

PENGARUH ARUS PENGELASAN GAS METAL ARC WELDING (GMAW) TERHADAP KEKERASAN dan STRUKTUR MIKRO pada PENGELASAN BAJA ST 40

Muhammad Aditya Yanuar¹, Priyagung Hartono², Unung Lesmanah³

[1] [2][3] Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Islam Malang
Jl. M.T Hariyono 193, Malang 65144, Indonesia
yanuarmuhammad87@gmail.com
priyagung@unisma.ac.id
ununglesmanah@unisma.ac.id

ABSTRAK

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. 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

Welding can't be separated from the construction sector, because it has an significant role in metal repair and engineering. Welding is a metal joining technique using heat energy. This study aims to know the effect of GMAW welding current on the hardness and microstructure of ST40 steel, by varying the current 80A, 100A, and 120A. The results of the study get the highest hardness results occur in the welding process using a current of 120A with the results at the weldmetal point 613.3 HVN and the HAZ point 561.03 HVN, while the smallest hardness value occurs at 80A current with the value at the weldmetal point 430.4 HVN and the point HAZ 514.7 HVN. The results of the microstructure test get the largest pearlite value at a current variation of 120A with a percentage of 62.321%, while the smallest pearlite value at a current of 80A with a percentage of 47.565%. This means that the higher of welding current used, the higher of hardness value, which causes the percentage of pearlite to increase and the percentage of ferrite to decrease.

Keywords: GMAW Welding, Welding Current, Hardness and Microstructure, ST40 Steel.

PENDAHULUAN

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 [1].

Gas Metal Arc Welding (GMAW) merupakan jenis pengelasan dengan menggunakan energi listrik yang dikonversikan menjadi sumber energi panas [2]. Elektroda yang digunakan berbentuk gulungan kawat yang digerakkan oleh motor listrik [3]. Gas mulia dan gas karbondioksida

digunakan sebagai pelindung busur dan logam yang mencair agar tidak teroksidasi [4].

Energi panas yang digunakan selama proses pengelasan antara dua atau lebih material logam dapat mengakibatkan perubahan siklus *thermal* pada bagian logam disekitar material pengelasan, yang dapat menyebabkan perubahan sifat fisis maupun mekanis hasil pengelasan material. Perubahan sifat mekanis dan fisis tersebut dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan kekerasan material [5].

Bahan utama yang dibutuhkan pada pembuatan konstruksi kapal salah satunya ialah

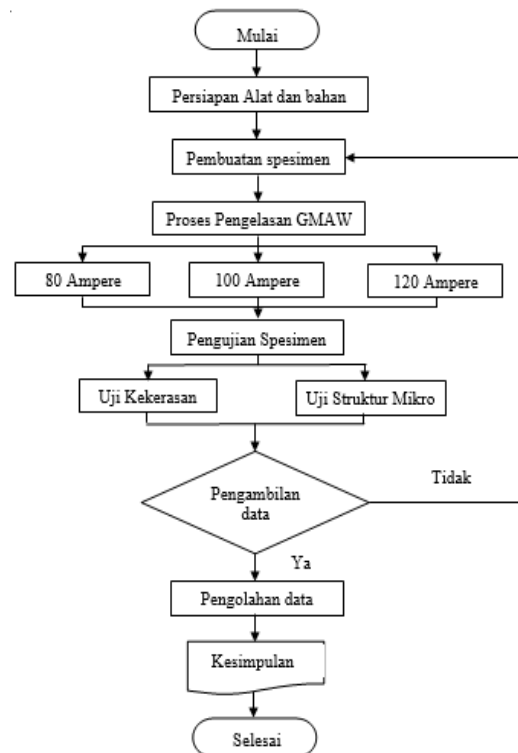
baja ST 40. Memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3% baja ST 40 digolongkan dalam baja karbon rendah. Di industri perkapalan, baja karbon rendah atau baja karbon kecil adalah bahan terpenting untuk pembuatan kapal [6]. Dengan kata lain, pembuatan struktur lambung kapal kerap menggunakan material baja ST 40. Baja ST 40 memiliki sifat yang kuat, fleksibel, dan tahan korosi sehingga banyak digunakan pada konstruksi dek dan lambung kapal [7].

Pengujian kekerasan merupakan pengujian yang digunakan untuk mengukur nilai kekerasan beberapa bagian benda uji untuk mengetahui persebaran kekerasan dan rata-rata kekerasan semua material uji [8]. Kekerasan adalah kekuatan suatu material terhadap penetrasi atau goresan permukaan [9]. Pengujian struktur mikro bertujuan untuk mengetahui keadaan struktur dan perubahan arah struktur mikro akibat dari pengelasan [10].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen secara langsung yang berupa kajian teoritis. Pengamatan pada benda yang akan diuji, dimana akan dilakukan pengujian kekerasan dan struktur mikro akibat arus pengelasan GMAW dengan variasi arus 80, 100, dan 120 ampere. Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2022 sampai bulan Juni 2022. Prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut:

- Persiapan alat dan bahan yang digunakan untuk berlangsungnya penelitian.
- Proses pembuatan spesimen dilakukan pemotongan material ST 40 tebal 10 mm sesuai bentuk dan ukuran yang telah ditetapkan.
- Dilakukan proses pengelasan GMAW dengan variasi arus dan jenis sambungan *butt join*.
- Pengujian spesimen dilakukan dua kali yaitu, pengujian kekerasan dan pengujian struktur mikro.
- Proses pengambilan data apabila pengujian telah selesai, jika tidak mendapat data akan diulang kembali dari pembuatan spesimen.
- Setelah mendapatkan data hasil pengujian kekerasan dan struktur mikro selanjutnya diolah dan dianalisis menggunakan ANOVA.
- Membuat kesimpulan dari analisis data hasil penelitian.



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

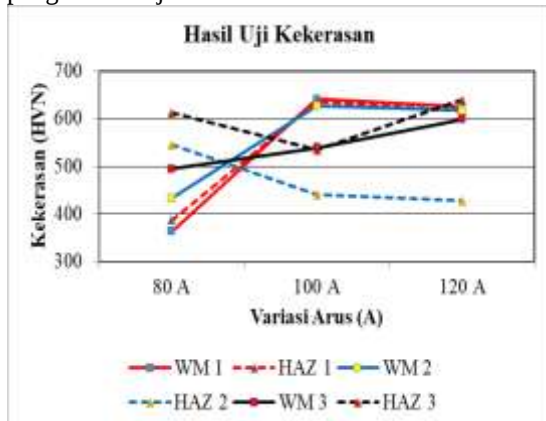
Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

Metode pada pengujian kekerasan menggunakan mikro *hardness vickers* untuk masing-masing variasi arus 80A, 100A, dan 120A pada titik *Weld metal* dan *HAZ (Heat Affected Zone)* dengan pembebanan maksimal 650 g. Pada tabel 1 menampilkan distribusi nilai kekerasan pada pengelasan baja ST 40.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Kekerasan

Arus	80A	100A	120A	Total
Titik Uji				
Weld Metal	363	641,2	624,3	4938,1
	433,4	626,8	617,3	
	494,8	539	598,3	
HAZ	386,7	636,5	616	4837,7
	545,2	439,9	427,9	
	612,3	534	639,2	
Total	2835,4	3417,4	3523	9775,8

Berdasarkan data dari tabel 1, dapat dibuat grafik distribusi kekerasan dengan variasi arus yang berbeda pada daerah *weld metal* dan HAZ hasil pengelasan baja ST 40.



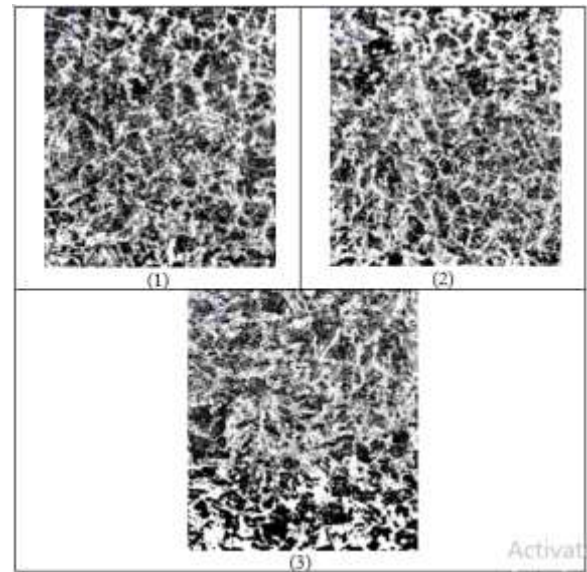
Gambar 2. Grafik Hasil Pengujian Kekerasan
Berdasarkan Gambar 2 diatas, pengujian kekerasan *micro vickers* dalam 3 kali pengulangan pengelasan dengan arus 80A didapatkan nilai tertinggi di area *Weld metal* 494,8 HV dan HAZ 612,3 HV. Untuk spesimen pengelasan dengan arus 100A didapatkan nilai tertinggi di area *Weld metal* 641,2 HV dan HAZ 636,5 HV. Untuk spesimen variasi arus 120A didapatkan nilai tertinggi dibagian *Weld metal* 624,3 HV dan HAZ 639,2 HV.

Setelah mendapatkan data hasil pengujian, selanjutnya dilakukan pengolahan data menggunakan statistik. Metode statistik yang digunakan yaitu ANOVA dua arah. Hasil dari pengolahan data menggunakan ANOVA mendapatkan kesimpulan sebagai berikut:

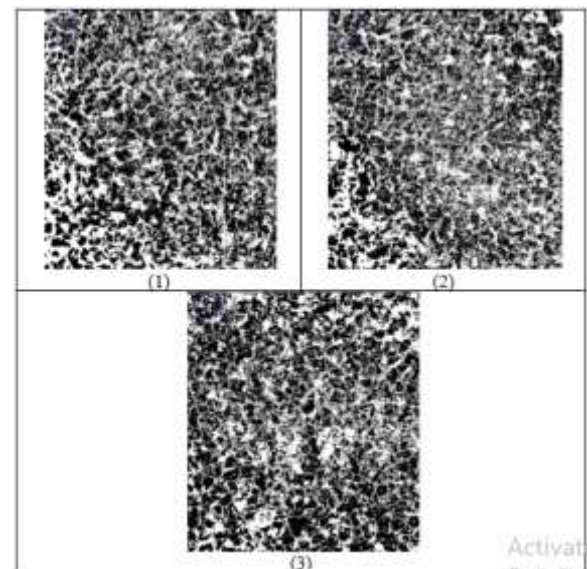
- Karena $F_{hit} = 0,076 < F_{0,1(1,12)} = 3,81$, maka H_0 diterima. Jadi tidak ada perbedaan hasil rata-rata untuk titik pengujian kekerasan di daerah HAZ dan *weld metal*.
- Karena $F_{hit} = 3,11 > F_{0,1(2,12)} = 2,81$, maka H_0 ditolak. Jadi terdapat perbedaan yang signifikan hasil rata-rata uji kekerasan untuk ketiga variasi arus pengelasan GMAW yang digunakan.
- Karena $F_{hit} = 1,404 < F_{0,1(2,12)} = 2,81$, sehingga H_0 diterima. Jadi antara variasi arus pengelasan yang digunakan dengan titik pengujian kekerasan tidak terjadi interaksi.

Hasil dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

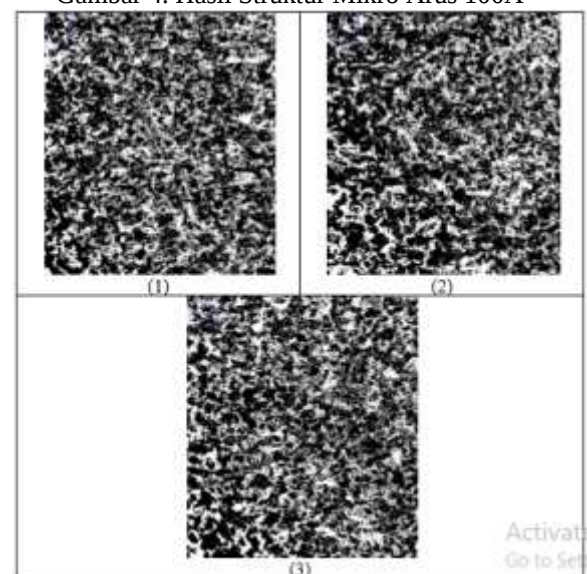
Pengambilan foto struktur mikro menggunakan perbesaran 500x. Gambar 3 sampai gambar 5 berikut adalah hasil dari struktur mikro pada masing-masing variasi arus pada titik HAZ (*Heat Affected Zone*).



Gambar 3. Hasil Struktur Mikro Arus 80A



Gambar 4. Hasil Struktur Mikro Arus 100A

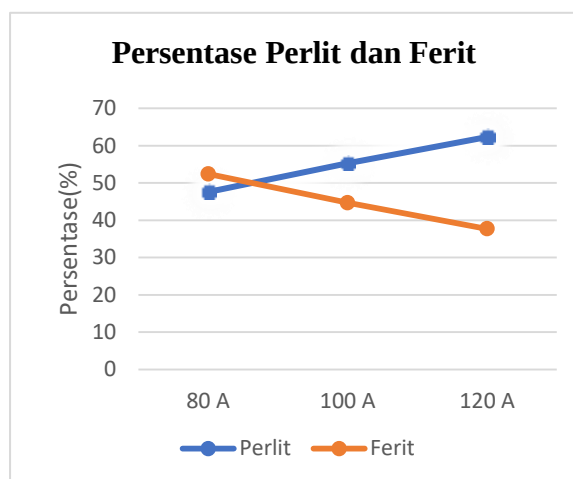


Gambar 5. Hasil Struktur Mikro Arus 120A

Setelah mendapatkan foto struktur mikro, selanjutnya dilakukan perhitungan persentase dari struktur mikro menggunakan aplikasi imageJ. Sehingga mendapatkan nilai persentase ferit dan perlit sebagai berikut:

Tabel 2. Persentase Perlit dan Ferit

Eksp.	Varuasi Arus	Nilai Struktur Mikro	
		500 X	
		Perlit	Ferit
1.	80 A	48,737	51,263
		46,254	53,746
		47,705	52,295
2.	100 A	53,276	46,724
		54,999	45,001
		57,638	42,362
3.	120 A	61,915	38,085
		63,338	36,662
		61,709	38,291



Gambar 6. Grafik Persentase Perlit dan Ferit

Berdasarkan data persentase hasil image J, dapat diketahui semakin besar variasi arus pengelasan GMAW yang dilakukan menghasilkan persentase perlit yang semakin meningkat dan persentase ferlit yang semakin menurun. Pengelasan dengan arus 120 A menghasilkan persentase perlit yang tertinggi dan yang terendah terdapat pada pengelasan dengan arus 80 A.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat berdasar hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan mengenai pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap kekerasan dan struktur mikro pada pengelasan baja ST 40 adalah sebagai berikut:

1. Hasil data yang didapat setelah pengujian kekerasan terlihat bahwa variasi arus pengelasan GMAW berpengaruh terhadap hasil kekerasan yang didapat. Nilai kekerasan rata-rata pada spesimen I, II, III arus 80 A pada titik *weld metal* 430,4 HVN dan pada titik HAZ 514,7 HVN. Pada spesimen I, II, III arus 100 A pada titik *weld metal* 602,3 HVN dan pada titik HAZ 536,8 HVN. Pada spesimen I, II, III arus 120 A pada titik *weld metal* 613,3 HVN dan pada titik HAZ 561,03 HVN. Maka semakin besar arus pengelasan GMAW yang digunakan semakin meningkat pula nilai kekerasannya.
2. Setelah dilakukan proses pengelasan GMAW pada material baja ST 40 dengan memvariasikan arus pengelasan tampak adanya perubahan jumlah perlit dan ferit pada daerah HAZ setelah dilakukan pengamatan struktur mikro. Dijelaskan persentase rata-rata struktur mikro perlit pada daerah HAZ (Arus 80A 47,565%; Arus 100A 55,304% dan Arus 120A 62,321%). Persentase rata-rata struktur mikro ferit pada daerah HAZ (Arus 80A 52,435%; Arus 100A 44,696% dan Arus 120A 37,679%). Semakin besar variasi arus pengelasan GMAW yang dilakukan menghasilkan persentase perlit yang semakin meningkat dan persentase ferlit yang semakin menurun, dimana struktur perlit yang semakin meningkat menyebabkan sifat material yang lebih kuat, keras dan sedikit getas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. F. Maulana, P. Hartono, and U. Lesmanah, "Analisis Kekuatan Tarik dan Bending pada Sambungan Baja ST 40 Dengan Variasi Arus Pengelasan SMAW," *J. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 1–9, 2021.
- [2] D. Ratnasari, "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, 2016.
- [3] A. Eko Purkuncoro, "Analisis Pengaruh Variasi Arus Listrik 90 a, 10 a, 130 a Terhadap Sifat mekanis Dan Struktur mikro hasil Pengelasan Gas metal Arc welding (Gmaw) Pada Baja Karbon Jiss50C," *Ind. Inov. J. Tek. Ind.*, vol. 9, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.36040/industri.v9i1.372.
- [4] B. Sulistiyo, H. Purwanto, and I. Syafa'at, "Analisis Pengaruh Arus Pengelasan GMAW Terhadap Struktur Makro, Mikro dan Sifat Mekanik Pada Material Baja Karbon ASTM A36," *J. Ilm. MOMENTUM*, vol. 17, no. 1, pp. 36–42, 2021, doi: 10.36499/mim.v17i1.4346.

- [5] P. Nugroho, Mustafa, and Sudarno, "Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Material Baja Karbon Rendah ST42," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, pp. 477–482, 2019.
- [6] E. N. Laksono, A. W. B. Santosa, and S. Jokosisworo, "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ST 40 Akibat Pengelasan Flux-Cored Arc Welding (FCAW) Dengan Variasi Suhu Normalizing," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 520–531, 2019.
- [7] M. T. I. Sianturi, U. Budiarto, and I. P. Mulyatno, "Analisa Kekuatan Tarik dan Impak Baja ST 40 Pengelasan Flux- Cored Arc Welding (FCAW) Posisi 4G dengan Variasi Arus Pengelasan," *Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 2, pp. 176–183, 2019.
- [8] K. Z. Hidayat, U. Budiarto, and Kiryanto, "Analisis Variasi Sudut Kampuh Single V- Butt Joint Las Mig pada Alumunium 6061 terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan," *Tek. Perkapalan*, vol. 9, no. 2, pp. 1–10, 2020.
- [9] A. L. Pratama, S. Supriyadi, and H. Ma'mum, "Pengaruh Variasi Arus Pada Pengelasan GMAW Terhadap Kekuaran dan Kekerasan Baja ST 60," *J. Ilm. MOMENTUM*, vol. 17, no. 1, pp. 43–46, 2021.
- [10] D. J. Purnomo, S. Jokosisworo, and U. Budiarto, "Analisa Pengaruh Holding Time Tempering Terhadap Kekerasan, Keuletan, Ketangguhan dan Struktur Mikro Pada Baja ST 70," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 7, no. 1, pp. 49–58, 2019, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/nav>