

Pengaruh Perlakuan *Post Weld Heat Treatment* pada pengelasan MIG terhadap Kekuatan Tarik Material Baja AISI 1045

Yusuf Rizal Fauzi^{1*}, Muhammad Arsyad²

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin, Jalan Brigadir Jenderal Hasan Basri, Pangeran, Kecamatan Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70124.

²Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Banjarmasin, Jalan Brigadir Jenderal Hasan Basri, Pangeran, Kecamatan Banjarmasin Utara, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, Indonesia, 70124

*yusuf.rizal.fauzi@poliban.ac.id

Diterima: 28 05 2024

Direvisi: 15 07 2024

Disetujui: 29 07 2024

ABSTRAK

Pengelasan memiliki peranan penting dalam dunia industri. Untuk meningkatkan sifat material hasil sambungan las, beberapa perlakuan diterapkan setelah proses pengelasan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik dari sambungan las material similar atau sejenis yang telah melalui proses *post weld heat treatment* (PWHT). Metode eksperimen nyata diterapkan dalam penelitian ini. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Baja AISI 1045 Grade B yang disambung (dilas) menggunakan mesin las *Metal inert Gas* (MIG). Proses pengelasan MIG menggunakan arus 130 A. Sedangkan proses PWHT menggunakan variabel temperatur 600°C, 700°C, dan 800°C. Analisis data hasil uji tarik menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Hasil dari pengujian dan analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa : (1) PWHT dengan temperatur 600C memiliki kekuatan tarik 893.33 MPa, nilai ini adalah paling tinggi diantara variabel temperatur PWHT yang lainnya dan yang tidak diberi perlakuan (non PWHT). (2) Temperatur PWHT secara signifikan memberi dampak terhadap kekuatan tarik material hasil lasan. (3) Proses pengelasan dengan arus 130 A dilanjutkan dengan proses PWHT pada material Baja AISI 1045 adalah yang paling optimum karena memiliki kekuatan tarik tertinggi.

Kata kunci: MIG, kekuatan tarik, PWHT.

ABSTRACT

Welding is an important part of the industrialized world. To improve the material properties of welded joints, several treatments are applied after the welding process. This study aims to determine the tensile strength value of welded joints of similar materials that have gone through the post weld heat treatment (PWHT) process. The real experimental method is applied in this research. The material used in this research is AISI 1045 Grade B Steel which is welded using Metal inert Gas (MIG) machine. The MIG welding process uses a current of 130 A. While the PWHT process uses temperature variables of 600°C, 700°C, and 800°C. Data analysis of tensile test results using quantitative descriptive methods. The results of the tests and data analysis obtained show that: (1) PWHT with a temperature of 600C has a tensile strength of 893.33 MPa, this value is the highest among other PWHT temperature variables and those that are not treated (non PWHT). (2) PWHT temperature significantly impacts the tensile strength of the welded material. (3) The welding process with a current of 130 A followed by a PWHT process on AISI 1045 steel material is the most optimal because it has the highest tensile strength.

Keywords: MIG, tensile strength, PWHT.

PENDAHULUAN

Proses pengelasan merupakan hal penting di dalam dunia manufaktur dan dunia industri [1,2]. Untuk menjamin kekuatan dan ketangguhan pada sambungan las telah memenuhi persyaratan maka diperlukan sebuah pengujian. Kekuatan dan ketangguhan hasil lasan secara umum mengacu pada sebuah standar yang ditetapkan [3].

Saat dilakukan proses pengelasan, tegangan sisa akibat panas yang masuk selalu menjadi masalah yang harus diselesaikan. Tegangan sisa dapat menurunkan kualitas material sehingga material dapat menjadi keras dan getas. Hal ini yang menjadikan alasan tegangan sisa tidak diharapkan. Kerusakan getas yang terjadi pada struktur pengelasan telah menjadi permasalahan dunia. Daerah *heat affected zone* (HAZ) adalah permasalahan utama yang merupakan awal dari permasalahan yang kompleks. Hal ini terjadi karena struktur mikro yang terbentuk pada daerah tersebut akibat dari perbedaan perlakuan panas dan kondisi lingkungan [4,5].

Meskipun tegangan sisa selalu terjadi dalam pengelasan, namun tegangan sisa dapat dikurangi dengan melakukan *post weld heat treatment* (PWHT). PWHT merupakan upaya yang paling umum dilakukan untuk mengurangi tegangan sisa dan juga untuk meningkatkan sifat mekanis dari suatu material, tak terkecuali material baja paduan yang berkekuatan tinggi dengan cara menghaluskan butir. Selain dengan PWHT, tegangan sisa juga dapat dikurangi dengan cara diberi beban impak berulang, dicairkan ulang, digerinda, dan diberi beban kejut dengan ultrasonik [6].

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya [4,7], dengan menggunakan metode elemen hingga untuk menganalisis mekanisme pengurangan tegangan sisa dengan menggunakan PWHT. Hasil yang didapatkan adalah deformasi plastis dari pembebasan tegangan sisa menurun menjadi cukup kecil. Struktur mikro yang terjadi pada baja juga berbeda-beda tergantung pada perlakuan panasnya. Struktur mikro bisa berubah menjadi ferit-perlit, martensit temper, ataupun menjadi bainit [7].

Dalam studi penelitian ini, telah diamati pengaruh dari temperatur PWHT terhadap tegangan sisa yang dapat dilihat dari sifat mekaniknya. Menggunakan temperatur PWHT 650°C, 700°C, dan 800°C pada waktu penahanan 1 jam. Waktu penahanan ditentukan berdasarkan waktu penahanan yang dapat diterapkan pada produk, hal ini dikarenakan pemberian PWHT juga memberikan pengaruh pada biaya produksi sehingga perlu dilakukan optimasi.

METODE PENELITIAN

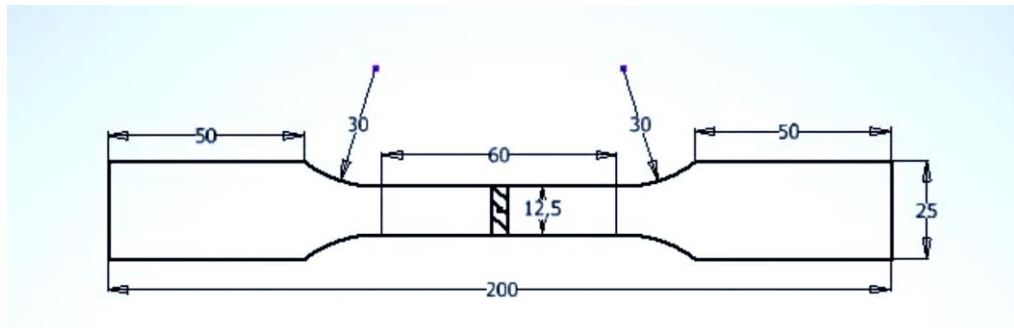
Sebuah perangkat las *Metal inert Gas* (MIG) digunakan dalam penelitian ini untuk menyambung kedua material induk. Proses penyambungan atau pengelasan dilakukan di Laboratorium Proses Produksi Teknik Mesin Universitas Islam Indonesia. Tahap awal sebelum dilakukan pengelasan adalah pemotongan spesimen. Setelah dilakukan pemotongan, spesimen diratakan dengan gerinda. Spesimen kemudian diletakkan di atas meja kerja pengelasan dengan posisi panjang spesimen saling berhadapan. Jarak antar spesimen (*gap*) diatur pada jarak 3 mm. Saat proses pengelasan, kedua spesimen yang akan disambung sudah terlebih dahulu di-*clamp* atau diberi penahan agar spesimen tidak bergerak dan mengalami distorsi atau pelengkungan pada saat proses pengelasan. Ketika spesimen sudah dipastikan pada posisi yang benar, maka tahap pengelasan dapat dilakukan.

Dalam penelitian ini, metode eksperimen diterapkan kemudian analisa dilakukan untuk mengetahui pengaruh PWHT terhadap sifat mekanis pada sambungan las. Eksperimental adalah melakukan pengamatan di bawah kondisi buatan yang sengaja dibuat dan diatur oleh peneliti [8,9]. Material atau bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon AISI 1045 Grade B.

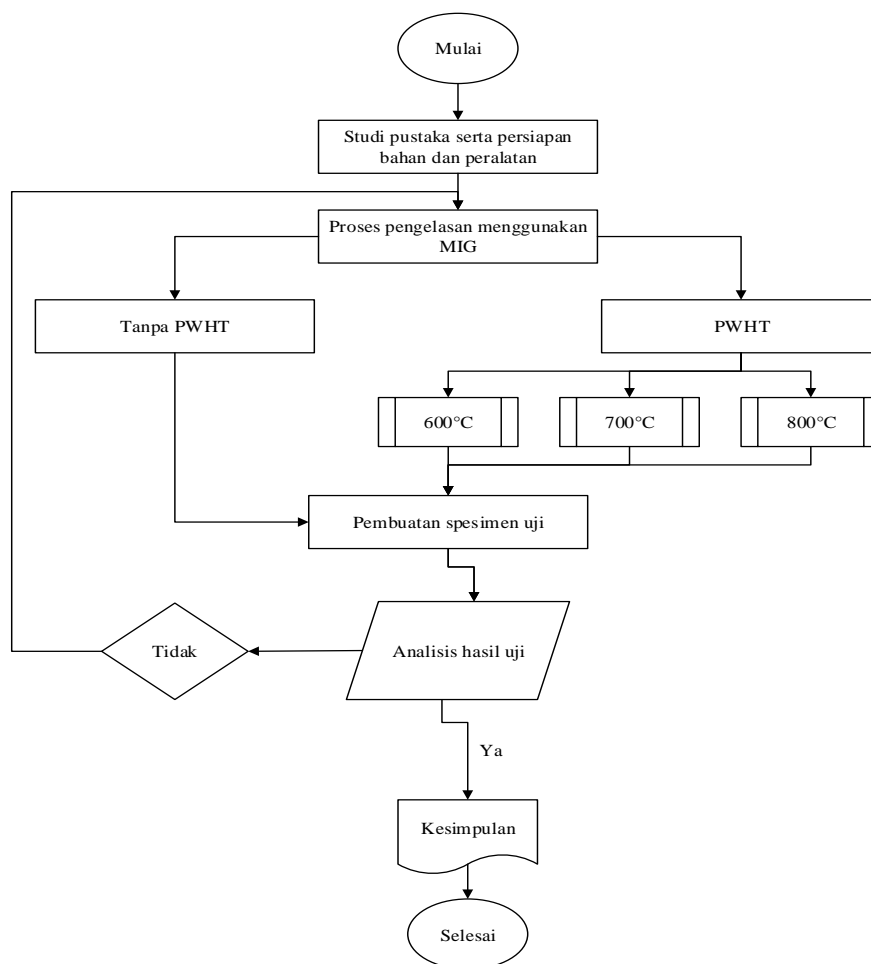
Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakuka adalah:

1. Menyiapkan perlengkapan las MIG sesuai dengan polaritas *Direct Current Electrode Positive* (DCEP),
2. Menyiapkan kawat las tipe ER 70S-6 dengan diameter elektroda 1.2 mm,
3. Menyiapkan sampel plat dengan panjang 200 mm dan tebal 7,11 mm yang kedua sisi diberi bevel 35°,
4. Mengoperasikan mesin las dan memasang elektroda pada *holder* elektroda las dan masaa pada mesin las dijepitkan pada meja las,
5. Mengatur *root gap* 3mm,
6. Mengatur arus las pada angka 130 A,

7. Melakukan pengelasan dengan posisi 1 G plat,
8. Setelah pengelasan selesai dilakukan, dilanjutkan dengan PWHT yakni spesimen las dipanaskan kembali hingga mencapai temperatur 600°C, 700°C, 800°C, waktu penahanan 1 jam, dan kemudian didinginkan dengan normal (di lingkungan udara),
9. Setelah semua tahapan dilakukan, langkah berikutnya adalah membentuk spesimen las menjadi spesimen uji tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 1,
10. Langkah terakhir adalah melakukan uji tarik dan menganalisa hasil uji tarik.



Gambar 1. Spesimen pengujian tarik (dalam satuan mm) [10-12].



Gambar 2. Diagram alir penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

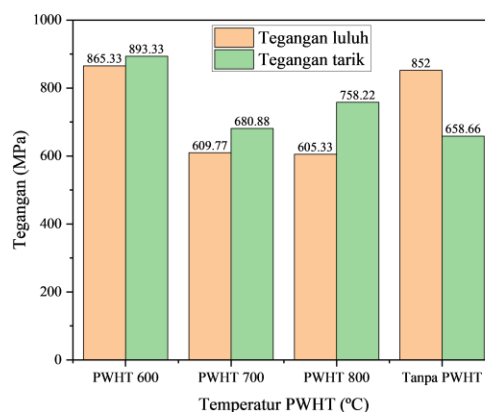
Setelah dilakukan pengelasan, pengujian tarik pada sampel yang sudah sesuai dengan ukuran standar uji dilakukan. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik yang merupakan salah satu sifat penting pada material. Dari proses pengujian tarik, diperoleh data yang kemudian dianalisa dan dikomparasikan pada beberapa sampel. Beberapa data dari peneliti terdahulu juga menjadi acuan dalam pembahasan hasil uji.

Dalam penelitian ini, spesimen pengujian tarik mengikuti standar pengujian ASTM E-8 dengan dimensi yang telah ditunjukkan pada Gambar 1. Mesin uji tarik yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* (UTM) yang dihubungkan langsung dengan *plotter* sehingga hasil uji tarik dipresentasikan oleh komputer dengan bentuk grafik dan angka. Data-data hasil uji tarik pada seluruh spesimen dengan variasi temperatur 600°C, 700°C, dan 800°C disajikan secara lengkap pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian tarik spesimen PWHT.

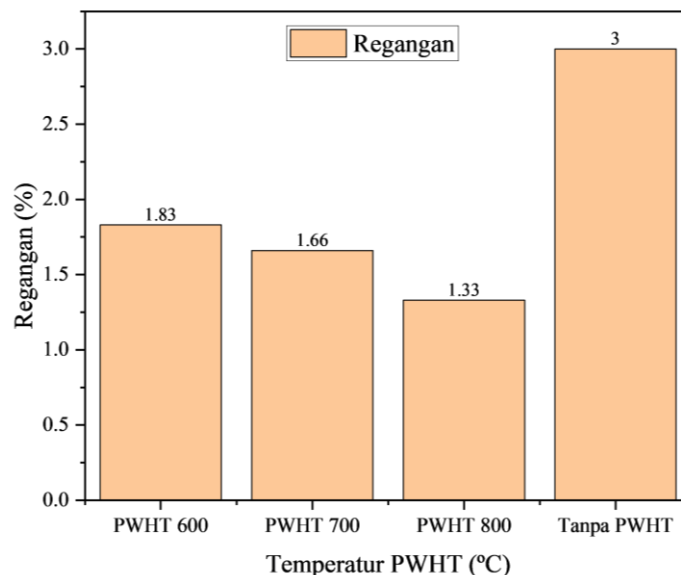
No	Temperatur PWHT, °C	Regangan (E)	Tegangan luluh (σ_y)	Tegangan tarik (σ_{maks})
		%	MPa	MPa
1	600	2	893.33	932
		1.5	832	872
		2	870.66	876
	Rata-rata	1.83	865.33	893.33
2	700	2.5	841.33	929.33
		1.5	373.33	396
		1	614.66	717.33
	Rata-rata	1.66	609.77	680.88
3	800	1.5	770.66	777.33
		1	709.33	753.33
		1.5	736	744
	Rata-rata	1.33	55400	738.66
4	Tanpa PWHT	3	585.33	658.66

Hasil utama yang didapat dari uji tarik adalah nilai tegangan dan regangan, dari data tersebut maka dapat terbentuk sebuah grafik perbandingan tegangan dan regangan dari spesimen uji, baik spesimen yang tanpa perlakuan (non PWHT) maupun spesimen yang telah diberi perlakuan PWHT dengan variabel temperatur. Grafik perbandingan tegangan hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan grafik perbandingan regangan hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Grafik tegangan tarik maksimum dan tegangan luluh.

Dari grafik yang ditunjukkan pada Gambar 3, perbandingan rata-rata tegangan dari keseluruhan spesimen dapat teramati. Nilai tegangan tarik tertinggi adalah spesimen yang diberi perlakuan PWHT dengan temperatur 600C, yakni sebesar 893.33 Mpa. Nilai tegangan tarik menurun ketika diberi perlakuan PWHT dengan temperatur diatas 600°C, yakni pada temperatur 700°C dan 800°C



Gambar 4. Grafik regangan.

Selain tegangan, regangan merupakan nilai penting dalam pengamatan hasil pengujian tarik. Pada grafik perbandingan nilai regangan hasil uji tarik yang disajikan melalui Gambar 4, dapat diamati perbandingan nilai regangan pada seluruh spesimen uji. Spesimen yang sudah dilas namun tanpa perlakuan PWHT memiliki nilai regangan tertinggi yakni sebesar 3 %. Nilai regangan mengalami penurunan seiring dengan perlakuan PWHT, dimana penurunan paling banyak terjadi variabel temperatur PWHT 800°C dengan nilai regangan menurun menjadi sebesar 1.33%. Penelitian lain juga mengungkapkan bahwa nilai kekerasan yang tinggi ditemukan spesimen lasan khususnya pada HAZ, menjadi berkurang berkurang nilai kekerasannya setelah PWHT [13]. Berbagai hal tersebut terjadi karena spesimen las mengalami penurunan tegangan sisa setelah dilakukan proses PWHT [13]. Selain itu, besarnya deformasi yang dihasilkan selama proses las dapat dikurangi dengan metode PWHT sehingga mengurangi resiko retak pada sambungan las [14].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada kekuatan tarik, PWHT 600°C sebesar 893.33 MPa memiliki nilai paling baik atau lebih tinggi dibandingkan dengan PWHT 800°C, dan PWHT 700°C dengan nilai sebesar 680.88 MPa dan Non PWHT material memberikan nilai sebesar 925.33 MPa.
2. Pada nilai regangan dari semua spesimen yang diberi PWHT pada variasi waktu terhadap tegangan tarik, Non PWHT material mendapatkan hasil yang paling tinggi sebesar 3%, PWHT 600°C lebih baik dibandingkan dengan PWHT 700°C dan PWHT 800°C dengan nilai sebesar 1.83%.
3. PWHT dapat mengurangi tegangan sisa dan besarnya deformasi yang dapat merugikan produk pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bakhori, A., 2017. Perbaikan Metode Pengelasan SMAW (Shield Metal Arc Welding) Pada Industri Kecil di Kota Medan. *Buletin Utama Teknik*, 13(1), 14-20.
- [2] Soleh, A. A., Purwanto, H., & Syafa'at, I., 2017. Analisa pengaruh kuat arus terhadap struktur mikro, kekerasan, kekuatan tarik pada baja karbon rendah dengan Las SMAW menggunakan jenis Elektroda E7016. *CENDEKIA EKSAKTA*, 1(2).
- [3] Herizal, H., Hasrin, H., & Hanif, H., 2020. Analisa Pengaruh Proses GTAW Dan SMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Pengelasan Material AISI 1050. *Journal of Welding Technology*, 2(1), 19-24.
- [4] Augustino, I. F., 2015. Pengaruh Lama Waktu Tunggu Pada Proses Pwht Terhadap Sifat Mekanik, Struktur Mikro dan Tegangan Sisa Pada Pengelasan Baja AAR M201 GR. B+. *Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya*.
- [5] Budiyanto, E., & Yuono, L. D., 2021. *Proses Manufaktur*. Laduny Alifatama.
- [6] Zhao, M. S., Chiew, S. P., & Lee, C. K., 2016. Post weld heat treatment for high strength steel welded connections. *Journal of Constructional Steel Research*, 122, 167-177.
- [7] Audhah, A., & Wahab, L. Y., 2018. Simulasi Distribusi Temperatur Pada Proses Pengerasan Baut Baja S45C Untuk Optimasi Kadar Struktur Mikro Martensit Menggunakan Metode Elemen Hingga.
- [8] Rinaldi, R., & Usman, R., 2019. Studi eksperimental kekuatan tarik dan kekerasan pada sambungan pipa ASTM A 106 Grade B dengan pengelasan SMAW. *Journal of Welding Technology*, 1(2), 36-42.
- [9] Nugroho, E., Budiyanto, E., & Suseno, E. B., 2021. Experimental evaluation of mechanical properties of friction welded mild steel. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 10(1).
- [10] Cárdenas-Arias, C. G., Rincón-Quintero, A. D., Santos-Jaimes, A., Sandoval-Rodriguez, C. L., Rojas-Gomez, D. F., & Ardila-Galvis, S. J., 2020. Elasticity modulus variation of the AISI SAE 1045 steel subjected to corrosion process by chloride using tension test destructive. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 844, No. 1, p. 012059). IOP Publishing.
- [11] Budiyanto, E., 2020. *Pengujian Material*. Laduny Alifatama.
- [12] Budiyanto, E., Nugroho, E., & Masruri, A., 2017. Pengaruh diameter filler dan arus pada pengelasan TIG terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro pada baja karbon rendah. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, 6(1).
- [13] Alipooramirabad, H., Paradowska, A., Reid, M., & Ghomashchi, R., 2022. Effects of PWHT on the residual stress and microstructure of Bisalloy 80 steel welds. *Metals*, 12(10), 1569.
- [14] Jin, Q., Jiang, W., Gu, W., Wang, J., Li, G., Pan, X., ... & Tu, S. T., 2021. A primary plus secondary local PWHT method for mitigating weld residual stresses in pressure vessels. *International Journal of Pressure Vessels and Piping*, 192, 104431.