

Analisa Pengaruh Preheating dan Post Weld Quench terhadap Kekuatan dan Struktur Mikro Baja S45C dengan Pengelasan Shielded Metal Arc Welding

Arif Rachman*, Iman Dirja, Reza Setiawan

Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Singa Perbangsa

*Penulis korespondensi: arifrachman0044@gmail.com

Histori artikel: diserahkan 4 Juli 2024, direview 30 November 2024, direvisi 13 April 2025

ABSTRACT

In many industrial contexts, steel is an everyday material. The technique of attaching metal parts using heat energy, known as welding, is something we encounter often; S45C is one of several steels that are used in machine construction. Protected metal arc welding is one type of welding that we come across frequently. Unwanted metallurgical changes, deformation, or residual stress in the base metal might occur as a consequence of uneven or excessive heating. A better method is to heat it up beforehand, often known as preheating, before welding. Determining the effect of preheating on the hardness of S45C steel during welding is one of the primary aims of this study. (2) to understand how changes in temperature and time affect the microstructure of S45C steel during welding and how it affects the final product. (3) ascertain the effect of temperature and duration on the resulting hardness of S45C steel welding. During the preheating procedure, the temperature is varied between 160 and 260 degrees Celsius, and the waiting periods are 7, 15, and 20 minutes, respectively. Hardness and microstructure testing, also known as metalografi, is performed on S45C steel after shielded metal arc welding (SMAW) to ascertain the degree of hardness and microstructure of the steel.

Keywords: SMAW, S45C Material

DOI : <https://doi.org/10.18196/jqt.v6i2.23046>

WEB : <https://journal.umsida.ac.id/index.php/qt/article/view/23046>

PENDAHULUAN

Pengelasan telah menggantikan metode lain sebagai pilihan utama untuk membangun karena kemajuan teknologi dan kebutuhan untuk menciptakan struktur yang kokoh. Oleh karena itu, untuk bangunan yang kokoh, aman, dan tahan lama, hasil pengelasan yang berkualitas tinggi sangat penting. Kualitas pengelasan dapat diketahui dengan melihat struktur material dan penampilannya (Saputro, 2021).

Tujuan dari perlakuan panas adalah untuk mendapatkan sifat pendinginan logam padat yang diperlukan dengan memanaskan dan mendinginkan logam padat secara berulang-ulang. Logam mengalami perubahan struktur mikro, kristalografi, dan transformasi fasa saat terkena panas. Ketika baja dipanaskan, baja menjadi lebih keras, lebih kuat, lebih ulet, dan tahan terhadap benturan. Mengontrol pemanasan dan pendinginan diperlukan untuk perlakuan panas baja. Industri otomotif, perkapalan, dan struktural menggunakan perlakuan panas dan pendinginan. Quenching adalah metode perlakuan panas pendinginan. Suhu tertentu

digunakan untuk memadamkan baja karbon untuk meningkatkan karakteristiknya. baja karbon dengan memanaskannya hingga padat dan mendinginkannya dalam air, minyak, atau media pendingin lainnya. Logam dapat kehilangan kerapuhan dan karakteristik kelelahan setelah perlakuan panas Quenching. Logam membutuhkan perawatan permukaan untuk memperbaikinya (Ridono *et al.*, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh (Priyambodo *et al.*, 2021) menghasilkan S45C, baja karbon menengah komersial yang sering digunakan dalam komponen mobil, adalah material yang dijadikan sampel untuk penelitian ini.

Berdasarkan informasi yang diberikan, proyek penelitian ini berusaha untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut: Bagaimana pemanasan awal mempengaruhi kekuatan tarik dan struktur mikro las SMAW (pengelasan busur logam terlindung) pada lembaran baja S45C Pengujian tarik media quenching, kekerasan, dan struktur mikro untuk menentukan nilai optimal dan bagaimana suhu pemanasan awal mempengaruhi lebar zona yang terpengaruh panas (HAZ) (Wibowo, 2016).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memperjelas besarnya pengaruh pemanasan awal terhadap struktur berdasarkan hasil analisis struktur mikro (metalografi), dan memahami struktur yang terbentuk akibat pengaruh laju pendinginan. Pengaruh pemanasan awal pada pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik (kekuatan tarik) baja S45C untuk mengetahui nilai optimal dari hasil pemanasan awal dan pasca pengelasan pada pengelasan SMAW (Yaqin et al., 2019).

Kelebihan dari penelitian ini adalah peneliti mengetahui dan dapat mengetahui tentang metode pengelasan SMAW, dapat mengetahui spesifikasi bahan uji yang dijadikan bahan sampel, dan mempunyai pengetahuan tentang teknik pengujian destruktif (DT) khususnya pengujian Ada satu hal yang bisa disebutkan Pemeriksaan metalografi (Anwar, 2017). Material yang digunakan adalah baja S45C dengan sambungan butt (single V joint), dilas SMAW menggunakan elektroda E-10018 diameter 3,2 mm dengan rentang arus 90 hingga 150. Menurut WPS yang setara dengan baja AISI 1045, oli digunakan untuk proses pendinginan, pengujian tarik dilakukan dengan pengujian tarik, dan pengujian mikrostruktur dilakukan dengan pemeriksaan metalografi (Dadang, 2013).

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Penelitian ini memakai alat: Mesin las SMAW, Peralatan pengelasan, Penggaris, Jangka sorong, Bevel (pengukur sudut), Kikir, Ampelas, Mesin gergaji dan perlengkapannya, Mesin frais vertikal dan perlengkapannya, Alat foto mikro: Metallurgical Microscop With Inverted “Olympus PME 3”, Alat uji tarik: Universal Testing Machine “Controlab”. Bahan yang digunakan: Material baja S45C, Elektroda E-10018 diameter 3,2 mm

Karakteristik Bahan

Komposisi kimia (Chemical Composition baja S45C) : Karbon organik (C) 0,42% hingga 0,50, Sembilan puluh tujuh persen besi, Dari 0,15 hingga 3,35 persen silikon (Si), Mangan (Mn) berkisar antara 0,50-0,80, Fosfor (P) 0,030 persen Jumlah maksimum belerang (S): 0,035% - Maksimum.

Berat per meter kubik: 7700 hingga 8030, 190-210 GPa untuk Modulus Young, Kekuatan tarik standar: 569 MPa; Quench dan Tempering: 490 MPa, (0,027 - 0,30) adalah rasio Poisson. Kekerasan Brinell Anil (HB): 160-220 (Syamsuir et al., 2022).

Prosedur Penelitian

Pembuatan kampuh “V” tunggal, kemudian dibuat pengelasan atau penyambungan material menggunakan metode SMAW. Pengujian menggunakan mesin uji Tarik dengan mengacu pada standar ASTM E8M 16a, uji kekerasan, dan uji struktur mikro dengan Kamera Nikon Olympus PME 3 sesuai dengan standar referensi E 407-07 (*Standard Practice for Microetching Metals & Alloys*). Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh *preheating* (Gambar 1) dan *post weld quench* terhadap kekuatan dan struktur mikro baja S45C dengan pengelasan SMAW. Analisis data dilakukan dengan membandingkan hasil pengujian yang telah dilakukan, perbandingan dilakukan dengan data yang telah diambil dari masing-masing specimen, yaitu perbandingan antara specimen yang tidak melalui proses pendinginan celup ke media oli dengan spesimen yang melalui proses pendinginan di temperatur ruangan dengan variasinya masing-masing (Cahyono, 2018).



GAMBAR 1. Proses preheating pada spesimen

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian pengelasan menggunakan bahan pelat baja S45C dengan *preheat* dan *postweld* (PWHT) *quench* menggunakan pengelasan SMAW diuraikan pada Tabel 1. Kekuatan tertinggi dari suatu bahan ditentukan dengan melakukan uji tarik. Pengujian tarik memungkinkan kita untuk menentukan tegangan, regangan, dan elastisitas akhir spesimen (Gambar 2). Ukuran dan bentuk spesimen yang diuji sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh ASTM E8M8-16a (Mustafid et al., 2017).

TABEL 1. Hasil pengujian uji tarik

Uraian	Spesimen 1	Spesimen 2	Spesimen 3	Spesimen 4
Tebal Awal, T (mm)	9,94	10,02	10,09	9,59
Lebar Awal, W(mm)	12,21	12,48	12,09	12,36
Luas Penampang Awal $A_0(\text{mm}^2)$	121,37	125,05	121,99	118,53
Panjang Ukur (mm)	50,00	50,00	50,00	50,00
Beban Tarik maksimum, F_{max} (kgf)	7500	7700	7500	7600
Kuat tarik, (kgf/mm ²)	61,79	61,58	61,48	64,12
Panjang pasca Patah (mm)	51,05	51,37	51,99	51,84
Regangan dalam 50 mm (%)	2,1	2,74	3,98	3,68
Hasil ikhwal	Putus di base metal			

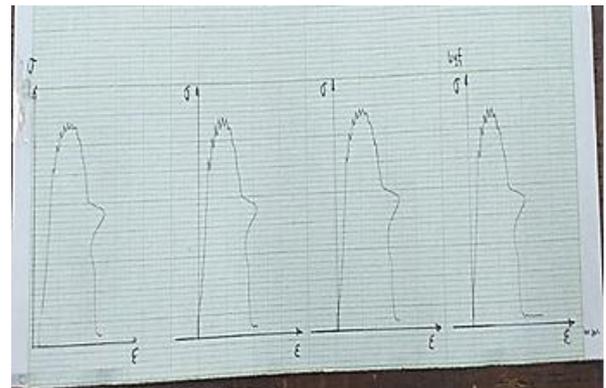
Tabel 1 menunjukkan bahwa spesimen yang didinginkan menggunakan media udara memiliki kekuatan tarik rata-rata tertinggi. Menggunakan oli sebagai agen pendingin menghasilkan material yang memiliki kekuatan tarik terburuk. Material yang mengalami proses pendinginan dengan metode oli memiliki kekuatan tarik terendah, yang menunjukkan bahwa spesimen yang mengandung komposisi ini masih rapuh. Selain itu, data yang ditunjukkan pada tabel menunjukkan bahwa spesimen yang didinginkan menggunakan udara atau tidak dicelupkan ke dalam oli mencapai pertambahan panjang terbesar, dengan rata-rata pertambahan panjang sebesar 3,88%. Nilai 2,42% merupakan nilai rata-rata untuk nilai perpanjangan material yang didinginkan menggunakan teknik oli. Keuletan suatu bahan dapat diketahui dengan melihat nilai elongasinya (Al Fikri *et al.*, 2022).



GAMBAR 2. Hasil patahan spesimen setelah dilakukan uji tarik

Pengamatan struktur mikro untuk mengungkapkan struktur internal spesimen. Struktur setiap spesimen bervariasi sesuai dengan metode perawatan. Mikroskop optik digunakan untuk menangkap struktur mikro dari hasil penelitian. Berikut ini adalah bentuk penampang mikro pada perbesaran

750x: Dengan menggunakan etsa nital 2%, daerah Bm-HAZ diperbesar 750 kali untuk mendapatkan gambar mikro. Struktur mikro menghasilkan campuran kompleks ferit berwarna cerah dan perlit berwarna gelap, serta butiran karbida. Analisis Struktur Mikro (Al Fikri *et al.*, 2022). Kurva hasil pengujian pada kertas milimeter blok kurva regangan – tegangan ditunjukkan pada Gambar 3.



GAMBAR 3. Kurva hasil pengujian tarik dari keempat spesimen

Dengan membandingkan struktur mikro spesimen sebelum dan sesudah berbagai teknik pendinginan, seseorang dapat menentukan jenis struktur yang terbentuk. Untuk melihat struktur mikro dengan pembesaran 100 X yang terbentuk menggunakan Nikon Camera Olympus BX53 M dengan setandar acuan E 407- 07. Efek karburasi pada berbagai jenis spesimen dipelajari dengan melakukan pengukuran yang cermat terhadap struktur yang dihasilkan. Berikut ini adalah hasil pengamatan struktur mikro yang dilakukan pada spesimen sebelum karburasi padat. Spesimen dengan menggunakan perlakuan pendinginan metoda udara terlihat mempunyai rata-rata lebih tinggi untuk hasil dari kuat tarik, dan titik regang. Meskipun hasilnya tampak lebih buruk, namun spesimen yang diperlakukan dengan

pendekatan udara tampak lebih baik daripada yang diperlakukan dengan cara pendinginan oli.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa SMAW dinilai ekonomis dibandingkan jenis pengelasan lainnya dan merupakan jenis pengelasan yang umum digunakan. Pendinginan cepat berdampak buruk pada sifat fisik dan mekanik. Untuk mencegah hal ini dilakukan pemanasan awal sebelum pengelasan dan perlakuan panas setelah pengelasan. Hasil uji struktur mikro pada saat pengelasan tanpa perlakuan dan tanpa pemanasan awal memasukkan situs Widmann pada zona las, sedangkan pada sampel PWHT dan Pemanasan Awal + PWHT tidak menunjukkan situs Widmann dan butirannya lebih banyak menjadi sangat kecil. Hasil uji SEM terhadap rekahan pada sampel PWHT termasuk satu rekahan pit. Hal ini menunjukkan sampel mengalami patah ulet sehingga menunjukkan hasil pengelasan yang baik.

Sebelum dan sesudah perlakuan panas dapat mempengaruhi struktur mikro dan kekuatan tarik logam las. Struktur utama logam las adalah ferit halus dan ferit batas butir, namun pada HAZ, ferit halus merupakan struktur utamanya. Melalui perlakuan pemanasan awal dan pasca pemanasan, struktur perlit di HAZ dikurangi dan ditutup dengan struktur ferit, yang meningkatkan ukuran dan panjangnya. Kekuatan tarik sampel yang diberi perlakuan sebelum dan sesudah pemanasan 150°C + 450°C mencatat peningkatan tertinggi sebesar 7,80 persen dibandingkan sampel tanpa perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Eka Setyawan, P., Surya Irawan, Y., & Suprpto, W. (2014). Kekuatan Tarik dan Porositas Hasil Sambungan Las Gesek Aluminium 6061 dengan Berbagai Suhu Aging. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 5(2), 141–148.
- Faruq, A., & Rasyid, A. (2020). Pengaruh Sudut Chamfer Male – Female Dan Tekanan Gesek Pada Proses Friction Welding Baja Karbon S45c Terhadap Kekuatan Tarik Dan Struktur Mikro. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Unesa*, 1(1), 0–216.
- Fatkhurrohman, F., Ismail, I., & Yudhanto, F. (2022). Analisis Kekuatan Bending Komposit Lamina Serat Ijuk Anyam dan Serat Ijuk Acak bermatriks Polyester. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 4(1), 55–61. <https://doi.org/10.18196/jqt.v4i1.16593>
- Hakim, Lukman et al., 2018. (2018). *Pengaruh Variasi Tekanan Gesek Terhadap Kekuatan Tarik Struktur Mikro Dan Kekerasan Sambungan Las Metode Continuous Drive Friction Welding Bahan Silinder Pejal Logam Stainless Steel 304*. 1–10.
- Husodo, N., Sanyoto, B. L., Setyawati, S. B., & Mursid, M. (2013). Penerapan Teknologi Las Gesek (Friction Welding) dalam Rangka Penyambungan Dua Buah Logam Baja Karbon St41 pada Produk Back Spring Pin. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(1), 43–52.
- Kasijanto, K., Wahjudi, S., & Listiono, L. (2018). Pengaruh Konfigurasi Sudut Chamfer Male-Female dan Lama Gesek Terhadap Karakteristik Hasil Pengelasan dan Kekuatan Tarik Paduan Aluminium 6061. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 1(02), 01–08. <https://doi.org/10.33795/jetm.v1i02.18>
- Kido, M. I., Sugiarto, S., & Darmadi, D. B. (2021). Perubahan Sifat Mekanik Hasil Pengelasan Gesek Aluminium 6061 Akibat Perubahan Temperatur Lingkungan. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 12(1), 95. <https://doi.org/10.21776/ub.jrm.2021.012.01.11>
- Ridono, T. W., Zaenudin, M., & Gamayel, A. (2024). Simulasi Dan Analisis Desain Mold Dengan Software Autodesk Fusion 360 Untuk Produk Aksesoris. *Quantum Teknika : Jurnal Teknik Mesin Terapan*, 25(1), 11–20.
- Solihin, Sukmana, I., & Ummah, K. (2018). Pengaruh waktu kontak terhadap kualitas sambungan hasil las gesek (Friction Welding) Magnesium AZ-31. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 10(1), 4–7.
- Sugianto, H. (2016). *Pengaruh Waktu Gesek Dan Sudut Chamfer Terhadap Sifat Mekanik Hasil Lasan Aluminium 6061 Pada Proses Friction Welding*. 1–61.
- Tsamroh, D. I., & Riza Fauzy, M. (2022). Peningkatan Sifat Mekanik Al6061 Melalui Heat Treatment Natural-Artificial Aging. *G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan*, 6(1), 8–13. <https://doi.org/10.33379/gtech.v6i1.1217>