

PENGARUH VARIASI SUDUT GROOVE DAN KUAT ARUS PADA PENGELASAN GTAW TERHADAP SIFAT MEKANIK SAMBUNGAN ALUMINIUM 6061

Prasetyo Aji, Muh. Alfatih Hendrawan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi sudut groove terhadap kekuatan mekanis pada material aluminium dengan tebal 6 mm ketika dilakukan pengelasan dengan metode pengelasan GTAW, dengan variasi sudut groove 90 dan 120 derajat. Serta polaritas arus AC dan DCEN yang kemudian dilakukan pengujian mekanis (uji Tarik dan juga uji kekerasan) untuk mencari nilai kekuatan sambungannya. Pengelasan dilakukan dengan metode pengelasan GTAW dengan variasi arus dan juga variasi sudut *groove* sambungan las. Metode pengujian yang akan dilakukan adalah dengan pengujian Tarik dan pengujian kekerasan pada sambungan setelah dilakukan proses pengelasan, dari pengujian yang telah dilakukan diperoleh data-data berupa besaran nilai kekuatan Tarik dan nilai kekerasan pada sambungan las. Dari pengujian yang telah dilakukan, diperoleh hasil berupa nilai kekuatan Tarik dan nilai kekerasan pada sambungan las. Dari hasil pengelasan juga ditemukan adanya cacat pada sambungan las, dari hasil yang diperoleh maka dapat di Tarik kesimpulan bahwa arus AC memiliki kekuatan Tarik lebih tinggi daripada arus DCEN, dan hasil dari variasi 120° 120 A memiliki nilai kekerasan paling tinggi.

Kata kunci: Aluminium, Las GTAW, Uji Tarik, Uji Kekerasan, *Groove*

Abstract

This study aims to determine the effect of groove angle variations on the mechanical strength of 6 mm thick aluminum material when welding with the GTAW welding method, with groove angle variations of 90 and 120 degrees. As well as the polarity of AC and DCEN currents which are then subjected to mechanical testing (tensile testing and hardness testing) to find the strength value of the joint. Welding is carried out using the GTAW welding method with variations in current and also variations in the groove angle of the welded joint. The testing method that will be carried out is by tensile testing and hardness testing on the joint after the welding process is carried out, from the tests that have been carried out, data is obtained in the form of tensile strength values and hardness values on the welded joint. From the tests that have been carried out, the results are obtained in the form of tensile strength values and hardness values on the welded joint. From the welding results, defects were also found in the welded joint, from the results obtained it can be concluded that AC current has a higher tensile strength than DCEN current, and the results of the 120 ° 120 A variation have the highest hardness value.

Keywords: Aluminum, GTAW Welding, Tensile Test, Hardness Test, Groove

1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan suatu proses penggabungan atau penyambungan dua material atau lebih, biasanya berupa logam, dengan menggunakan energi panas sampai material yang akan

disambung berada dalam kondisi meleleh, sehingga kedua material tersebut bisa menyatu, dengan memberikan tekanan atau tidak, serta dengan memberikan bahan tambahan atau tidak. Berdasarkan definisi dari *Deutsche Industrie Normen* (DIN) las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam atau logam paduan yang dilaksanakan dalam keadaan lumer atau cair (Wiryosumarto & Okumura, 2000).

Alumunium merupakan salah satu unsur kimia dan bukan termasuk jenis logam berat. Alumunium paduan jenis 6061 mengandung magnesium dan silikon sebagai suatu elemen unsur paduan utama. Pada awalnya disebut “Alloy 61S” yang dikembangkan pada tahun 1935. Jenis alumunium 6061 mempunyai sifat mekanik yang baik, menunjukkan kemampuan las yang baik dengan daya tahan korosi tinggi (Almanda, dkk, 2021).

Metode Gas *Tungsten Arc Welding* (GTAW) pada dasarnya merupakan pengelasan gas *tungsten-arc*, elektroda digunakan untuk pengumpan busur nyala api. Pengelasan GTAW umumnya memberikan hasil las yang lebih baik, salah satu kelebihanannya untuk mengelas alumunium (Naufal, dkk, 2016). Gas Argon pada las GTAW mudah didapatkan dan lebih murah sehingga sering digunakan sebagai gas pelindung dan pengelasan semua logam. Faktor yang dapat mempengaruhi kekuatan hasil sambungan las, yaitu dari segi bentuk kampuh dan pemilihan sudut kampuh las.

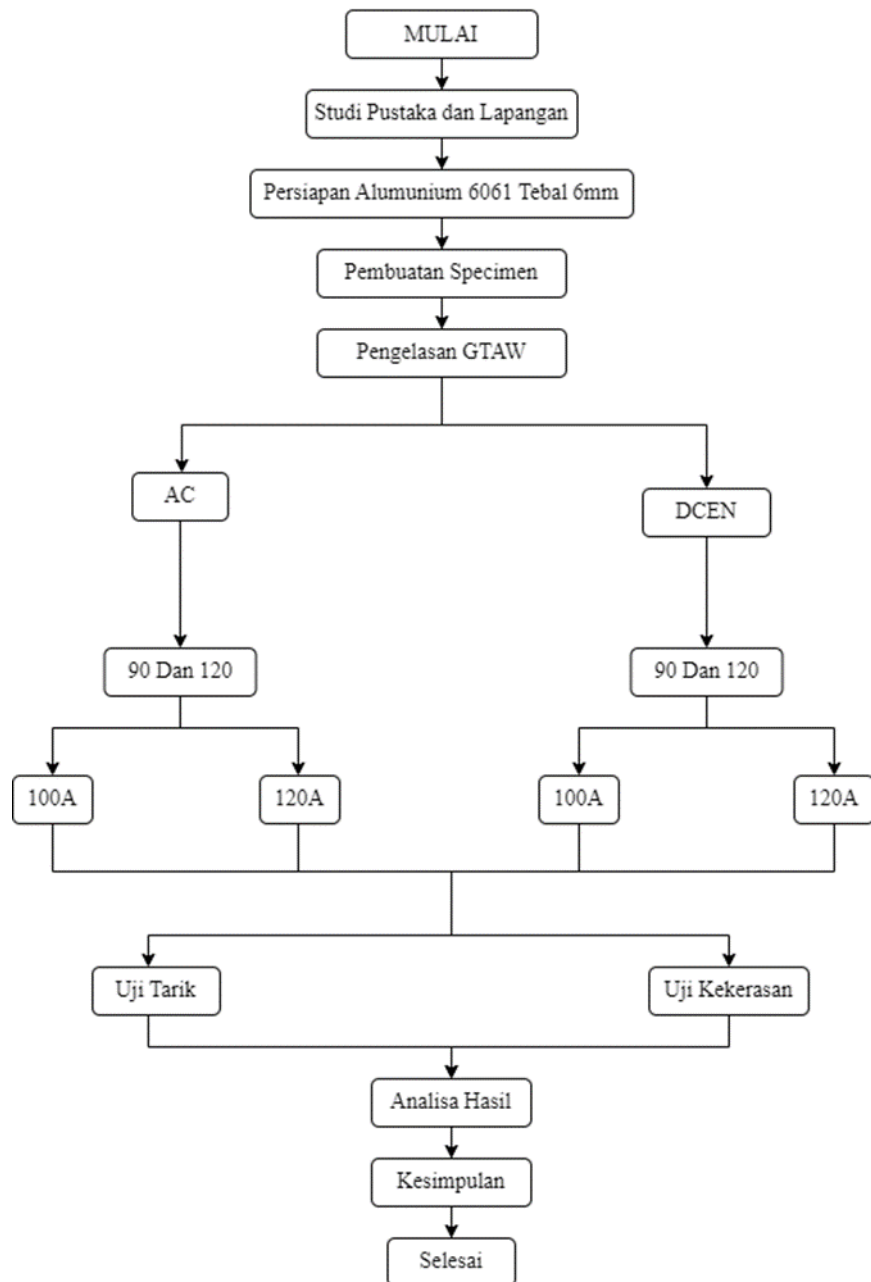
Agar sambungan antara dua logam memiliki mutu yang baik maka diperlukan suatu pengelasan yang tepat serta bentuk kampuh las yang sesuai dengan kegunaan dari hasil las tersebut. Penggunaan kampuh V digunakan untuk menyambung logam atau pelat dengan ketebalan antara 6 – 16mm, dimana sambungan ini terdiri dari kampuh V tertutup dan terbuka

Pengujian tarik merupakan salah satu pengujian yang umum digunakan dalam pengujian material dalam dunia industri. Karena pengujian ini merupakan pengujian yang mudah dan banyak data yang bisa diambil dari pengujian ini (Fata, Razi , & Syukran, 2020).

Berkaitan dengan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul Pengaruh Variasi Sudut Groove dan Kuat Arus pada pengelasan GTAW Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Aluminium 6061. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan variasi sudut groove dan kuat arus pada pengelasan terhadap kekuatan tarik sambungan las serta membandingkan pengaruh variasi sudut groove dan kuat arus terhadap nilai kekerasan sambungan las pada pengelasan GTAW. Variasi sudut groove dalam penelitian ini yaitu 90° dan 120°, dan variasi arus AC dan DCEN yaitu sebesar 100A dan 120A.

2. METODE

2.1 Rancangan Penelitian



Gambar 1. Diagram alir

Diagram diatas merupakan struktur rancangan pada penelitian ini, dalam proses pengelasan ini bahan yang disambungkan harus diidentifikasi dengan tepat agar dapat ditentukan prosedur pengelasan yang tepat dan sesuai, serta untuk menentukan pemilihan mesin dan juga alat-alat yang digunakan dalam pengelasan agar tepat. Kemudian dalam

pengujiannya yaitu kekuatan tarik dan nilai kekerasan dapat diketahui langkah langkah pengujiannya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pengujian Tarik

3.1.1 AC 90° 100 A



Gambar 2. Bagian patahan arus AC 90° 100A



Gambar 3. Hasil patahan arus AC 90° 100A

Pada pengelasan dengan variasi teknik ini, hasil pengelasan yang diperoleh menunjukkan kualitas yang sangat baik tanpa adanya kecacatan pada sambungan las. Sambungan terlihat rapi dan kuat, yang mengindikasikan bahwa proses pengelasan berjalan optimal. Berdasarkan hasil pengamatan, jenis patahan yang terjadi setelah pengujian adalah patahan getas. Ini ditandai dengan tidak adanya deformasi plastis pada material sebelum patah,

artinya material tersebut langsung patah setelah mencapai batas kekuatannya tanpa mengalami peregangan atau perubahan bentuk yang signifikan.

Pada pengujian tarik yang dilakukan, material mampu menahan beban hingga mencapai tegangan maksimum sebesar 220,8 MPa sebelum akhirnya mengalami kegagalan. Nilai ini menunjukkan bahwa material memiliki kekuatan yang cukup tinggi dalam menahan gaya tarik. Jenis patahan getas ini biasanya terjadi pada material yang bersifat rapuh, di mana material cenderung patah secara tiba-tiba tanpa ada peringatan melalui perubahan bentuk. Hasil ini memberikan gambaran bahwa sambungan las yang dihasilkan memiliki sifat mekanis yang baik, namun juga menunjukkan bahwa material mungkin memerlukan pengoptimalan untuk meningkatkan keuletan atau sifat plastisitasnya agar lebih tahan terhadap beban tarik yang lebih ekstrem.

3.1.2 AC 90° 120 A



Gambar 4. Bagian patahan arus AC 90° 120A



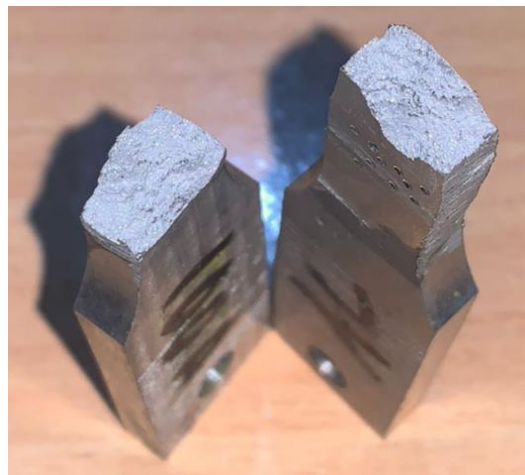
Gambar 5. Hasil patahan arus AC 90° 120A

Hasil pengujian Tarik pada variasi ini menunjukkan tidak ada cacat las pada daerah patahan dan dari gambar di atas patahan yang terjadi adalah patah getas, dan hasil pengujian Tarik pada variasi ini memperoleh beban Tarik maksimum sebesar 239.6 Mpa.

3.1.3 AC 120° 100 A



Gambar 6. Bagian patahan arus AC 120° 100A



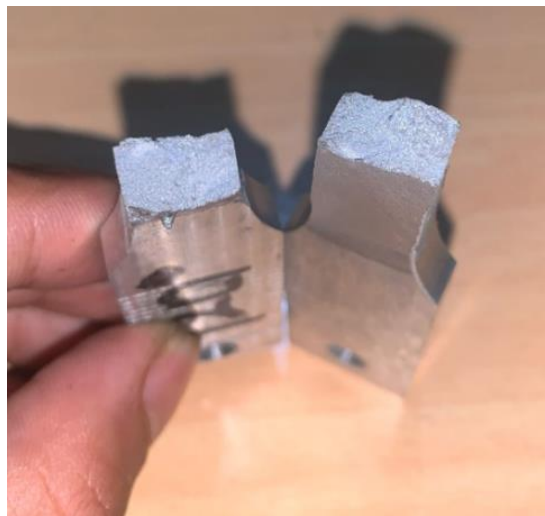
Gambar 7. Hasil patahan arus AC 120° 100A

Hasil pengujian Tarik pada variasi ini menunjukkan tidak ada cacat las pada daerah patahan dan dari gambar di atas patahan yang terjadi adalah patah getas, dan hasil pengujian Tarik pada variasi ini memperoleh beban Tarik maksimum sebesar 276.4 Mpa.

3.1.4 AC 120° 120 A



Gambar 8. Hasil patahan arus AC 120° 120A



Gambar 9. Hasil patahan arus AC 120° 120A

Hasil pengujian pada variasi ini menunjukkan adanya cacat pada pengelasan berupa cacat Crack atau retak.



Gambar 10. Cacat pengelasan variasi arus AC 120° 120A

Secara ilmiah, retakan pada pengelasan alumunium setelah pengujian tarik dapat dijelaskan dari sudut pandang beberapa faktor mekanis dan metalurgi yang mempengaruhi integritas sambungan:

- a) Perbedaan logam las dan logam pengisi: Material spesimen yang digunakan adalah alumunium 6061 sedangkan filler pengisi untuk pengelasan ini adalah ER4043, dikarenakan memiliki sifat mekanis yang berbeda, seperti kekuatan dan keuletan. Ketika terjadi pendinginan setelah pengelasan, perbedaan ini dapat menyebabkan tegangan yang berbeda pada daerah las dan sekitarnya yang memicu terbentuknya retakan.
- b) Oksidasi Alumunium: Ketika menggunakan polaritas AC, oksida yang terbentuk dapat terlepas atau tidak sepenuhnya tereliminasi selama proses pengelasan. Ini dapat menyebabkan kelemahan dalam pengelasan karena oksida yang masih ada dapat menjadi titik awal bagi retakan untuk berkembang.

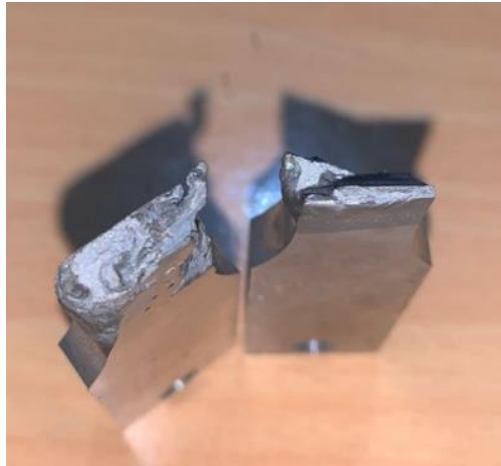
Secara logika, untuk mencegah retakan pada pengelasan alumunium, diperlukan kontrol yang cermat terhadap parameter pengelasan, pemilihan bahan dan persiapan permukaan yang tepat, serta pemahaman yang baik tentang interaksi material selama proses pengelasan. Hal ini penting untuk memastikan sambungan memiliki kekuatan struktural yang memadai untuk memenuhi kebutuhan aplikasi teknisnya.

Pada hasil pengujian Tarik, beban maksimum yang mampu diperoleh adalah sebesar 148.8 Mpa.

3.1.5 DCEN 90° 100 A

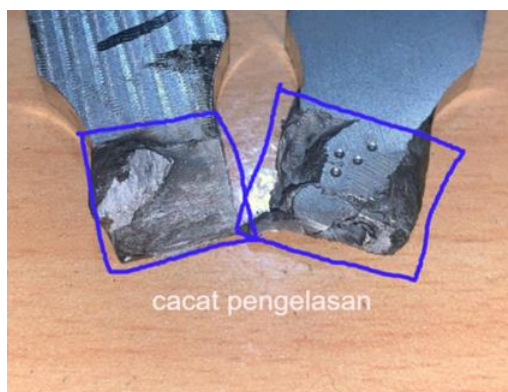


Gambar 11. Bagian patahan arus DCEN 90° 100A



Gambar 12. Hasil patahan arus DCEN 90° 100A

Pada pengelasan aluminium menggunakan polaritas arus DCEN pada pengelasan GTAW oksida terperangkap pada permukaan logam las sehingga tidak ada aksi bombarding ion positifnya sehingga hasil pada sambungan las banyak terjadi cacat dan kekuatan Tarik yang rendah. Tegangan Tarik maksimum yang diperoleh adalah 48.8 Mpa.



Gambar 13. Cacat pengelasan DCEN 90° 100A

Pada gambar di atas menunjukkan cacat las Incomplete Fusion /pelelehan yang tidak sempurna pada pengelasan.

3.1.6 DCEN 90° 120 A



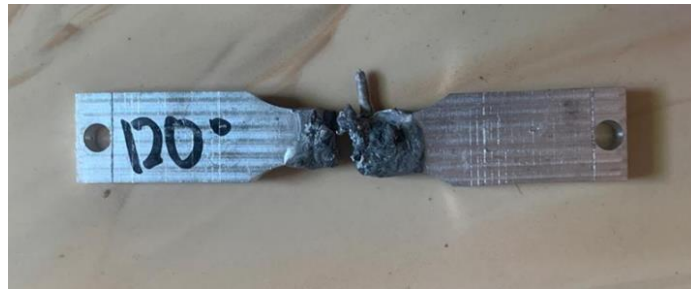
Gambar 14. Hasil patahan arus DCEN 90° 120A



Gambar 15. Hasil patahan arus DCEN 90° 120A

Hasil patahan pengujian Tarik pada polaritas arus DCEN semuanya memiliki cacat las yang sama, tegangan Tarik maksimum yang diperoleh adalah sebesar 79.7 Mpa.

3.1.7 DCEN 120° 100 A



Gambar 16. Hasil patahan arus DCEN 120° 100A



Gambar 17. Hasil patahan arus DCEN 120° 100A

Sama seperti sebelumnya hasil dari pengelasan ini memiliki cacat las seperti pada variasi DCEN yang lainnya, hasil kekuatan Tarik maksimum sebesar 29.2 Mpa.

3.1.8 DCEN 120° 120 A



Gambar 18. Hasil patahan arus DCEN 120° 120A



Gambar 19. Hasil patahan arus DCEN 120° 120A

Hasil pengelasan menggunakan arus DCEN semuanya memiliki cacat las yang serupa, hasil dari pengujian Tarik menunjukkan kekuatan Tarik maksimum yang di perolehi sebesar 87.6 Mpa.

3.2 Pembahasan Pengujian Tarik

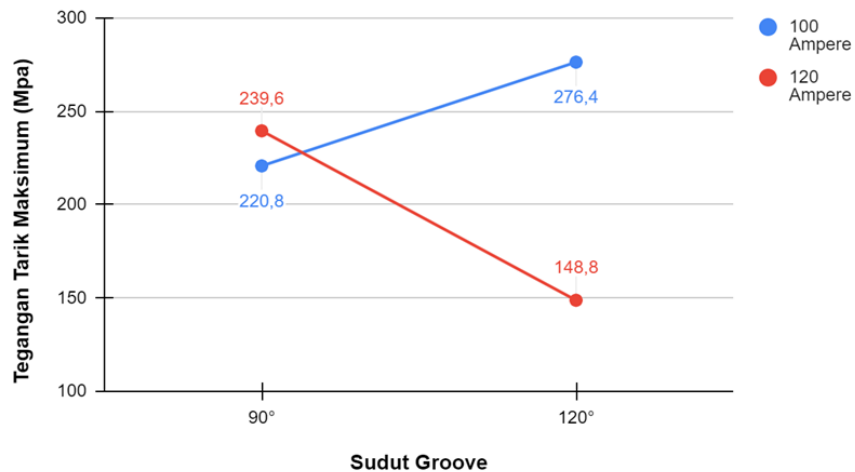
Dari hasil pengujian Tarik dari berbagai variasi arus dan sudut groove diperoleh data-data seperti tabel berikut:

Tabel 1. Tabel hasil pengujian tarik

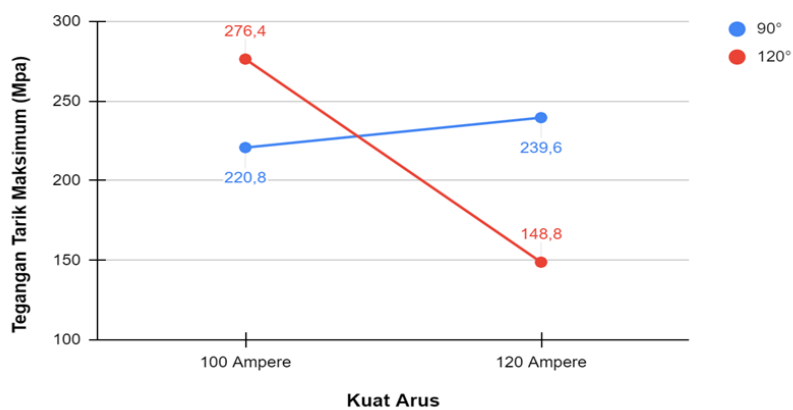
VARIASI ARUS DAN SUDUT	KEKUATAN TARIK MAKSIMUM (Mpa)
AC 90° 100 A	220.8
AC 90° 120 A	239.6
AC 120° 100 A	276.4
AC 120° 120 A	148.8

DCEN 90° 100 A	48.8
DCEN 90° 120 A	79.7
DCEN 120° 100 A	29.2
DCEN 120° 120 A	87.6

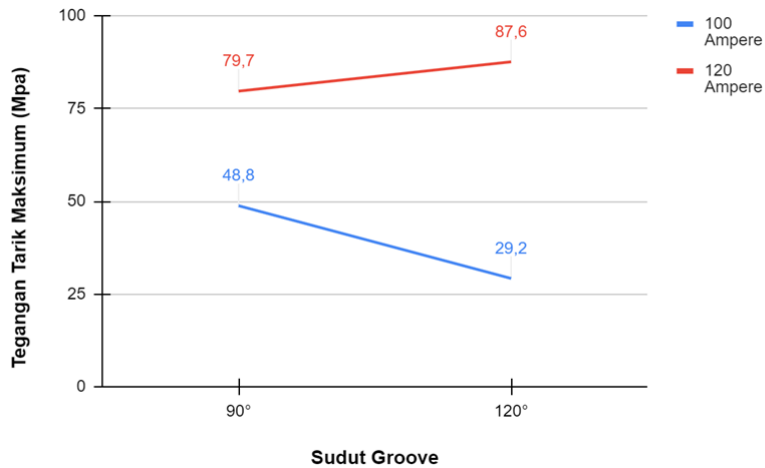
Hasil pengujian Tarik dapat dilihat dari tabel seperti diatas, dari tabel diatas dapat diubah menjadi grafik seperti:



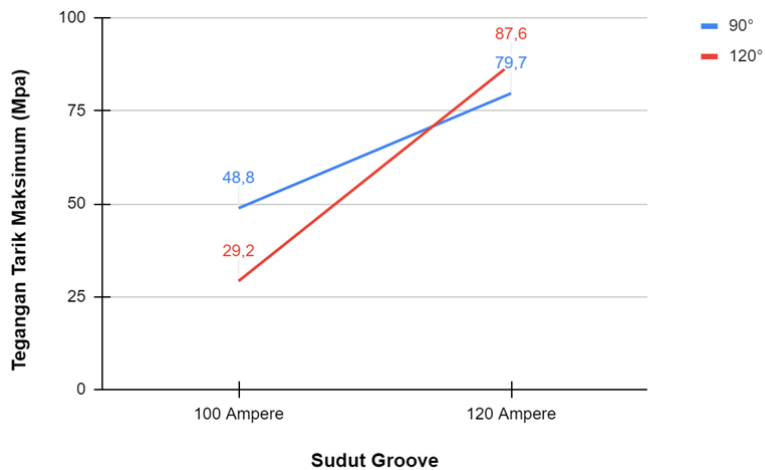
Gambar 20. Grafik pengujian Tarik, pengaruh sudut groove terhadap kekuatan tarik maksimum pada polaritas AC



Gambar 21. Grafik pengujian Tarik, pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik maksimum pada polaritas AC



Gambar 22. Grafik pengujian Tarik, pengaruh sudut groove terhadap kekuatan tarik maksimum pada polaritas DCEN



Gambar 23. Grafik pengujian Tarik, pengaruh kuat arus terhadap kekuatan tarik maksimum pada polaritas DCEN

Data penjelasan diatas menurut data yang telah diperoleh dari pengujian yang telah dilakukan, tapi melihat adanya kecacatan pada hasil pengelasan mengakibatkan data yang harusnya sesuai dengan teori dan penelitian sebelumnya menjadi tidak sesuai dikarenakan adanya cacat pada pengelasan.

Pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan adanya kecacatan pada variasi arus AC 120° 120 A terjadi kecacatan berupa retak (Crack) yang mempengaruhi hasil pengujian tarik. Hal ini umumnya terjadi karena pengaruh perbedaan antara logam las dan filler pengisi, serta bisa juga karena dari polaritas AC tersebut, yang pada akhirnya dapat menginduksi retakan pada material aluminium. Penanganan yang tepat terhadap teknik pengelasan yang sesuai dengan material tersebut dapat membantu mengurangi kemungkinan terjadinya retak.

Sedangkan pada arus DCEN (Direct Current Electrode Negative) untuk pengelasan aluminium, terdapat masalah dengan lapisan oksida yang tidak dapat dibersihkan dari permukaan aluminium. Ini mengakibatkan oksida tetap ada di kolam las selama proses pengelasan, yang kemudian mencemari sambungan las.

Oksida yang terperangkap dalam kolam las dapat menyebabkan cacat seperti porositas atau inklusi oksida dalam logam las. Selain itu, karena penggunaan DCEN tidak menyediakan proses bombardir ion positif yang kuat ke permukaan aluminium, ini juga dapat menyebabkan rendahnya kekuatan sambungan las dan penampilan yang tidak memuaskan. Sehingga menyebabkan kemungkinan timbulnya cacat las yang terjadi setelah proses pengelasan, beberapa cacat las berupa:

1) Kualitas Sambungan yang Buruk

Lapisan oksida yang tidak dihilangkan dengan baik dari permukaan logam aluminium sebelum proses pengelasan dapat menjadi hambatan serius dalam mencapai penetrasi yang memadai selama pengelasan. Hal ini mengakibatkan adanya sambungan las yang kurang kohesif antara logam dasar dan logam pengisi, karena logam pengelas tidak dapat menyebar dengan baik atau menyatu sepenuhnya dengan logam dasar. Akibatnya, sambungan tersebut dapat memiliki kekuatan yang rendah dan rentan terhadap kegagalan struktural. Selain itu, lapisan oksida yang masih ada juga dapat memicu terbentuknya pori-pori atau inklusi dalam logam las, yang lebih lanjut mengurangi kekuatan mekanis dan keandalan sambungan las.

2) Porositas

Lapisan oksida yang masih menempel pada permukaan aluminium sebelum proses pengelasan dapat menghambat penetrasi yang memadai dari logam pengisi ke dalam logam dasar. Selama pemanasan saat pengelasan, oksida yang tidak dihilangkan sepenuhnya dapat menyebabkan terbentuknya pori-pori kecil dalam sambungan las. Pori-pori ini mengandung gas-gas seperti udara yang terperangkap di dalamnya, mengurangi kekuatan mekanis sambungan dan meningkatkan kerentanan terhadap korosi.

3) Retak

Oksida yang terperangkap di antara logam las dapat menjadi penyebab ketegangan yang tidak merata selama proses pendinginan setelah pengelasan. Ketika logam pendingin dari suhu tinggi ke suhu lebih rendah, ketegangan termal yang tidak

seimbang dapat terbentuk di sekitar daerah las. Hal ini meningkatkan risiko terjadinya retakan pada sambungan las.

4) Kualitas Estetika yang Buruk

Lapisan oksida yang masih menempel pada permukaan aluminium sebelum proses pengelasan dapat memiliki dampak yang signifikan terhadap tampilan visual sambungan las. Saat aluminium dipanaskan selama proses pengelasan, lapisan oksida yang belum dibersihkan sepenuhnya dapat mengganggu estetika sambungan. Pertama, oksida yang masih melekat dapat menghalangi logam pengelas untuk merata di sepanjang sambungan, menghasilkan permukaan yang tidak rata dan tidak konsisten. Hal ini membuat sambungan tampak tidak selesai atau tidak profesional. Selain itu, oksida yang terperangkap dalam kolam las dapat menyebabkan terbentuknya pori-pori atau lubang kecil pada permukaan sambungan. Pori-pori ini tidak hanya merusak penampilan visual sambungan, tetapi juga dapat mengurangi kekuatan struktural karena mereka menjadi titik kelemahan yang potensial. Selain itu, kehadiran oksida yang tidak dibersihkan dengan baik juga dapat menyebabkan munculnya cacat visual lainnya seperti retakan kecil, bekas terbakar, atau perubahan warna yang tidak seragam.

5) Kekurangan Aliran Gas Pelindung

Ketika aliran gas pelindung dalam proses pengelasan tidak mencukupi, berbagai konsekuensi dapat terjadi yang secara langsung mempengaruhi kualitas sambungan las. Gas pelindung, biasanya argon atau campuran gas inert lainnya, memiliki peran krusial dalam melindungi logam cair dari interaksi dengan oksigen di udara sekitarnya. Tanpa perlindungan yang memadai, oksigen dapat bereaksi dengan logam cair saat proses pengelasan berlangsung. Pertama, kehadiran oksigen yang tidak diinginkan dapat menyebabkan terbentuknya oksida tambahan pada zona pengelasan. Oksida ini biasanya memiliki struktur yang rapuh dan tidak terikat erat dengan logam dasar atau logam pengisi, mengurangi kekuatan dan integritas struktural sambungan las. Dengan kata lain, sambungan las yang seharusnya kuat dan tahan lama dapat menjadi rentan terhadap retakan atau bahkan kegagalan struktural. Selain itu, kekurangan gas pelindung juga dapat menyebabkan sambungan las yang berpori atau memiliki cacat lainnya. Porositas terbentuk ketika gas pelindung tidak cukup untuk menghalau udara dan gas-gas lain yang dapat terperangkap dalam kolam logam cair selama proses pendinginan. Lubang-lubang kecil ini tidak hanya mempengaruhi penampilan visual

sambungan, tetapi juga mengurangi kekuatan mekanisnya karena mereka menjadi titik-titik lemah dalam struktur logam.

Dari berbagai cacat pada pengelasan diatas sangat mempengaruhi hasil daripada pengujian sehingga data yang diharapkan sesuai dengan teori dan penelitian sebelumnya menjadi kurang tepat. Tetapi dengan data yang telah diperoleh dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin tinggi kuat arus yang diberikan pada saat pengelasan dapat mengakibatkan penetrasi yang dalam sehingga sambungan pada las semakin kuat, dengan mengabaikan cacat pada pengelasan maka dari grafik pengujian Tarik dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin besar sudut kampuh dan kuat arus maka tegangan Tarik maksimum yang diperoleh juga semakin besar, ini serupa dengan pengujian-pengujian sebelumnya dan sesuai dengan teori yang telah dijelaskan.

3.3 Hasil Pengujian Kekerasan



Gambar 24. Hasil pengujian kekerasan

Pada pengujian kekerasan menggunakan metode *Rockwell* yang dilakukan pengukuran pada tiga bagian yaitu daerah Base metal, daerah haz, dan daerah *Weld metal*. Selama pengujian kekerasan *Rockwell* berlangsung terjadi beberapa fenomena-fenomena antara lain:

1) Pengukuran kedalaman penetrasi

Salah satu fenomena utama adalah penetrasi bola atau kerucut ke permukaan bahan yang diuji. Kedalaman penetrasi ini kemudian diukur dengan menggunakan skala yang terkalibrasi, yang kemudian memberikan nilai kekerasan yang dapat dibaca.

2) *Rebound*

Setelah beban pengujian dilepaskan, terjadi *rebound*, yaitu pemulihan bola kembali ke posisi awalnya setelah diterapkan tekanan. Pengukuran kekerasan *Rockwell* bergantung pada perbedaan antara kedalaman penetrasi maksimum dan kedalaman penetrasi setelah *rebound*.

3) Deformasi

Selama proses penetrasi, bahan yang diuji mengalami deformasi pada permukaannya. Deformasi ini bersifat permanen karena bagian yang terdeformasi tidak kembali ke bentuk semula.

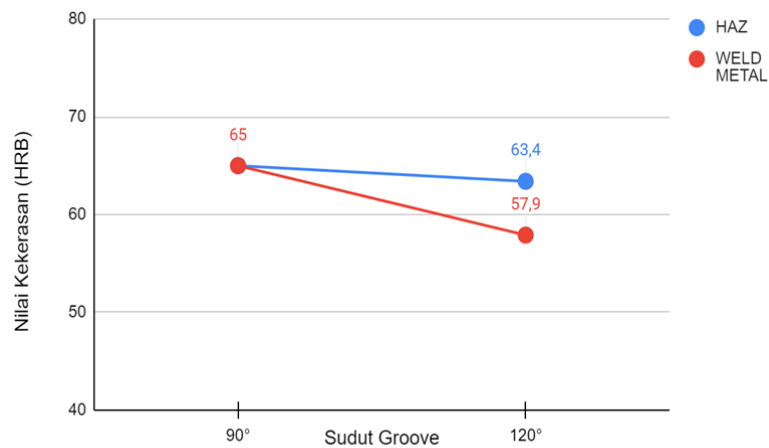
3.4 Pembahasan Pengujian Kekerasan

Hasil pengujian kekerasan yang telah diperoleh dapat diubah ke dalam tabel seperti berikut:

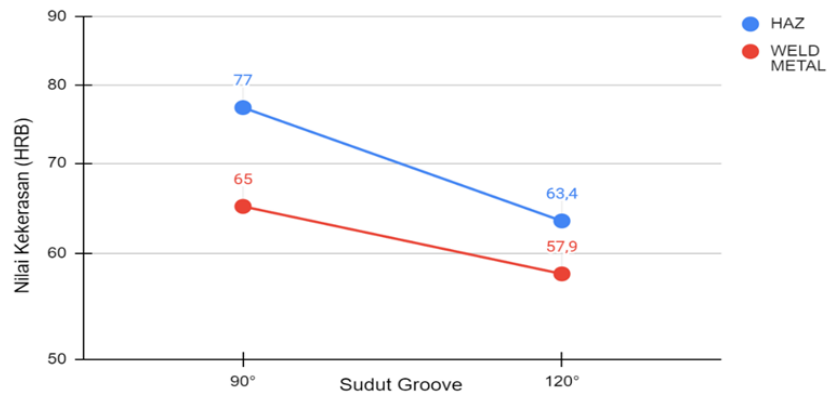
Tabel 2. Tabel pengujian kekerasan

VARIASI	BASE METAL	HAZ	WELD METAL
AC 90° 100 A	60,2	65	63,4
AC 90° 120 A	60,2	77	54,3
AC 120° 100 A	60,2	65	57,9
AC 120° 120 A	60,2	52	53,5
DCEN 90° 100 A	60,2	65	62,8
DCEN 90° 120 A	60,2	55	63,8
DCEN 120° 100 A	60,2	50	51,3
DCEN 120° 120 A	60,2	45	75,8

Dari tabel diatas maka dapat diubah ke dalam grafik berdasarkan kuat arus dan sudut groove seperti berikut:

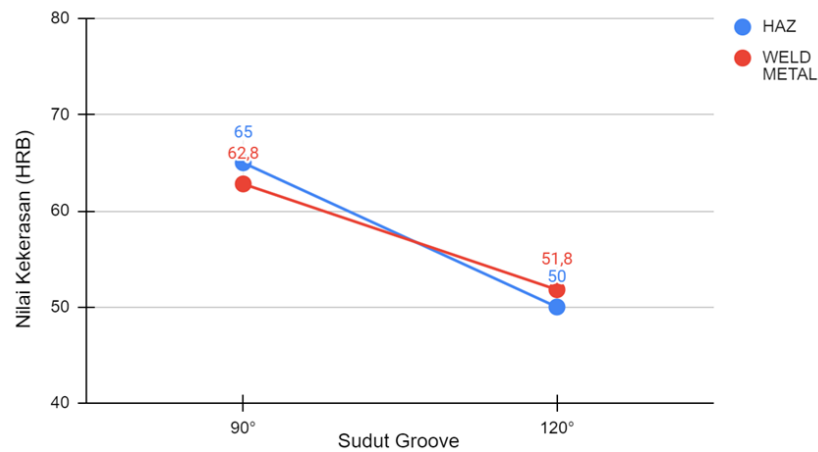


Gambar 25. Grafik pengujian Kekerasan, pengaruh sudut groove terhadap nilai kekerasan pada polaritas

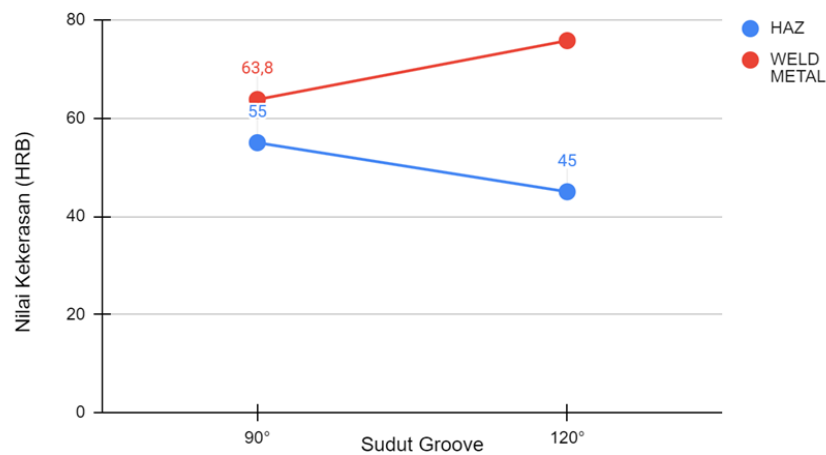


AC dengan kuat arus 100A

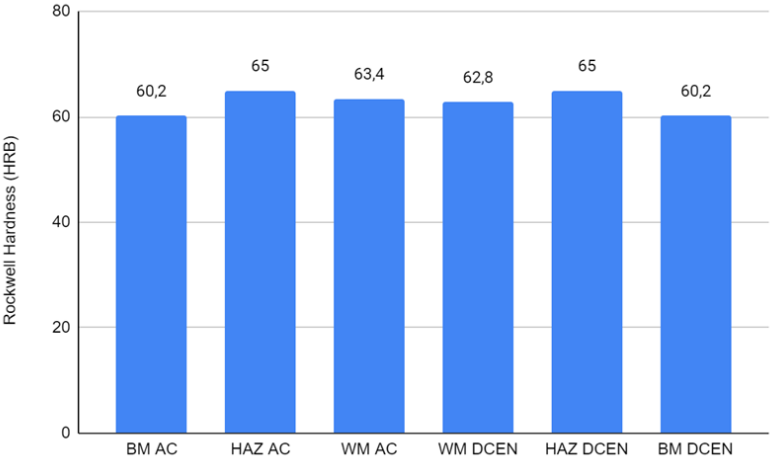
Gambar 26. Grafik pengujian Kekerasan, pengaruh sudut groove terhadap nilai kekerasan pada polaritas AC dengan kuat arus 120A



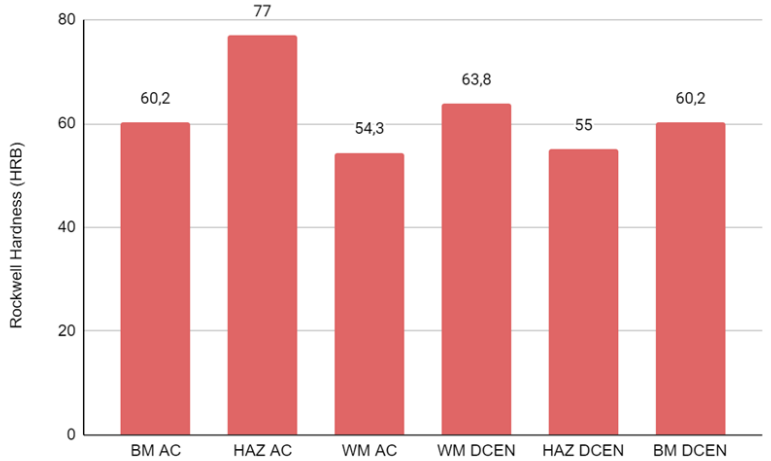
Gambar 27. Grafik pengujian Kekerasan, pengaruh sudut groove terhadap nilai kekerasan pada polaritas DCEN dengan kuat arus 100A



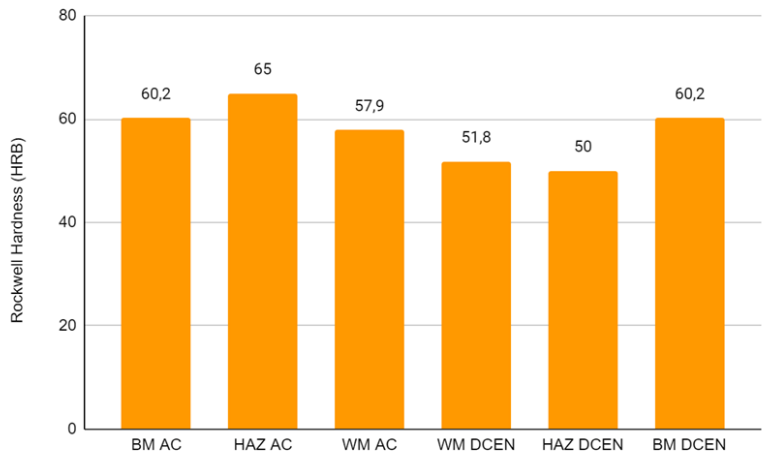
Gambar 28. Grafik pengujian Kekerasan, pengaruh sudut groove terhadap nilai kekerasan pada polaritas DCEN dengan kuat arus 120A



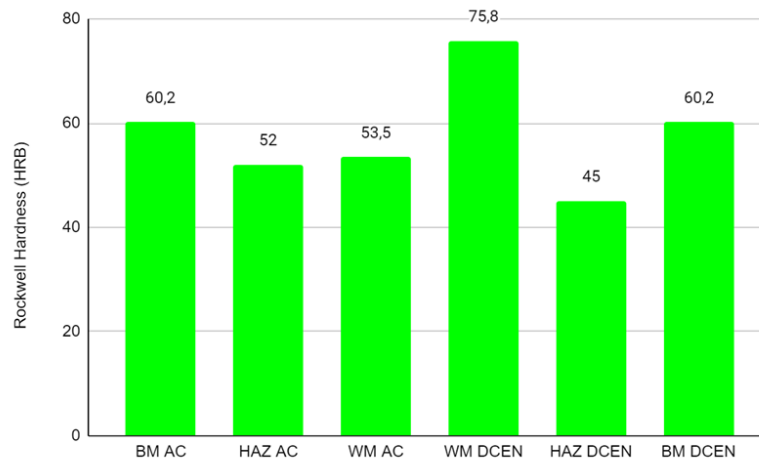
Gambar 29. Distribusi profil kekerasan pada variasi 90° 100 A



Gambar 30. Distribusi profil kekerasan pada variasi 90° 120 A



Gambar 31. Distribusi profil kekerasan pada variasi 120° 100 A



Gambar 32. Distribusi profil kekerasan pada variasi 120° 120 A

Nilai kekerasan spesimen di daerah *Base metal* (logam induk) adalah sama, hal ini dikarenakan pada logam induk tidak terkena input panas selama proses pengelasan sehingga nilai kekerasan dianggap konstan atau tetap. Sedangkan pada daerah HAZ dan *Weld Metal* (logam las) cenderung berbeda karena telah menerima input panas yang berbeda setiap spesimen. Pada penelitian ini kuat arus berpengaruh terhadap nilai kekerasan pada spesimen setelah dilakukan pengelasan, dengan mengabaikan cacat las yang ada maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kuat arus berpengaruh terhadap nilai kekerasan hasil pengelasan dengan demikian maka semakin besar kuat arus maka semakin besar juga nilai kekerasan yang dapat dihasilkan. Hal ini dikarenakan kuat arus yang tinggi mempengaruhi beberapa faktor kunci dalam proses pengelasan diantara-Nya:

1) Kecepatan Pendinginan

Arus yang lebih tinggi dalam pengelasan biasanya menghasilkan laju pendinginan yang lebih cepat. Pendinginan yang cepat dapat menyebabkan pembentukan struktur mikro yang berbeda, seperti martensit, yang biasanya lebih keras daripada struktur mikro lainnya. Kekerasan martensit bergantung pada laju pendinginan dan komposisi material.

2) Ukuran Butiran

Arus pengelasan yang tinggi dapat menghasilkan butiran logam yang lebih kecil. Butiran yang lebih kecil cenderung memberikan kekerasan yang lebih tinggi karena batas butiran yang lebih banyak, yang memperkuat material secara keseluruhan.

3) Transformasi Fasa

Kuat arus yang berbeda dapat mempengaruhi transformasi fasa dalam logam yang dilas. Transformasi fasa yang berbeda dapat menghasilkan struktur mikro yang

berbeda, yang pada gilirannya dapat mempengaruhi kekerasan akhir dari logam tersebut.

Pada penelitian yang telah dilakukan maka dapat dilihat daerah HAZ dengan tingkat kekerasan paling tinggi berasal dari variasi arus AC 90° 120A dengan nilai 77 HRB dan kekerasan dari weld metal paling tinggi dari variasi DCEN 120° 120 A dengan nilai 75,8 HRB, dengan demikian maka hasil dari penelitian ini sesuai dengan teori yang telah dipelajari.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan Analisa data dan pembahasan hasil pengujian maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- 1) Dari hasil pengujian Tarik dapat ditarik kesimpulan bahwa arus AC memiliki kekuatan Tarik lebih tinggi daripada arus DCEN, kekuatan Tarik paling tinggi yaitu pada variasi arus AC dengan sudut groove 120° dan kuat arus 100 ampere, ini dikarenakan semakin tinggi arus yang diberikan maka penetrasi yang terjadi akan semakin dalam sehingga mempengaruhi kekuatan tariknya.
- 2) Dari hasil pengujian dengan variasi 120° 120 A memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi. Dapat ditarik kesimpulan bahwa hasil pengelasan dengan kuat arus yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kekerasan yang dihasilkan, ini dikarenakan kuat arus mempengaruhi faktor-faktor dalam pengelasan yang berpengaruh terhadap nilai kekerasan seperti kecepatan pendinginan logam yang dilas dan mikro struktur hasil akhir.

4.2 Saran

Dengan telah dilakukannya seluruh rangkaian penelitian, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut:

- 1) Dengan penambahan variasi DCEP pada proses pengelasan dapat menjadikan pengujian lebih bervariasi
- 2) Melakukan pengujian mekanik selain uji kekerasan dan uji Tarik dapat menambah informasi terkait hasil dari percobaan metode ini
- 3) Melakukan Analisa pengujian struktur mikro pada daerah pengelasan untuk mengetahui perubahan yang terjadi sebelum dan setelah proses pengelasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azwinur, Marzuki, Usman, Syarif, J., & Zuhaimi. (2020). Pengaruh Arus Terhadap Sifat Mekanik Alumunium Pada Pengelasan GTAW. *Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 185-190.
- Callister, W. D., & Rethwisch, D. G. (2000). *Materials science and engineering*.
- Dharma, S., Suherman, Sarjianto, Sebayang, R., & Kurniyanto, H. (2022). Jurnal Rekayasa Mesin. *Pengaruh Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanis Pada Alumunium Al-Se-Fe dengan Filler Er 4043 Metode Pengelasan GTAW*, 103-112.
- Fakhri, A. A., Basyirun, Fikrie, A., & Kusdiyarto, P. (2022). Analysis of tensile strength and microstructure on GTAW- 6061 . *Journal of Engineering and Applied Technology* , 94-100.
- Fata, H., Razi , M., & Syukran. (2020). Jurnal of welding technology. *Pengaruh variasi sudut kampuh bevel groove terhadap kekuatan tarik material stainless steel 304*.
- Lakshminarayanan, A. K., Balasubramanian, V., & Elangovan, K. (2009). Int J Adv Manuf Technol. *Effect of welding processes on tensile properties of AA6061 aluminium alloy joints*, 286-296.
- Naufal, A., Jokosisworo, S., & Samuel. (2016). Pengaruh Kuat Arus Listik Dan Sudut Kampuh V Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Alumunium 5083 Pengelasan GTAW. *Jurusan Teknik Perkapalan*, 256-264.
- Prakoso, D. (2018). *Pengaruh Variasi Kuat Arus Dan Sudut Kampuh Terhadap Kekuatan Tarik Material ST 42 Pada Proses Pengelasan GTAW*.
- prassad, v., & lingaraju, d. (2017). *Effect Of Different Edge Preparations On The Tensile And Hardness Properties Of Gtaw Welded 6082 Aluminum Alloy*, 157-165.
- Rahmatika, A., Ibrahim, S., Hersaputri, M., & Aprilia, E. (2019). Studi Pengaruh Variasi Kuat Arus Terhadap Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GTAW Alumunium 1050 Dengan Filler ER 4043. *JURNAL POLIMESIN*, 47-54.
- Wiryosumarto, H., & Okumura, T. (2000). *TEKNOLOGI PENGELASAN LOGAM*. Jakarta: Pradya Paramita.