



## Analisis Pengaruh Variasi Arus Las TIG terhadap Karakteristik Mekanik Aluminium 6061

Riksa Candra Nugraha<sup>1\*</sup>, Nurhadi<sup>2</sup>, R. Faiz Listyanda<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tidar, Indonesia.

Email: [riksachandra@gmail.com](mailto:riksachandra@gmail.com)<sup>1\*</sup>

Alamat: Jl. Kapten Suparman No.39, Potrobangsari, Kec. Magelang Utara, Kota Magelang, Jawa Tengah 56116.

\*Penulis Korespondensi

**Abstract.** This study aims to analyze the results of Tungsten Inert Gas (TIG) welding joints made of 6061 aluminum with variations in current strength on mechanical properties. The current strength variations include 120 A, 140 A, and 160 A. The research method was conducted through laboratory testing, including impact testing, tensile testing, and microstructure testing. The results of the study indicate that variations in current strength have a significant effect on mechanical properties and weld joints. A current strength of 120 A produces a more uniform distribution of ferrite and pearlite phases in the weld zone compared to other variations. This is due to the electrical current during the welding process, which affects the heat input and cooling rate, consequently influencing the microstructure. As the current strength increases, the heat input increases, leading to changes in the material's phase composition and properties. Additionally, tensile test results showed an increase in tensile strength with increasing current strength, indicating that the welding process at higher current strengths contributes to improved material bonding and strength. Microstructure analysis revealed a more homogeneous phase distribution at higher current levels, which contributes to better weld quality and performance. This study provides valuable insights into how variations in current strength can be optimized for improved mechanical properties in TIG welding of 6061 aluminum, offering a basis for better control of welding parameters in industrial applications.

**Keywords:** Aluminum 6061; Current strength; Mechanical properties; TIG Welding; Weld bead variation.

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil sambungan las Tungsten Inert Gas (TIG) yang terbuat dari aluminium 6061 dengan variasi kekuatan arus terhadap sifat mekanik. Variasi kekuatan arus yang digunakan adalah 120 A, 140 A, dan 160 A. Metode penelitian dilakukan melalui pengujian laboratorium, yang mencakup pengujian benturan, uji tarik, dan pengujian mikrostruktur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi kekuatan arus memiliki pengaruh signifikan terhadap sifat mekanik dan sambungan las. Kekuatan arus 120 A menghasilkan distribusi fase ferrit dan perlit yang lebih merata di zona las dibandingkan dengan variasi lainnya. Hal ini disebabkan oleh arus listrik selama proses pengelasan, yang mempengaruhi masukan panas dan laju pendinginan, yang pada gilirannya mempengaruhi mikrostruktur material. Seiring dengan peningkatan kekuatan arus, masukan panas meningkat, yang menyebabkan perubahan pada komposisi fase dan sifat material. Selain itu, hasil uji tarik menunjukkan peningkatan kekuatan tarik seiring dengan peningkatan kekuatan arus, yang menunjukkan bahwa proses pengelasan dengan kekuatan arus yang lebih tinggi berkontribusi pada penguatan ikatan material. Analisis mikrostruktur mengungkapkan distribusi fase yang lebih homogen pada tingkat arus yang lebih tinggi, yang berkontribusi pada kualitas dan performa las yang lebih baik. Penelitian ini memberikan wawasan berharga tentang bagaimana variasi kekuatan arus dapat dioptimalkan untuk meningkatkan sifat mekanik dalam pengelasan TIG aluminium 6061, serta memberikan dasar untuk kontrol parameter pengelasan yang lebih baik dalam aplikasi industri.

**Kata kunci:** Aluminium 6061; Kuat arus; Las TIG; Sifat mekanik; Variasi kampuh.

## 1. LATAR BELAKANG

Pengelasan merupakan metode penyambungan logam yang sangat penting dalam konstruksi modern, mencakup aplikasi pada jembatan, kapal, rangka baja, pipa, hingga transportasi (Jufri et al., 2021). Keandalan sambungan las sangat dipengaruhi oleh parameter pengelasan, karena proses pemanasan dan pendinginan menimbulkan perubahan struktur mikro pada daerah las dan *Heat Affected Zone* (HAZ) (Banjarnahor et al., 2019).

Paduan aluminium 6061 banyak digunakan pada industri transportasi karena ringan, kuat, dan tahan korosi (Prasetya et al., 2022). Namun, pengelasan aluminium menghadapi kendala berupa lapisan oksida yang menghambat fusi logam. Proses TIG (*Tungsten Inert Gas*) dipilih karena mampu menghasilkan sambungan dengan kualitas permukaan yang baik serta efektif untuk material aluminium (Anwar, 2018).

Penelitian terdahulu menunjukkan arus pengelasan memengaruhi sifat mekanik dan mikrostruktur. Variasi arus tertentu mampu menghasilkan butir *equiaxial* yang lebih baik serta meningkatkan kekuatan tarik dan ketangguhan (Ir. Najamudin, 2014). Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh variasi arus pengelasan TIG terhadap ketangguhan impak sambungan *butt joint* aluminium 6061 (Santosa et al., 2023).

## 2. KAJIAN TEORITIS

Menurut (Andewi, 2016) pengelasan merupakan suatu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi, baik dengan maupun tanpa menggunakan tekanan, hingga membentuk ikatan yang permanen. Proses ini membutuhkan suhu tinggi untuk melelehkan logam, namun penggunaan panas berlebih dapat menimbulkan perubahan struktur logam. Selama tahap pendinginan, struktur logam akan mengalami transformasi yang pada akhirnya memengaruhi sifat mekanik dan sifat fisis material (Willson F et al., 2017).

(Jufri et al., 2021) meneliti pengaruh variasi arus terhadap struktur mikro dan sifat mekanik hasil pengelasan tembaga dan baja karbon menggunakan metode *Tungsten Inert Gas* (TIG) dengan kampuh V tunggal. Variasi arus yang digunakan adalah 70 A, 75 A, 80 A, dan 90 A dengan voltase 20–30 V serta kecepatan geser 8–12 cm/menit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa proses pengelasan memengaruhi pembentukan struktur mikro baru. Pada baja, daerah logam induk, HAZ, dan logam las terdiri dari fasa ferit dan perlit (Fe + Fe<sub>3</sub>C), dengan kecenderungan semakin besar arus maka ukuran butir perlit menjadi lebih kasar. Pada tembaga, peningkatan arus menyebabkan pertumbuhan butir yang signifikan sehingga

menurunkan kekerasan material. Uji kekerasan menunjukkan bahwa nilai kekerasan baja pada logam induk sedikit meningkat, sementara pada daerah HAZ dan logam las nilainya tidak stabil. Kekerasan tertinggi pada HAZ tercatat pada arus 90 A sebesar 42,36 HVN, sedangkan pada logam las tertinggi pada arus 70 A sebesar 35,16 HVN. Sementara itu, pada tembaga, peningkatan arus justru menurunkan nilai kekerasan di semua daerah. Berdasarkan hasil tersebut, penggunaan metode TIG pada aluminium diperkirakan dapat memberikan hasil yang baik.

(Mikro, 2019) menyebutkan bahwa las *Tungsten Inert Gas* (TIG) merupakan salah satu metode pengelasan gas busur tungsten, di mana elektroda tungsten berfungsi sebagai pembangkit busur listrik dan tidak ikut meleleh dalam proses pengelasan. Proses ini dapat dilakukan secara manual maupun otomatis tanpa memerlukan lapisan pelindung berupa solder atau kawat fluks. Hasil pengelasan dengan metode TIG dikenal memiliki kualitas yang baik pada hampir semua jenis logam, khususnya logam ringan seperti baja tahan karat, aluminium, dan magnesium.

Selain itu, (Wiryosumarto, 2000) menjelaskan bahwa kualitas pengelasan dipengaruhi oleh faktor prosedural maupun faktor produksi. Prosedur pengelasan meliputi perencanaan konstruksi, metode pengerjaan, dan penentuan spesifikasi teknis, termasuk pemilihan mesin las, elektroda, jenis kampuh, serta penunjukan juru las. Sementara itu, faktor produksi meliputi jadwal pengerjaan, peralatan, bahan yang digunakan, serta urutan pelaksanaan proses pengelasan. Dengan demikian, keberhasilan proses pengelasan sangat ditentukan oleh kesesuaian parameter teknis dan faktor pendukung lainnya.

### **3. METODE PENELITIAN**

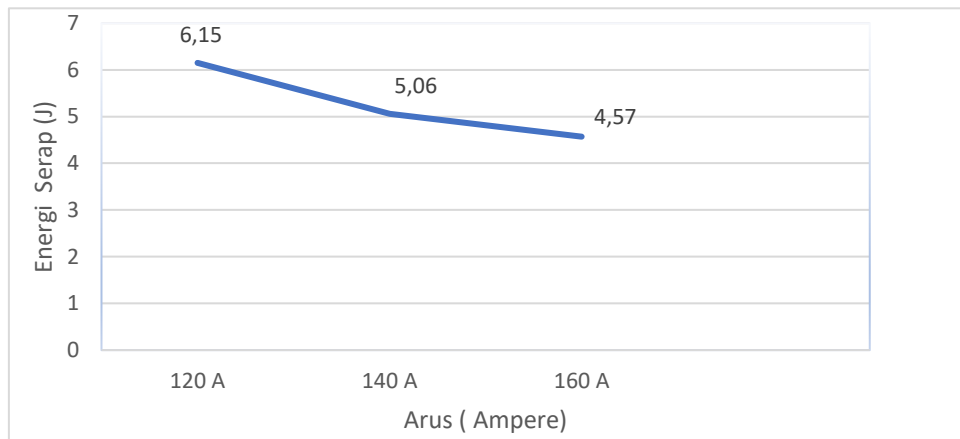
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Tidar dan Universitas Gadjah Mada. Material yang digunakan adalah plat aluminium 6061 dengan ketebalan 10 mm, disambungkan menggunakan sambungan *butt joint* dengan kampuh V berukuran 45°. Proses pengelasan dilakukan dengan menggunakan elektroda tungsten murni jenis EWP, kawat *filler* ER5356 berdiameter 3,2 mm, serta gas pelindung argon dengan laju alir sebesar 10 L/menit. Variasi arus yang digunakan pada penelitian ini adalah 120 A, 140 A, dan 160 A dengan tegangan konstan sebesar 30 V. Posisi pengelasan yang diterapkan adalah posisi 1G (*down hand*).

Untuk mengetahui sifat mekanik hasil pengelasan, dilakukan beberapa pengujian sesuai standar internasional. Uji ketangguhan dilakukan menggunakan metode uji impak Charpy berdasarkan standar ASTM E23. Uji kekuatan tarik menggunakan standar ASTM E8, sedangkan uji kekerasan dilakukan dengan metode ASTM A956. Selain itu, pengujian struktur mikro dilakukan berdasarkan standar ASTM E415-08 untuk menganalisis perubahan mikrostruktur pada daerah las, HAZ, dan logam induk.

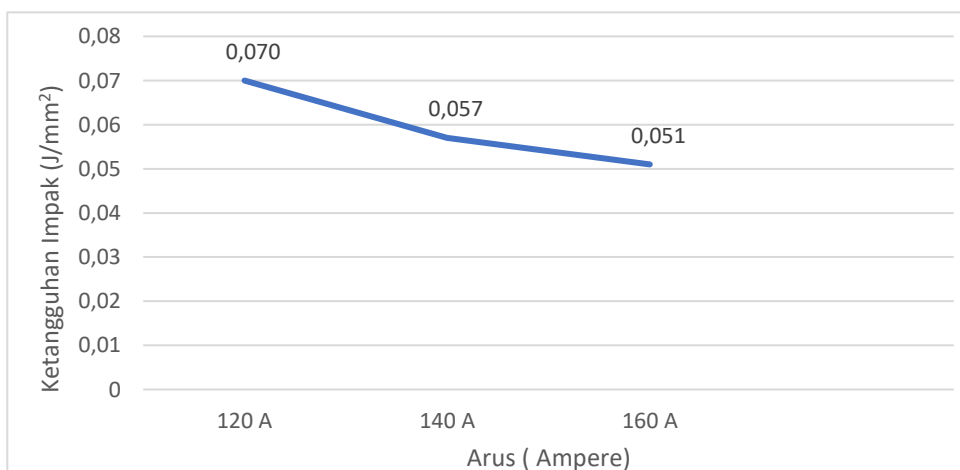
#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### A. Hasil Pengujian Impak Charpy

Dari hasil uji impak, kondisi optimum diperoleh pada arus 150 A dengan kekuatan impak tertinggi sebesar 0,130 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai terendah sebesar 0,053 J/mm<sup>2</sup> tercatat pada arus 200 A. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan arus pengelasan di atas batas optimum justru menurunkan kualitas ketangguhan sambungan pada paduan aluminium.



Gambar 1. Grafik Energi Serap Uji Impak.



Gambar 2. Grafik Ketangguhan Impak.

Hasil uji impact menunjukkan perbedaan signifikan antar variasi arus. Arus 120 A menghasilkan energi serap rata-rata tertinggi, menunjukkan ketangguhan yang lebih baik dibandingkan 140 A dan 160 A. Peningkatan arus cenderung memperbesar masukan panas, sehingga pendinginan lebih lambat dan struktur butir menjadi lebih kasar, menurunkan ketangguhan (Prawira et al., 2019).

Pada Gambar 2 ditampilkan grafik hubungan antara variasi arus dengan ketangguhan impact pada sambungan *butt joint* dengan kampuh V. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada arus 120 A diperoleh nilai ketangguhan impact rata-rata sebesar 0,070 J/mm<sup>2</sup>. Ketika arus dinaikkan menjadi 140 A, nilai ketangguhan impact menurun menjadi 0,057 J/mm<sup>2</sup>, dan pada arus 160 A kembali mengalami penurunan hingga 0,051 J/mm<sup>2</sup>.

Berdasarkan Gambar 1 dan 2, terlihat jelas bahwa energi serap dan ketangguhan impact mengalami tren penurunan seiring dengan meningkatnya arus pengelasan dari 120 A hingga 160 A. Pada variasi arus 120 A, energi serap tercatat sebesar 6,15 Joule dengan ketangguhan impact 0,070 J/mm<sup>2</sup>. Ketika arus meningkat menjadi 140 A, energi serap menurun menjadi 5,06 Joule dan ketangguhan impact menjadi 0,057 J/mm<sup>2</sup>, yang menunjukkan penurunan signifikan. Selanjutnya, pada arus 160 A, energi serap kembali menurun menjadi 4,57 Joule dengan ketangguhan impact sebesar 0,051 J/mm<sup>2</sup>.

Temuan ini konsisten dengan penelitian (Prasetya et al., 2022) yang menyatakan bahwa peningkatan arus berbanding lurus dengan besarnya masukan panas, sehingga berdampak pada penurunan kekuatan impact. Kondisi tersebut diakibatkan oleh pengaruh panas berlebih pada arus tinggi, yang dapat menyebabkan pencairan sebagian, rekristalisasi, pelarutan padat, maupun pengendapan pada logam las. Pada arus 150 A, penelitian tersebut juga menemukan adanya striasi yang lebih dominan pada penampang patahan dibanding parameter arus lainnya. Striasi yang terbentuk mengindikasikan bahwa jenis patahan yang terjadi adalah patahan ulet.

#### ***Penampang Patah Hasil Pengujian Impact***

Penampang patah hasil pengujian impact charpy dapat dilihat pada gambar 3, 4, dan 5.



**Gambar 3. Penampang Patah Aluminium 6061 setelah di Uji Impact (Pengelasan dengan variasi arus 120 A).**

Pengamatan terhadap penampang patahan pada sambungan *butt joint* dengan variasi arus 120 A memperlihatkan permukaan patahan yang cenderung kasar, kurang jelas, serta menunjukkan adanya serat. Jika bagian patahan tersebut dirangkai kembali, tampak adanya celah atau kerenggangan pada sambungan. Karakteristik ini menandakan bahwa material memiliki ketangguhan impak yang relatif tinggi, karena sebelum mengalami patah total material terlebih dahulu melalui tahapan deformasi plastis (Prasetya et al., 2022). Dengan demikian, patahan yang terbentuk dapat dikategorikan sebagai patahan ulet.



**Gambar 4. Penampang Patah Alumunium 6061 setelah di Uji Impak (Pengelasan Dengan Variasi Arus 140 A).**

Hasil pengamatan penampang patahan pada sambungan *butt joint* aluminium 6061 dengan arus 140 A menunjukkan permukaan patahan yang tidak rata dan hanya sedikit memperlihatkan serat. Karakteristik tersebut mengindikasikan bahwa jenis patahan yang terbentuk merupakan patahan campuran, yaitu kombinasi antara patahan getas dan patahan ulet (Randhiko et al., 2014). Tipe patahan semacam ini masih memiliki nilai ketangguhan impak yang cukup baik, sebagaimana ditunjukkan oleh data hasil pengujian impak.

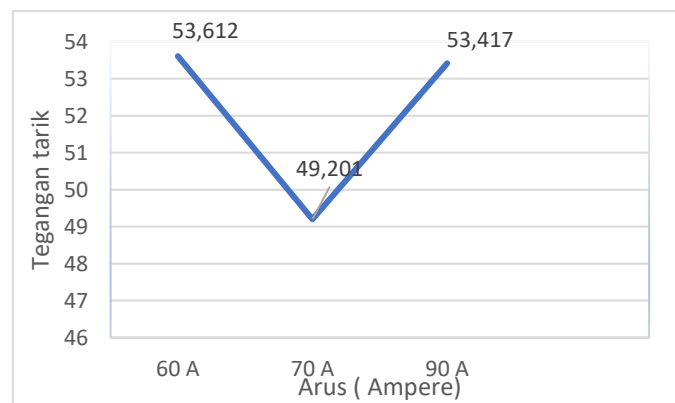


**Gambar 5. Penampang Patah Alumunium 6061 setelah di Uji Impak (Pengelasan dengan variasi arus 160 A).**

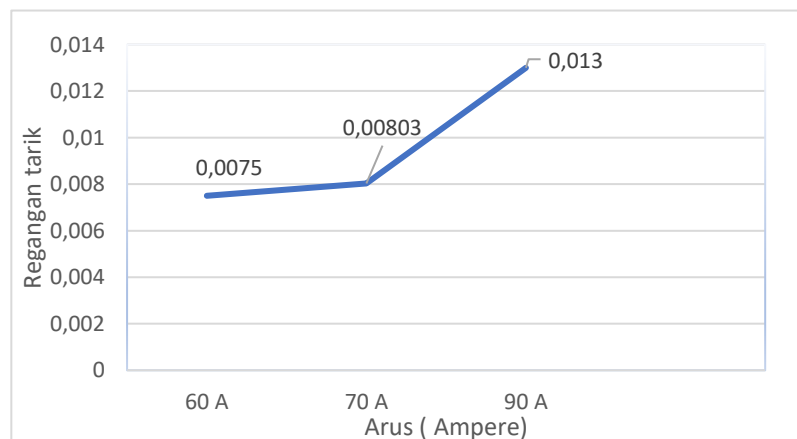
Hasil pengamatan penampang patahan pada sambungan *butt joint* aluminium 6061 dengan arus 160 A menunjukkan permukaan patahan yang relatif rata. Jika kedua bagian patahan tersebut disatukan kembali, keduanya dapat menyatu hampir sempurna tanpa celah yang berarti. Karakteristik patahan seperti ini mengindikasikan bahwa material memiliki ketangguhan dampak yang rendah, karena patah terjadi secara cepat tanpa melalui proses deformasi plastis yang signifikan. Dengan demikian, tipe patahan yang terbentuk dapat dikategorikan sebagai patahan getas.

## B. Hasil Pengujian Tarik

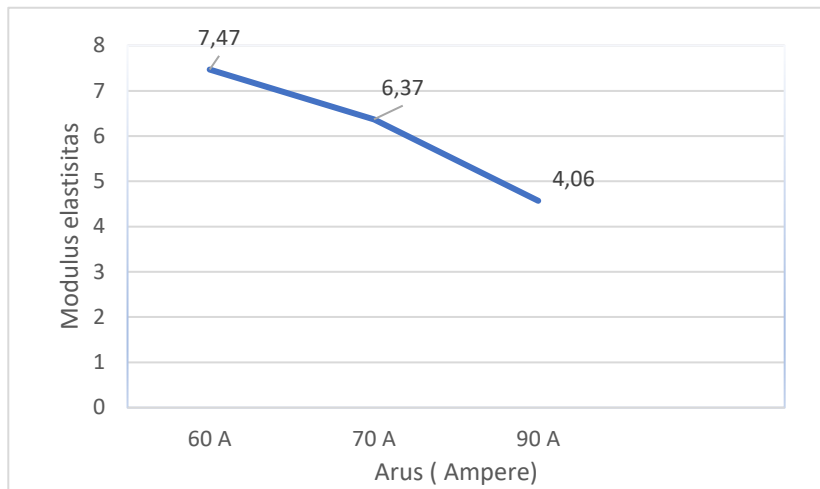
Hasil uji tarik memperlihatkan kecenderungan kenaikan kekuatan tarik dengan bertambahnya arus, namun pada titik tertentu nilai ketangguhan menurun karena efek pengerasan dan pembesaran butir. Uji kekerasan dan pengamatan struktur mikro mendukung temuan ini: arus 120 A menghasilkan butir *equiaxial* yang relatif seragam, sementara arus 160 A menghasilkan butir yang lebih besar dan tidak homogen.



**Gambar 6. Grafik Pengaruh Kuat Arus pada Pengelasan TIG Aluminium 6061 terhadap Tegangan tarik pada Sambungan *Butt Joint*.**



**Gambar 7. Grafik Pengaruh Kuat Arus pada Pengelasan TIG Aluminium 6061 terhadap Regangan Tarik pada Sambungan *Butt Joint*.**

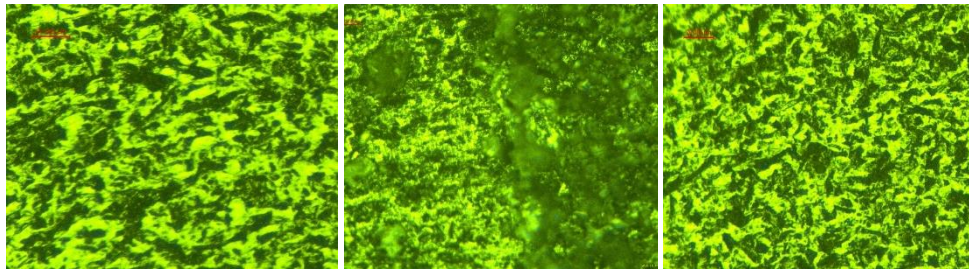


**Gambar 8. Grafik Pengaruh Kuat Arus pada Pengelasan TIG Aluminium 6061 terhadap Modulus Elastisitas pada Sambungan *Butt Joint*.**

Gambar 9 menunjukkan grafik hubungan antara arus listrik (A) dan modulus elastisitas (GPa) menunjukkan adanya kecenderungan penurunan nilai modulus elastisitas seiring dengan meningkatnya arus pengelasan. Pada arus 60 A, nilai modulus elastisitas mencapai 7,47 GPa, kemudian menurun menjadi 6,37 GPa pada arus 70 A, dan terus turun hingga 4,06 GPa pada arus 90 A. Hasil ini mengindikasikan bahwa metode pengelasan Single-V memberikan modulus elastisitas yang lebih tinggi pada arus rendah, namun terjadi penurunan signifikan seiring bertambahnya arus listrik.

Lebih lanjut, hasil pengujian menunjukkan bahwa tegangan berbanding lurus dengan regangan, artinya semakin tinggi nilai tegangan maka semakin besar pula regangan yang dihasilkan, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8. Namun demikian, hubungan tersebut tidak berlaku pada modulus elastisitas. Data memperlihatkan bahwa semakin tinggi kekuatan tarik dan regangan, maka semakin rendah nilai modulus elastisitas yang diperoleh (Gambar 9). Hal ini menegaskan bahwa ketika modulus elastisitas tinggi, material cenderung lebih kaku dan sulit mengalami deformasi, sedangkan modulus elastisitas yang rendah justru menunjukkan kecenderungan material lebih mudah mengalami perubahan bentuk. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian (Anwar, 2018).

### C. Pengamatan Struktur Mikro

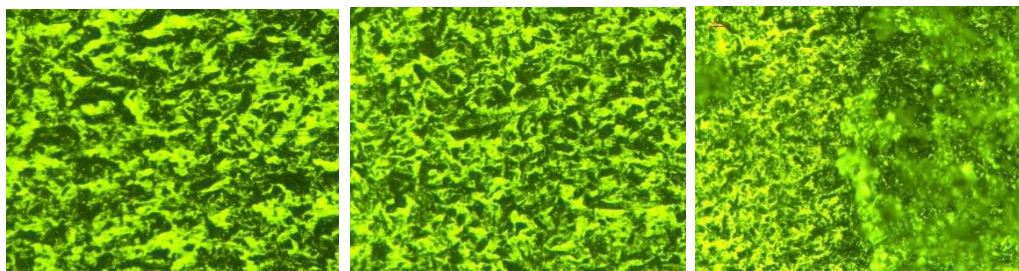


a. Base Metal

b. Zona Haz

c. Weld Metal

**Gambar 9. Alumunium 6061 setelah Dilakukan Pengelasan TIG dengan Variasi Arus 120 A.**

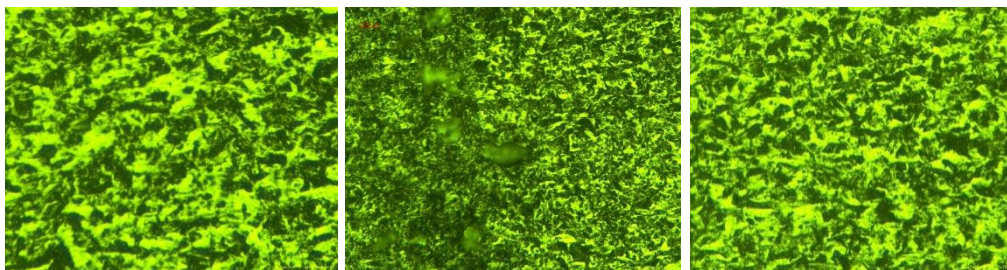


a. Base Metal

b. Zona Haz

c. Weld Metal

**Gambar 10. Struktur Mikro Aluminium 6061 pada Arus 140 Ampere.**



a. Base Metal

b. Zona Haz

c. Weld Metal

**Gambar 11. Struktur Mikro Aluminium 6061 pada Arus 160 Ampere.**

Berdasarkan hasil pengamatan struktur mikro pada Gambar 4.6, 4.7, dan 4.8, terlihat adanya perubahan susunan mikro pada sambungan las aluminium 6061 dengan proses las TIG. Zona las menunjukkan deformasi mikrostruktur dengan kepadatan penampang logam yang lebih lebar dibandingkan dengan daerah logam induk (*base metal*). Pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) tampak adanya perbedaan yang jelas antara zona base metal dan zona las, di mana bentuk dan kerapatan butir menunjukkan karakteristik yang berbeda.

Dari gambar-gambar tersebut dapat diamati bahwa peningkatan arus pengelasan menyebabkan perubahan ukuran dan distribusi butiran mikrostruktur. Pada arus rendah, mikrostruktur cenderung lebih halus dan seragam, sedangkan pada arus yang lebih tinggi butiran ferit dan perlit terlihat lebih besar serta tersebar tidak merata (Wicaksono, 2019). Selain itu, jenis kampuh yang digunakan juga berpengaruh terhadap pola distribusi fasa ferrite dan perlite, yang pada akhirnya akan memengaruhi sifat mekanik material (Andewi, 2016).

Fenomena ini terjadi akibat pengaruh termal dari proses pengelasan yang menghasilkan tiga daerah berbeda, yaitu base metal, HAZ, dan logam las, di mana masing-masing daerah memiliki sifat mekanik dan struktur mikro yang berbeda (Bagus, 2021). Perbedaan distribusi fasa juga dipengaruhi oleh variasi masukan panas yang ditentukan oleh besar arus dan jenis kampuh yang digunakan. Semakin besar arus pengelasan, semakin besar pula masukan panas yang diterima material, sehingga pada daerah HAZ terbentuk rongga yang lebih besar dibandingkan dengan daerah base metal (Prasetya et al., 2022).

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa variasi arus TIG berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik aluminium 6061. Arus 120 A terbukti menghasilkan ketangguhan impak tertinggi dibandingkan arus 140 A dan 160 A. Hal ini disebabkan karena struktur mikro pada arus 120 A lebih homogen dengan butir *equiaxial*, sehingga lebih mendukung ketangguhan material. Sebaliknya, penggunaan arus yang lebih tinggi memang meningkatkan kekuatan tarik, namun menurunkan energi serap impak akibat terbentuknya butir yang lebih kasar pada daerah las.

Saran yang dapat diberikan adalah perlunya penelitian lanjutan dengan menambahkan variabel lain seperti kecepatan pengelasan, jenis *filler*, dan polaritas AC balance agar diperoleh hasil yang lebih komprehensif. Selain itu, uji mekanik lain seperti uji fatigue dan uji ketahanan korosi juga disarankan untuk menilai performa material secara menyeluruh. Dalam penerapannya di industri, pemilihan parameter arus sebaiknya mempertimbangkan kompromi antara kekuatan tarik dan ketangguhan, sehingga kualitas sambungan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik konstruksi maupun aplikasi transportasi.

## DAFTAR REFERENSI

- Aji, L., Hadi, E. S., & Amiruddin, W. (2017). Analisa Pengaruh Variasi Proses Preheating pada Pengelasan SMAW terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Baja ST 60. *Teknik Perkapalan*, 5(2), 421-430.
- Andewi, L. (2016). Pengaruh Variasi Arus pada Hasil Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Alumunium 6061 (Tugas Akhir Sarjana). Universitas Negeri Semarang.
- Andreansyah, M., Anjan, R. D., & Naubnome, V. (2024). Pengaruh Proses *Heat Treatment* (*Quenching* dan *Tempering*) terhadap Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Menengah. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7864-7872. <https://doi.org/10.32672/jse.v9i1.791>
- Anwar, B. (2018). Analisis Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG) Kampuh V Ganda pada Baja Karbon Rendah ST 37. *Teknologi*, 17(3), 33-38.
- Bagus, P. A. (n.d.). 43619-Article Text-72981-1-10-20211203. 119-122.
- Fikri Al Hikami, A. (2023). Analisa Pengaruh Variasi Media pada Proses Quenching terhadap Kekerasan, Kekuatan Impact dan Struktur Mikro Baja AISI 1040 (Doctoral dissertation, ITN Malang).
- Ir. Najamudin, M. (2014). Mengenal pengelasan TIG welding (*Tungsten Inert Gas Welding*).
- Jonathan, M., Budiarto, U., & Jokosisworo, S. (2024). Analisis Pengaruh Variasi Temperatur Austenisasi pada Proses Quenching Tempering Baja ST37 terhadap Sifat Mekanis dan Struktur Mikro sebagai Material Poros *Propeller*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 12(3).
- Jufri, M., Mokhtar, A., Wahyu, W., & Daryono, D. (2021). Pengaruh Variasi Arus Pengelasan TIG terhadap Kekuatan Tarik Al 6061-TB. *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 1(2), 711-716. <https://doi.org/10.22219/skpsppi.v2i1.4421>
- Nugraha, A., Arifin, K. S., & Setiawan, D. C. (2023). Analisis Pengaruh Temperatur Austenite dan Media Quenching Material S45C dan EMS45 terhadap Kekerasan. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 11(2), 86-96. <https://doi.org/10.33558/jitm.v11i2.5961>
- Prabowo, A. A., & Sunyoto, S. (2020). Pengaruh Media Pendingin pada Proses Quenching Terhadap Kekerasan, Struktur Mikro, dan Kekuatan Bending Baja AISI 1010. *JMEL: Journal of Mechanical Engineering Learning*, 9(1).
- Prasetya, I. E., Kosjoko, K., & Mufarida, N. A. (2022). Pengaruh Variasi Arus Listrik dan Kampuh Las terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las TIG pada *Aluminum Alloy 6061*. *Elemen: Jurnal Teknik Mesin*, 9(1), 14-23. <https://doi.org/10.34128/je.v9i1.187>
- Prawira, A. S., Jokosisworo, S., & Budiarto, U. (2019). Pengaruh Kuat Arus Listrik dan *Travelling Speed* terhadap Kekuatan *Impact* Aluminium 6061 Pengelasan *Gas Tungsten Arch Welding* (GTAW) dengan Gas Pelindung Argon. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(4), 227-235. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>

- Randhiko, A., Haryadi, G. D., & Umardani, Y. (2014). Pengaruh *Post Weld Heat Treatment* (PWHT) T6 pada *Aluminium Alloy 6061-O* dan Pengelasan Longitudinal *Tungsten Inert Gas* terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin*, 2(3), 167-174. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/9608>
- Santosa, A., Noubnome, V., & Candra Muhkti, M. (2023). The Effect of Variation of Welding Current on 6061 Aluminum Pipe on Mechanical Properties and Microstructure Using TIG Welding. *Journal of Mechanical and Manufacture*, 2(2), 49-56. <https://doi.org/10.31949/jmm.v2i2.4364>