

Upload Jurnal-TURBO-25 September 2025.docx

by eparossidah1212@gmail.com 1

Submission date: 25-Sep-2025 12:26PM (UTC+0700)

Submission ID: 2741673144

File name: Upload_Jurnal-TURBO-25_September_2025.docx (6.79M)

Word count: 3771

Character count: 22688

Effect of Current Variation on the Mechanical Properties and Microstructure of GTAW-Welded SS400 Steel

Hasan^{1*}, Muchammad Chusnan Aprianto¹, Johan Maulana¹, Ghany Heryana²,
Epa Rosidah Apipah¹

¹Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Islam DR KHEZ Muttaqien

Jl. Syekh Bening Yusuf Nomor 35 Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia

²Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Presiden

Jl. Ki Hajar Dewantara, Kota Jababeka, Bekasi, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: hasan@unismu.ac.id, 2016hasanhasan@gmail.com

Abstract

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) or Tungsten Inert Gas (TIG) Welding employs a tungsten electrode and argon shielding gas to protect the molten metal from atmospheric contamination, resulting in strong and permanent joints. SS400 steel, widely used due to its favorable mechanical properties, can be welded using this method. However, weld quality is strongly influenced by variations in welding current. Too low a current leads to shallow penetration, while excessive current may cause defects and microstructural damage. This study aims to analyze the effect of GTAW current variation on the tensile strength, hardness, and microstructure of SS400 steel with different thicknesses (1.2 mm, 5 mm, and 6 mm). A total of 27 specimens were tested using an experimental method. Tensile strength was evaluated with a universal testing machine, hardness was measured using the Rockwell test, and microstructure was analyzed through metallography. The results show that hardness and tensile strength values are affected by the combination of welding current and plate thickness. Lower current increases hardness, while higher current reduces it. Yield strength and tensile strength decrease with increasing current and thickness due to higher heat input, while elongation varies depending on plate conditions. The microstructure reveals that martensite forms only in medium-thickness plates (5 mm), whereas thin and thick plates are dominated by ferrite and pearlite with grain growth at higher currents.

Keywords: SS400 Steel; GTAW; Mechanical Properties; Metallography; Welding Current.

Abstrak

Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) atau Tungsten Inert Gas (TIG) Welding menggunakan elektroda tungsten dan gas argon sebagai pelindung logam cair dari kontaminasi atmosfer, sehingga menghasilkan sambungan yang kuat dan permanen. Baja SS400, yang banyak digunakan karena sifat mekaniknya yang baik, dapat dilas dengan metode ini. Namun, kualitas las sangat dipengaruhi oleh variasi arus pengelasan. Arus terlalu rendah menyebabkan penetrasi dangkal, sedangkan arus terlalu tinggi dapat menimbulkan cacat dan kerusakan struktur mikro. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh variasi arus GTAW terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro baja SS400 dengan ketebalan berbeda (1,2 mm, 5 mm, dan 6 mm). Sebanyak 27 spesimen diuji menggunakan metode eksperimen. Kekuatan tarik diuji dengan mesin uji universal, kekerasan diukur dengan uji Rockwell, dan struktur mikro dianalisis secara metalografi. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekerasan dan kekuatan tarik dipengaruhi kombinasi arus dan ketebalan pelat. Arus rendah meningkatkan kekerasan, sedangkan arus tinggi menurunkannya. Kekuatan luluh dan tarik menurun dengan bertambahnya arus dan ketebalan akibat masukan panas yang tinggi, sementara perpanjangan

DOI: <http://dx.doi.org/10.24127/trb.v11i2.1938>

Received 14 January 2023; Received in revised form 16 January 2023; Accepted 26 January 2023

Available online 1 March 2023



bervariasi sesuai kondisi pelat. Struktur mikro memperlihatkan martensit hanya terbentuk pada pelat 5 mm, sedangkan pelat tipis dan tebal lebih didominasi ferit dan perlit dengan pertumbuhan butir pada arus tinggi.

Kata kunci: konversi energi, perancangan, manufaktur, pengolahan material, teknik mesin.

1. Pendahuluan

Pengelasan merupakan salah satu teknik penyambungan logam yang sangat penting dalam industri manufaktur dan konstruksi, karena memungkinkan terbentuknya sambungan yang kuat dan permanen. Salah satu metode pengelasan yang dikenal menghasilkan kualitas sambungan tinggi adalah *Gas Tungsten Arc Welding (GTAW)* atau yang sering disebut *Baja Tungsten Inert Gas (TIG) Welding*. Metode ini menggunakan elektroda tungsten yang tidak mencair dan gas pelindung inert, seperti Argon, untuk melindungi logam cair dari kontaminasi atmosfer.

GTAW sangat cocok digunakan untuk mengelas logam ferrous maupun non-ferrous, termasuk baja karbon rendah seperti baja SS400. Baja SS400 merupakan salah satu jenis baja struktural yang banyak digunakan di bidang teknik dan konstruksi karena memiliki sifat mekanik yang baik, harga yang terjangkau, dan kemudahan dalam proses fabrikasi [2]. Namun, seperti logam lainnya, karakteristik hasil las pada baja SS400 sangat bergantung pada parameter proses pengelasan, salah satunya adalah variasi arus listrik.

Variasi arus dalam proses GTAW berpengaruh signifikan terhadap penetrasi, lebar daerah pengaruh panas (*heat affected zone* atau HAZ), kekerasan, dan kekuatan tarik sambungan las [3]. Arus yang terlalu rendah menghasilkan penetrasi dangkal dan sambungan lemah, sedangkan arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan cacat seperti undercut, porositas, serta deformasi termal [4]. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui batas optimal variasi arus agar dapat dihasilkan sambungan las dengan sifat mekanik yang maksimal.

Beberapa penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa peningkatan arus dalam batas tertentu dapat meningkatkan

kekuatan sambungan karena penetrasi yang lebih baik dan penggabungan antar logam dasar yang lebih sempurna [5]. Namun, arus yang terlalu besar juga memperbesar zona HAZ dan memengaruhi struktur mikro, yang dapat menurunkan kekerasan dan ketahanan terhadap retak [6], [7]. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara eksperimental pengaruh variasi arus pada proses pengelasan GTAW terhadap sifat mekanik baja SS400, khususnya terhadap kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro. Baja SS400 yang menjadi spesimen memiliki tiga variasi ketebalan (1,2 mm, 5 mm, 6 mm), sehingga diperoleh pola hubungan arus dengan hasil pengelasan pada ketebalan berbeda-beda.

Berbagai penelitian terkait pengelasan GTAW serta penelitian tentang material baja SS400 telah banyak dilakukan. Pengelasan laser hibrid-GTAW pernah diimplementasikan pada baja karbon rendah 304 yang bersifat austenitik. Selain itu, studi eksperimental dilakukan untuk meningkatkan manik GMAW dan TIG yang diproduksi secara aditif menggunakan FSP [8] dan sifat mekanik pada baja stainless AISI 304 dan AISI 316 [9]. Demikian pula untuk sambungan material AISI2205 and EN10025 telah dilakukan studi karakteristik gas tungsten pada pengelasan GTAW [10]. Terkait material baja SS400, telah dilakukan kajian pengelasan GTAW untuk meningkatkan resistensi bending fatigue [11] dan pengaruh teknik pengerasan heterogen pada struktur mikro di sambungan baja stainless 316L dengan baja SS400 [12]. Selain itu, terdapat kajian tentang penyambungan non homogen antara aluminium A7075 dengan baja SS400 menggunakan pengelasan gesekan linear dua sisi, dengan menganalisis karakteristik pemrosesan, mekanik, dan struktur mikro [13]. Studi terbaru yaitu kajian tentang sifat

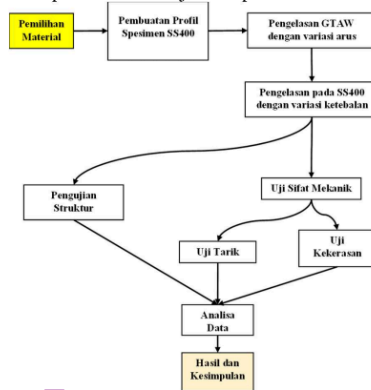
elektroplastik SS400 dengan metode deep learning Bayesian [14].

Berdasarkan uraian di atas, studi tentang pengelasan GTAW pada baja SS400 masih belum mendalam. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan kajian pengaruh arus GTAW pada kualitas pengelasan baja SS400 (variasi ketebalan bahan) berdasarkan sifat mekanik yaitu kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro. Sehingga penelitian ini bertujuan untuk mencari pengaruh arus pengelasan GTAW terhadap sifat mekanik dan struktur mikro hasil pengelasan pada baja SS400. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mencari arus optimal agar hasil pengelasan memiliki kualitas baik.

2. Metode Penelitian

2.1. Diagram Alir Penelitian

Metode pendekatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental. Variabel penelitian yang diukur adalah arus pengelasan, ketebalan material SS400, kekuatan tarik, kekerasan material, dan perubahan struktur mikro. Alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian.

Tahapan penelitian diawali dengan pemilihan material, pembuatan profil, pengelasan, pengujian sifat mekanik dan struktur mikro, analisa data, penarikan

kesimpulan. Bahan penelitian yang dipakai adalah baja SS400 dengan ketebalan 1,2 mm, 5 mm, dan 6 mm. Setelah itu, dilakukan pembuatan profil pada bahan dengan ukuran 100 mm x 200 mm. Satu sisi bahan berukuran 100 mm dibentuk sudut kampuh $\theta = 45^\circ$, kemudian dilakukan pengelasan pada dua sambungan dengan variasi arus 110 A, 120 A, 130 A dengan variasi ketebalan 1,2 mm, 5 mm, dan 6 mm. Selanjutnya dilakukan uji sifat mekanik dan uji struktur mikro.

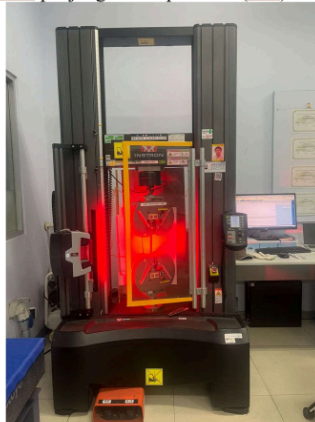
2.2. Pengujian Sifat Mekanik

Pengujian sifat mekanik melalui dua metode yaitu uji tarik dan uji kekerasan. Uji tarik dilakukan dengan mesin uji tarik untuk mengetahui kekuatan tarikan (N/m), Yield Strength, dan Ultimate Tensile Strength. Tegangan dihitung menggunakan persamaan 1, sedangkan regangan dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\sigma = F/A_0 \quad 1$$

$$\epsilon = (L - L_0)/L_0 \quad 2$$

Dengan σ adalah tegangan (N/mm²), ϵ adalah regangan (%), F adalah gaya tarik (N), A_0 adalah luas penampang awal (mm²), L_0 adalah panjang awal spesimen (mm), L adalah panjang akhir spesimen (mm).



Gambar 2. Pengujian Tarik.

Modulus elastisitas, kekuatan luluh, kekuatan tarik maksimum, kekuatan patah,

dan elongasi dihitung menggunakan persamaan di bawah ini.

$$E = \sigma / \epsilon \quad 3$$

$$\sigma_y = F_y / A_0 \quad 4$$

$$\sigma_u = F_{max} / A_0 \quad 5$$

$$\sigma_f = F_f / A_0 \quad 6$$

$$\delta = \frac{L_f - L_0}{L_0} \cdot 100\% \quad 7$$

Dengan E adalah modulus elastisitas (N/mm^2), σ_y adalah kekuatan luluh (N/mm^2), F_y adalah gaya saat terjadi luluh (N), σ_u adalah kekuatan tarik maksimum (N/mm^2), F_{max} adalah gaya tarik maksimum (N), σ_f adalah kekuatan patah (N/mm^2), F_f adalah gaya pada saat patah (N), δ adalah persen perpanjangan (elongasi) (%), L_f adalah panjang spesimen setelah patah (mm).

Selain itu, uji tarik dilakukan untuk mengetahui batas wilayah elastis dan plastik pada sambungan las. Uji tarik dilakukan di Laboratorium Terpadu Fakultas Teknik Universitas Buana Perjuangan Karawang.

Uji kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell skala A. Tujuan uji ini untuk mengetahui batas maksimal material terhadap deformasi bahan secara permanen. Uji kekerasan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam DR KHEZ Muttaqien.

2.3. Pengujian Struktur Mikro

Uji struktur mikro dilakukan dengan teknik metalografi. Uji ini bertujuan untuk melihat struktur paduan spesimen setelah pengelasan secara mikroskopik seperti pembentukan struktur ferit, perlit, dan lainnya. Selain itu, struktur mikro dilakukan untuk mengidentifikasi sifat material pada sambungan las GTAW. Uji struktur mikro dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam DR KHEZ Muttaqien. Langkah-langkah uji ini sebagai berikut:

- Mounting:** spesimen dilakukan proses pelapisan dengan resin, bertujuan untuk memudahkan penanganan spesimen saat pemolesan dan proses selanjutnya.
- Pengamplasan dan pemolesan (polishing):** spesimen yang telah dimounting kemudian dilakukan

pemolesan untuk memisahkan senyawa pengotor dari pengelasan dan memperhalus permukaan agar lebih mudah diamati.

- Pemberian *etsa*: spesimen diberikan larutan *etsa villela* (HCl : Etanol : H₂O) untuk meningkatkan kontras struktur mikro.
- Pemotretan obyek mikrostruktur: Pemotretan struktur mikro menggunakan mikroskop dengan pembesaran 1.000 x.



Gambar 4. Spesimen pada Uji Struktur Mikro.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan.

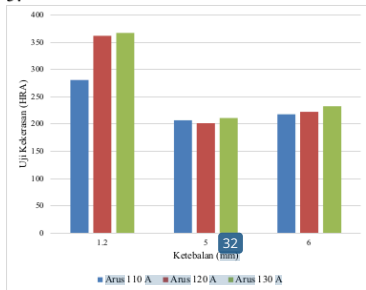
Tebal (mm)	Rerata Arus Pengelasan (A)	Rerata Nilai Uji Kekerasan (HRA)
1.2	110	280,6
1.2	120	361,7
1.2	130	367,1
5	110	207,0
5	120	201,7
5	130	211,1
6	110	217,8
6	120	222,3
6	130	232,7

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan metode Rockwell skala A dengan mengukur kedalaman penetrasi indenter pada permukaan material dengan beban tertentu. Indenter pada metode ini berbentuk kerucut intan dengan sudut 120° dan beban uji 60 kgf. Metode ini sesuai dipergunakan

untuk material tipis atau dengan kekerasan sedang-menengah. Hasil Pengujian ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, dapat disusun grafik hasil pengujian kekerasan seperti ditunjukkan pada Gambar 5.



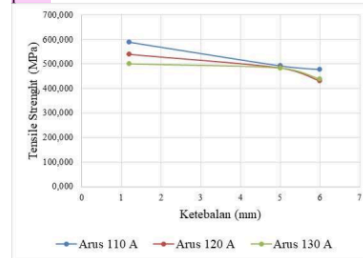
Gambar 5. Grafik Hasil Uji Kekerasan.

Baja SS400 adalah baja karbon rendah yang relatif lunak dengan kandungan karbon sekitar 0,05–0,25%. Kekerasan baja ini sangat dipengaruhi oleh masukan panas (heat input) saat proses pengelasan. Berdasarkan data di atas, pada arus 110 A (heat input rendah), kekerasan cenderung lebih tinggi karena pendinginan relatif cepat, sehingga sebagian struktur mikro dapat membentuk fasa yang lebih keras (misalnya bainit/martensit dalam jumlah kecil). Sedangkan pada arus 120 A (heat input sedang), kekerasan dapat sedikit menurun atau stabil. Pada kondisi ini, masukan panas lebih besar sehingga pendinginan melambat, menghasilkan struktur dominan ferit–perlit yang lebih lunak. Terakhir untuk arus 130 A (heat input tinggi), kekerasan umumnya lebih rendah dibanding arus kecil, karena pendinginan semakin lambat. Pendinginan lambat ini menyebabkan terbentuknya struktur mikro yang didominasi ferit–perlit dengan butir yang lebih kasar, sehingga nilai HRA menurun.

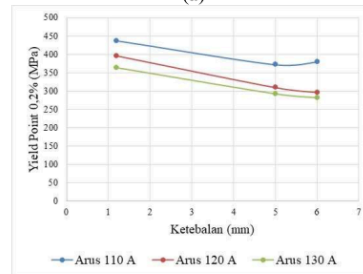
Pada pelat tipis (1,2 mm), arus besar menyebabkan pendinginan relatif cepat pada zona las, sehingga justru meningkatkan kekerasan. Sedangkan pada pelat tebal (5–6 mm), kenaikan arus menyebabkan pelepasan panas lebih lambat, sehingga nilai kekerasan relatif lebih rendah.

3.2. Hasil Uji Tarik

Arus pengelasan pada GTAW berpengaruh terhadap suhu pengelasan. Semakin tinggi arus, maka suhu pengelasan semakin tinggi. Hasil Uji Tarik ditunjukkan pada Gambar 6 dan 7.



(a)



(b)

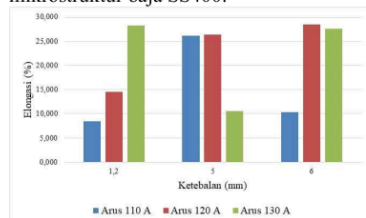
Gambar 6. Hasil Uji Tarik Baja SS400.

Gambar 6 (a) menunjukkan hubungan antara ketebalan dengan nilai Tensile Strength (kekuatan tarik maksimum) baja SS400. Nilai *tensile strength* cenderung menurun dengan bertambahnya ketebalan. Arus 110 A menghasilkan nilai kekuatan tarik paling tinggi, yakni sekitar 590 MPa pada ketebalan 1 mm, kemudian menurun hingga sekitar 480 MPa pada ketebalan 6 mm. Sedangkan arus 120 A dan 130 A menunjukkan nilai *tensile strength* lebih rendah, dengan penurunan yang lebih signifikan pada ketebalan besar, di mana arus 130 A pada 6 mm hanya mencapai sekitar 430 MPa. Fenomena ini dapat dijelaskan karena semakin tinggi arus dan ketebalan, masukan panas (*heat input*)

meningkat, sehingga pendinginan berlangsung lebih lambat, menghasilkan butir mikrostruktur yang lebih kasar dan berimplikasi pada penurunan sifat mekanik sambungan.

Gambar 6 (b) menunjukkan hubungan antara ketebalan sambungan baja SS400 dengan nilai Yield Point 0,2% (MPa) pada arus pengelasan GTAW 110 A, 120 A, dan 130 A. Terlihat bahwa semakin bertambah ketebalan, nilai yield strength cenderung menurun pada semua variasi arus. Nilai tertinggi dicapai pada arus 110 A dengan ketebalan 1 mm sekitar 440 MPa, sedangkan nilai terendah berada pada arus 130 A dengan ketebalan 6 mm sekitar 290 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ketebalan dan semakin tinggi arus yang digunakan, kemampuan baja menahan tegangan awal plastis berkurang akibat pengaruh panas las yang lebih tinggi, sehingga struktur mikro mengalami pelemahan.

Berdasarkan perbandingan kedua grafik tersebut, menunjukkan bahwa kombinasi arus rendah (110 A) dengan ketebalan tipis memberikan sifat mekanik terbaik, baik dari sisi yield point maupun tensile strength. Sebaliknya, ketebalan besar dengan arus tinggi memperburuk kekuatan mekanik akibat pengaruh panas las yang lebih dominan terhadap perubahan mikrostruktur baja SS400.



Gambar 7. Elongasi pada Uji Tarik Baja SS400.

Gambar 7 menunjukkan hasil elongasi untuk pengaruh variasi arus las GTAW (110 A, 120 A, dan 130 A) serta ketebalan sambungan baja SS400 terhadap kemampuan regangan material sebelum patah. Terlihat bahwa nilai elongasi

berfluktuasi sesuai kombinasi arus dan ketebalan. Pada ketebalan 1,2 mm, arus 130 A menghasilkan elongasi tertinggi sekitar 28%, sedangkan arus 110 A hanya sekitar 8%, dan arus 120 A sekitar 14%. Hal ini menunjukkan bahwa pada material tipis, arus tinggi justru meningkatkan keuletan karena penetrasi lebih optimal dan distribusi panas lebih merata.

Pada ketebalan 5 mm, kondisi berubah. Elongasi tertinggi dicapai pada arus 110 A dan 120 A dengan nilai sekitar 26%, sedangkan pada arus 130 A justru turun drastis hanya sekitar 11%. Artinya, untuk ketebalan sedang, penggunaan arus terlalu tinggi menyebabkan input panas berlebihan sehingga struktur logam mengalami kerapuhan akibat pertumbuhan butir yang kasar. Pada ketebalan 6 mm, elongasi kembali meningkat pada arus 120 A dan 130 A, masing-masing sekitar 29% dan 28%, jauh lebih tinggi dibandingkan arus 110 A yang hanya sekitar 10%. Hal ini mengindikasikan bahwa untuk material tebal, dibutuhkan arus yang lebih besar agar penetrasi las sempurna sehingga ikatan logam lebih homogen dan mampu menahan regangan lebih tinggi.

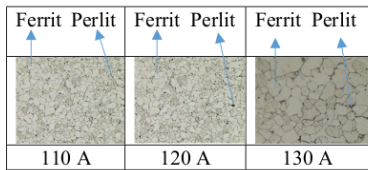
Grafik ini memperlihatkan bahwa hubungan antara arus, ketebalan, dan elongasi tidak bersifat linear, melainkan sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara input panas dan ketebalan material. Arus rendah cenderung cocok untuk ketebalan sedang, sementara arus tinggi lebih efektif pada material tipis maupun tebal agar sambungan tetap plastis dan memiliki keuletan yang baik.

3.3. Hasil Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro bertujuan untuk melihat perubahan struktur pada sambungan setelah dilakukan pengelasan GTAW.

Struktur mikro sambungan baja SS400 pada ketebalan 1,2 mm yang ditunjukkan pada gambar di atas merupakan hasil pengelasan GTAW dengan variasi arus 110 A, 120 A, dan 130 A. Struktur mikro yang terbentuk didominasi oleh fasa ferrit

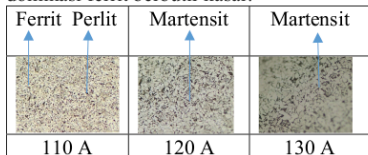
(berwarna terang) dan perlit (berwarna lebih gelap).



Gambar 8. Struktur Mikro Sambungan SS400 pada Ketebalan 1,2 mm.

Pada arus 110 A, struktur mikro menunjukkan distribusi ferrit dan perlit yang cukup seimbang dengan butiran yang relatif halus, menandakan pendinginan yang masih cukup cepat sehingga perlit terbentuk dalam jumlah lebih banyak. Pada arus 120 A, terlihat bahwa ukuran butir ferrit mulai membesar dengan distribusi perlit yang lebih merata, hal ini disebabkan oleh masukan panas yang lebih tinggi sehingga laju pendinginan melambat dan memungkinkan pertumbuhan butir.

Sedangkan pada arus 130 A, butir ferrit tampak lebih kasar dan perlit terbentuk dalam koloni yang lebih jelas dengan jumlah yang sedikit berkurang dibanding arus lebih rendah. Kondisi ini menunjukkan bahwa semakin tinggi arus las, masukan panas meningkat laju pendinginan semakin lambat, menyebabkan pertumbuhan butir ferrit yang lebih besar dan proporsi perlit relatif menurun. Hal ini berimplikasi pada sifat mekanik, di mana struktur dengan butiran halus (110 A) cenderung lebih keras dan kuat, sementara pada arus lebih tinggi (130 A) sifat baja menjadi lebih lunak dan ulet karena dominasi ferrit berbutir kasar.

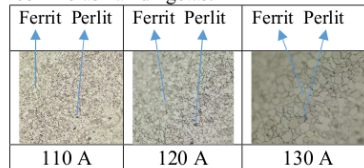


Gambar 9. Struktur Mikro Sambungan SS400 pada Ketebalan 5 mm.

Struktur mikro sambungan baja SS400 dengan ketebalan 5 mm yang

ditunjukkan pada gambar 9. Gambar tersebut menunjukkan hasil pengelasan GTAW dengan perbedaan fasa yang cukup jelas pada variasi arus 110 A, 120 A, dan 130 A. Pada arus 110 A, mikrostruktur didominasi oleh ferrit (fase terang) dan perlit (fase lebih gelap) dengan distribusi merata, menunjukkan bahwa masukan panas relatif rendah sehingga pendinginan terjadi lebih lambat dan menghasilkan fasa ekuilibrium.

Namun, pada arus 120 A mulai terbentuk martensit yang tampak sebagai jarum-jarum halus berwarna lebih gelap. Kehadiran martensit ini menandakan adanya daerah yang mengalami pendinginan cepat akibat kombinasi masukan panas yang lebih tinggi dan ketebalan material yang lebih besar, sehingga transformasi austenit ke martensit dapat terjadi. Pada arus 130 A, struktur martensit terlihat semakin dominan dengan ukuran jarum yang lebih kasar, menandakan bahwa semakin tinggi arus las, masukan panas semakin besar sehingga daerah terpengaruh panas (HAZ) juga semakin luas, memicu pembentukan martensit di sebagian besar area. Dengan demikian, perbedaan arus las pada baja SS400 tebal 5 mm sangat memengaruhi jenis fasa yang terbentuk, di mana arus rendah cenderung menghasilkan ferrit-perlit yang lebih ulet, sedangkan arus lebih tinggi mendorong terbentuknya martensit yang lebih keras namun getas.



Gambar 10. Struktur Mikro Sambungan SS400 pada Ketebalan 6 mm.

Struktur mikro sambungan baja SS400 dengan ketebalan 6 mm hasil pengelasan GTAW pada gambar di atas menunjukkan dominasi fasa ferrit (berwarna terang) dan perlit (berwarna lebih gelap) pada ketiga variasi arus 110 A, 120 A, dan 130 A. Pada arus 110 A, struktur mikro masih didominasi ferrit dengan butir halus

dan perlit yang tersebar di antara batas butir, menunjukkan laju pendinginan yang relatif lebih cepat sehingga jumlah perlit terbentuk cukup banyak. Pada arus 120 A, ukuran butir ferrit tampak mulai membesar dan distribusi perlit semakin merata, menandakan bahwa peningkatan arus menyebabkan masukan panas lebih tinggi dan pendinginan menjadi lebih lambat, sehingga terjadi pertumbuhan butir yang lebih jelas. Sedangkan pada arus 130 A, struktur mikro memperlihatkan dominasi ferrit dengan ukuran butir yang lebih kasar dan koloni perlit yang lebih jarang, akibat proses pendinginan yang semakin lambat dan masukan panas yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa pada baja SS400 dengan ketebalan 6 mm, variasi arus las memengaruhi keseimbangan ferrit dan perlit serta ukuran butiranya, namun tidak membentuk martensit karena baja karbon rendah ini cenderung menghasilkan struktur ekuilibrium berupa ferrit-perlit meskipun dilas pada ketebalan besar.

4. Kesimpulan

Hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan dipengaruhi oleh arus pengelasan dan ketebalan pelat. Pada arus kecil (110 A) kekerasan lebih tinggi karena pendinginan cepat, sedangkan arus besar (130 A) menurunkan kekerasan pada pelat tebal akibat pendinginan lambat. Uji tarik memperlihatkan sifat mekanik sambungan baja SS400 sangat bergantung pada kombinasi arus dan ketebalan. Yield strength dan tensile strength menurun seiring bertambahnya ketebalan maupun arus karena peningkatan masukan panas, sementara elongasi bervariasi: arus tinggi optimal untuk pelat tipis dan tebal, arus rendah lebih baik pada pelat sedang. Struktur mikro baja SS400 hasil GTAW juga dipengaruhi arus dan ketebalan. Pada pelat tipis 1,2 mm didominasi ferrit dan perlit, dengan butir ferrit makin besar pada arus tinggi. Pada pelat 5 mm muncul martensit pada arus 120 A dan lebih dominan di 130 A karena pendinginan cepat. Sedangkan pada pelat 6 mm hanya ferrit dan perlit yang terbentuk dengan butir ferrit

lebih kasar pada arus besar. Hal ini menunjukkan pembentukan martensit dipengaruhi ketebalan pelat dan laju pendinginan, dengan ketebalan sedang (5 mm) paling memungkinkan terbentuk martensit.

Ucapan terimakasih

Penelitian ini didanai sepenuhnya dari Hibah Penelitian Dosen Pemula dari Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains dan Teknologi dengan nomor kontrak 125/C3/DT.05.00/PL/2025 tanggal 28 Mei 2025 dan kontrak turunan LLDIKTI Wilayah IV dengan nomor kontrak 33.145/A.I/UM/SMU/VI/2025 tanggal 10 Juni 2025. Penulis mengucapkan terimakasih atas kesempatan yang telah diberikan melalui skema hibah tersebut.

Referensi

- [1] S. Kalpakjian and S. R. Schmid, *Manufacturing Engineering and Technology*, 7th ed. Pearson Education, Inc, 2014.
- [2] S. Suryadi, S. Hadi, and A. Purnomo, "Pengaruh Arus Listrik Terhadap Kualitas Las pada Proses TIG Welding Baja SS400," *J. Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 40–47, 2020.
- [3] H. B. Cary and S. C. Helzer, *Modern Welding Technology*, 6th ed. Pearson Education, Inc, 2005.
- [4] A. Kumar and R. S. Parmar, "Effect of Welding Parameters on Mechanical Properties and Microstructure of GTAW Joints.," *Int. J. Eng. Res. Appl.*, vol. 3, no. 1, pp. 196–200, 2013.
- [5] D. R. Prigipati, V. J. Patel, and K. M. Patel, "Parametric Optimization of TIG Welding for SS304 using Taguchi Method," *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 9, no. 1, pp. 739–745, 2018.
- [6] M. Ibrahim and M. Ramli, "Effect of Welding Current on the Mechanical Properties of Mild Steel Welded by GTAW," *J. Mech. Eng. Sci.*, vol. 11, no. 4, pp. 3047–3056, 2017.

- [7] T. Gunarso, "Pengaruh Parameter Pengelasan TIG Terhadap Ketangguhan Las Baja Lunak," *J. Teknol. Mesin*, vol. 10, no. 1, pp. 25–30, 2019.
- [8] M. Imam *et al.*, "Experimental study on improving the additively manufactured GMAW and TIG beads using FSP," *Mater. Today Proc.*, vol. 56, pp. 690–705, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.01.154>.
- [9] A. Ramakrishnan, T. Rameshkumar, G. Rajamurugan, G. Sundaraju, and D. Selvamuthukumaran, "Experimental investigation on mechanical properties of TIG welded dissimilar AISI 304 and AISI 316 stainless steel using 308 filler rod," *Mater. Today Proc.*, vol. 45, pp. 8207–8211, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2021.03.502>.
- [10] S. Mitra, A. Kumar, and M. Velu, "Characterization of Gas Tungsten Arc welded dissimilar joint of AISI2205 and EN10025," *Mater. Today Proc.*, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.05.691>.
- [11] K. Ito, T. Okuda, R. Ueji, H. Fujii, and C. Shiga, "Increase of bending fatigue resistance for tungsten inert gas welded SS400 steel plates using friction stir processing," *Mater. Des.*, vol. 61, pp. 275–280, 2014, doi: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2014.04.076>.
- [12] N. Jahanzeb, J.-H. Shin, J. Singh, Y.-U. Heo, and S.-H. Choi, "Effect of microstructure on the hardness heterogeneity of dissimilar metal joints between 316L stainless steel and SS400 steel," *Mater. Sci. Eng. A*, vol. 700, pp. 338–350, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.msea.2017.06.002>.
- [13] F. Khan, T. Miura, Y. Morisada, K. Ushioda, and H. Fujii, "Dissimilar joining of A7075 aluminum and SS400 steel utilizing center-driven double-sided linear friction welding using mild steel as a center material: Processing, mechanical and microstructure characterization," *J. Manuf. Process.*, vol. 139, pp. 67–80, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jmapro.2025.02.017>.
- [14] M. Wang, G. Zhang, B. Hou, and W. Wang, "Deep learning coupled Bayesian inference method for measuring the elastoplastic properties of SS400 steel welds by nanoindentation experiment," *Measurement*, vol. 242, p. 116092, 2025, doi: <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2024.116092>.

Upload Jurnal-TURBO-25 September 2025.docx

ORIGINALITY REPORT

25%

SIMILARITY INDEX

24%

INTERNET SOURCES

18%

PUBLICATIONS

13%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	Submitted to Silpakorn University Student Paper	2%
2	linter.untar.ac.id Internet Source	1%
3	ojs.ummetro.ac.id Internet Source	1%
4	www.koreascience.or.kr Internet Source	1%
5	ir.library.osaka-u.ac.jp Internet Source	1%
6	tel.archives-ouvertes.fr Internet Source	1%
7	ojs.uho.ac.id Internet Source	1%
8	jurnal.umj.ac.id Internet Source	1%
9	Submitted to University of Massachusetts - Amherst Student Paper	1%
10	www.ijert.org Internet Source	1%
11	Submitted to Buckinghamshire Chilterns University College Student Paper	1%

12	Yu Wei, Chuntao Zhang, Hongjie Zhu, Renbing An. "Corrosion behavior and mechanical properties of Q450 steel investigated using nanoindentation technology", Construction and Building Materials, 2025 Publication	1 %
13	Submitted to Universitas Muhammadiyah Purwokerto Student Paper	1 %
14	Sandra Chacón-Fernández, José L. Meseguer-Valdenebro, Antonio Portolés García. "Optimisation by Taguchi's method of the electrical parameters and geometry of an S32205 duplex weld", The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2024 Publication	1 %
15	jom.untidar.ac.id Internet Source	1 %
16	Submitted to Sriwijaya University Student Paper	1 %
17	cronfa.swansea.ac.uk Internet Source	<1 %
18	www.researchgate.net Internet Source	<1 %
19	Submitted to LL Dikti IX Turnitin Consortium Student Paper	<1 %
20	ojs.stt-su.ac.id Internet Source	<1 %
21	de.scribd.com Internet Source	<1 %
22	Submitted to ISI Yogyakarta Student Paper	

<1 %

23

Submitted to University of Strathclyde

Student Paper

<1 %

24

www.coursehero.com

Internet Source

<1 %

25

Dimas Bayu Randika, Rieza Zulrian Aldio.
"Pengaruh Variasi Kampuh Pengelasan Smaw Terhadap Uji Kekerasan, Uji Bending dan Uji Struktur Mikro Pada Pegas Daun Mitsubhisi Canter 125 PS", ARMATUR : Artikel Teknik Mesin & Manufaktur, 2024

Publication

<1 %

26

ejournal.grninstitute.com

Internet Source

<1 %

27

ejournal.undip.ac.id

Internet Source

<1 %

28

journal.ilmudata.co.id

Internet Source

<1 %

29

jurnal.unismabekasi.ac.id

Internet Source

<1 %

30

text-id.123dok.com

Internet Source

<1 %

31

theses.hal.science

Internet Source

<1 %

32

Eko Budiyanto, Eko Nugroho, Achmad Masruri. "PENGARUH DIAMETER FILLER DAN ARUS PADA PENGELASAN TIG TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO PADA BAJA KARBON RENDAH", Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin, 2017

Publication

<1 %

33	adoc.pub Internet Source	<1 %
34	ejournal.stmikgici.ac.id Internet Source	<1 %
35	www.stta.name Internet Source	<1 %
36	www.tib.eu Internet Source	<1 %
37	core.ac.uk Internet Source	<1 %
38	digilib.unila.ac.id Internet Source	<1 %
39	e-tarjome.com Internet Source	<1 %
40	eprints.undip.ac.id Internet Source	<1 %
41	es.scribd.com Internet Source	<1 %
42	journal.ump.edu.my Internet Source	<1 %
43	jurnal.untirta.ac.id Internet Source	<1 %
44	repository.kpi.kharkov.ua Internet Source	<1 %
45	www.ije.ir Internet Source	<1 %
46	Bappa Acherjee, Dawei Zhao, Fábio A.O. Fernandes. "Advanced Welding Technologies - Bridging Theory, Practice, and Innovations in Fusion, Solid-State, and Beyond", CRC Press, 2025	<1 %

47	anugerahcintaku.blogspot.com Internet Source	<1 %
48	ejournal3.undip.ac.id Internet Source	<1 %
49	jurnal.polsri.ac.id Internet Source	<1 %
50	oxwy.droiddevcon.it Internet Source	<1 %
51	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
52	www.cheric.org Internet Source	<1 %
53	www.mdpi.com Internet Source	<1 %
54	www.neliti.com Internet Source	<1 %
55	Suharno, Moh Rizal Fikri, Nugroho Agung Pambudi, Budi Harjanto, Jumintono, Reza Rizkiana. "The Effect Of Variation Of The Electric Current On Physical and Mechanical Properties In A36 Steel Welding", <i>Welding International</i> , 2023 Publication	<1 %
56	Tutar, Mumin. "Kaynakli Twip cEliklerinde Mikroyapi ve Mekanik ozellikler Arasindaki iliskilerin Arastirilmesi", Bursa Uludag University (Turkey), 2021 Publication	<1 %
57	ejournal.upnvj.ac.id Internet Source	<1 %

Exclude quotes Off

Exclude matches Off

Exclude bibliography Off