

PENGARUH VARIASI ARUS PENGELASAN GMAW TERHADAP DISTORSI DAN KEKERASAN PADA BAJA ST37 POST HEATING 400°C

EFFECT OF GMAW WELDING CURRENT VARIATION ON DISTORTION AND HARDNESS IN ST37 STEEL POST HEATING 400°C

Rinal Fadel Zuhri Simanjuntak¹⁾, Pathur Razi Ansyah¹⁾, Muhammad Nizar Ramadhan¹⁾, Akhmad Syarief¹⁾

¹⁾Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Indonesia

email: rinalfadel01@gmail.com*, pathur.razi@ulm.ac.id, nizarramadhan@ulm.ac.id, akhmad.syarief@ulm.ac.id

Abstract

Received:
21 Mei 2024

Accepted:
31 Mei 2024

Published:
31 Mei 2024

This study seeks to investigate the impact of varying GMAW welding currents on distortion and hardness in ST37 steel material post-heating at 400°C. The research findings on the variations in current and post-heating treatment at 400°C in both the HAZ (Heat Affected Zone) and Weld Metal areas reveal significant differences in hardness values. These differences are attributed to variations in the current supplied; the higher the current, the greater the metal melting (softening) observed. For instance, at 100 A, the hardness value is recorded at 65 HRB, while at 120 A, it decreases to 56.4 HRB. In the Weld Metal section, the highest hardness value is observed at 80 A (59.8 HRB), and the lowest is at 120 A (51.1 HRB). Among the three different current levels (80 A, 100 A, and 120 A) applied to specimens, the average distortion value is highest at 80 A (1.17 mm), followed by 100 A (0.85 mm), and lowest at 120 A (0.68 mm). These results underscore the significant impact of post-heating treatment on the distortion of the specimen.

Keywords: GMAW, Violence, Distorsi, ST37

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengeksplorasi dampak variasi arus pengelasan GMAW terhadap distorsi dan kekerasan pada material baja ST37 setelah dipanaskan pada suhu 400°C. Hasil penelitian mengenai variasi arus dan perlakuan post heating pada suhu 400°C di daerah HAZ dan pada area *Weld Metal* menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam nilai kekerasan. Perbedaan ini dipengaruhi oleh variasi arus yang diberikan; semakin tinggi arusnya, semakin besar pula pelunakan logam yang terjadi. Sebagai contoh, pada arus 100 A, nilai kekerasan tercatat sebesar 65 HRB, sedangkan pada arus 120 A, nilai tersebut turun menjadi 56,4 HRB. Di bagian *Weld Metal*, nilai kekerasan tertinggi terlihat pada arus 80 A (59,8 HRB), dan nilai terendah terdapat pada arus 120 A (51,1 HRB). Dari ketiga perbedaan suhu yang diberikan kepada spesimen dengan arus yang berbeda, yaitu 80 A, 100 A, dan 120 A, memiliki nilai distorsi rata-rata tertinggi pada arus 80 A (1,17 mm), diikuti oleh arus 100 A (0,85 mm), dan terendah pada arus 120 A (0,68 mm). Hasil penelitian uji distorsi ini menunjukkan bahwa perlakuan post heating sangat berpengaruh terhadap nilai distorsi pada spesimen tersebut.

Kata Kunci: GMAW, Kekerasan, Distorsi, ST37

DOI: 10.20527/jtam_rotary.v6i2.12540

How to cite: Simanjuntak, R F Z., Ansyah, P R., Ramadhan, M. N., & Syarief, A., "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Gmaw Terhadap Distorsi Dan Kekerasan Pada Material Baja ST37 Post Heating 400°C". *JTAM ROTARY*, 6(2), 135-146, 2024.

PENDAHULUAN

Perkembangan industri global tidak terhindar dari perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK), yang didorong oleh sumber daya manusia. Satu di antara aspek yang penting dari kemajuan IPTEK yang umum dijumpai di masyarakat adalah penggunaan material logam dalam konstruksi industri, yang memiliki pengaruh penting pada kehidupan sehari-hari. Pengelolaan logam mencakup sejumlah proses, termasuk permesinan, pengecoran, pengelasan, dan lainnya. Pengelasan, sebagai salah satu teknik konstruksi yang populer, merupakan metode penyambungan yang efisien untuk material logam. Selain berperan sebagai metode penyambungan, pengelasan juga digunakan untuk keperluan perbaikan, seperti memperkuat bagian yang aus, mengisi lubang pada hasil pengecoran, dan perbaikan lainnya.

Pengelasan dengan teknik *Gas Metal Arc Welding* (GMAW), juga dikenal sebagai *Metal Inert Gas* (MIG), merupakan metode penyambungan logam menggunakan busur gas dengan kawat las sebagai elektroda. Dalam proses ini, kawat las secara otomatis digerakkan oleh motor listrik, sementara gas argon dan helium berfungsi sebagai pelindung busur dan melindungi logam dari pengaruh atmosfer. Saat melakukan pengelasan MIG, panas dihasilkan oleh busur las atau kawat las yang terbentuk di antara elektroda kawat dan material kerja. Selama proses MIG, elektroda meleleh dan membentuk lapisan logam las serta butiran las. Peran gas pelindung adalah untuk menghindari oksidasi dan melindungi hasil pengelasan selama proses pembekuan. (Dewanto dkk., 2016).

Perkembangan teknologi telah membuat kita sangat bergantung pada kebutuhan akan unsur logam, terutama dalam bidang konstruksi. Penerapan baja sebagai bahan dalam konstruksi sangat bergantung pada pemenuhan standar perencanaan struktur baja yang telah ditetapkan. Salah satu jenis baja yang sering digunakan dalam konstruksi baja adalah baja ST 37, yang juga dikenal sebagai baja karbon rendah. Seiring dengan perkembangan teknologi, seorang insinyur terus mempertimbangkan sifat-sifat material yang akan digunakan untuk meningkatkan kemampuan mesin atau struktur tersebut. Hal ini karena kemampuan mesin dan struktur sangat tergantung pada sifat-sifat material yang digunakan. Setiap material pada penggunaannya akan terpapar oleh faktor-faktor eksternal yang akan mempengaruhi respons material tersebut. Respons material terhadap stimulus eksternal tersebut sering kali disebut sebagai sifat material (Nursyifaulkhair dkk., 2019).

Selain dari langkah-langkah persiapan dan proses pendinginan selama proses pengerjaan, kekuatan hasil las juga dipengaruhi oleh tingkat penetrasi dan polaritas listrik yang diterapkan, termasuk dalam pemilihan arus yang sesuai. Penetapan nilai arus yang tepat dalam proses penyambungan logam akan berpengaruh pada efisiensi pekerjaan dan kualitas hasil las itu sendiri. Maka, variasi arus pengelasan akan berdampak langsung pada kuat tarik dari sambungan las yang terbentuk (Santoso dkk., 2015).

Berdasarkan latar belakang tersebut, dilaksanakan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan GMAW terhadap perubahan distorsi dan kekerasan pada material baja ST 37 setelah pemanasan pasca pengelasan hingga suhu 400°C. Hasil penelitian mencakup analisis variasi arus pengelasan dan efek dari perlakuan pemanasan pasca pengelasan pada suhu 400°C.

Baja ST 37

Sifat mekanik sebuah logam tidak sekadar bergantung pada komposisi kimia paduan tersebut, tetapi juga dipengaruhi oleh struktur mikro yang dimilikinya. Kombinasi dengan komposisi kimia serupa dapat memiliki variasi struktur mikro yang akan memengaruhi sifat mekaniknya, berpatokan pada perlakuan yang diterapkan. Ada beberapa metode untuk menilai apakah suatu baja atau spesimen layak untuk digunakan, dan salah satunya adalah

dengan menganalisis struktur mikrologi. Ini dapat dilakukan dengan memeriksa ulang struktur mikronya (Insani, 2018).



Gambar 1. Baja ST 37

Pengelasan GMAW (*Gas Metal Arc Welding*)

Gas Metal Arc Welding, sering disebut MIG, adalah metode pengelasan yang menggunakan busur logam dan elektroda yang bisa habis pakai dengan tambahan gas pelindung. Umumnya, proses ini dioperasikan secara semi otomatis, sesuai dengan kebutuhan industri konstruksi yang menginginkan pengelasan yang efisien (Baskoro dkk, 2019).

Dalam dunia pengelasan, ada beragam metode yang bisa dipergunakan, antara lain GMAW/MIG (*Gas Metal Arc Welding*)/(Metal Active Gas), SMAW (*Shielded Metal Arc Welding*), GTAW/TIG (*Gas Tungsten Arc Welding*)/(Tungsten Inert Gas), SAW (*Submerged Arc Welding*), dan FCAW (*Flux Core Arc Welding*). Metode pengelasan yang seringkali dipergunakan dalam industri konstruksi umumnya yaitu SMAW, yang melibatkan penggunaan busur logam yang dilindungi, atau yang sering dikenal dengan *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW). Teknik SMAW populer saat ini dikarenakan pelaksanaannya yang praktis, mudah dioperasikan, dapat dipergunakan dalam berbagai posisi pengelasan, dan efisien (Hamid, 2016).



Gambar 2. Pengelasan GMAW

Perlakuan Panas (*Heat Treatment*)

Metode perlakuan panas ialah proses di mana logam dipanaskan dan didinginkan dalam serangkaian operasi yang spesifik sehingga logam tidak mencapai keadaan cair. Tujuan dari perlakuan panas adalah untuk meningkatkan atau memulihkan sifat mekanik

logam sehingga menjadi lebih bermanfaat. Melalui perlakuan panas, logam dapat diperkeras, diperkuat, dan menjadi lebih tahan terhadap pengaruh. Selain itu, perlakuan panas dapat menghasilkan logam yang lebih lunak serta lentur. Namun, tiada proses perlakuan panas tunggal yang dapat menimbulkan semua karakteristik ini secara simultan; beberapa sifat ditingkatkan dengan mereduksi yang lain. Sebagai contoh, pengerasan logam bisa saja meningkatkan kekerasan tetapi juga dapat menjadikannya rapuh.

Agar dapat melakukan pemanasan logam, diperlukan peralatan yang sesuai yang memiliki kendali yang ketat terhadap semua faktor yang terkait dengan pemanasan dan pendinginan. Misalnya, tungku harus sesuai dengan ukurannya dan jenisnya, dengan suhu yang dikendalikan dan dipertahankan dalam batas yang telah ditetapkan untuk setiap operasi, dan harus memiliki media pendinginan yang sesuai untuk mendinginkan logam pada tingkat yang diperlukan. Atmosfer di dalam tungku juga memengaruhi kondisi logam yang dipanaskan.

Atmosfer tersebut terdiri dari gas - 9 jenis gas yang beredar di dalam ruang pemanasan tungku dan mengelilingi logam yang sedang dipanaskan. Dalam tungku listrik, atmosfer dapat berupa udara atau campuran gas yang dikontrol. Sedangkan dalam tungku berbahan bakar, atmosfer terdiri dari campuran gas dan udara.



Gambar 3. Proses *Hardening*

Post Heating

Pemberian pemanasan pasca pengelasan bertujuan untuk mencegah penurunan sifat mekanik akibat pemanasan berlebihan, mengurangi dampak pendinginan setelah proses pengelasan, dan mengurangi ukuran daerah lunak pada HAZ (Darsin dkk, 2010). Perlakuan pasca pengelasan merupakan proses pemanasan ulang benda kerja yang telah dilas, dengan tujuan untuk menghasilkan lasan yang lebih lentur (*ductile*). Perlakuan pasca pengelasan dapat meliputi *Postweld Heat Treatment* (PWHT), *Immediate Postweld Heating* (IPWH), *normalizing* (normalisasi), *quenching*, dan *tempering* (pengerasan). Kobelco-Kobe Steel, Ltd. Menyatakan bahwa perlakuan pasca pengelasan sebagai pemanasan yang diterapkan pada konstruksi setelah proses pengelasan. Perlakuan panas, seperti PWHT dan IPWH, merupakan prosedur yang umum digunakan dalam pengelasan. Perlakuan panas lainnya digunakan dalam aplikasi terbatas di beberapa bidang fabrikasi pengelasan. IPWH seringkali dilaksanakan menggunakan obor gas pada lasan tepat setelah proses pengelasan selesai, ketika lasan masih mempertahankan suhu pemanasan awal dengan suhu yang relatif rendah dan waktu pemanasan yang lebih singkat (250-350°C selama 0,5-1 jam). IPWH bertujuan untuk mengurangi kadar hidrogen yang dapat berdifusi untuk mencegah retakan dingin secara memadai.

Pengujian Kekerasan

Penggunaan uji kekerasan Rockwell umumnya digunakan untuk material yang keras karena memiliki beberapa keunggulan, seperti kecepatan, minim *human error*, kemampuan dalam mendeteksi perbedaan kekerasan yang kecil pada baja yang telah dilakukan pengerasan, dan ukuran lekukan yang kecil, hingga area yang telah mengalami perlakuan panas bisa diuji kekerasannya tanpa mengakibatkan kerusakan. Prinsip dasar pengujian metode Rockwell yaitu dengan menekan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan tertentu, dan kedalaman indentasi akan memberikan nilai kekerasan yang didasarkan pada perbedaan kedalaman indentasi yang dihasilkan oleh pembebanan utama dan tambahan. Tujuan dari pengujian kekerasan dengan teknik Rockwell adalah untuk menetapkan kekerasan suatu material dengan cara mengukur daya tahan material terhadap penetrasi dari bola baja (HRB) atau kerucut intan (HRC) yang ditekan pada permukaan benda uji. Pengukuran ini dilakukan menggunakan kerucut intan dengan sudut puncak 120° dan ujungnya yang dibulatkan sebagai indenter.

Distorsi

Distorsi merujuk pada penyimpangan bentuk atau perubahan bentuk yang terjadi akibat panas, tercakup dalam konteks proses pengelasan. Ketika spesimen mengalami pemuatan karena panas, bagian-bagian sekitar benda kerja las mungkin melengkung atau tertarik, karena logam akan mengembang saat dipanaskan dan menyusut saat didinginkan. Oleh karena itu, pekerja atau operator pengelasan harus memiliki keterampilan untuk mengendalikan penyusutan dan pemuatan agar tidak berlebihan pada spesimen.

Penelitian ini menggunakan analisis data numerik elastis linier untuk memprediksi distorsi yang terjadi selama proses pengelasan GMAW. Hal ini karena distorsi dianggap sebagai hambatan utama yang dapat memengaruhi akurasi dimensi dan akibatnya dapat menyebabkan perbaikan material yang mahal, serta menerima panas masukan yang melebihi batas temperatur rekristalisasi. Setelah itu, benda mengalami pendinginan yang cepat, yang menghasilkan ekspansi pada bahan yang dilas, yang pada gilirannya menyebabkan distorsi.

METODE PENELITIAN

Peralatan

Instrumen yang diterapkan dalam studi ini mencakup mesin las GMAW, mesin gerindra, oven listrik, alat pelindung diri, alat uji kekerasan, dan *dial indicator*.

Bahan

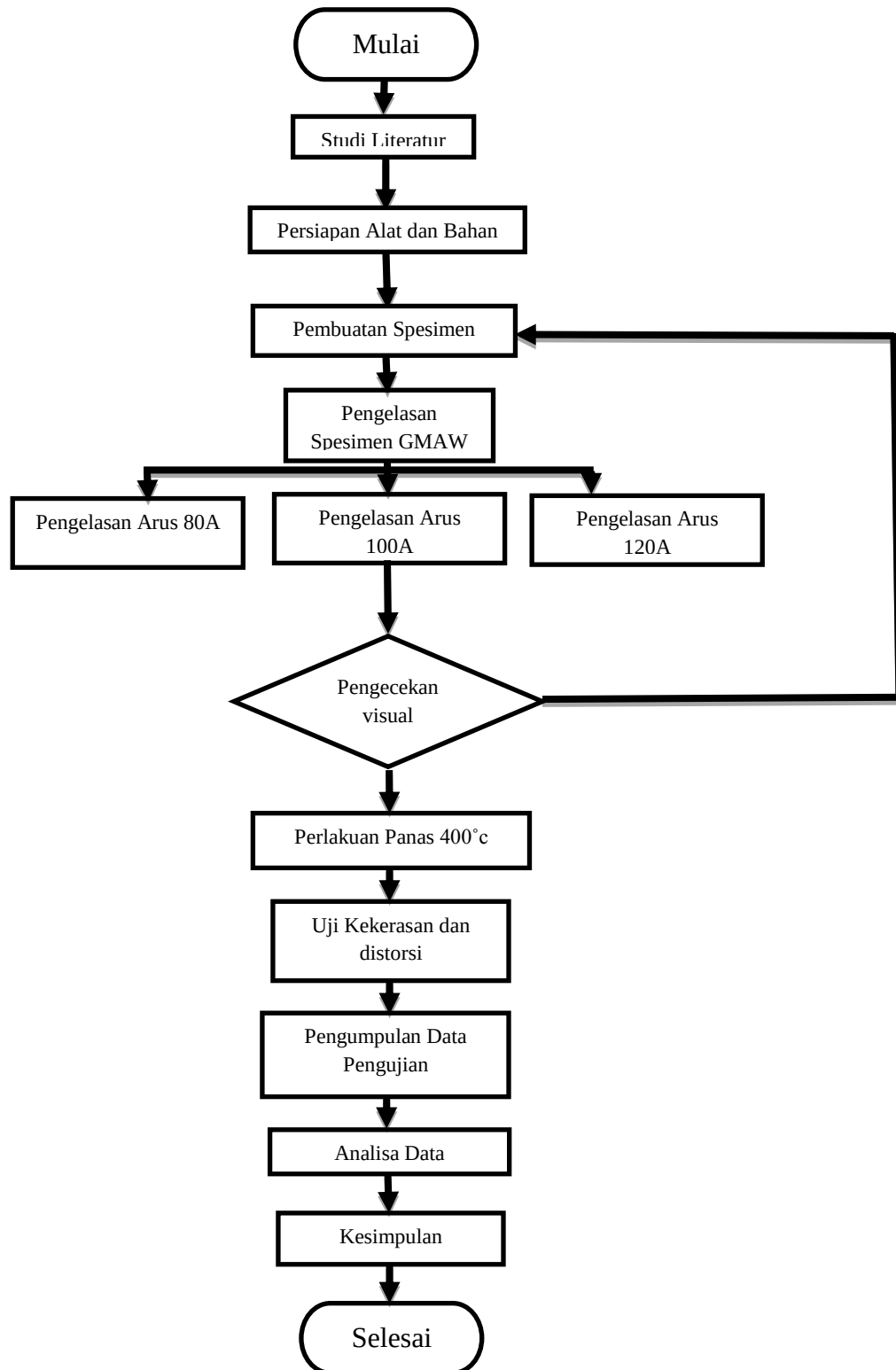
Bahan yang digunakan pada penelitian adalah material baja ST 37

Variabel Penelitian

1. Perlakuan *post heating* pada 9 spesimen 400°C
2. Variasi Kuat arus 80A, 100A, 120A.
3. Menggunakan pengujian kekerasan.
4. Mengukur perubahan distorsi benda setelah di las.

Diagram Alir

Untuk lebih mudah dalam memahami penelitian ini, alur pengerjaan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Pengerjaan

Prosedur Penelitian

Prosedur – prosedur pada penelitian dapat dilihat di bawah ini:

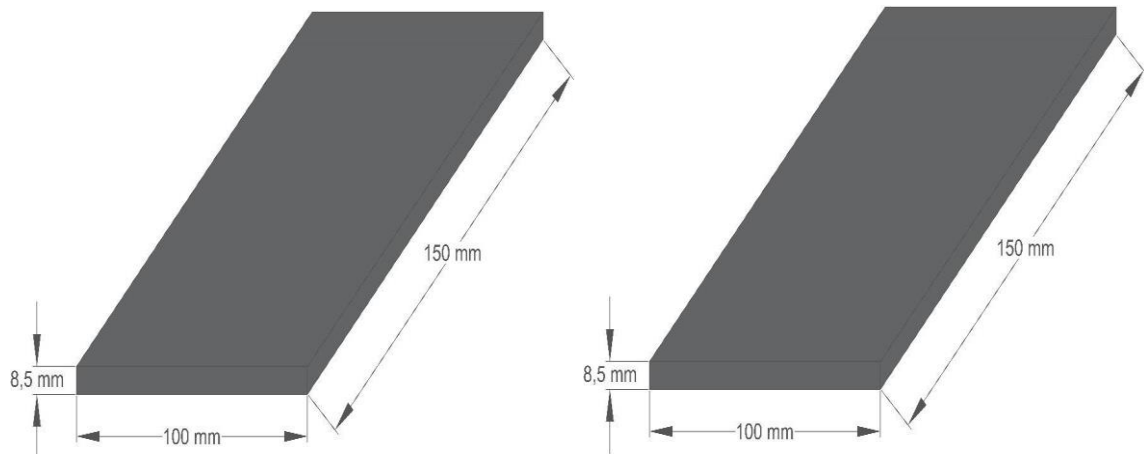
1. Persiapan Alat dan Bahan yang diperlukan

Alat dan bahan yang diperlukan dalam penelitian ini diantaranya adalah material plat baja ST 37, peralatan potong untuk pembuatan spesimen, kelengkapan proses pengelasan,

kelengkapan proses *post heating*, peralatan uji kekerasan dan peralatan untuk mengukur perubahan distorsinya.

2. Pemotongan Material

Material baja ST 37 dipotong menjadi beberapa bagian dengan ukuran tebal 8,5 mm, lebar 100 mm, dan panjang 150 mm, dilas menggunakan GMAW dengan sambungan las *Butt Joint* dan dalam penelitian ini diperlukan 9 buah spesimen.



Gambar 5. Sketsa Spesimen Pengujian

3. Pembuatan spesimen dengan kampuh V 60°

Material yang telah selesai dipotong lanjut pada proses pembuatan kampuh, dimana kampuh yang dipilih dalam penelitian ini adalah jenis kampuh V 60°. Pembuatan kampuh diusahakan sepresisi mungkin agar hasil pengelasan nantinya lebih maksimal.

4. Proses *post heating*

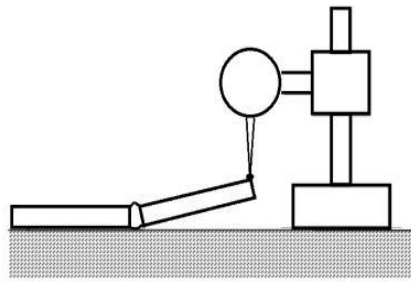
Sebelum pengujian kekerasan dan mengukur perubahan distorsi spesimen tersebut akan melalui proses *post heating* terlebih dahulu, dalam penelitian ini ada 9 spesimen yang akan dilakukan proses *post heating* dengan temperature 400°C. *Post heating* dilakukan dengan menggunakan oven listrik dan di ukur temperaturnya sampai pada temperature *post heating* yang diinginkan.

5. Uji kekerasan

Spesimen yang telah dilas dan telah melalui proses *post heating* selanjutnya akan dilakukan pengujian kekerasan. Untuk uji kekerasan ini menggunakan *mitech mh600 hardness tester* dengan rentang pengukuran (170-960) HLD dan akurasi resolusi ± 6 HLD dengan menggunakan metode *rockwell*, pengujian kekerasan ini dilakukan dengan cara 3 kali penitikan pada spesimen didaerah HAZ dan *Weld Metal* agar mendapatkan nilai rata-ratanya.

6. Uji distorsi

Pengukuran distorsi dilaksanakan menggunakan metode *fixed point* menggunakan alat *dial indicator* dengan ketebalan plat 8,5 mm, dengan tingkat akurasi ketelitiannya sebesar 0,01 mm, Pengukuran dihitung pada titik-titik yang sudah ditentukan masing-masing spesimen diambil pengukurannya sebanyak 3 kali dari titik 1 ke titik 3, kemudian bergerak dari kiri ke kanan untuk memperoleh nilai distorsi dengan jarak 7,5 cm.

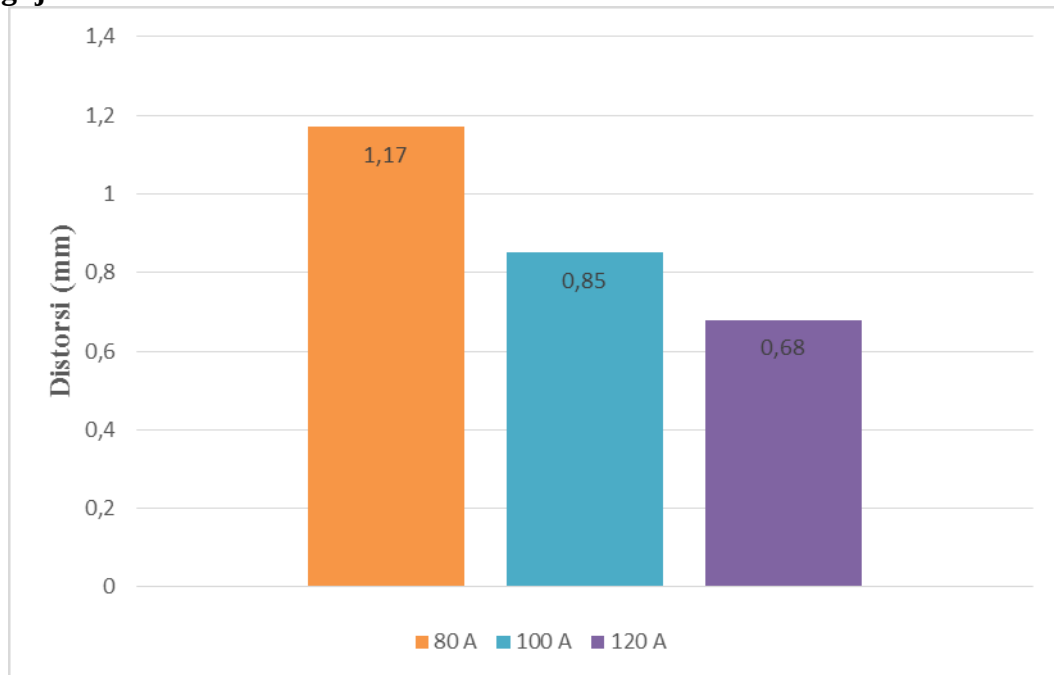


Gambar 6. Sketsa pengujian Distorsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari pengujian distorsi dan kekerasan pada material baja ST 37 yang telah dilakukan, maka terdapatlah sebuah data untuk mengetahui nilai distorsi dan kekerasannya setelah di uji.

Pengujian Distorsi



Gambar 6. Diagram Batang Distorsi Pada Pengelasan

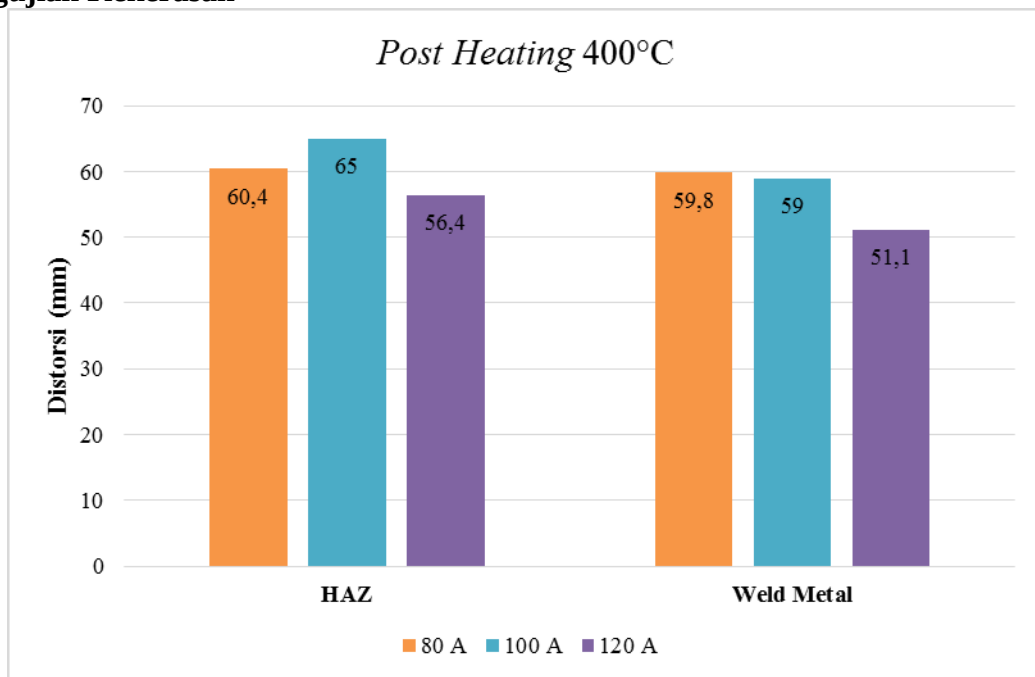
Berdasarkan gambar 4.6 terlihat hasil pengamatan distorsi spesimen yang melalui proses *post heating* memiliki nilai yang beda jauh dengan titik lainnya, dimana terlihat disini dengan perlakuan *post heating* 400°C nilai distorsi rata-ratanya pada arus 80 A = 1,17 mm, arus 100 = 0,85, arus 120 = 0,68 mm. Dari ketiga perbedaan temperature yang diberikan kepada spesimen dengan arus yang berbeda yaitu 80 A, 100 A, dan 120 A, kita dapat melihat perbedaan nilai distorsinya dan derajatnya dimana semakin kecil arus yang diberikan maka nilai distorsinya semakin tinggi dan nilai derajatnya pun juga meninggi. Tapi apabila kita memberikan arus yang semakin besar pada spesimen maka nilai distorsinya pun semakin menurun dan nilai derajatnya pun juga menurun, Distorsi yang terjadi pada penelitian berbentuk lengkungan yang termasuk dalam kategori distorsi menyudut (angular).

Distorsi sudut terjadi karena gaya pemuaian dan penyusutan yang terjadi antara proses pengelasan dan logam dasar. Perubahan sudut pada logam akibat pengelasan cenderung meningkat seiring dengan peningkatan ketebalan pelat yang dilas. Namun, setelah mencapai batas ketebalan tertentu, peningkatan sudut akan mengalami penurunan, karena logam yang tebal memiliki penahanan yang lebih kuat (Wiryosumarto, 2013). Pengaruh arus pengelasan sangat signifikan dalam menentukan tingkat distorsi; semakin tinggi arusnya, semakin sedikit distorsi yang terjadi. Ketebalan pelat juga memiliki pengaruh positif terhadap distorsi, dimana semakin tebal pelatnya, semakin besar kemungkinan terjadinya distorsi sudut. *Heat input* merupakan panas yang terjadi pada saat peleburan elektroda ke logam induk, *heat input* berbanding lurus dengan besarnya arus yang digunakan dalam pengelasan. *Heat input* yang diterima oleh logam pengelasan juga memengaruhi distorsi; semakin tinggi nilai *heat input*, semakin besar daerah yang mengalami pemuaian di logam pengelasan, yang pada gilirannya menyebabkan distorsi sudut yang lebih besar. Waktu juga memainkan peran penting dalam nilai distorsi, karena semakin lama waktu pengelasan, semakin besar *heat input* yang mempengaruhi logam sekitarnya, dan akibatnya, gaya pemuaian antara logam pengelasan dan logam dasar juga meningkat, yang menyebabkan distorsi sudut yang lebih besar (Broto & Suparjo., 2013).

Tabel 1. Hasil Rata-rata Pengujian Distorsi

NO	Arus	Temperature	Distorsi	Rata-Rata
1	80 A	400°C	1,2 mm	1,17 mm
			1,16 mm	
			1,15 mm	
			0,94 mm	
2	100 A	400°C	0,72 mm	0,85 mm
			0,91 mm	
			0,54 mm	
3	120 A	400°C	0,87 mm	0,68 mm
			0,87 mm	
			0,65 mm	

Pengujian Kekerasan



Gambar 7. Diagram Batang Hasil Pengujian Kekerasan *Post Heating 400°C*

Dari Gambar 7, dapat diamati bahwa uji kekerasan tertinggi pada zona HAZ (*Heat Affected Zone*) yang telah dipanaskan pasca pengelasan ada pada arus 100 A senilai 65 HRB, sedangkan yang paling rendah ada pada arus 120 A senilai 56,4 HRB. Untuk bagian Weld Metal, nilai kekerasan tertinggi terlihat pada arus 80 A dengan nilai 59,8 HRB, dan nilai terendah terdapat pada arus 120 A dengan nilai 51,1 HRB. Kenaikan suhu menyebabkan struktur logam menjadi kasar dan memperbesar butirannya (perlit dan ferit) (Suryanto., 2017). Bertambahnya arus menyebabkan lebih banyak daerah logam mengalami perubahan struktur kristal, yang memengaruhi nilai kekerasan. Penggunaan elektroda dalam pengelasan ini juga berpengaruh pada nilai kekerasan, terutama pada HAZ (Indrayani dkk., 2020). Hubungan antara kekerasan dan panas yang dihasilkan oleh arus menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu, semakin besar pelunakan logam, yang akhirnya mengakibatkan kekerasan menurun. Hal ini dikarenakan pada saat pelunakan logam bentuk struktur kristal logam juga akan berubah dengan signifikan dari sebelum pengelasan, sehingga kekerasan logam akan mengalami perubahan. Namun, suhu yang lebih tinggi mengakibatkan penetrasi yang lebih dalam karena pelunakan logam pada daerah HAZ dan kampuh las (Fikri dkk., 2022).

Tabel 2. Hasil Rata-Rata Pengujian Kekerasan

NO	Arus	Spesimen	HAZ	Rata- Rata Uji Kekerasan	Weld Metal	Rata- Rata Uji Kekerasan
1	80 A	A1	60,3	60,4	61,0	59,8
		A2	60,3		59,4	
		A3	60,6		59,2	
2	100 A	A1	64,5	65,0	58,7	59,0
		A2	65,2		60,2	
		A3	65,3		58,2	
3	120 A	A1	56,5	56,4	49,7	51,1
		A2	56,2		51,4	
		A3	56,7		52,3	

KESIMPULAN

Setelah melakukan pengujian kekerasan dan distorsi pada *Heat Affected Zone* (HAZ) dan *Weld Metal* pada baja ST 37 dengan arus yang bervariasi antara 80 A, 100 A, dan 120 A, dapat disimpulkan hal berikut.

1. Melalui penelitian tersebut, diketahui bahwa perbedaan dalam nilai kekerasan antara daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan daerah *Weld Metal* yang disebabkan oleh variasi arus dan perlakuan *post heating* 400°C menunjukkan perbedaan yang signifikan. Variasi arus yang diberikan mempengaruhi pencairan logam, di mana arus yang lebih besar menyebabkan pelunakan logam yang lebih besar, yang pada gilirannya mengakibatkan penurunan kekerasan. Proses pengelasan menyebabkan pelunakan logam yang menyebabkan panas dari lasan menyebar secara merata daripada terkumpul pada satu titik.
2. Hasil penelitian tentang uji distorsi menunjukkan bahwa perlakuan *post heating* memiliki pengaruh signifikan terhadap nilai distorsi pada spesimen tersebut. Selain itu, variasi arus yang diberikan juga menunjukkan perbedaan dalam nilai distorsi. Hal ini terjadi karena semakin besar arus yang diberikan, semakin kecil nilai distorsi yang terjadi, demikian juga dengan nilai derajatnya. Sebaliknya, semakin kecil arus yang diberikan, semakin besar nilai distorsinya dan nilai derajat kemiringan benda tersebut, karena arus yang kecil menyebabkan panas terkumpul secara terlokalisasi, berbeda dengan arus yang besar yang menyebabkan panas tersebar secara merata.

REFERENSI

- Baskoro, A. S., Putra, D. U., & Rumbiak, D. B. (2019). The Effect of Welding Parameters on Microstructure in Dissimilar Welding of Stainless Steel 316L and Structural Steel on Gas Metal Arc Welding (GMAW).
- Broto, S., & Suparjo, D. (2013). Analisis Pengaruh Tebal dan Arus Terhadap Distorsi Arah Transversal Pada Hasil Las.
- Dewanto, A. P., Amiruddin, W., & Yudo, H. (2016). Analisa Kekuatan Mekanik Sambungan Las Metode MIG (Metal Inert Gas) Dan Metode FSW (Friction Stir Welding) 800 Rpm Pada Alumunium Tipe 5083. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(3).
- Darsin, M., Junus, S., Indra, Y., & Iii, T. (2010). Analisis sifat mekanik dan struktur mikro paduan aluminium 5083 akibat pengelasan metal inert gas (mig) dengan variasi preheat dan post heat. 67–74.
- Fikri, A., Setiyadi, K., & Mohammad Mujirudin. (2022). Pengaruh Kuat Arus Pengelasan Gmaw Terhadap Kedalaman Penetrasi Dan Kekerasan Baja St-37 Pada Daerah Heat Affected Zone. *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur*, 7(2), 116–122.
- Hamid, A. (2016). Analisa Pengaruh Arus Pengelasan Smaw Pada Material Baja Karbon Rendah Terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. *Jurnal Teknologi Elektro*, 7(1).
- Insani. (2018). Karakteristik Material Baja St.37 dengan Temperatur dan Waktu Pada Uji Heat Treatment menggunakan Furnace. 8, 43–49.
- Nursyifaulkhair, D., Wijanarko, R., Angela, I., & Sofyan, B. T. (2019). Effects of the Aging Temperature on the Mechanical Properties and Microstructures of Al-5.1 Zn-1.8 Mg-0.4 Ti wt.% Alloy Produced by Squeeze Casting. *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 8(1), 92–98.
- Santoso, T. B., Solichin, S., & Trihutomo, P. (2015). Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Las Smaw Dengan Elektroda E7016. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang*, 23(1).
- Suryanto. (2017). Pengaruh Arus Las SMAW Terhadap Kekerasan Dan Kekuatan Tarik Sambungan Dissimilar *Stainless Steel* 304 dan ST 37.