

## **Analisa Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro Baja ST 41 Yang Mengalami Pengelasan MIG Dengan Variasi Temperatur Sesudah pengelasan *Post Weld Heat Treatment* Nafhi**

### ***Analysis of Tensile Strength and Microstructure of ST 41 Steel Subjected to MIG Welding with Temperature Variations After Post Weld Heat Treatment***

Raurimin Karawa\*, Karel Tikupadang, Corvis L. Ranrererung  
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar

\*Email : [nafhiraaurimin@gmail.com](mailto:nafhiraaurimin@gmail.com)

<https://doi.org/10.63365/5avdd186>

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro baja ST 41 hasil pengelasan MIG dengan variasi temperatur 250 °C, 300 °C, 350 °C, dan 400 °C. Hasil uji tarik menunjukkan kekuatan tertinggi pada temperatur 250 °C sebesar 465,3 N/mm<sup>2</sup> dan terendah pada 400 °C sebesar 364,38 N/mm<sup>2</sup>. Pengamatan struktur mikro memperlihatkan dominasi martensit pada temperatur rendah, sedangkan pada 350 °C–400 °C didominasi ferrit dan pearlit dengan kecenderungan over-tempering pada 400 °C. PWHT terbukti memengaruhi sifat mekanik dan struktur mikro, di mana temperatur 300 °C – 350 °C memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan dan keuletan.

**Kata Kunci:** PWHT, MIG, baja ST41, uji tarik, struktur mikro.

#### **Abstract**

This study aims to determine the effect of PWHT (Post Weld Heat Treatment) on the tensile strength and microstructure of ST 41 steel resulting from MIG welding, with temperature variations of 250 °C, 300 °C, 350 °C, and 400 °C. The tensile test results show the highest strength at 250 °C with 465.3 N/mm<sup>2</sup> and the lowest at 400 °C with 364.38 N/mm<sup>2</sup>. Microstructure observation reveals a dominance of martensite at low temperatures, while at 350 °C–400 °C, it is dominated by ferrite and pearlite with a tendency towards over-tempering at 400 °C. PWHT has proven to affect the mechanical properties and microstructure, where temperatures of 300 °C – 350 °C provide the best balance between strength and ductility.

**Keywords:** PWHT, MIG, ST41 steel, tensile test, microstructure.

#### **Pendahuluan**

Perkembangan teknologi yang berkembang pesat pada saat ini salah satunya adalah pengembangan teknologi dibidang konstruksi yang semakin maju dan tidak dapat dipisahkan dari penggunaan pengelasan karena mempunyai peranan penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan unsur pengelasan khususnya bidang rancang bangun. Sambungan las

merupakan salah satu jenis sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya (Huda, N. 2019).

Las MIG lebih dikenal sebagai mesin las busur gas, sehingga dapat disebut juga GMAW (Gas Metal Arc Welding) yaitu Suatu proses pengelasan

busur listrik. Pada las MIG kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektrode yang diumpankan secara kontinyu. Kawat las yang digunakan biasanya berupa kawat yang digulung dalam gulungan besar. Kawat las diumpankan melalui pemegang elektrode (torch) dari mekanisme pengumpan kawat (wire feeder), selanjutnya kawat las bila mengenai benda kerja akan bereaksi menghasilkan poros busur listrik yang diselubungi oleh gas (Sidi, P. 2011).

Pada umumnya las MIG (Metal Inert Gas) dapat digunakan secara memuaskan, kecuali satu hal yaitu cara ini agak sukar untuk pengelasan posisi tegak dan untuk pelat – pelat tipis. Hal ini dapat diperbaiki dengan menggunakan arus rendah yang mengakibatkan proses pemindahan sembur tidak terjadi. Karena CO<sub>2</sub> adalah oksidator, maka cara ini kebanyakan digunakan untuk mengelas konstruksi baja (Januar, A. 2016).

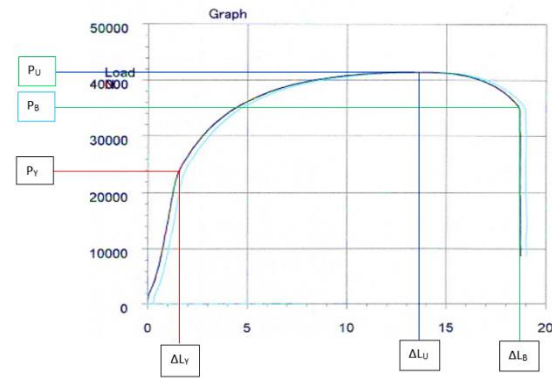
Metode Penelitian ini adalah baja ST 41 dengan pengelasan yang digunakan adalah pengelasan MIG (Metal Inert Gas) yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian meliputi pengujian tarik, pengujian struktur mikro.

## Hasil dan Pembahasan

### Analisa Data Uji Tarik

Berdasarkan hasil uji tarik dari salah satu spesimen baja karbon pengelasan MIG dengan variasi temperatur sesudah pengelasan diketahui dimensi (Berdasarkan standar uji tarik ASTM E8): panjang 60 mm, luas penampang 80 mm<sup>2</sup>, dengan tebal spesimen 4 mm.

Berdasarkan persamaan saat ini, spesimen akan dimanfaatkan melalui data hasil uji tarik dimana sudah dijalankan yakni spesimen tanpa perlakuan pengelasan (spesimen normal) melalui data hasil pengujian diketahui grafik hasil pengujian sebagai berikut:.



**Gambar 1.** Grafik Hasil Pengujian Tarik Spesimen Normal

Beban yielding ( $P_Y$ ) = 20400 N

Beban Ultimate ( $P_U$ ) = 41414 N

Beban Break ( $P_B$ ) = 34500 N

$\Delta L_Y$  = 1,50 mm

$\Delta L_U$  = 13,70 mm

$\Delta L_B$  = 18,80 mm

a. Batas yielding ( $y$ )

1. Tegangan yielding ( $\sigma_y$ )

$$\sigma_y = \frac{P_y}{A_o}$$

$$\sigma_y = \frac{20400 \text{ N}}{80 \text{ mm}^2} \text{ m}$$

$$\sigma_y = 255 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 255 \text{ MPa}$$

2. Regangan yielding ( $\epsilon_y$ )

$$\epsilon_y = \frac{\Delta L_y}{L_o} 100\%$$

$$\epsilon_y = \frac{\Delta L_y}{L_o} 100\%$$

$$\epsilon_y = \frac{1,50 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\epsilon_y = 0,025 \%$$

3. Elastisitas yielding ( $E_Y$ )

$$E_Y = \frac{\sigma_y}{\epsilon_y}$$

$$E_Y = \frac{255 \text{ N/mm}^2}{0,025}$$

$$E_Y = 10200 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 10200 \text{ Mpa}$$

## b. Batas Ultimate (U)

1. Tegangan Ultimate ( $\sigma_U$ )

$$\sigma_U = \frac{P_U}{A_o}$$

$$\sigma_U = \frac{41414 \text{ N}}{80 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_U = 517,68 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$= 517,68 \text{ Mpa}$$

2. Regangan Ultimate ( $\epsilon_U$ )

$$\epsilon_U = \frac{\Delta L_U}{L_o} 100\%$$

$$\epsilon_U = \frac{13,70 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\epsilon_U = 0,228\%$$

3. Elastisitas Ultimate ( $E_U$ )

$$E_U = \frac{\sigma_U}{\epsilon_U}$$

$$= \frac{517,68 \text{ N/mm}^2}{0,228\%}$$

$$= 2270,52 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} = 2.270,52 \text{ Mpa}$$

## c. Batas Break (B)

1. Tegangan Break ( $\sigma_B$ )

$$\sigma_B = \frac{P_B}{A_o}$$

$$\sigma_B = \frac{34500 \text{ N}}{80 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_B = 431,25 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

2. Regangan Break ( $\epsilon_B$ )

$$\epsilon_B = \frac{\Delta L_B}{L_o} 100\%$$

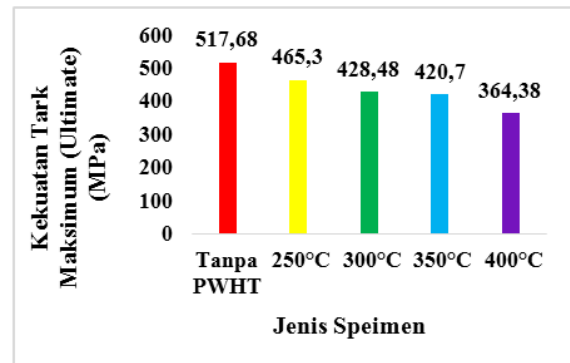
$$\epsilon_B = \frac{18,80 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \times 100\%$$

$$\epsilon_B = 0,31\%$$

3. Elastisitas Break ( $E_B$ )

$$E_B = \frac{\sigma_B}{\epsilon_B}$$

$$E_B = \frac{431,25 \text{ N/mm}^2}{0,31\%}$$



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Tegangan Tarik Batas Maksimum (Ultimate) VS Variasi Temperatur PWHT

Grafik ini menunjukkan bahwa nilai tegangan tarik berbeda di setiap variasi temperatur dimana tegangan tarik maksimum berbeda setiap variasi temperatur dimana tegangan tarik maksimum dengan spesimen normal tercatat pada nilai 517,68 N/mm<sup>2</sup>, pada temperatur 250 °C tercatat pada nilai 465,3 N/mm<sup>2</sup>, pada temperatur 300 °C tercatat pada nilai 428,48 N/mm<sup>2</sup>, pada temperatur 350 °C tercatat pada nilai 420,7 N/mm<sup>2</sup>, pada temperatur 400 °C tercatat pada nilai 364,38 N/mm<sup>2</sup>. Dimana nilai tegangan tarik maksimum tertinggi terjadi pada temperatur 250 °C yang tercatat nilai 465,3 N/mm<sup>2</sup> dan nilai terendah pada tegangan tarik maksimum terjadi pada temperatur 400 °C tercatat dengan nilai 364,38 N/mm<sup>2</sup>.

Sedangkan Pengamatan terhadap struktur mikro dilakukan pada daerah pada spesimen yaitu pada logam las. Perlakuan PWHT pada temperatur yang berbeda memberikan pengaruh langsung terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik material. Pada temperatur 250 °C, struktur mikro menunjukkan dominasi martensit dengan daerah HAZ yang sempit dan keras, sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi, namun material menjadi getas. Pada temperatur 300 °C, struktur mikro mulai sama dengan ferrit dan pearlit yang halus, menandakan proses tempering berlangsung efektif. Hasilnya,

kekuatan tarik tetap tinggi dan keuletan meningkat, menjadikan temperatur ini sebagai kondisi paling seimbang antara kekuatan dan keuletan.

Ketika PWHT dilakukan pada temperatur 350 °C, struktur mikro menunjukkan pelunakan yang lebih merata, dengan batas antara logam las dan logam induk yang tidak terlalu tajam. Martensit hampir hilang, digantikan oleh ferrit dan pearlit, menyebabkan kekuatan tarik menurun namun keuletan meningkat. Sementara itu, pada temperatur 400 °C, terjadi over-tempering di mana struktur mikro menjadi kasar dengan butiran ferrit yang membesar dan distribusi pearlit yang tidak merata. Hal ini menyebabkan logam sangat ulet, tetapi kekuatan tariknya menurun secara signifikan.

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Variasi temperatur PWHT (250 °C, 300 °C, 350 °C, dan 400 °C) memberikan pengaruh signifikan terhadap kekuatan tarik baja ST 41 hasil pengelasan MIG. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada temperatur 250 °C sebesar 465,3 N/mm<sup>2</sup>, sedangkan kekuatan tarik terendah terjadi pada temperatur 400 °C sebesar 364,38 N/mm<sup>2</sup>.
2. Struktur mikro baja ST 41 setelah PWHT mengalami perubahan sesuai variasi temperatur. Pada temperatur 250 °C masih terdapat martensit dalam jumlah kecil, yang membuat material kuat namun getas. Pada 300 °C terjadi tempering martensit yang menghasilkan kombinasi kekuatan dan keuletan lebih seimbang. Pada 350 °C martensit hampir hilang dan didominasi ferrit-pearlit sehingga material lebih ulet, meskipun kekuatan tarik menurun. Pada 400 °C terjadi over-tempering dengan butiran ferrit membesar dan pearlit kasar, sehingga material menjadi sangat ulet tetapi kekuatan tarik berkurang drastis.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditujukan kepada orang tua, saudara, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan, baik secara langsung

maupun tidak langsung, dalam proses penelitian ini. Tanpa dukungan kalian, penelitian ini tidak akan dapat diselesaikan dengan baik. Dukungan, doa, dan dorongan yang diberikan sangat berarti. Kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu, terima kasih banyak atas kontribusi dan bantuannya.

### Daftar Pustaka

- Taryana, A. (2017). Analisis sifat mekanik baja SKD 61 dengan baja ST 41 dilakukan hardening dengan variasi temperatur. *Bina Teknika*, 13(2), 189-199.
- Huda, N. (2019). Pengaruh Kuat Arus Terhadap Uji Tari Material Baja Karbon Rendah Menggunakan Metal Inert Gas (MIG). *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 2(1), 219-229.
- Callister, W. D. (2007). *Materials science and engineering: An introduction* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Komarudin, M. (2023). ANALISA KEKUATAN MEKANIS PADA BAJA ST 42 DENGAN VARIASI KETEBALAN LAPISAN KARBON FIBER (Doctoral dissertation, INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG).