di mana foto mengungkapkan struktur mikro dari area rekahan. . Posisi pengelasan berpengaruh signifikan terhadap hasil kuat tarik, dengan nilai kuat tarik tertinggi pada titik 1G sebesar 450,6 M.Pa dengan pergerakan elektroda zigzag, nilai kuat tarik tertinggi pada titik 3G sebesar 447,1 M.Pa dengan elektroda spiral. pergerakan

Kata kunci: Kekuatan Tarik, Stuktur Mikro, dan ST 41.

1. PENDAHULUAN

Shielded Metal Arc Welding (SMAW) adalah proses penyambungan logam dengan cara melelehkan logam dasar dengan panas. Melalui proses las panas, suhunya mencapai 1500 °C. Sehingga hasil panas ini dapat menyebabkan pemanasan yang berbeda-beda pada daerah hasil las di setiap titik, dan kecepatan pendinginan di setiap titik juga berbeda [1].

Proses termal pada pengelasan menyebabkan logam disekitar area las mengalami siklus termal yang cepat yang dapat menyebabkan perubahan metalurgi yang kompleks, deformasi, dan tegangan termal. Kualitas hasil lasan yang baik tergantung pada ukuran butiran kristal selama proses pada pengelasan. Tujuan dari proses panas adalah mengubah struktur mikro material dan menghilangkan tekanan atau mengubah komposisi pada campuran [2].

Mekanis adalah kemampuan material untuk menahan tekanan. Baik pemuatan statis atau dinamis. Beban statis adalah beban yang diterima oleh suatu material yang arah dan besarnya selalu tetap, sedangkan beban dinamis adalah beban yang arah dan besarnya berubah setiap saat [3].

Salah satu sifat mekanik yang paling penting dari pengelasan adalah kekuatan tarik. Uji tarik digunakan untuk menentukan kemampuan bahan uji dalam menahan beban, seperti misalnya: Kekuatan atau ketegangan lentur, elastisitas, pengujian mekanis bahan las, dll. Kekuatan tarik logam yang dilas dipengaruhi oleh panas yang dihasilkan selama proses pengelasan. Perbedaan input panas selama pengelasan mungkin disebabkan oleh perbedaan pergerakan elektroda las. Pergerakan dengan pola yang kompleks dan ketat menyebabkan masukan panas yang lebih besar, yang meningkatkan kekuatan las dan sebaliknya [4].

Berdasarkan penjelasan di atas, peneliti tertarik untuk mempelajari pengaruh pergerakan elektroda las SMAW terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon rendah.

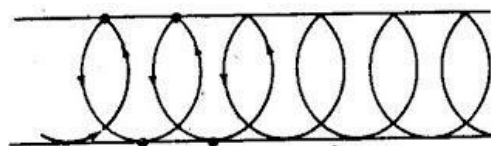
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gerakan Elektroda

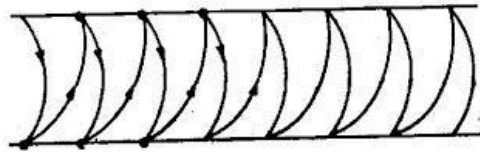
Pergerakan logam las membuat lasan yang baik dan memperdalam penetrasi busur dimana ada banyak kesempatan untuk memindahkan atau memutar elektroda. Pergerakan elektroda las memiliki satu tujuan, yaitu: untuk mendapatkan endapan logam las pada permukaan yang rata dan halus, menghindari bentukan dan pencampuran terak. Yang paling penting adalah menjaga sudut elektroda dan kecepatan pergerakan elektroda tidak berubah [5].

Selama pengelasan, kecepatan transmisi elektroda harus stabil untuk mendapatkan sikat las yang halus dan seragam. Gerakan elektroda yang terlalu lambat akan menciptakan jalur yang kuat dan lebar, yang dapat merusak sisi las, terutama jika bahan dasarnya tipis. Elektroda bergerak terlalu cepat, sehingga penetrasi las rendah karena waktu pemanasan bahan dasar tidak cukup dan cairan elektroda dipersingkat oleh bahan dasar. Kecepatan pergerakan elektroda sudah benar, permukaan pencampuran dengan bahan dasar dan penetrasi las baik [6].

Berikut tampilan gerakan atau ayunan elektroda:

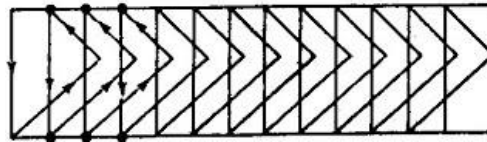


Gambar 1.
Gerakan Elektroda Spiral



Gambar 2.

Gerakan Elektroda Zig-Zag



Gambar 3.

Gerakan Elektroda Segitiga

2.2. Pengujian Tarik

Uji tarik dilakukan sebagai pelengkap informasi dasar untuk desain kekuatan material dan juga sebagai informasi pendukung untuk spesifikasi material. Pada tegangan tarik, benda yang mengalami gaya tarik gelombang yang terus meningkat juga diamati pada saat yang sama dengan pemanjangan benda uji. Kurva regangan rekayasa dihasilkan dari pengukuran regangan rentang uji.

Kemampuan suatu bahan untuk menyerap gaya yang sejajar dengan sumbunya tanpa mengalami kerusakan pada arah yang berlawanan dengan gaya tersebut. Besarnya tegangan tarik tergantung pada gaya yang diterapkan per satuan luas[3].

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Dimana : σ = Tegangan tarik (N/mm²)

F = Gaya tarik (N)

A = Luas permukaan penampang (mm²)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini adalah eksperimen. Metode eksperimen dilakukan dimulai dengan proses pemilihan bahan dan proses serta pengujian destruktif dan non destruktif. Pengujian destruktif adalah pengujian tarik sedangkan pengujian non-destruktif adalah mikro. Data yang diperoleh dari hasil pengujian kemudian dianalisis menggunakan plot pengaruh pergerakan elektroda terhadap kuat tarik dan struktur mikro.

Langkah dalam pengambilan data pada penelitian adalah sebagai berikut :

1. Pengelasan SMAW.
Sampel yang telah disiapkan setelah pengerjaan untuk membentuk lasan "V" dan kemudian dilas menggunakan alur elektroda zig-zag dan sapuan elektroda spiral pada posisi 1G dan 3G. .
2. Pembentukan Spesimen.
3. Baja ST 41 rendah karbon, bentuk persegi, panjang 150mm, lebar 200mm, tebal 8mm (total 8 sampel), sudut bevel "V" 30°, dipotong lagi setelah selesai pengelasan. Hasil dari setiap 1 sampel las dibagi menjadi 4 bagian, sehingga total ada 16 sampel.
4. Benda uji yang telah disiapkan dipotong menjadi 16 bagian, setelah itu dibentuk menjadi benda uji tarik dengan mesin *scrap*, dan juga dilakukan uji tarik untuk mengetahui kuat tarik baja ST 41. Setelah uji tarik selesai, langkah selanjutnya adalah mengamati struktur mikro baja St.41 di daerah HAZ. Jika tahap pertama pembentukan sampel adalah penggerindaan (grinding), hal ini bertujuan untuk menghaluskan

permukaan amplas, dengan menggunakan kekasaran permukaan silicon carbide yang berbeda. Amplas yang digunakan dalam proses ini bervariasi dari kasar hingga halus pada proses akhir.

Proses pemolesan dilakukan untuk membuat permukaan sampel mengkilat sehingga dapat memantulkan cahaya pada mikroskop optik. Operasi ini dilakukan dengan menggosokkan bahan pada kain wol yang ditaburi bubuk aluminium oksida. Untuk melakukan ini, cairan Nital dioleskan ke permukaan baja halus, dibiarkan bekerja selama 10 detik dan kemudian dikeringkan dengan pengering rambut. Dalam videografi, ini dilakukan dengan kamera otomatis yang dihubungkan ke komputer untuk menangkap gambar secara digital dengan perbesaran kamera 400x.

Penelitian “Pengaruh Gerakan Elektroda Las SMAW Terhadap Kuat Tarik dan Struktur Mikro Pada Baja Karbon Rendah” dilakukan di Politeknik Negeri Banjarmasin, Jalan Brigjen Hasan Basri Komp. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarmasin. Dengan tester ketegangan dan mesin las SMAW. Periode survei kurang lebih 6 bulan dari Maret 2022 hingga Juli 2022.

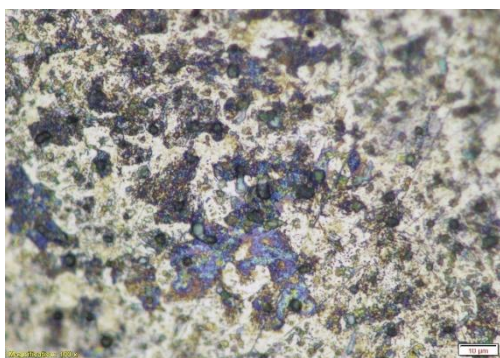
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil setelah dilakukan pengelasan baja ST 41 pada posisi las vertikal ke bawah (1G) dan 3G pada elektroda las zigzag dan spiral harus memperhatikan struktur mikro daerah HAZ baja ST 41. mikroskop optik. Jika informasi tersebut didasarkan pada foto mikrostruktur kawasan HAZ. Kemudian melakukan uji tarik dengan melihat bidang patahan baja ST 41 dengan kamera Olympus. Hasil tersebut berdasarkan foto kerusakan permukaan, namun hasil foto kerusakan permukaan saja tidak cukup detail, sehingga penelitian terus dilakukan untuk menyelidiki mikrostruktur area yang rusak.

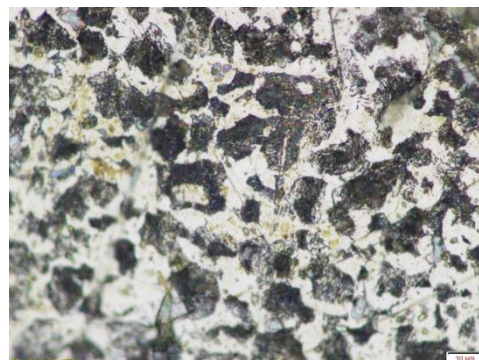
Gambar 4 merupakan hasil mikrograf baja karbon rendah, dimana baja dengan kandungan karbon 0,8% disebut baja eutektoid, baja dengan kandungan karbon lebih dari 0,8% disebut baja hipereutektoid dan baja dengan kandungan karbon kurang dari 0,8% disebut baja hipoeutektoid. Struktur mikro yang ditunjukkan pada Gambar 4 adalah ferit dan perlit. Butir ferit berwarna terang sedangkan perlit berwarna gelap atau abu-abu.

Gambar 1-4 adalah foto struktur mikro baja ST.41 yang menunjukkan area ferit yang berbeda. Ini sesuai dengan baja yang strukturnya mengandung area ferit yang menonjol (baja hipoeutektoid (baja karbon rendah)). Proses pengelasan terjadi pada fase panas sekitar $\pm 600^{\circ}\text{C}$, sebagai hasil yang hanya membentuk struktur ferit dan perlit.

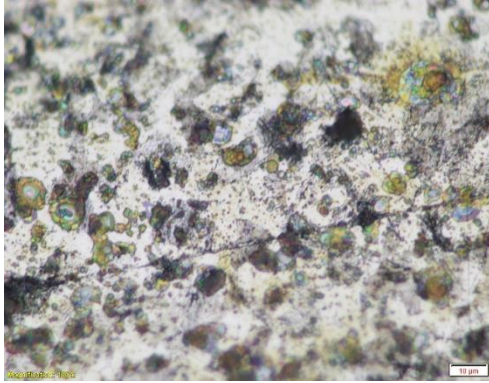
Daerah HAZ mencapai fase ferit dan austenit, oleh karena itu sering disebut sebagai transformasi parsial, artinya mikrostruktur baja yang semula ferit dan perlit berubah menjadi ferit dan austenit. Pada penelitian ini struktur mikro ferit dan perlit terlihat jelas, karena kandungan karbon yang rendah pada baja sampai titik eutektoid, terbentuk campuran ferit dan perlit.



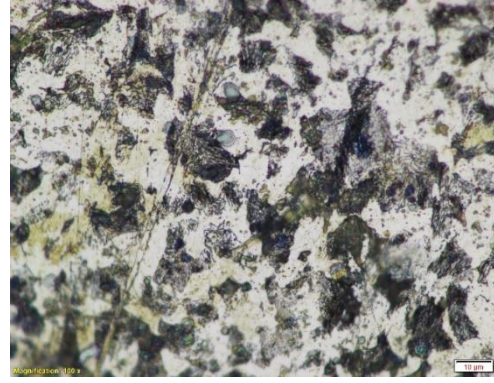
Gambar 3 a) Gerakan Zig-Zag 1G,



b) Gerakan Zig-Zag 3G



Gambar 4. c) Gerakan spiral 1G, dan



d) Gerakan spiral 3G

Selanjutnya melakukan pengujian tarik. Data dari hasil pengujian tarik berupa nilai kekuatan tarik dari baja St 41.

Tabel 1 Gerakan Zig-Zag 1G

No	Spesimen	Zig-Zag 1G	
		Yield Strenght	Tensile Strenght
1	A	356,2	452
2	B	356,2	444,9
3	C	356,2	454,9
rata-rata		356,2	450,6

Nilai kekuatan tarik spesimen A sebesar 452 MPa, spesimen B 444,9 MPa, dan spesimen C sebesar 454,9 MPa. Dimana rata-rata kekuatan tarik dari baja St 41 dengan gerakan elektroda Zig-Zag posisi 1G adalah 450,6 MPa.

Tabel 2 Gerakan Spiral 1G

No	Spesimen	Spiral 1G	
		Yield Strenght	Tensile Strenght
1	A	356,2	451,1
2	B	356,2	446,1
3	C	356,2	445,8
rata-rata		356,2	447,7

Nilai kekuatan tarik spesimen A sebesar 451,1 MPa, spesimen B 446,1 MPa, dan spesimen C sebesar 445,8 MPa. Dimana rata-rata kekuatan tarik dari baja St 41 dengan gerakan elektroda Spiral posisi 1G adalah 447,7 MPa.

Tabel 3 Gerakan Zig-zag 3G

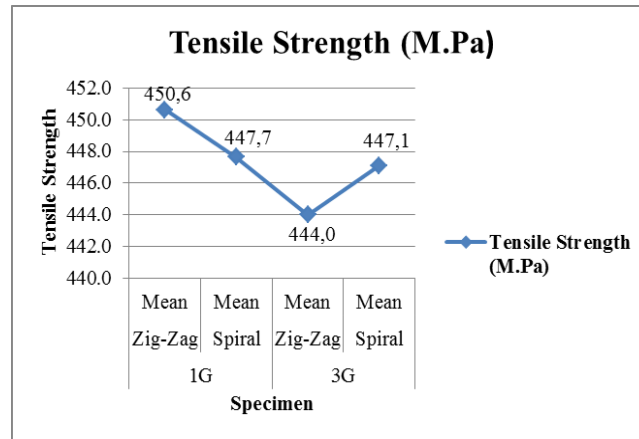
No	Spesimen	Zig-Zag 3G	
		Yield Strenght	Tensile Strenght
1	A	356,2	447,7
2	B	356,2	438,9
3	C	356,2	445,3
rata-rata		356,2	444

Nilai kekuatan tarik spesimen A sebesar 447,7 MPa, spesimen B 438,9 MPa, dan spesimen C sebesar 445,3 MPa. Dimana rata-rata kekuatan tarik dari baja St 41 dengan gerakan elektroda Zig-Zag posisi 3G adalah 444,0 MPa.

Tabel 4 Gerakan Spiral 3G

No	Spesimen	Spiral 3G	
		Yield Strenght	Tensile Strenght
1	A	354,9	446,5
2	B	356,2	451,9
3	C	356,2	443
Rata-rata		355,8	447,1

Berdasarkan tabel di atas, kekuatan tarik baja karbon rendah pada gerakan zigzag kawat elektroda pada posisi 1G adalah 450,6 MPa. Pergerakan kawat elektroda spiral stasiun 1G sebesar 447,7 MPa. Pergerakan elektroda zigzag pada posisi 3G sebesar 444,0 MPa. Pergerakan elektroda spiral pada posisi 3G adalah 447,1. Sedangkan nilai kuat tarik maksimum baja St.41 sebesar 450,6 MPa pada posisi 1G dengan pergerakan elektroda zigzag, sebesar 447,1 MPa pada posisi 3G dengan pergerakan spiral. Posisi 1G memiliki nilai tarik yang tinggi karena posisi 1G banyak digunakan di bengkel mesin dan industri kecil menengah. Melihat diagram, pergerakan elektroda spiral pada posisi 1G dan 3G memiliki nilai kuat tarik rata-rata yang sama yaitu 447,7 MPa dan 447,1 MPa. Ini karena pengaruh tukang las bersertifikat dan arus yang digunakan dengan benar. Selain kekuatan tarik, jenis patahan juga berpengaruh. Patahan dalam penelitian ini adalah patahan ulet yang dipengaruhi oleh unsur karbon (C) pada baja karbon rendah dan elektroda.



Gambar 5. Grafik Tensile Strength

Beban yang ditopang disebut tegangan, beban tersebut dapat berupa beban tarik, lentur, puntir atau tekan. Perubahan bentuk suatu benda akibat tegangan disebut tegangan atau tegangan. Kemampuan suatu benda untuk kembali ke bentuk semula setelah beban dihilangkan disebut elastis. Namun, jika voltase sedikit dinaikkan, benda tersebut tidak dapat lagi kembali ke bentuk semula. Deformasi yang tidak dapat kembali ke bentuk semula setelah dibongkar disebut deformasi. Dimana kekuatan suatu bahan menahan beban adalah jumlah beban per satuan luas penampang yang dapat dipertahankan sampai mendekati keruntuhan atau tahap kritis.

Posisi pengelasan yang dilakukan oleh welder atau posisi tukang las menghadap ke bawah terhadap benda yang akan dilas adalah posisi yang paling mudah dengan benda kerja berada di bawah tangan atau posisi *downhand*. Pengelasan dengan posisi turun biasanya menggunakan arus ampere yang tinggi dan lebih baik dibandingkan dengan posisi pengelasan lainnya

Arus pengelasan yang digunakan pada penelitian ini adalah 75-95 A. Penggunaan arus yang benar dapat mempengaruhi kuat tarik daerah HAZ. Hal ini dibuktikan dengan penelitian ini dimana zona rekahan tidak terjadi di HAZ atau zona las.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diatas, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penelitian menunjukkan bahwa kandungan karbon baja karbon yang relatif rendah menyebabkan patah getas pada sampel karena banyaknya perlit dan ferit.
2. Posisi pengelasan berpengaruh signifikan terhadap hasil kuat tarik, dengan posisi bawah dengan gerakan elektroda zigzag memberikan nilai tarik tinggi sebesar 450,6 MPa dan posisi 3G dengan gerakan elektroda spiral memberikan nilai tarik tinggi sebesar 447,1 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Irwanto A. R. (2016). Perbandingan Variasi Gerakan Elektroda pada Proses Shielded Metal arc Welding (SMAW) Terhadap Struktur Mikro dan Kekuatan Bending Baja Karbon Rendah. Semarang : Universitas Negeri Semarang.
- [2] Ariska, D. (2017). Analisa Perbandingan Kekuatan Bending dan Kekuatan Tarik pada Pengelasan Smaw Plat Baja St 37 Menggunakan Variasi Arus dan Kecepatan Pengelasan. Bengkalis: Politeknik Negeri Bengkalis.
- [3] Duniawan, A. 2015. Pengaruh gerak elektroda dan Posisi Pengelasan Terhadap Uji Kekerasan dari Hasil Las Baja SSC 41. *Jurnal Teknologi*. Volume 8 No 2.
- [4] Sirottudin M. (2017). Pengaruh Variasi Arus, Pergerakan Elektroda dan Pendingin pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan Material Baja ST 37 Artikel Skripsi Universitas Nusantara PGRI Kediri
- [5] ASTM.. Standard Test Method for Guided Bend Test for Ductility of Welds 1996.
- [6] Suarsana, Diktat Ilmu Material Teknik Denpasar: Universitas Udayana Denpasar, 2017
- [7] Engineering,W.(2015). Macam Dan Jenis Elektroda Cara Pemakaian. <http://himatl.ppns.ac.id/Sukolilo>, Surabaya, Jawa Timur, Indonesia:Hima Teknik Pengelasan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya. Diakses pada 5 februari 2018.

NOMENKLATUR

σ = Tegangan Tarik

F = Gaya Tarik

A = Luas Permukaan Penampang

N= Newton