



**PENGARUH ARUS PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING
(GMAW) TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA
PENGELASAN BAJA ST 40**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu persyaratan memperoleh gelar sarjana strata satu
(S-1) Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Malang*



**Disusun Oleh :
MUHAMMAD ADITYA YANUAR
21801052110**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

2022

ABSTRAK

Muhammad Aditya Yanuar. Dosen pembimbing: Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T dan Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T. 2022. “Pengaruh Arus Pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Pada Pengelasan Baja ST 40”. Skripsi. Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Islam Malang.

Pengelasan tidak dapat dipisahkan dengan bidang konstruksi, dikarenakan memiliki peranan penting dalam perbaikan dan rekayasa logam. Pengelasan adalah teknik penyambungan logam dengan menggunakan energi panas. Dilakukan penelitian ini bertujuan guna mengetahui pengaruh arus pengelasan GMAW terhadap kekerasan dan struktur mikro baja ST40, dengan memvariasikan arus 80A, 100A, dan 120A. Penelitian ini menggunakan material baja ST40 dengan ketebalan 10 mm. Elektroda yang digunakan pada pengelasan yaitu ER 70 S-6. Jenis sambungannya menggunakan *butt join* dengan kampuh V tunggal sudut 60°. Pengujian yang dilakukan yaitu uji kekerasan *micro vickers* dan uji metalografi. Hasil dari penelitian mendapatkan hasil kekerasan tertinggi terjadi pada proses pengelasan menggunakan arus 120A dengan hasil pada titik weldmetal 613,3 HVN dan titik HAZ 561,03 HVN, sedangkan nilai kekerasan terkecil terjadi pada arus 80A dengan hasil pada titik weldmetal 430,4 HVN dan titik HAZ 514,7 HVN. Hasil dari pengujian struktur mikro mendapatkan nilai perlit terbesar pada variasi arus 120A dengan persentase 62,321%, sedangkan nilai perlit terkecil pada arus 80A dengan persentase 47,565%. Artinya arus pengelasan yang digunakan semakin tinggi menghasilkan nilai kekerasan semakin tinggi yang mengakibatkan persentase perlit meningkat dan persentase ferit menurun.

Kata Kunci: Pengelasan GMAW; Arus Pengelasan; Kekerasan dan Struktur Mikro; Baja ST40.

ABSTRACT

Muhammad Aditya Yanuar. Lecture Advisor: Dr. Ir. Priyagung Hartono, M.T and Ir. Hj. Unung Lesmanah, M.T. 2022. “*Effect Of Gas Welding Current Metal Arc Welding (GMAW) On Hardness And Microstructure In St 40 Steel Welding*”. Thesis. Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering, Islamic University of Malang.

Welding cannot be separated from the field of construction, because it has an important role in metal repair and engineering. Welding is a metal splicing technique by using thermal energy. This study aims to determine the effect of GMAW welding current on the hardness and microstructure of ST40 steel, by varying the currents of 80A, 100A, and 120A. This study used ST40 steel material with a thickness of 10 mm. The electrode used in welding is ER 70 S-6. The connection type uses butt join with a single V-strength angle of 60°. The tests carried out are micro vickers hardness tests and metallographic tests. The results of the study obtained the highest hardness results occurred in the welding process using a current of 120A with results at the weldmetal point of 613.3 HVN and the HAZ point of 561.03 HVN, while the smallest hardness value occurred at a current of 80A with results at the weldmetal point of 430.4 HVN and a HAZ point of 514.7 HVN. The results of the microstructure test obtained the largest perlite value at a current variation of 120A with a percentage of 62.321%, while the smallest perlite value at a current of 80A with a percentage of 47.565%. This means that the higher the welding current used results in a higher hardness value which results in the percentage of perlite increasing and the percentage of ferrite decreasing.

Keywords: GMAW welding; Welding Current; Hardness and Microstructure; Steel ST40.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan berkembangnya teknologi yang semakin maju, hampir tidak ada logam yang tidak dapat dilas, dan pengelasan juga tidak dapat dipisahkan dalam bidang konstruksi, karena memegang peranan penting dalam perbaikan dan rekayasa logam. Saat ini banyak elemen pengelasan yang terlibat dalam pembangunan konstruksi, terutama dibidang rancang bangun, karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan, dan untuk memperoleh kualitas sambungan yang baik diperlukan keterampilan dari ahli las yang tinggi secara teknis. Pengelasan secara umum dapat didefinisikan sebagai penggunaan energi panas untuk menggabungkan beberapa batang logam menjadi satu.

Salah satu metode pengelasan yang sering digunakan pada industri manufaktur adalah pengelasan *Gas Metal Arc Welding* (GMAW). *Gas Metal Arc Welding* (GMAW) merupakan jenis pengelasan atau penyambungan material logam dengan menggunakan sumber panas dari energi listrik yang diubah atau dikonversikan menjadi energi panas, pada proses ini menggunakan kawat las yang digulung dalam suatu rol yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Las ini menggunakan gas mulia dan gas karbon dioksida sebagai pelindung busur dan logam yang mencair dari pengaruh atmosfer (Sulistiyo et al., 2021).

Dalam penggunaan energi panas pada proses pengelasan antara dua atau lebih bagian material logam dapat mengakibatkan perubahan siklus *thermal* pada bagian logam disekitar material pengelasan yang akan mempengaruhi perubahan sifat mekanis dan fisis hasil pengelasan material. Perubahan sifat mekanis dan fisis tersebut dapat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan kekerasan material logam hasil pengelasan (Nugroho et al., 2019).

Dalam proses pengelasan terdapat berbagai macam faktor yang bisa mempengaruhi kualitas hasil dari pengelasan. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas hasil pengelasan yaitu arus dari pengelasan. Dari

penelitian sebelumnya tentang pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekuatan dari hasil pengelasan GMAW terlihat bahwa penyetelan arus pengelasan yang kecil memiliki kekuatan tarik yang rendah, sedangkan kekuatan tarik yang tertinggi didapat dari penyetelan arus pengelasan yang besar. Nilai tertinggi kekuatan tarik yang didapatkan adalah sebesar 633,3 Mpa dan nilai yang terendah adalah sebesar 418,3 Mpa (Pratama et al., 2021).

Berdasarkan penelitian sebelumnya terdapat beberapa faktor yang memengaruhi pengelasan diantaranya adalah jenis material baja, gas pelindung, serta jenis sambungan las. Hasil dari penelitian ini yaitu besarnya arus pengelasan berpengaruh terhadap kegagalan pengelasan. Penggunaan arus 280 A mendapatkan hasil nilai kekerasan yang ideal dari baja ST 37, karena nilai kekerasannya hampir sama dengan logam induk tanpa pengelasan (Rosyidin & Leonard, 2018).

Dalam konstruksi kapal, baja ST 40 sangat dibutuhkan karena merupakan bahan utama untuk konstruksi kapal. Baja ST 40 merupakan baja karbon rendah dengan kandungan karbon hanya $< 0,3\%$. Di dunia industri perkapalan, baja karbon rendah atau baja karbon kecil adalah bahan terpenting untuk pembuatan kapal (Laksono et al., 2019). Dengan kata lain, baja ST 40 sering digunakan untuk pembuatan struktur lambung pada kapal. Baja ST 40 banyak digunakan pada konstruksi dek dan lambung kapal karena memiliki sifat kuat, fleksibel, dan tahan korosi (Sianturi et al., 2019).

Uji kekerasan adalah pengujian yang digunakan untuk mengukur nilai kekerasan beberapa bagian benda uji untuk mengetahui distribusi kekerasan dan kekerasan rata-rata semua benda uji. Kekerasan adalah ketahanan suatu bahan terhadap goresan atau penetrasi permukaan (Hidayat et al., 2020). Uji metalografi bertujuan untuk mengetahui kondisi struktur serta arah perubahan struktur mikro akibat dari pengelasan.

Menurut penelitian sebelumnya, intensitas arus dapat mempengaruhi sifat material hasil pengelasan. Dalam penelitian kami kali ini yaitu untuk menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan GMAW berdasarkan pengujian kekerasan dan struktur mikro yang merupakan teknik untuk

mengetahui pengaruh arus terhadap kekerasan dan struktur mikro hasil pengelasan GMAW pada baja ST 40.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, pokok permasalahan yang dibahas dalam tugas penyusunan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap kekerasan pada hasil pengelasan material baja ST 40?
2. Bagaimana pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap struktur mikro pada hasil pengelasan material baja ST 40?

1.3 Batasan Masalah

Agar pembahasan tidak meluas dan tidak menyimpang, maka perlu adanya batasan masalah dalam menyelesaikan analisis ini. Maka batasan masalah ini adalah:

1. Proses pengelasan menggunakan las GMAW.
2. Elektroda yang digunakan adalah ER 70 S-6 diameter 0,8 mm
3. Pengujian Metalografi
4. Pengujian Kekerasan *Micro Vickers*
5. Tanpa Variasi *Preheat*
6. Arus yang digunakan terendah 80 A, sedang 100 A dan tertinggi 120 A
7. Menganalisis kekerasan pada HAZ dan *weld metal*
8. Menganalisis sruktur mikro pada daerah HAZ

1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap kekerasan pada hasil pengelasan material baja ST 40.
2. Untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap struktur mikro pada hasil pengelasan material baja ST 40.

1.5 Manfaat Penelitian

Berdasarkan dari tujuan penelitian diatas, diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat untuk:

1. Sebagai acuan atau sebagai wawasan baru tentang kekerasan dan struktur mikro pada sambungan baja ST 40 dengan memvariasikan arus pengelasan GMAW.
2. Dapat dijadikan sebagai rujukan mengenai sebuah parameter pengelasan pada baja ST 40 di dunia industri.
3. Memberikan motivasi kepada mahasiswa Teknik Mesin FT UNISMA untuk melakukan penelitian lebih lanjut menggunakan metode pengelasan GMAW.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan ini akan diuraikan dalam beberapa bab yang kemudian dikembangkan menjadi sub-sub bab sehingga semua materi pembahasan yang dapat diterima secara sistematis dan terarah. Adapun sistematika penulisan yang dimaksud adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN,

Pendahuluan terdiri atas latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan teori-teori dasar yang melandasi analisa penelitian sehingga dapat diperoleh pengertian dan pengetahuan yang menunjang analisa pembahasan ini yang diambil dari buku, *literature*, dan jurnal ilmiah.

BAB III METODE PENELITIAN,

Bab ini penulis akan membahas metode penelitian dimana membahas waktu dan tempat penelitian, metode pengambilan data, variabel data, dan diagram alir proses pengolahan data.

BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

Didalam bab ini membahas tentang hasil penelitian dan pengujian yang dilakukan, serta mengolah data-data pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekerasan dan struktur mikro yang di peroleh dari hasil penelitian tersebut.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini berisikan kesimpulan dari penelitian dan saran yang mungkin jika berguna untuk penelitian selanjutnya.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh variasi arus pengelasan terhadap kekerasan dan struktur mikro pada pengelasan material baja ST 40, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari data yang didapat setelah pengujian kekerasan terlihat bahwa nilai kekerasan material yang setelah dilakukan pengelasan mengalami perubahan nilai kekerasan. Penggunaan variasi arus pengelasan GMAW berpengaruh terhadap hasil kekerasan yang didapat. Semakin besar arus pengelasan GMAW yang digunakan semakin meningkat pula nilai kekerasannya. Nilai kekerasan yang meningkat menjadikan material yang kuat namun sedikit getas.
2. Setelah dilakukan proses pengelasan GMAW pada material baja ST 40 dengan memvariasikan arus pengelasan tampak adanya perubahan jumlah perlit dan ferit setelah dilakukan pengamatan struktur mikro pada daerah HAZ. Setelah dilakukan pengelasan butiran struktur mikro yang dihasilkan menjadi semakin kecil. Semakin besar penggunaan variasi arus pengelasan GMAW yang dilakukan menghasilkan persentase perlit yang semakin meningkat dan persentase ferit yang semakin menurun, dimana persentase perlit yang semakin meningkat menyebabkan sifat material yang lebih kuat, keras dan sedikit getas.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat digunakan untuk melakukan penelitian kedepannya adalah sebagai berikut:

1. Dari penelitian ini juga dapat diuji perbandingan dengan pengujian kekerasan menggunakan metode *Brinell* atau *Rockwell* untuk mengetahui nilai kekerasan pada pengujian lain.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh kuat arus pengelasan GMAW untuk pembuktian lebih dalam menggunakan pengujian sifat mekanik yang lain.

3. Perlu ditambahkan inspeksi pada hasil pengelasan untuk mengetahui hasil las sudah sesuai dengan spesifikasi, karena cacat las yang terjadi akibat kesalahan pada proses pengelasan akan mempengaruhi data dari proses.
4. Penelitian lebih lanjut perlu ditambahkan pengujian *SEM (Scanning Electron Microscope)* untuk mengetahui lebih jelas struktur yang terbentuk pada pengelasan GMAW baja ST 40.



DAFTAR PUSTAKA

- Adha, R. A. (2021). *Pengaruh Kuat Ampere Pada Pengelasan SMAW Terhadap Kekerasan Micro Vickers dan Cacat Las Menggunakan Ultrasonic Testing*. Universitas Islam Malang.
- ASM Team. (2000). *ASM Handbook Volume 8: Mechanical Testing and Evaluation*. ASM International.
- Eko Purkuncoro, A. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 a, 10 a, 130 a Terhadap Sifatmekanis Dan Strukturmikrohasil Pengelasan Gasmetal Arcwelding (Gmaw) Pada Baja Karbon Jiss50C. *Industri Inovatif: Jurnal Teknik Industri*, 9(1), 1–8. <https://doi.org/10.36040/industri.v9i1.372>
- Hidayat, K. Z., Budiarto, U., & Kiryanto. (2020). Analisis Variasi Sudut Kampuh Single V-Butt Joint Las Mig pada Alumunium 6061 terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan. *Teknik Perkapalan*, 9(2), 1–10.
- Ibad, N., Hartono, P., & Lesmanah, U. (2019). PERBANDINGAN JENIS ELEKTRODA RB-26 DAN RD-260 TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA BAJA KARBON SEDANG ST 42 DENGAN VARIASI KETEBALAN. *Jurnal Teknik Mesin*, 11(01), 1–7.
- Jumiadi, & Andrijono, R. D. (2013). ANALISA VARIASI KUAT ARUS LISTRIK LAS SMAW PADA DAERAH LASAN BAJA KARBON MENENGAH 0.381 %C TERHADAP KEKERASAN DAN KETANGGUHAN. *TRANSMISI*, 9(1), 857–864.
- Laksono, E. N., Santosa, A. W. B., & Jokosisworo, S. (2019). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ST 40 Akibat Pengelasan Flux-Cored Arc Welding (FCAW) Dengan Variasi Suhu Normalizing. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 520–531.
- Maret, R. N. (2015). *Pengaruh Kecepatan Pengelasan MIG Terhadap Hasil Pengelasan, Struktur Mikro, dan Kekerasan Pada Pipa SC-80 Dengan Posisi Pengelasan IG*. Universitas Negeri Jakarta.
- Maulana, A. F. (2021). *Analisis Kekuatan Tarik dan Bending pada Sambungan Baja ST 40 Dengan Variasi Arus Pengelasan SMAW*. Universitas Islam Malang.
- Nugroho, P., Mustafa, & Sudarno. (2019). Analisa Pengaruh Variasi Arus

- Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja Karbon Rendah ST42. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 477–482.
- Pratama, A. L., Supriyadi, S., & Ma'mum, H. (2021). Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan GMAW Terhadap Kekuaran dan Kekerasan Baja ST 60. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 17(1), 43–46.
- Ratnasari, D. (2016). *Pengaruh Voltage Pada Gas Metal Arc Welding (GMAW) Terhadap Struktur Mikro dan Tegangan Lentur (face and root) EMS 45 Dengan Sambungan Kampuh V*. Universitas Negeri Semarang.
- Rosyidin, S., & Leonard, Y. (2018). Pengaruh Arus Las Pada Proses Las Fcaw Terhadap Struktur Mikro Dan Kekerasan. *ISU TEKNOLOGI STT MANDALA*, 13(1), 1–12.
- Sathiya, P., Aravindan, S., Ajith, P., Arivazhagan, B., & Haq, A. N. (2010). Microstructural characteristics on bead on plate welding of AISI 904 L super austenitic stainless steel using Gas metal arc welding process. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 2(6), 189–199. <https://doi.org/10.4314/ijest.v2i6.63710>
- Sianturi, M. T. I., Budiarto, U., & Mulyatno, I. P. (2019). Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Baja ST 40 Pengelasan Flux- Cored Arc Welding (FCAW) Posisi 4G dengan Variasi Arus Pengelasan. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 176–183.
- Sulistiyo, B., Purwanto, H., & Syafa'at, I. (2021). Analisis Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Struktur Makro, Mikro dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Karbon ASTM A36. *Jurnal Ilmiah MOMENTUM*, 17(1), 36–42. <https://doi.org/10.36499/mim.v17i1.4346>
- Syahrani, A., Naharuddin, & Nur, M. (2018). Analisis Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro pada Pengelasan Smaw Stainless Steel 312 dengan Variasi Arus Listrik. *Jurnal Mekanikal*, 9(1), 814–822. <httpjurnal.untad.ac.idjurnalindex.phpMekanikalarticledownload104668247>
- Widodo, E. W. R., & Suheni. (2016). Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Jenis Kampuh Las Terhadap Kekerasan Dan Strukturmakro Pada Pengelasan Stainless Steel Aisi 304. *Jurnal IPTEK*, 20(2), 47. <https://doi.org/10.31284/j.iptek.2016.v20i2.49>

Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (1991). Teknologi Pengelasan Logam. In *Pradnya Paramita*. Pradya Paramita.

