

ANALISIS PENGARUH PERLAKUAN PANAS HASIL PENGELASAN GMAW BAJA ST - 40 TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

Muhammad Ikhwan Munir¹, Priyagung Hartanto², Artono Raharjo³

¹Universitas Islam Malang

e-mail : munirwecles87@gmail.com

²Universitas Islam Malang

e-mail : priyagung@unisma.ac.id

³Universitas Islam Malang

e-mail : artonor@unisma.ac.id

ABSTRACT

Currently, many welding elements are involved in construction, especially in the field of design, because welding is one way of making connections, and to obtain good quality connections requires the skills of technically advanced welders. One welding method that is often used in the manufacturing industry is Gas Metal Arc Welding (GMAW). This welding uses noble gases and carbon dioxide gas as a shield for the arc and molten metal from atmospheric influences. After testing the micro Rockwell hardness and micro structure, data was obtained that could be analyzed further. In this study, the material was ST 40 steel with a thickness of 10 mm, welding was carried out using GMAW welding with butt join welding and 1G position. Hardness testing uses the micro rockwell method at each time variation of 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes at the Weld metal point and HAZ (Heat Affected Zone) with a maximum load of 650 g. Micro Rockwell hardness test results from the three time variations, the highest hardness value was found in welding with a time of 120 minutes with a value for weld metal of 71.3 HRN and a HAZ of 62.3 HRN. The lowest hardness value was found in welding using a time of 60 minutes with a value for weld metal of 68.6 HRN and HAZ of 59.1 HRN. Observation of the microstructure resulting from GMAW welding on ST 40 steel is used to see the phases formed and calculate their percentage. Taking photos of the microstructure using 500x magnification. After carrying out the GMAW welding process on ST 40 steel material by varying the tempering time, there was a change in the amount of pearlite and ferrite after observing the microstructure in the HAZ area. After welding, the resulting microstructure grains become smaller. The greater the variation in tempering time that is used, the more the percentage of pearlite increases and the percentage of ferrite decreases, where the increasing percentage of pearlite causes material properties that are stronger, harder and less brittle.

Keywords: GMAW Welding, Rockwell Hardness, Microstructure

ABSTRAK

Pembuatan sambungan dapat dilakukan melalui proses pengelasan, dan untuk menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi, diperlukan tukang las yang kompeten secara teknis. Akibatnya, beberapa komponen pengelasan kini digunakan dalam industri konstruksi, terutama di sektor desain. Dalam hal pengelasan, salah satu bentuk pengelasan yang paling sering digunakan di lingkungan industri adalah teknik pengelasan busur logam gas. Saat melakukan pengelasan semacam ini, penggunaan gas mulia dan gas karbon dioksida membantu melindungi busur dan logam cair dari potensi dampak buruk terhadap lingkungan sekitar. Setelah pengujian kekerasan *micro rockwell* dan struktur *mikro* maka didapatkan data-data yang dapat dianalisa lebih lanjut, pada penelitian ini material baja ST 40 dengan tebal 10mm, pengelasan yang dilakukan dengan menggunakan las GMAW dengan sambungan las *butt join* dan posisi 1G. Pengujian kekerasan menggunakan metode *micro rockwell* pada masing-masing variasi waktu 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada titik *Weld metal* dan *HAZ (Heat Affected Zone)* dengan pembebanan maksimal 650 g. hasil pengujian kekerasan *micro rockwell* dari ketiga variasi waktu, nilai kekerasan tertinggi terdapat pada pengelasan dengan waktu 120 menit dengan nilai pada *weld metal* 71,3 HRN dan pada HAZ 62,3 HRN. Nilai 68,6 HRN ditemukan untuk logam las, sedangkan nilai 59,1 HRN ditemukan untuk HAZ setelah enam puluh menit pengelasan, yang merupakan metode dengan nilai kekerasan terendah. Pemeriksaan struktur mikro yang dihasilkan akibat proses pengelasan merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi mengenai persentase fasa yang dihasilkan pada baja ST 40 yang dilas GMAW. memotret struktur mikro dengan perbesaran 500 kali lebih besar dari biasanya. Setelah dilakukan proses pengelasan GMAW pada material baja ST 40, struktur mikro pada daerah HAZ menunjukkan adanya modifikasi jumlah perlit dan ferit. Modifikasi ini dilakukan dengan memvariasikan waktu proses tempering. Setelah proses pengelasan, ukuran butir pada struktur mikro yang dihasilkan mengecil. Ketika proporsi ferit dikurangi dan penggunaan perubahan waktu tempering ditingkatkan, hasilnya adalah

peningkatan jumlah perlit, yang menghasilkan material yang memiliki sifat lebih kuat, tidak rapuh, dan lebih tahan terhadap retak.

Kata Kunci : Pengelasan GMAW, Kekerasan Rockwell, Struktur Mikro

PENDAHULUAN

Pengelasan digunakan di sektor konstruksi untuk berbagai keperluan perbaikan dan teknik logam. Seiring dengan kemajuan teknologi pengelasan yang pesat, kini dimungkinkan untuk menyatukan hampir semua jenis logam. Pembuatan sambungan dapat dilakukan melalui proses pengelasan, dan untuk menghasilkan sambungan yang berkualitas tinggi, diperlukan tukang las yang kompeten secara teknis. Akibatnya, beberapa komponen pengelasan kini digunakan dalam industri konstruksi, terutama di sektor desain.

Dalam hal pengelasan, salah satu bentuk pengelasan yang paling sering digunakan di lingkungan industri adalah teknik pengelasan busur logam gas. Ini adalah proses penyambungan logam yang memanfaatkan sumber panas yang dihasilkan oleh energi listrik. Metode ini sering disebut dengan pengelasan busur logam gas, atau disingkat GMAW. Dari sudut pandang ini, motor listrik digunakan untuk menggerakkan roller, yang kemudian menggulung kawat las. Saat melakukan pengelasan semacam ini, penggunaan gas mulia dan gas karbon dioksida membantu melindungi busur dan logam cair dari potensi dampak buruk terhadap lingkungan sekitar [1].

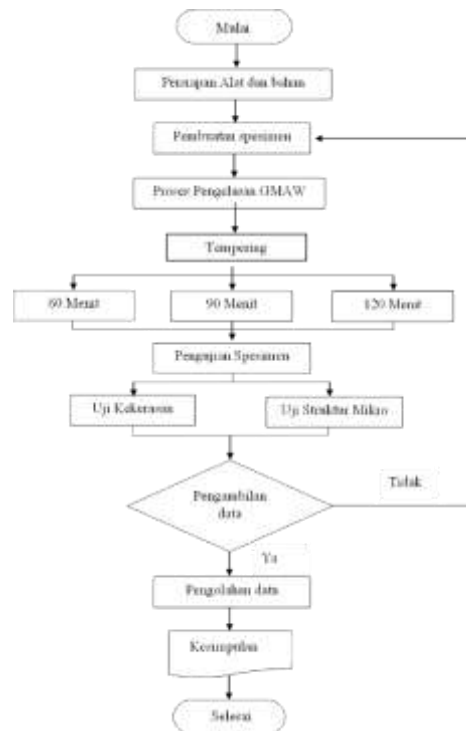
Perlakuan panas pada baja dapat dilakukan dengan dua cara berbeda: pemanasan ulang dan temper. Proses memanaskan logam yang mengeras hingga tingkat yang lebih rendah dari titik kritis, diikuti dengan membiarkannya menjadi dingin, disebut sebagai "tempered" dalam industri otomotif. Kerapuhan baja yang mengeras membuatnya tidak cocok untuk digunakan dalam produksi. Prosedur yang disebut tempering digunakan untuk menurunkan tingkat kekerasan dan kerapuhan suatu material ke tingkat yang sesuai untuk tujuan tertentu. Meskipun keuletan dan ketangguhan baja menjadi lebih baik, kekerasan dan kekuatan tariknya semakin buruk.

Karena baja merupakan bahan utama yang digunakan dalam konstruksi kapal, maka baja ST 40 menjadi produk vital di sektor ini. Baja karbon rendah merupakan jenis baja yang termasuk dalam kategori baja ST 40 karena memiliki kandungan karbon kurang dari 0,3%. Bahan pilihan untuk pembuatan kapal di industri pelayaran adalah baja karbon rendah, yang kadang-kadang juga disebut sebagai baja karbon kecil [2]. Untuk menyatakan kembali, pembuatan lambung kapal sering kali menggunakan baja dengan grade ST 40. Baja ST 40 digunakan secara luas dalam konstruksi geladak dan lambung kapal [3]. Hal ini sebagian besar disebabkan oleh fakta bahwa ia memiliki kekuatan,

kelenturan, dan ketahanan terhadap korosi yang tinggi.

Dalam melakukan uji kekerasan, perlu dilakukan pengukuran nilai kekerasan pada sejumlah bagian berbeda pada suatu benda untuk mengetahui sebaran dan rata-rata kekerasan benda tersebut. Kekerasan adalah sifat material yang mengacu pada kemampuannya menahan penetrasi atau goresan permukaan. Melalui penggunaan uji metalografi, kondisi struktur dan arah perubahan struktur mikro yang disebabkan oleh pengelasan dapat ditentukan. Teknik penelitian yang digunakan dalam karya ini adalah strategi penelitian eksperimen yang berbasis teori. Selama proses pengujian, kekerasan dan struktur mikro barang akan dievaluasi setelah dilakukan perlakuan panas tempering pada baja ST-40 selama enam puluh, sembilan puluh, dan s dua puluh menit. Perawatan ini merupakan hasil pengelasan GMAW. Investigasi ini rencananya akan dilakukan pada bulan Juni hingga Juli tahun 2023

Prosedur penelitiannya adalah sebagai berikut:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan Pembahasan Pengujian Kekerasan

Dalam penilaian kekerasan suatu material digunakan metode micro rockwell dengan interval waktu enam puluh, sembilan puluh, dan seratus dua puluh menit pada titik logam las dan zona terkena panas, dengan beban maksimum enam ratus lima puluh gram.

Tabel 1. Hasil Pengujian Kekerasan

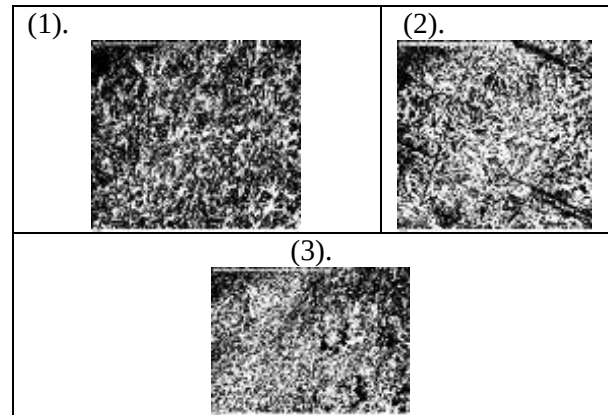
Waktu Titik Uji	60 menit	90 menit	120 menit
Weld Metal	65,5	69,5	68
	69,5	71	73
	71	70	73
Jumlah	206	211	214
Rata-rata	68,6	70,3	71,3
HAZ	54	58	62
	61	59	64
	62,5	58	61
Jumlah	177,5	175	187
Rata-rata	59,1	58,3	62,3

Berdasarkan data dari tabel 1, dapat dibuat grafik distribusi kekerasan dengan variasi waktu yang berbeda pada daerah *weld metal* dan *HAZ* hasil pengelasan baja ST 40. Berikut merupakan grafik distribusi kekerasan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik Hasil Uji Kekerasan

Berdasarkan grafik diatas, hasil pengujian kekerasan *micro rockwell* dari ketiga variasi waktu, nilai kekerasan tertinggi terdapat pada pengelasan dengan waktu 120 menit dengan nilai pada *weld metal* 71,3 HRN dan pada HAZ 62,3 HRN. Angka kekerasan terendah ada di pengelasan mempergunakan waktu 60 menit dengan nilai pada *weld metal* 68,6 HRN dan HAZ 59,1 HRN. Dari pengelasan tersebut menggunakan pendinginan udara sehingga yang paling panas akan terjadi pendinginan yang cepat dikarenakan selisih suhunya dengan suhu ruang yang banyak. Sebagai konsekuensinya, struktur mikro butiran logam las mengalami perubahan, dan HAZ menjadi lebih halus, yang pada akhirnya menghasilkan peningkatan kekuatan las. Alasannya adalah karena arus yang lebih besar menyebabkan butiran logam



dalam cairan menjadi lebih halus. Sebagai hasil dari kehalusan butiran, ikatan yang lebih kuat terbentuk di antara butiran tersebut.

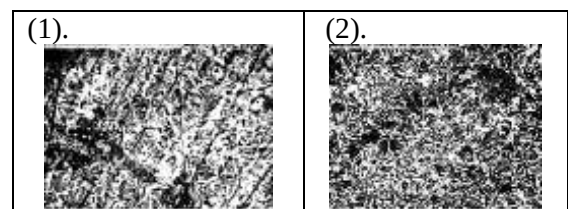
Kesimpulan:

- Karena $F_{hit} = 0,076 < F_{0,1(1,12)} = 3,18$, 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 waktu tempering yang digunakan.
- Karena $F_{hit} = 1,404 < F_{0,1(2,12)} = 2,81$, maka H_0 diterima. Jadi tidak ada interaksi antara variasi waktu tempering yang digunakan dengan titik pengujian kekerasan

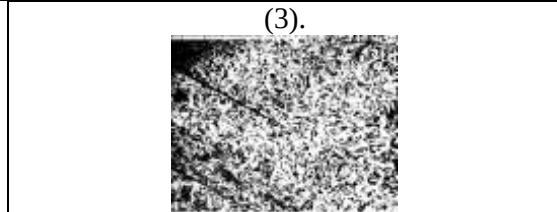
Hasil dan Pembahasan Pengujian Struktur Mikro

memotret struktur mikro dengan perbesaran 500 kali lebih besar dari biasanya. Pada gambar berikut, Gambar 3–5, hasil pengujian struktur mikro untuk setiap variasi arus ditunjukkan pada titik Heat Affected Zone (HAZ):

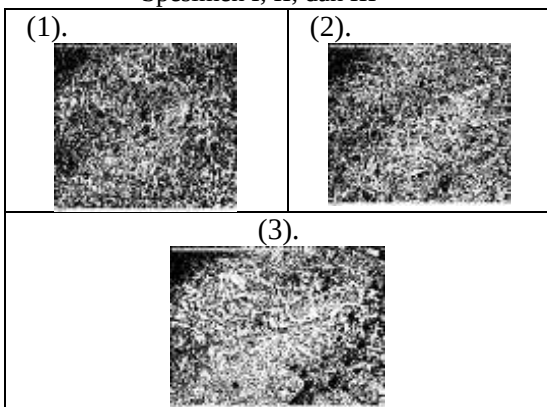
Gambar 3. Hasil Struktur Mikro Waktu 60 menit Pada Spesimen I, II, dan III



Eksp.	Jenis Pengelasan	Varuasi Arus	Nilai Struktur Mikro	
			500 X	
			Perlit	Ferit
1.	GMAW	60 Menit	39,017	60,983
			53,610	46,390
			49,697	50,303
2.		90 Menit	54,621	45,379
			46,858	53,142
			61,092	38,908
3.		120 Menit	42,760	57,240
			48,937	51,068
			56,006	43,994



Gambar 4. Hasil Struktur Mikro Waktu 90 menit Pada Spesimen I, II, dan III



Gambar 5. Hasil Struktur Mikro Waktu 120 menit Pada Spesimen I, II, dan III

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

Tabel 2. Persentase Ferit dan Perlit

Kesimpulan:

Oleh karena nilai $F_{hitung} \geq F_{table}$ yaitu, $50,59 \geq 5,14$ maka H_0 ditolak. Akibatnya nilai persentase

struktur mikro pada baja ST 40 berubah dengan variasi waktu enam puluh, sembilan puluh, dan seratus dua puluh menit.

KESIMPULAN

- Hasil pengujian kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan material mengalami perubahan yang signifikan setelah dilakukan pengelasan. Perubahan arus pengelasan GMAW berdampak pada kekerasan yang diperhitungkan. Dengan memodifikasi lamanya waktu Anda melunakkan material setelah pengelasan busur logam gas, Anda memiliki kemampuan untuk menentukan kekerasan produk akhir. Ketika baja dipanaskan dan ditempa dalam jangka waktu yang lebih lama, hasilnya adalah tingkat kekerasan yang lebih besar karena peningkatan suhu. Karena memiliki nilai kekerasan yang tinggi, material tersebut kuat namun sekaligus rapuh.
- Selama proses pengelasan GMAW pada material baja ST 40, struktur mikro pada daerah HAZ menunjukkan adanya perubahan jumlah perlit dan ferit. Hal ini dicapai dengan mengubah waktu tempering selama operasi. Setelah proses pengelasan, ukuran butir pada struktur mikro yang dihasilkan mengecil. Ketika proporsi ferit dikurangi dan penggunaan perubahan waktu tempering ditingkatkan, hasilnya adalah peningkatan jumlah perlit, yang menghasilkan material yang memiliki sifat lebih kuat, tidak rapuh, dan lebih tahan terhadap retak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Rasa berterima kasih untuk Bapak Dr. Ir. Priyagung Hartanto, M.T., dan Bapak Artono Raharjo, S.T, M.T. yang telah membantu serta berkontribusi besar dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Liara, N. R. Y., Jokosiswor, S., & Untung Budiarto. (2022). Analisa Sifat Mekanik Pengelasan GMAW (Gas Metal Arc Welding) Aluminium 6061 dengan Variasi Holding Time pada Proses Normalizing. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 10(2), 1–9.
- Laksono, E. N., Santosa, A. W. B., & Jokosisworo, S. (2021). Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik, Impak, dan Mikrografi Pada Sambungan Las Baja ST 40 Akibat Pengelasan Flux-Cored Arc Welding (FCAW) Dengan Variasi Suhu Normalizing. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(3), 285–293.
- 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), 152–160.