

PENGARUH VARIASI ARUS TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KEKUATAN SAMBUNGAN PADA PROSES PENGELASAN ALUMINIUM DENGAN METODE MIG

Lastono Aji¹, Tri Widodo Besar Riyadi²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email : D200080022@student.ums.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi otomotif yang mengarah pada efisiensi bahan bakar telah mendorong penggunaan material ringan seperti aluminium. Namun, aluminium memiliki tantangan dalam proses penyambungan, sehingga pemilihan parameter pengelasan yang tepat menjadi krusial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi arus listrik terhadap struktur mikro, kekerasan, dan kekuatan tarik sambungan las pada material aluminium paduan seri 6015 menggunakan metode Metal Inert Gas (MIG). Proses pengelasan dilakukan dengan variasi arus 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, dan 90 A. Pengujian yang dilakukan meliputi analisis struktur mikro, uji kekerasan Vickers pada daerah weld metal, Heat Affected Zone (HAZ), dan logam induk, serta uji kekuatan tarik sesuai standar ASTM. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi arus berpengaruh signifikan terhadap karakteristik sambungan. Peningkatan arus menyebabkan pertumbuhan butir dan pembentukan dendrit yang lebih besar pada daerah lasan. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah HAZ diperoleh pada arus 70 A (50.9 VHN), sedangkan pada daerah lasan, nilai kekerasan tertinggi dicapai pada arus 85 A (67.56 VHN). Kekuatan tarik maksimum sebesar 134.44 N/mm² diperoleh pada penggunaan arus tertinggi, yaitu 90 A. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa kuat arus listrik merupakan parameter kritis yang nyata-nyata memengaruhi sifat mekanik dan metalurgi sambungan las aluminium..

Kata Kunci: Pengelasan MIG, Aluminium 6015, Variasi Arus, Struktur Mikro, Kekerasan, Kekuatan Tarik

Abstract

The development of automotive technology towards fuel efficiency has encouraged the use of lightweight materials such as aluminum. However, aluminum presents challenges in the joining process, making the selection of appropriate welding parameters crucial. This study aims to determine the effect of electric current variations on the microstructure, hardness, and tensile strength of welded joints on 6015 series aluminum alloy using the Metal Inert Gas (MIG) method. The welding process was carried out with current variations of 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, and 90 A. The tests included microstructure analysis, Vickers hardness testing in the weld metal area, Heat Affected Zone (HAZ), and parent metal, as well as tensile strength testing according to ASTM standards. The results showed that the current variation significantly affected the characteristics of the joint. An increase in current caused grain growth and the formation of larger dendrites in the weld area. The highest hardness value in the HAZ was obtained at a current of 70 A (50.9 VHN), while in the weld area, the highest hardness value was achieved at a current of 85 A (67.56 VHN). The maximum tensile strength of 134.44 N/mm² was obtained using the highest current, which was 90 A. From this research, it was concluded that the electric current is a critical parameter that significantly affects the mechanical and metallurgical properties of aluminum welded joints.

Keywords : MIG Welding, Aluminum 6015, Current Variation, Microstructure, Hardness, Tensile Strength.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Keterbatasan sumber energi bahan bakar minyak (BBM) telah menjadi pendorong utama perkembangan teknologi otomotif yang berfokus pada peningkatan efisiensi. Salah satu strategi yang paling efektif untuk mencapai tujuan ini adalah dengan mengurangi berat total kendaraan. Penggunaan material ringan seperti aluminium dan paduannya sebagai pengganti bahan konvensional pada komponen mesin maupun konstruksi kendaraan telah terbukti mampu menurunkan konsumsi BBM secara signifikan. Konsekuensinya, pengembangan proses penyambungan, khususnya pengelasan, untuk material aluminium menjadi sebuah kebutuhan yang sangat penting dalam industri manufaktur modern.

Dalam merancang sebuah sambungan las yang andal, pemahaman mendalam mengenai teknik pengelasan, pengetahuan material, dan perilaku material saat mengalami perlakuan panas adalah faktor fundamental. Pemilihan parameter proses pengelasan—seperti tegangan busur, besar arus listrik, kecepatan pengelasan, dan jenis elektroda—memegang peranan krusial karena akan berdampak langsung terhadap sifat mekanik akhir dari sambungan las (Wiryosumarto, 2000). Tantangan dalam pemilihan parameter ini menjadi lebih kompleks ketika diaplikasikan pada aluminium, yang secara inheren memiliki sifat mampu las yang lebih rendah dibandingkan baja.

Meskipun aluminium memiliki berbagai keunggulan seperti ketahanan korosi, konduktivitas panas dan listrik yang baik, serta massa jenis yang ringan, sifat mampu lasnya yang kurang baik menjadi kendala pada metode pengelasan tradisional. Untuk mengatasi hal ini, metode pengelasan *Metal Inert Gas* (MIG) menjadi solusi yang efektif karena memiliki efisiensi tinggi dan biaya yang relatif rendah. Salah satu parameter kunci dalam pengelasan MIG adalah besar arus listrik, yang secara langsung memengaruhi jumlah masukan panas (*heat input*) ke dalam logam. Sesuai dengan formula yang dikemukakan oleh Cary (1989), besar energi panas berbanding lurus dengan tegangan busur dan kuat arusnya.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, penelitian ini merumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi kuat arus listrik (70 A, 75 A, 80 A, 85 A, dan 90 A) pada proses pengelasan MIG terhadap perubahan **struktur mikro** pada daerah las (*weld metal*), daerah pengaruh panas (*Heat Affected Zone/HAZ*), dan logam induk (*base metal*) pada sambungan aluminium paduan seri 6015?
2. Bagaimana dampak variasi kuat arus listrik tersebut terhadap nilai **kekerasan** pada ketiga daerah sambungan las (daerah las, HAZ, dan logam induk)?
3. Sejauh mana pengaruh variasi kuat arus listrik terhadap **kekuatan tarik** dari sambungan las aluminium paduan seri 6015?
4. Pada tingkat arus berapakah nilai **optimum** untuk kekerasan dan kekuatan tarik sambungan las dapat dicapai?

1.3 Batasan Masalah

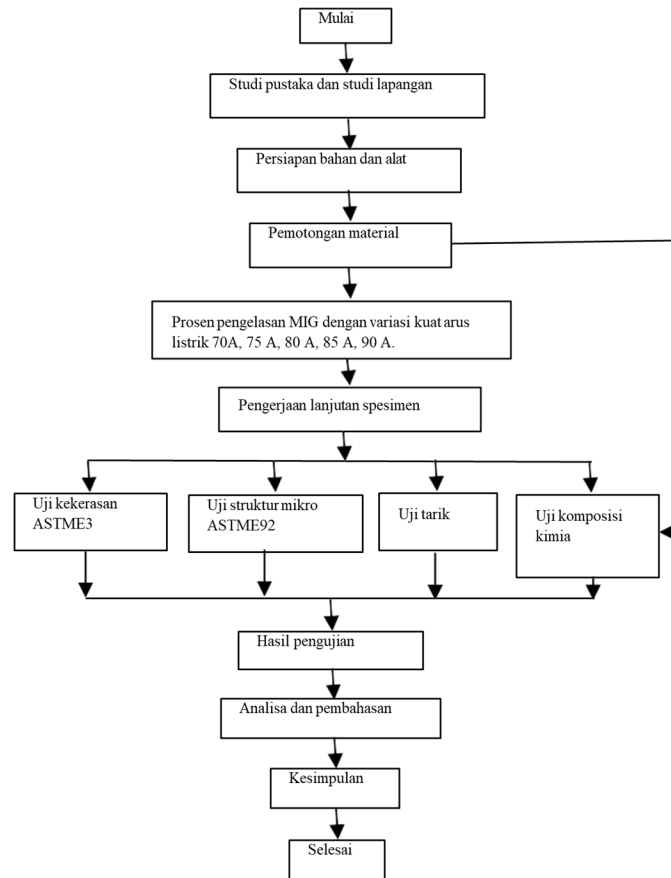
Dalam penelitian ini akan di fokuskan pada proses pengelasan dengan bahan aluminium paduan dengan lima variasi arus yaitu 70 A, 75 A, 80 A, 85 A, 90 A. Sedang struktur mikro diamati pada daerah weld metal, Heat affected zone (HAZ) dan logam induk. Sifat fisik yang diteliti yaitu kekerasan pada ketiga daerah tersebut, sedang sifat mekanik berupa kekuatan tarik yang dilakukan sampai sambungan mengalami patah.

1.4 Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh arus listrik terhadap struktur mikro, kekerasan dan kekuatan tarik produk las Aluminium paduan.
- b. Untuk mengetahui arus listrik yang optimum yang menghasilkan produk yang terbaik.
- c. Untuk memperoleh hasil yang terbaik yang dapat menjadi acuan dalam proses pengajaran pengelasan.

2. METODE

Tahapan ini berisi prosedur dan pelaksanaan penelitian



Gambar 1. Diagram Penelitian

1. Langkah Penelitian

- a. Pembuatan spesimen uji sebanyak 25 buah, masing-masing 5 spesimen untuk tiap arus.
- b. Plat dengan ukuran 90 x 200 mm tiap spesimen dipotong bagian tengahnya dan ujung-ujung yang akan dilas dibuat kampuh V.

- c. Plat di besihkan, kemudian dilakukan pengelasan.

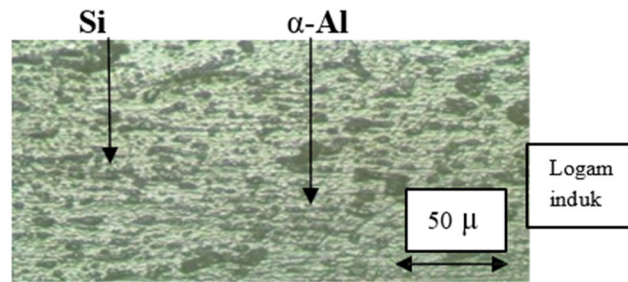
Tabel 1 spesifikasi dan parameter pengelasan

No.	Spesifikasi	Parameter
1	Tipe sambungan	V (70°), <i>single butt weld</i>
2	Jenis material	Aluminium paduan
3	Ketebalan material	5 mm
4	Filler metal	ER 5356
5	Ukuran filler	Ø 0,8 mm
6	Jenis Arus	DC+
7	Kuat arus	70 –90 Amp
8	Voltage	20 – 30 V
9	Kecepatan geser	14-20 cm/min
10	Kecepatan pemakanan kawat	14- 20 m/min
10	Panas input	max 3 kJ/mm
11	Gas pelindung	gas argon
12	Kapasitas gas argon	12 L/min
13	Proses pendinginan	Pendinginan udara

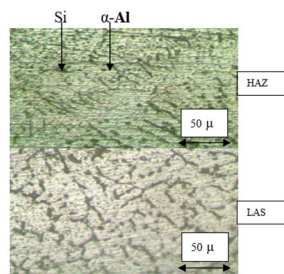
- D. Plat yang sudah dilas dipotong-potong kembali dengan ukuran standard uji tarik, uji foto mikro dan uji kekerasan, diperoleh spesimen 20 buah dengan ukuran 200 x 20 mm buat uji tarik, untuk uji struktur mikro dan kekerasan 5 spesimen dengan ukuran 50 x 7 mm.
- E. Plat yang sudah dipotong-potong kemudian dibuat spesimen uji tarik berdasarkan standard ASTM E 8, uji struktur mikro sekaligus buat uji kekerasan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

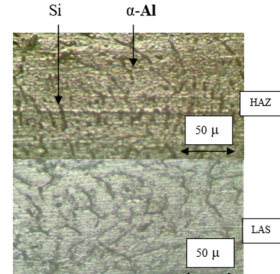
3.1 Hasil Pengujian Struktur Mikro



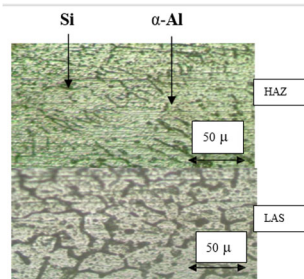
Struktur mikro daerah logam induk menunjukkan tidak adanya perbedaan yang terjadi baik pada metode las dengan arus 70- 90 Ampere. Hal ini dapat terjadi karena daerah logam induk tidak terkena proses pemanasan selama proses pengelasan. Struktur mikro pada daerah ini berupa butir halus seperti. Butir halus pada logam induk menyebabkan kekerasan.



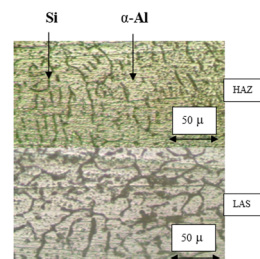
Uji struktur mikro pada Haz dan las pada arus 70 Ampere.



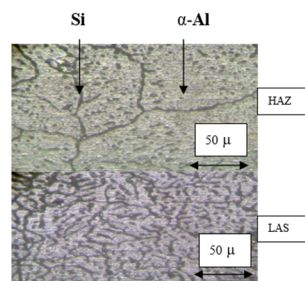
Uji struktur mikro pada Haz dan las pada arus 75 Ampere.



Uji struktur mikro pada Haz dan las pada arus 80 Ampere.



Uji struktur mikro pada Haz dan las pada arus 85 Ampere.



Uji struktur mikro pada Haz dan las pada arus 90 Ampere.

Struktur mikro daerah HAZ menunjukkan terjadinya pertumbuhan butir pada saat pengelasan. Butir-butir pada daerah HAZ mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal. Munculnya partikel halus pada daerah ini merupakan presipitat (Mg_2Si) seperti terlihat pada Gambar 8 - 14

Struktur mikro daerah las secara umum berbentuk dendrit dengan warna gelap yang menunjukkan fasa silikon- magnesium (Mg_2Si) dan atau silikon (Si), sedangkan warna terang merupakan fasa α aluminium seperti telah disampaikan oleh Chakrabarti dan Laughlin (2004). Di lihat dari struktur mikro arus pengelasan 90 Ampere panas yang dihasilkan semakin tinggi hal ini menyebabkan spesimen paling keras di dalam daerah las dan lebih jelas struktur (Mg_2Si) nya. Semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula ukuran dendrit tersebut.

4. PENUTUP

Kesimpulan

1. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian struktur mikro proses pengelasan akan mempengaruhi terbentuknya struktur mikro logam baru. pada arus pengelasan 90 Ampere, jumlah butiran Mg_2Si pada daerah lasan lebih besar-besar dan tersebar merata di banding arus 70-80 Ampere. Semakin besar arus yang digunakan maka semakin besar pula ukuran dendrit tersebut.
2. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian kekerasan dengan variasi arus pada logam induk tidak terpengaruh. Sedang pada HAZ, semakin tinggi arus yang digunakan nilai kekerasannya cenderung mengalami penurunan, kekerasan tertinggi pada daerah HAZ adalah pada arus 70 Ampere sebesar 50.9 VHN, dan pada logam las, semakin besar arus yang digunakan nilai kekerasan cenderung naik lalu mengalami penurunan kekerasan tertinggi pada daerah las adalah pada arus 85 Ampere sebesar 67.56 VHN.
3. Berdasarkan hasil yang didapat dari pengujian tarik, Kuat arus listrik mempunyai pengaruh yang nyata terhadap kekuatan tarik sambungan las aluminium seri 6015 dengan proses las MIG. Kekuatan sambungan las tertinggi diperoleh pada pengelasan dengan menggunakan kuat arus 90 Ampere, dengan kekuatan sambungan las yang dihasilkan sebesar 134.44 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Cary, H. B. (1989). *Modern Welding Technology*. Prentice-Hall, Inc.
- Chakrabarti, D. J., & Laughlin, D. E. (2004). *Phase Relations and Precipitation in Al-Mg-Si Alloys*.
- Wirjosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *Teknologi Pengelasan Logam*. Pradnya Paramita.