

ANALISA PENGARUH VARIASI ARUS TERHADAP SIFAT MEKANIK PENGELASAN *UPHILL* PADA BAJA ST 47

Marianus Massangka¹, Kristiana Pasau², Atus Buku³

¹Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Kristen Indonesia Paulus
Jl. Perintis Kemerdekaan Km 13 Daya Makassar, 90243
Email korespondensi: marianusmassangka@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi arus listrik terhadap sifat mekanik hasil pengelasan *uphill* pada baja karbon. Proses pengelasan *uphill* sering digunakan untuk aplikasi dengan posisi vertikal yang memerlukan kontrol parameter pengelasan yang tepat guna menghasilkan sambungan las berkualitas tinggi. Metode penelitian ini adalah baja ST 47 dengan variasi kuat arus 70 A ampere, 80 ampere, dan 90 ampere yang digunakan dalam penelitian ini. Pengujian meliputi kekuatan tarik dan kekerasan, pada logam las dan daerah yang terkena panas (*Heat Affected Zone/HAZ*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa variasi arus terhadap kekuatan tarik pada baja ST 47 yang mengalami pengelasan SMAW yaitu pada nilai kekuatan tarik maksimum dengan nilai tertinggi terjadi pada spesimen arus 90 A dengan nilai 41,08 kgf/mm² dan nilai kekuatan tarik maksimum terendah terjadi pada spesimen arus 70 A dengan nilai 36,1 kgf/mm². Pada variasi arus terhadap kekerasan pada baja ST 47 yang mengalami pengelasan SMAW yaitu nilai pada daerah las tertinggi terjadi pada arus 70 A dengan nilai 107 RHN dan nilai kekerasan terendah terjadi pada spesimen arus 90 A dengan nilai 105,5 RHN. Pada nilai kekerasan HAZ dengan nilai tertinggi terjadi pada spesimen arus 70 A dengan nilai 104,09 RHN dan untuk nilai terendah pada HAZ terjadi pada spesimen arus 90 A dengan nilai 100,01 RHN.

Kata kunci: Pengelasan *Uphill*, Baja Karbon ST 47, Variasi Arus, Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Kekerasan.

Abstract

This research aims to analyze the effect of variations in electric current on the mechanical properties of uphill welding results on carbon of 70 A amperes, 80 amperes, and 90 amperes used in this research. Testing includes tensile strength and hardness, on the weld metal and the heat affected zone (HAZ). The results of this study indicate that the variation of current on tensile strength in ST 47 steel undergoing SMAW welding is at the maximum tensile strength value with the highest value occurring in the 90 A current specimen with a value of 41,08 kgf / mm² and the lowest maximum tensile strength value occurring in the 70 A current specimen with a value of 36,1 kgf / mm². In the variation of current on hardness in ST 47 steel undergoing SMAW welding, the highest value in the weld area occurs at a current of 70 A with a value of 107 RHN and the lowest hardness value occurs in the 90 A current specimen with a value of 105.5 RHN. At the HAZ hardness value with the highest value occurring in the 70 A current specimen with a value of 104.09 RHN and for the lowest value in the HAZ occurring in the 90 A current specimen with a value of 100.01 RHN.

Keywords: Uphill Welding, Carbon Steel ST 47, Current Variation, Tensile Strength and Hardness Strength.

Pendahuluan

Pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan peningkatan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan reparasi produksi logam. Sehingga hampir tidak mungkin Pembangunan suatu pabrik melibatkan unsur pengelasan [1].

Faktor yang mempengaruhi hasil las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi proses pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut [2].

Penyetelan kuat arus pengelasan akan mempengaruhi hasil las bila arus yang digunakan terlalu rendah akan

menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik [3,4]. Listrik yang terjadi menjadi tidak ada panas yang terjadi tidak cukup untuk melelehkan elektroda dan bahan dasar sehingga hasilnya merupakan rigi-rigi las yang kecil dan tidak rata serta penembusan kurang dalam, sebaliknya bila arus terlalu tinggi maka elektroda akan mencair terlalu cepat dan akan menghasilkan permukaan las yang lebih lebar dan penembusan yang dalam sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang rendah dan menambah kerapuhan dari hasil pengelasan [5]

Baja merupakan salah satu logam yang banyak digunakan dalam berbagai bidang, terutama dalam bidang industri permesinan dan konstruksi [6]. Salah satu dari sekian jenis baja adalah baja AISI 1045 dan

baja AISI D2 yang tergolong dalam baja paduan karbon yang banyak digunakan sebagai bahan utama pada mesin seperti gear, batang penghubung piston dan terutama poros pada kendaraan bermotor dan industri. Baja adalah material yang memiliki sifat ulet mudah dibentuk, selain itu baja dengan unsur utama Fe dan C bisa dipadukan dengan unsur lain seperti Cr, Ni, Ti, untuk mendapatkan sifat mekanik seperti yang diinginkan [7].

Proses penyambungan logam tidak hanya dapat dilihat dari menyambung atau tidaknya benda yang dilas [8]. Hasil pengelasan dapat diuji menggunakan uji tarik dan uji kekerasan [9]. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “Analisa Pengaruh Variasi Arus Terhadap Sifat Mekanik Pengelasan *Uphill* Pada Baja ST 47”.

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kekuatan tarik pengelasan *uphill* pada baja ST 47 akibat pengaruh variasi arus.
2. Untuk mengetahui kekerasan pengelasan *uphill* pada baja ST 47 akibat pengaruh variasi arus.

Metode

Metode penelitian ini adalah baja ST 47 dengan variasi kuat arus 70 A ampere, 80 ampere, dan 90 ampere yang digunakan dalam penelitian ini [10]. Pengujian meliputi kekuatan tarik dan kekerasan, pada logam las dan daerah yang terkena panas (*Heat Affected Zone/HAZ*) [10].

Hasil dan Pembahasan

Analisa Data Kekuatan Uji Tarik

Dari hasil pengujian tarik, dilakukan perhitungan dan analisis data dengan spesimen awal memiliki panjang 60 mm, lebar 20 mm, dan tebal 5 mm. Salah satu spesimen yang digunakan adalah spesimen tanpa bentuk kampuh (normal) dengan hasil uji menunjukkan beban tarik *yielding* (F_y) sebesar 2906,19 kgf, beban tarik maksimum (F_u) 4671,01 kgf, dan beban tarik patah (F_b) 2927,19 kgf [12].

Spesimen normal baja ST 47 sebelum pengujian memiliki dimensi awal dengan panjang 60 mm, lebar 20 mm, dan tebal 5 mm. Setelah diuji, terjadi perubahan dimensi dengan panjang menjadi 90 mm, lebar 15 mm, dan tebal 3 mm, yang menunjukkan adanya deformasi akibat pengujian.

Luas penampang awal (A_0)

$$\begin{aligned} A_0 &= W_0 \cdot t_0 \\ &= 20 \text{ mm} \cdot 5 \text{ mm} \\ &= 100 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Luas penampang akhir (A_b)

$$\begin{aligned} A_b &= W_p \cdot t_p \\ &= 15 \text{ mm} \cdot 3 \text{ mm} \\ &= 45 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Pertambahan Panjang setelah patah (ΔL)

$$\begin{aligned} \Delta L &= L_b - L_0 \\ &= 90 \text{ mm} - 60 \text{ mm} \\ &= 30 \text{ mm} \end{aligned}$$

Tegangan *yielding* (σ_y)

$$\begin{aligned} \sigma_y &= \frac{F_y}{A_0} \\ &= \frac{2906,19 \text{ kgf}}{100 \text{ mm}^2} \\ &= 29,06 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan maksimum (σ_u)

$$\begin{aligned} \sigma_u &= \frac{F_u}{A_0} \\ &= \frac{4671,01 \text{ kgf}}{100 \text{ mm}^2} \\ &= 46,71 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Tegangan patah (σ_b)

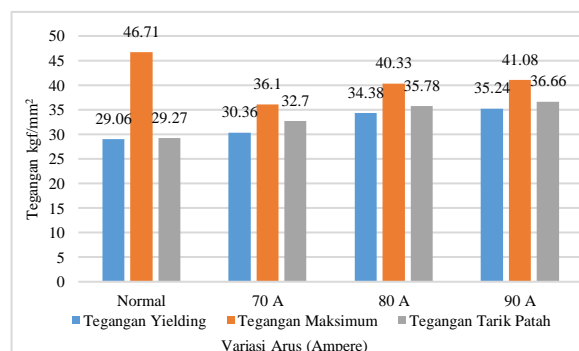
$$\begin{aligned} \sigma_b &= \frac{F_b}{A_0} \\ &= \frac{2927,19 \text{ kgf}}{100 \text{ mm}^2} \\ &= 29,27 \text{ kgf/mm}^2 \end{aligned}$$

Regangan (ϵ)

$$\begin{aligned} \epsilon &= \frac{L_b - L_0}{L_0} \cdot 100\% \\ &= \frac{90 \text{ mm} - 60 \text{ mm}}{60 \text{ mm}} \cdot 100\% \\ &= 50\% \end{aligned}$$

Reduksi penampang (Q)

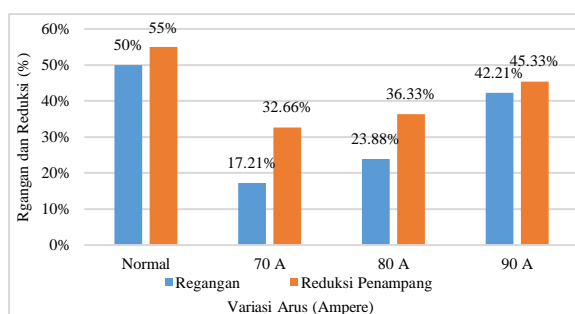
$$\begin{aligned} Q &= \frac{A_0 - A_b}{A_0} \cdot 100\% \\ &= \frac{100 \text{ mm}^2 - 45 \text{ mm}^2}{100 \text{ mm}^2} \cdot 100\% \\ &= 55\% \end{aligned}$$



Gambar 1. Grafik Hasil Uji Tarik

Pengujian menunjukkan bahwa tegangan tarik *yielding* meningkat seiring bertambahnya arus listrik, dengan kenaikan tertinggi pada arus 90 A mencapai 35,24 kgf/mm². Hal ini menandakan bahwa arus tinggi memperkuat daya tahan material terhadap gaya tarik. Namun, tegangan tarik maksimum justru menurun akibat pemanasan yang menyebabkan perubahan mikrostruktur, dengan penurunan terbesar terjadi pada arus 70 A. Sementara itu, tegangan tarik patah mengalami peningkatan seiring bertambahnya arus, dengan nilai tertinggi 36,66 kgf/mm² pada arus 90 A, menunjukkan material menjadi lebih tahan terhadap kegagalan akibat patah.

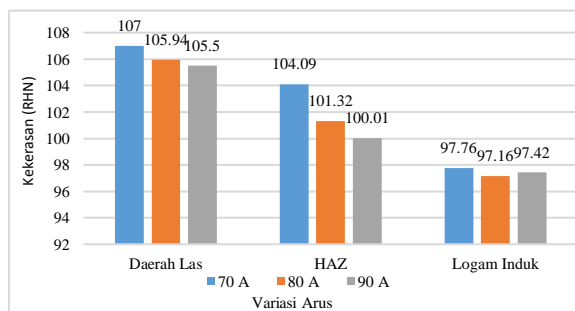
Regangan dan Reduksi Penampang



Gambar 2. Diagram Regangan dan Reduksi Penampang

Regangan spesimen normal mencapai 50%, namun mengalami penurunan seiring peningkatan arus listrik, dengan nilai terendah pada arus 70 A sebesar 17,21%. Pada arus 90 A, regangan meningkat kembali menjadi 42,21%, menunjukkan material tetap memiliki kemampuan deformasi plastis yang baik meskipun mengalami perubahan mikrostruktur. Reduksi penampang spesimen normal tercatat 55%, tetapi menurun signifikan saat arus listrik diterapkan. Pada arus 70 A, reduksi penampang turun menjadi 32,66%, sedangkan pada arus 90 A meningkat kembali menjadi 45,33%. Hal ini menunjukkan bahwa arus tinggi dapat mempertahankan sebagian kemampuan deformasi plastis material.

Uji Kekerasan



Gambar 3. Diagram pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan Rockwell dilakukan dengan 15 penitikan pada setiap spesimen di tiga daerah: daerah las, HAZ, dan logam induk.

Daerah Las

Semakin tinggi arus pengelasan, semakin rendah nilai kekerasan, akibat suhu tinggi yang mengubah struktur mikro menjadi lebih lunak atau rapuh. Pendinginan cepat setelah pengelasan juga berkontribusi terhadap penurunan kekerasan.

HAZ (*Heat-Affected Zone*)

HAZ mengalami penurunan kekerasan seiring peningkatan arus karena perubahan mikrostruktur akibat pemanasan dan pendinginan cepat. Laju pendinginan yang tidak merata dapat menghasilkan struktur yang lebih rapuh, menurunkan kekuatan mekanik material.

Logam Induk

Logam induk tidak mengalami perubahan kekerasan karena berada jauh dari zona pengelasan dan tidak terkena suhu tinggi yang cukup untuk mempengaruhi struktur mikronya.

Kesimpulan

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

1. Variasi arus berpengaruh terhadap kekuatan tarik, dimana kekuatan tarik tertinggi diperoleh sebesar 41,08 kgf/mm² terjadi pada arus 90 A sedangkan kekuatan tarik terendah diperoleh 36,1 kgf/mm² terjadi arus 70 A.
2. Variasi arus berpengaruh terhadap kekerasan, dimana kekerasan tertinggi diperoleh sebesar 107 RHN pada daerah las terjadi pada arus 70 A sedangkan kekerasan terendah diperoleh 105,5 RHN pada daerah las terjadi pada arus 90 A.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya ditujukan kepada Sonda dan Elisabeth Pagayang selaku 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

- [1] Surya, T. (2019). Pengaruh Variasi Kuat Arus Las Listrik Pada Pengelasan Baja C45 Dengan Sudut Kampu V Ganda Terhadap Uji Tarik Dan Uji Impak. *Jurnal Simetri Rekayasa*, 1(1), 25-35.
- [2] Wiryosumarto, (2015). Pengaruh kuat arus listrik pengelasan terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro las smaw dengan elektroda E7016. Trinova budi santoso, solichin, prihanto tri hutomo, pengaruh kuat arus listrik, 57.
- [3] Santoso, T.B., Solichin, S. and 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), p.141149.
- [4] Pratama, R.Y., Basuki, M. and Pranatal, E., 2020, July. Pengaruh variasi arus pengelasan smaw untuk posisi pengelasan cacat 1g pada material baja kapal ss 400 terhadap pengelasan. In *Prosiding Seminar Teknologi Kebumihan dan Kelautan (SEMITAN)* (Vol. 2, No. 1, pp. 203-209).
- [5] Azwinur, A., Ismy, A.S., Nanda, R. and Ferdiyansyah, F., 2020. Pengaruh arus pengelasan SMAW terhadap kekuatan sambungan las double lap joint pada material AISI 1050. *Journal of Welding Technology*, 2(1), pp.1-7.
- [6] Majanasastra, R. B. S. (2013). Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas. *Jurnal ilmiah teknik mesin*, 1(2), 61-66.
- [7] Majanasastra, R.B.S., 2013. Analisis Simulasi Uji Impak Baja Karbon Sedang (AISI 1045) dan Baja Karbon Tinggi (AISI D2) Hasil Perlakuan Panas. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 1(2), pp.61-66.
- [8] Supriatman, A., Adeko, R., Mualim, M., Mulyati, S. and Sumaryono, D., 2017. Analisis Tingkat Pengetahuan, Sikap Dan Penggunaan Apd Pada Pekerja Bengkel Las Listrik Di Kota Bengkulu (Doctoral dissertation, Poltekkes Kemenkes Bengkulu).
- [9] Surahman, A., Mufarida, N.A. and Kosjoko, K., 2023. Pengaruh Variasi Arus Las SMAW Terhadap Uji Tarik dan Uji Kekerasan Serta Struktur Mikro Pada Bahan ST 37. *Journal of Engineering Science and Technology*, 1(3), pp.129-137.
- [10] Putri, F., 2012. Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Jarak Pengelasan Terhadap Nilai Kekerasan Sambungan Las Baja Karbon Rendah Dengan Elektroda 6013 Metode Anava. *AUSTENIT*, 4(01).
- [11] Almuzikri, W.A., Usman, U. and Bukhari, B., 2021. Analisis pengaruh variasi arus terhadap kekuatan tarik dan kekerasan pada pengelasan material SM 400 B. *Journal of welding technology*, 3(2), pp.34-40.
- [12] Antaqiya, F.M.A., Budiarto, U. and Jokosisworo, S., 2019. Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating Pada Pengelasan Shielded Metal Arc Welding (SMAW) Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4).