

EVALUASI KINERJA SAMBUNGAN LAS MIG PADA ALUMINIUM 5052 DENGAN VARIASI SUDUT KAMPUH UNTUK APLIKASI STRUKTURAL RINGAN

Ifan Hadi Basit ¹⁾

1) Program Studi Teknik Mesin Institut Teknologi Indonesia

E-mail: basithadiifan@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut kampuh pada pengelasan Metal Inert Gas (MIG) terhadap sifat mekanis material Aluminium 5052. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan variasi sudut kampuh V sebesar 60° , 70° , dan 80° . Proses pengelasan dilakukan menggunakan mesin MIG dengan parameter tetap yaitu arus 120 A, elektroda ER4040, dan gas pelindung argon. Spesimen yang dihasilkan kemudian diuji menggunakan uji tarik sesuai standar ASTM E8, uji kekerasan Vickers, serta pengamatan struktur makro dan mikro untuk menganalisis kualitas sambungan las. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut kampuh 70° menghasilkan sifat mekanis terbaik dengan average yield strength sebesar $34,815 \text{ kN/mm}^2$ dan kekuatan tarik ultimate (UTS) sebesar $60,4275 \text{ kN/mm}^2$. Pada uji kekerasan, daerah Weld Metal (WM) sudut 70° juga mencatat nilai tertinggi sebesar 41,66 HV. Hasil pengamatan struktur makro menunjukkan adanya pengaruh variasi sudut terhadap geometri manik las dan luas Heat Affected Zone (HAZ), sementara struktur mikro memperlihatkan distribusi fasa Mg_2Si dan Al yang lebih homogen pada sudut 70° . Kesimpulan dari penelitian ini adalah variasi sudut kampuh berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis dan kualitas sambungan las MIG pada Aluminium 5052, di mana sudut 70° memberikan hasil optimal dalam hal kekuatan tarik dan kekerasan.

Kata kunci: Aluminium 5052, Pengelasan MIG, Struktur Mikro

Pendahuluan

Aluminium 5052 merupakan salah satu paduan aluminium yang banyak digunakan dalam berbagai industri, seperti otomotif, galangan kapal, dan konstruksi, karena memiliki sifat unggul seperti ketahanan korosi yang baik, kekuatan sedang, serta kemampuan pembentukan yang tinggi. Untuk menyatukan komponen-komponen dari aluminium 5052, proses pengelasan sering menjadi pilihan, salah satunya adalah pengelasan Metal Inert Gas (MIG). Pengelasan MIG dipilih karena efisiensinya yang tinggi dan kemampuan menghasilkan sambungan las yang kuat serta bebas dari cacat. Proses ini menggunakan gas pelindung untuk mencegah kontaminasi udara pada area pengelasan.

Salah satu parameter penting dalam pengelasan MIG adalah sudut kampuh, yang dapat mempengaruhi kualitas dan sifat mekanis dari sambungan las. Variasi sudut kampuh dapat mengubah distribusi panas, penetrasi las, serta struktur mikro pada daerah las, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan kekerasan material. Oleh karena itu, penelitian mengenai pengaruh variasi sudut kampuh pada pengelasan MIG terhadap sifat mekanis aluminium 5052 menjadi penting untuk dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi sudut kampuh (60° , 70° , dan 80°) terhadap kekuatan tarik, kekerasan, serta struktur mikro dan makro pada sambungan las aluminium 5052. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi konfigurasi sudut kampuh yang optimal untuk meningkatkan kualitas sambungan las dalam aplikasi industri.

Studi Pustaka

Dalam penelitian mengenai “Evaluasi Kinerja Sambungan Las MIG pada Aluminium 5052 dengan Variasi Sudut Kampuh untuk Aplikasi Struktural Ringan”, berbagai sumber

pustaka digunakan untuk mendukung landasan teori dan memperkuat analisis hasil penelitian. Studi pustaka ini mencakup beragam standar internasional, jurnal ilmiah, dan publikasi teknis yang relevan dengan proses pengelasan logam, khususnya metode *Metal Inert Gas (MIG)* pada material aluminium. Pemahaman yang mendalam mengenai parameter pengelasan, karakteristik material Aluminium 5052, serta pengaruh variasi sudut kampuh terhadap sifat mekanis seperti kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro sangat penting untuk memastikan akurasi dan keandalan hasil penelitian. Beberapa sumber utama yang digunakan dalam studi ini mencakup standar *American Welding Society (AWS)*, *ASTM International*, serta literatur yang membahas performa sambungan las aluminium untuk aplikasi struktural ringan di bidang otomotif, kedirgantaraan, dan konstruksi.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimental untuk menganalisis kinerja sambungan las Metal Inert Gas (MIG) pada material Aluminium 5052 dengan variasi sudut kampuh untuk aplikasi struktural ringan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan sudut kampuh terhadap sifat mekanis sambungan las, seperti kekuatan tarik, kekerasan, serta struktur mikro dan makro hasil las. Langkah – langkah penelitian meliputi :

Persiapan Material dan Peralatan

1. Memastikan pelat Aluminium 5052 dipersiapkan sesuai spesifikasi teknis dengan dimensi dan ketebalan yang seragam.
2. Menyiapkan peralatan pengelasan Metal Inert Gas (MIG), termasuk mesin las, kawat elektroda ER4040, gas pelindung argon (Ar), serta alat bantu seperti jangka sorong dan alat potong logam.

Pembuatan dan Persiapan Spesimen

1. Memotong dan membentuk spesimen aluminium menjadi kampuh V dengan variasi sudut 60°, 70°, dan 80°.
2. Membersihkan permukaan logam dari oksida, minyak, dan kotoran agar tidak mengganggu proses fusi selama pengelasan.

Proses Pengelasan MIG

1. Melakukan proses pengelasan dengan arus 120 Ampere dan polaritas DC (Direct Current).
2. Menjaga jarak busur listrik, kecepatan pengelasan, dan aliran gas pelindung agar hasil sambungan seragam.

Pemeriksaan Awal Sambungan

1. Melakukan inspeksi visual pada hasil las untuk memastikan tidak terdapat cacat seperti porositas, undercut, atau retak permukaan.
2. Menandai setiap spesimen sesuai variasi sudut kampuh untuk keperluan pengujian berikutnya.

Uji Tarik (Tensile Test)

1. Menguji kekuatan tarik sambungan menggunakan standar ASTM E8 untuk mengetahui kekuatan maksimum yang dapat ditahan sambungan.
2. Mencatat nilai tegangan dan regangan serta mengamati lokasi patahan pada area sambungan.

Uji Kekerasan (Vickers Hardness Test)

1. Melakukan pengujian kekerasan pada tiga zona utama: Base Metal (BM), Heat Affected Zone (HAZ), dan Weld Metal (WM).

2. Menganalisis distribusi kekerasan untuk menentukan pengaruh variasi sudut kampuh terhadap kualitas sambungan.

Pengamatan Struktur Mikro dan Makro

1. Melakukan preparasi spesimen metalografi (grinding, polishing, dan etching) sesuai standar ASTM E340.
2. Mengamati hasil las di bawah mikroskop untuk melihat perubahan struktur butir, kedalaman penetrasi, dan homogenitas fusi logam.

Hasil dan Pembahasan

Valuasi kinerja sambungan las Metal Inert Gas (MIG) pada Aluminium 5052 dengan variasi sudut kampuh untuk aplikasi struktural ringan menunjukkan hasil yang memuaskan. Pengujian dilakukan secara sistematis dengan menyiapkan spesimen uji, melakukan proses pengelasan dengan parameter tertentu, serta melaksanakan serangkaian uji mekanis dan metalografi untuk menilai kualitas sambungan. Berikut merupakan hasil dan tahapan yang dicatat selama proses penelitian:

Persiapan Material dan Spesimen

Pelat Aluminium 5052 dengan ketebalan 5 mm dipotong dan dibentuk menjadi spesimen sambungan kampuh V dengan variasi sudut 60°, 70°, dan 80°. Permukaan logam dibersihkan dari oksida dan kotoran sebelum proses pengelasan untuk memastikan hasil sambungan yang optimal.

Proses Pengelasan MIG

Pengelasan dilakukan menggunakan arus 120 Ampere, gas pelindung argon (Ar), dan kawat elektroda ER4040. Setiap spesimen dilas dalam kondisi yang sama untuk menjaga konsistensi hasil.

Pemeriksaan Visual Hasil Las

Setelah proses pengelasan, dilakukan pemeriksaan visual untuk mendeteksi cacat seperti porositas, retak, atau undercut. Hasil pemeriksaan menunjukkan sambungan las dalam kondisi baik tanpa cacat visual yang signifikan.

Uji Tarik (Tensile Test)

Spesimen diuji sesuai standar ASTM E8 untuk mengetahui kekuatan tarik maksimum sambungan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sudut kampuh 70° menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 34,815 kN/mm², menandakan konfigurasi ini paling optimal.

Uji Kekerasan (Vickers Hardness Test)

Pengujian kekerasan dilakukan pada tiga area utama: Base Metal (BM), Weld Metal (WM), dan Heat Affected Zone (HAZ). Nilai kekerasan tertinggi tercatat pada area WM dengan sudut kampuh 70°, mencapai 41,66 HV, menunjukkan kualitas penetrasi dan fusi yang baik.

Pengamatan Struktur Mikro dan Makro

Analisis struktur mikro menunjukkan distribusi butir yang lebih halus dan homogen pada sudut kampuh 70°, sedangkan pada sudut 60° dan 80° terlihat adanya butir kasar dan ketidakteraturan yang lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa sudut kampuh berpengaruh terhadap laju pendinginan dan kualitas sambungan.

Analisis Hubungan Sudut Kampuh terhadap Sifat Mekanis

Hasil pengujian menunjukkan adanya korelasi positif antara variasi sudut kampuh dan kekuatan sambungan. Sudut kampuh 70° memberikan keseimbangan terbaik antara kekuatan

tarik dan kekerasan, sedangkan sudut 60° dan 80° menunjukkan nilai yang lebih rendah akibat distribusi panas dan penetrasi las yang kurang merata. Berikut adalah pembahasan dari hasil pengujian:

Standar Pengujian

Seluruh proses pengujian mengacu pada standar internasional, antara lain ASTM E8 untuk uji tarik, ASTM E384 untuk uji kekerasan Vickers, serta ASTM E340 untuk pengamatan struktur mikro. Hal ini memastikan hasil penelitian memiliki validitas dan dapat dibandingkan dengan referensi teknis global.

Kualitas Proses Pengelasan MIG

Proses pengelasan menggunakan arus 120 Ampere dan gas pelindung argon (Ar) menghasilkan sambungan yang stabil tanpa cacat visual seperti porositas atau retak. Hal ini menunjukkan bahwa parameter pengelasan telah sesuai untuk material Aluminium 5052.

Kinerja Mekanis Sambungan Las

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa variasi sudut kampuh 70° memberikan kekuatan tarik tertinggi sebesar 34,815 kN/mm², sedangkan sudut 60° dan 80° menghasilkan nilai yang lebih rendah. Ini membuktikan bahwa sudut kampuh memiliki pengaruh signifikan terhadap kekuatan sambungan.

Distribusi Kekerasan Material

Pengujian kekerasan menunjukkan nilai tertinggi pada area Weld Metal (WM) dengan sudut kampuh 70°, yaitu 41,66 HV. Nilai ini mengindikasikan terjadinya fusi logam yang optimal dan zona pengaruh panas (HAZ) yang stabil tanpa indikasi pelemahan struktur.

Struktur Mikro dan Makro Sambungan

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa sudut kampuh 70° menghasilkan butiran halus dan homogen, sementara sudut 60° dan 80° memperlihatkan struktur yang lebih kasar. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi distribusi panas dan laju pendinginan selama proses pengelasan.

Kesimpulan

Penelitian mengenai Evaluasi Kinerja Sambungan Las Metal Inert Gas (MIG) pada Aluminium 5052 dengan Variasi Sudut Kampuh untuk Aplikasi Struktural Ringan menunjukkan hasil yang sangat memuaskan. Berdasarkan rangkaian pengujian mekanis dan pengamatan mikrostruktur, diperoleh data yang menggambarkan kualitas sambungan las yang baik serta konsistensi hasil antar variasi sudut kampuh. Berikut adalah point-point utama dari kesimpulan penelitian ini:

1. **Kekuatan Tarik Optimal:**
Variasi sudut kampuh 70° menghasilkan kekuatan tarik tertinggi sebesar 34,815 kN/mm², menunjukkan bahwa sudut tersebut memberikan keseimbangan terbaik antara penetrasi las dan distribusi panas. Hal ini menjadikan sudut 70° sebagai konfigurasi paling efektif untuk meningkatkan kekuatan sambungan.
2. **Nilai Kekerasan yang Konsisten:**
Pengujian kekerasan Vickers menunjukkan bahwa sambungan dengan sudut kampuh 70° memiliki nilai kekerasan tertinggi pada daerah Weld Metal (WM) sebesar 41,66 HV, menandakan terjadinya proses fusi yang baik dan kualitas metalurgi yang stabil.
3. **Kualitas Struktur Mikro dan Makro:**
Hasil pengamatan struktur mikro memperlihatkan bahwa sudut kampuh 70° menghasilkan butiran halus dan merata, sedangkan pada sudut 60° dan 80° tampak

butiran kasar yang berpotensi menurunkan kekuatan sambungan. Struktur makro juga menunjukkan penetrasi yang lebih sempurna pada sudut 70° .

4. Stabilitas Proses Pengelasan:
Proses pengelasan MIG berjalan dengan baik tanpa adanya cacat visual seperti retak, porositas, atau undercut. Stabilitas busur listrik dan aliran gas pelindung argon berperan penting dalam menjaga kualitas hasil las.
5. Kesesuaian dengan Standar Pengujian:
Semua pengujian dilakukan sesuai dengan standar internasional seperti ASTM E8 (uji tarik), ASTM E384 (uji kekerasan), dan ASTM E340 (pengamatan struktur mikro), memastikan keabsahan dan kredibilitas hasil penelitian.
6. Aplikasi pada Struktur Ringan:
Berdasarkan hasil pengujian, sambungan las MIG pada Aluminium 5052 dengan sudut kampuh 70° dinilai sangat cocok untuk aplikasi struktural ringan, seperti rangka kendaraan, panel konstruksi, dan komponen pesawat, karena memiliki kombinasi kekuatan dan keuletan yang baik.

Daftar Pustaka

- [1] Arif, J., Prayitno, P., & Al Hafidh, H. (2023). *Analisis static pada aluminium 5052 dengan variasi sudut menggunakan Solidworks*. TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika, 10(1), 38–50.
- [2] Azmy, I., Umam, M. A. K., & Muliawan, R. (2021). *Studi pengaruh proses tempering terhadap struktur mikro dan kekerasan post-annealing baja mangan austenitik*. Jurnal Polimesin, 19(2), 169–175.
- [3] Azwinur, Syukran, dkk. (2021). *Effect of TIG welding current variations on the tensile strength and hardness of A-6061 aluminum*. Journal of Welding Technology.
- [4] Bilal, N. I. (2021). *Pengaruh variasi arus busur listrik pengelasan GMAW terhadap kekuatan impact pada baja karbon rendah ST 37*. (Tesis, Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung).
- [5] Pius Hadiano Batu, V. (2023). *Pengaruh variasi sudut kampuh V terhadap distorsi, kekuatan tarik dan struktur mikro hasil pengelasan Metal Inert Gas (MIG) aluminium 7075 sebagai material rangka sayap pesawat terbang*. (Tesis, Institut Teknologi Dirgantara Adisutjipto).
- [6] Ruseno, D. (2021). *Analisa pengaruh PWHT terhadap sifat mekanik hasil pengelasan SMAW pada baja ST41 dengan variasi temperatur dan waktu tahan melalui uji Rockwell dan metalografi*. (Tesis, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya).