

PENGARUH PERLAKUAN PWHT PADA BAJA ASTM A36 TERHADAP KEKUATAN TARIK

I Wayan Ekagra Mana Krsna Gita¹⁾, Djarot B. Darmadi²⁾, Sugiarto³⁾

^{1,2,3}Teknik Mesin, Universitas Brawijaya
E-mail : krsgita@gmail.com

Abstract

Welding has an important role in the industrial world. To improve the material properties of welded joints, several treatments are carried out after the welding process. This study aims to determine the tensile strength value of ASTM A36 material welding joints that have gone through the post weld heat treatment (PWHT) process. The real experimental method is applied in this research. The welding used in this research is GTAW. The GTAW welding process uses a current of 80 A. While the PWHT process uses a temperature variable of 500°C. Data analysis of tensile test results using quantitative descriptive methods. The test results and data analysis obtained show that: (1) Raw material has a tensile strength of 429 MPa, this value is the highest among the GTAW welding variables with PWHT and without PWHT). (2) PWHT temperature has a significant effect on strain. (3) The welding process with a current of 80 A followed by a PWHT process on ASTM A36 steel material is the one that has a strain value close to the raw material, which is 9.26%.

Keywords : *Welding, PWHT, GTAW, ASTM A36, tensile strengt*

PENDAHULUAN

Dalam industri manufaktur dan industri pada umumnya, proses pengelasan sangat krusial untuk memastikan bahwa sambungan las memenuhi standar kekuatan dan ketangguhan yang diharapkan. Untuk ini, pengujian diperlukan. Biasanya, hasil pengelasan harus sesuai dengan standar yang telah ditentukan. Selama pengelasan, masalah yang sering muncul adalah tegangan sisa yang dihasilkan dari panas pengelasan (Vaithyanathan et al., 2020). Tegangan ini bisa merendahkan kualitas material, membuatnya menjadi lebih keras dan rapuh, yang tentu saja tidak diinginkan (Rizal Fauzi & Arsyad, 2024). Kerapuhan yang terjadi pada struktur pengelasan merupakan masalah global, dengan zona yang terpengaruh oleh panas (HAZ) menjadi titik awal dari masalah yang lebih kompleks. Ini disebabkan oleh struktur mikro yang terbentuk di zona tersebut, yang dipengaruhi oleh perbedaan perlakuan panas dan kondisi lingkungan. Meskipun tegangan sisa adalah bagian tak terpisahkan dari pengelasan, ada cara untuk menguranginya, seperti dengan melakukan perlakuan panas pasca pengelasan.

Post Weld Heat Treatment (PWHT) memiliki tujuan antara lain melepaskan tegangan sisa, menambah stabilitas dimensi, meminimalisir kekerasan yang terdampak panas, mengurangi kerentanan pada formasi retak, dan memaksimalkan ketahanan material terhadap korosi (Hilaqil S & Amiruddin, 2024). Proses ini melibatkan pemanasan material yang telah dilas pada suhu tertentu, yang di bawah suhu transformasi kritis, dan mempertahankannya pada suhu tersebut selama periode waktu yang ditentukan sebelum akhirnya didinginkan dengan laju yang terkontrol. PWHT membantu meningkatkan sifat mekanis seperti keuletan dan ketangguhan, serta mengurangi kekerasan yang tidak diinginkan pada material lasan (Jin et al., 2021). Ini sering kali diperlukan untuk memenuhi standar kode industri tertentu dan untuk memastikan keamanan dan keandalan struktur yang dilas.

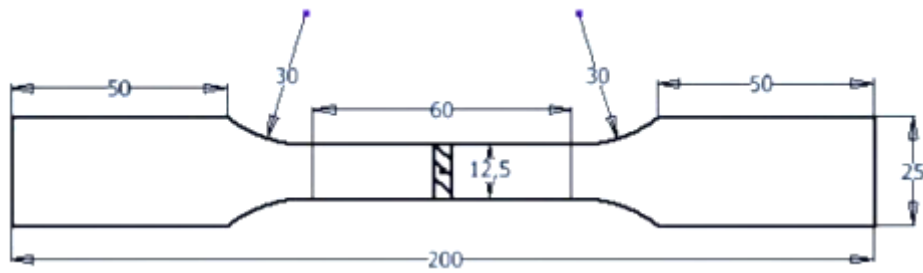
Perlakuan panas biasanya dilakukan dengan tujuan untuk mengubah sifat mekanik baja melalui perpaduan proses pemanasan dan pendinginan pada baja tersebut dalam waktu tertentu (Irawan, 2024). Hasil yang didapatkan adalah deformasi plastis dari pembebasan tegangan sisa menurun menjadi cukup kecil. Struktur mikro yang terbentuk melalui transformasi bergantung pada parameter proses perlakuan panas yang digunakan serta jenis proses perlakuan panas itu sendiri. Transformasi dekomposisi austenit menjadi struktur mikro lain bertujuan untuk mendapatkan sifat mekanik dan fisik yang dibutuhkan dalam aplikasi pengerjaan logam (Syamsuir et al., 2022).

Penelitian ini dilaksanakan dengan mempraktikkan pengelasan GTAW dengan dengan variasi tanpa Perlakuan PWHT dan dengan PWHT, dengan menganalisa sifat mekanis baja pada hasil pengelasan berupa pengujian tarik guna mewakili pembacaan hasil pada proses pengelasannya sendiri sehingga bisa menjadi gambaran seberapa baik hasil pengelasan menggunakan variabel – variabel yang telah disiapkan. Pada penelitian ini, PWHT dilakukan menggunakan suhu 500°C. Ini memungkinkan perusahaan untuk mengoptimalkan proses pengelasan pada material ASTM A36, meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi. Studi ini kemungkinan digunakan sebagai rujukan umum untuk dunia pengelasan.

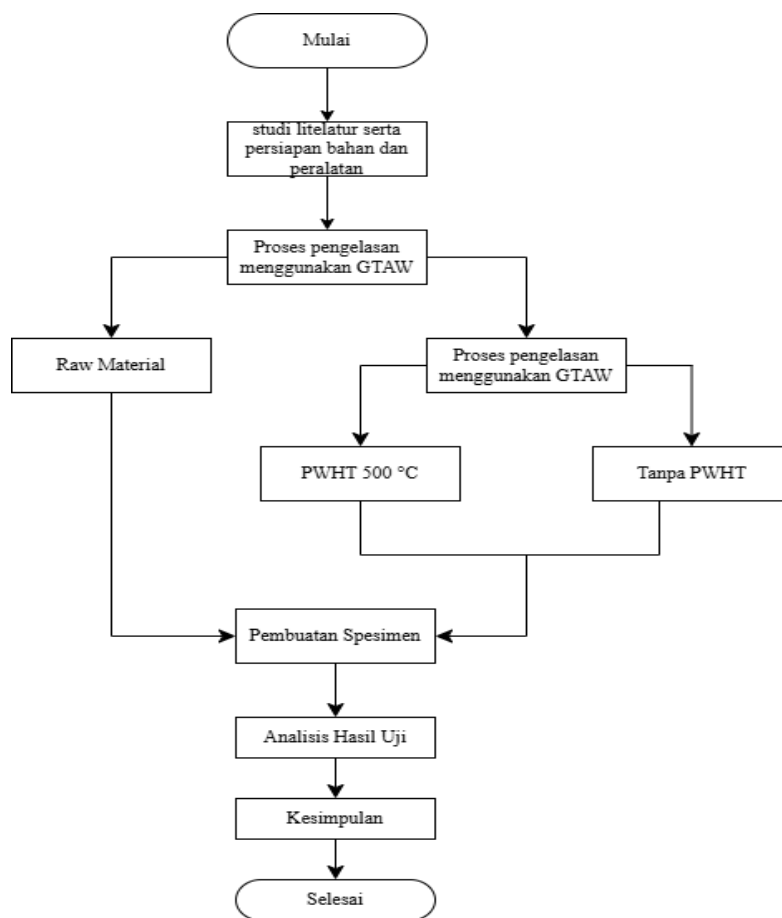
METODE PENELITIAN

Sebuah perangkat las GTAW digunakan dalam penelitian ini untuk menyambung kedua material induk. Proses penyambungan atau pengelasan dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang. 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 2 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 (Oktaviandy et al., 2023). Material atau bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon ASTM A36. Dalam penelitian ini, langkah-langkah yang dilakuka adalah:

1. Menyiapkan perlengkapan las GTAW
2. Menyiapkan Elektroda tungsten EWTh-2
3. Menyiapkan sampel plat dengan panjang 200 mm dan tebal 3,8 mm
4. Mengoperasikan mesin las dan memasang elektroda pada holder elektroda las dan masaa pada mesin las dijepitkan pada meja las,
5. Mengatur root gap 2 mm
6. Mengatur arus las pada angka 80 A
7. Setelah pengelasan selesai dilakukan, dilanjutkan dengan PWHT yakni spesimen las dipanaskan kembali hingga mencapai temperatur 500°C waktu penahanan 1 jam, dan kemudian didinginkan dengan normal (di lingkungan udara)
8. Setelah semua tahapan dilakukan, langkah berikutnya adalah membentuk spesimen las menjadi spesimen uji tarik seperti ditunjukkan pada Gambar 1
9. Langkah terakhir adalah melakukan uji tarik dan menganalisa hasil uji tarik.



Gambar 1. Spesimen pengujian tarik



Gambar 2. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

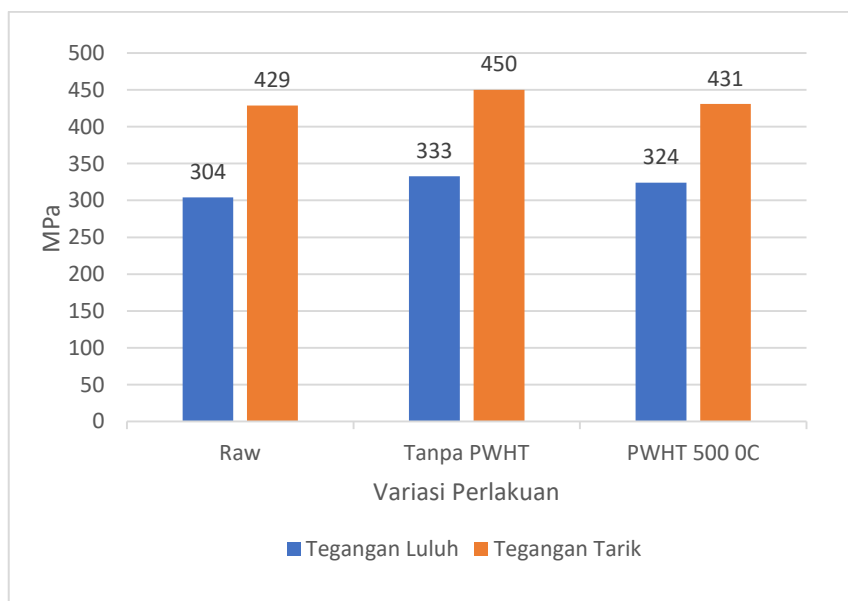
Setelah proses pengelasan selesai, sampel yang telah memenuhi ukuran standar diuji untuk menilai kekuatannya, yang merupakan karakteristik penting dari material. Data yang diperoleh dari pengujian tarik ini kemudian dianalisis dan dibandingkan dengan sampel lainnya, serta dengan data dari penelitian sebelumnya

untuk membahas hasilnya. Dalam penelitian ini, spesimen uji tarik mengacu pada standar ASTM E-8, dengan dimensi yang ditampilkan pada Gambar 1. Mesin uji tarik yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* (UTM), yang terhubung langsung ke plotter, memungkinkan hasil uji tarik untuk ditampilkan dalam bentuk grafik dan angka oleh komputer. Data lengkap dari pengujian tarik untuk semua spesimen pada variasi pengelasan GTAW dengan PWHT dan Tanpa PWHT disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1
Hasil pengujian tarik specimen

No	Sample	Regangan (%)	Tegangan Luluh (Mpa)	Tegangan Tarik (Mpa)
1	Raw Material	11,08	304	429
		11	300	430
		11,1	307	428
	Rata-rata	11,06	304	429
2	GTAW	9,12	331	442
		9,15	335	452
		9,2	334	455
	Rata-rata	9,16	333	450
3	PWHT 500 °C	9,25	325	434
		9,27	320	430
		9,25	326	429
	Rata-rata	9,26	324	431

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 maupun spesimen yang telah diberi perlakuan PWHT. Grafik perbandingan tegangan hasil uji tarik ditunjukkan pada Gambar. 3 sebagai berikut.



Gambar. 3 Grafik tegangan tarik maksimal dan tegangan luluh

Berdasarkan gambar. 3 kekuatan tarik pengelasan GTAW memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan pengelasan GTAW dengan PWHT yaitu 450 tetapi pada tabel.1 regangan pada pengelasan PWHT lebih tinggi dibandingkan tanpa PWHT yaitu 9,25. Sifat ulet terlihat pada pengelasan dengan PWHT

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian:

1. Kekuatan tarik, pengelasan GTAW Tanpa PWHT sebesar 450 Mpa memiliki nilai yang tinggi dibandingkan raw material dan pengelasan GTAW dengan PWHT
2. Nilai tegangan luluh, pengelasan GTAW Tanpa PWHT sebesar 333 Mpa memiliki nilai yang tinggi dibandingkan raw material dan pengelasan GTAW dengan PWHT
3. Nilai regangan, pengelasan GTAW dengan PWHT 9,26 % sedangkan pengelasan GTAW Tanpa PWHT 9,16 %. Nilai tertinggi pada raw material dengan nilai 11,06%

DAFTAR PUSTAKA

- Hilaqil S, M. F., & Amiruddin, W. (2024). Analisis Pengaruh Durasi Post Weld Heat Treatment Annealing Pada Pengelasan GMAW Baja ST 60 Terhadap Kekuatan Uji Tarik, Uji IMPak, Uji Bending dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(3). <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- Irawan, D. (2024). *The Effect Of Pwht (Post Weld Heat Treatment) On Smaw On The Hardness And Bending Strength Of ST 37 Steel*. 6, 2721–6225. <https://doi.org/10.20527/jtamrotaryv7i1.216>
- Jin, Q., Jiang, W., Gu, W., Wang, J., Li, G., Pan, X., Song, M., Zhang, K., Wu, A., & 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. <https://doi.org/10.1016/J.IJPVP.2021.104431>
- Oktaviandy, N. R., Kardiman, K., & Hanifi, R. (2023). Effect of Preheat Temperature Variation with Cooling Media on Mechanical Properties in Welding SS400 Steel. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 17(2), 130. <https://doi.org/10.24853/sintek.17.2.130-142>
- Rizal Fauzi, Y., & Arsyad, M. (2024). Pengaruh Perlakuan Post Weld Heat Treatment pada pengelasan MIG terhadap Kekuatan Tarik Material Baja AISI 1045. *Journal of Energy, Materials & Manufacturing Technology (JEMMTEC)*, 3(2), 9–14. <https://journal.atim.ac.id/>
- Syamsuir, Lubi, A., & Susetyo, F. B. (2022). Karakteristik Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Baja Karbon Sedang Paska Perlakuan Panas Tempering. *Jurnal Kajian Teknik Mesin*, 7(1), 1–7.
- Vaithyanathan, V., Balasubramanian, V., Malarvizhi, S., Petley, V., & Verma, S. (2020). Combined Effect of Gas Tungsten Arc Welding Process Variants and Post-Weld Heat Treatment on Tensile Properties and Microstructural Characteristics of Ti–6Al–4V Alloy Joints. *Metallography, Microstructure, and Analysis*, 9(2), 194–211. <https://doi.org/10.1007/S13632-020-00631-8/FIGURES/17>