Analisis Pengaruh Variasi Besar Arus dan Kecepatan Pengelasan Terhadap Pengujian Tekuk/Bending dan Struktur Makro pada Material Aluminium 6061 dengan Proses Pengelasan TIG (GTAW)

Arnold Kuch Yeremia Jalmaf[1], Suheni[2],
Jurusan Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya[1,2]
e-mail: arnoldjalmaf@gmail.com [1], suheni@itats.ac.id[2],

ABSTRACT

Welding is a way of joining solid objects by melting them through heating. Al-6061 serial aluminum is categorized as a material that has sufficient corrosion resistance, strength, and weldability. To weld aluminum, TIG welding provides the best result because tungsten gas will repel oxygen, which will cause very hard metal oxides. Setting the magnitude of current before the welding process will, of course, affect the amount of heat input, weld penetration, and arc voltage. The purpose of this study was to determine the magnitude of the welding current and speed on the macrostructure and bending strength in the TIG welding of aluminum 6061 material. This experimental research gave treatment to welding by varying currents and speeds. The researcher employed the TIG (Tungsten Inert Gas) welding method on aluminum 6061 with a filler material of 4043 and a single V groove angle of 60^0. The data analyzed descriptively obtained the highest bending strength of 62.50 Kg/mm^2, which occurred at a welding current of 90 A and a welding speed of 1.5 mm/sec. Meanwhile, the lowest bending strength of 40,417 Kg/m^2 existed at a welding current of 100 A and a welding speed of 2.5 mm/sec. Based on macro photo observations using Image-J Software, the lowest HAZ width of 0.63 mm was found in the 80 A current specimen at a 1.5 mm/sec welding speed, whereas the highest HAZ width of 0.85 mm happened in the 100 A current specimen at a welding speed of 2.5 mm/sec.

***Keywords**: Tungsten Inert Gas (TIG) welding, Aluminium 6061, welding current, bending strength test, macrostructure*

ABSTRAK

Pengelasan (*welding*) adalah suatu cara menyambung benda padat dengan jalan mencairkannya melalui pemanasan. Aluminium seri Al-6061 termasuk dalam material yang memiliki ketahanan korosi, kekuatan serta mampu las yang cukup. Untuk pengelasan aluminium, pengelasan TIG sangat baik digunakan karena gas tungsten akan mengusir oksigen yang akan menimbulkan oksida logam yang hasilnya sangat keras. Pengaturan besarnya kuat arus sebelum proses pengelasan dilakukan tentu saja akan mempengaruhi jumlah masukan panas, penetrasi las dan tegangan busur. Tujuan daripada penelitian ini adalah untuk mengetahui besar arus dan kecepatan pengelasan terhadap struktur makro dan kekuatan bending pada las TIG untuk material Aluminium 6061. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini berupa eksperimen. Pada penelitian ini perlakuan yang diberikan oleh peneliti adalah pengelasan dengan variasi kuat arus dan kecepatan pengelasan. Pengelasan dilakukan dengan metode Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) pada material Aluminium 6061 dengan bahan pengisi/*filler* 4043 dengan kampuh V tunggal 60^0. Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif. Hasil kekuatan bending tertinggi terdapat pada Arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec, yang memiliki nilai sebesar 62,50 Kg/mm2, sedangkan kekuatan *bending* terendah pada arus pengelasan 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec dengan nilai sebesar 40,417 Kg/mm2. Berdasarkan pengamatan foto makro menggunakan *Software Image-J*, lebar HAZ yang paling rendah terdapat pada spesimen arus 80 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dengan nilai sebesar 0,63 mm. sedangkan lebar HAZ yang paling tinggi terdapat pada spesimen arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec dengan nilai sebesar 0,85 mm.

Kata kunci: Pengelasan *Tungsten Inert Gas* (TIG), Aluminium 6061, Arus Pengelasan, Uji Kekuatan *bending* dan Struktur Makro.

PENDAHULUAN

Pengelasan (*welding*) Pengelasan adalah metode penyambungan material dengan memanaskannya untuk melelehkannya [1]. Aluminium Alloy (AA) 6061 adalah senyawa Aluminium yang sebagian besar diterapkan untuk roda gigi otomotif dan pengembangan. Saat merancang konstruksi menggunakan bahan paduan aluminium 6061, banyak melibatkan elemen pengelasan dengan koneksi pengelasan sebagai alternatif untuk koneksi bagian-bagian tertentu [2]. Pengelasan GTAW merupakan pengelasan yang menggunakan busur nyala listrik yang dihasilkan dari elektroda yang tetap terbuat dari *tungsten*. Logam

pengisi terbuat dari bahan yang dilas dan terpisah dari *torch*[3]. Jenis pengelasan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah menggunakan jenis las GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) pada melakukan las GTAW Menggunakan elektroda sebagai nyala busur yang tetap terbuat dari *Tungsten*. Arus pengelasan yang terlalu rendah, penetrasi juga ikut rendah sehingga proses las mencairkan logam inti dan logam penambah membutuhkan waktu yang lama sedangkan arus yang terlalu tinggi menghasilkan penetrasi besar mencairkan logam induk dan pengisian dengan cepat. Jika kecepatan pengelasan diperbesar, panas yang masuk per satuan panjang juga akan lebih rendah, sehingga pendinginan akan berjalan terlalu cepat dan dapat memperkuat daerah HAZ sedangkan kecepatan pengelasan yang terlalu rendah akan menyebabkan pelarutan yang terlalu tinggi dan terbentuknya butiran-butiran yang rata yang dapat menyebabkan kerutan titik . Zona panas yang terkena dampak (TAA) adalah logam yang bersentuhan dengan logam lain dalam proses pengelasan, di mana dalam proses pengelasan, akan ada siklus termal dan pendinginan cepat pada koneksi las . Penelitian ini menggunakan arus las sebesar 80, 90, dan 100 Amper dengan variasi kecepatan pengelasan adalah 1,5 , 2, dan 2,5 mm/s. Uji tekuk/*Bending* merupakan pengujian yang dilakuakan untuk mengetahui besarnya nilai kekuatan lengkung (*bending*) dari suatu material yang diuji. Uji bending biasanya digunakan untuk mengukur kekuatan material setelah pembebanan dan kelenturan hasil sambungan las baik di daerah endapan las maupun HAZ. Pengujian ini dilakukan dengan cara pemberian beban secara terus menerus sampai spesimen tersebut mencapai titik lelah . Standart yang digunakan untuk pengujian bending pada penelitian ini adalah ASTM D790-02[3] . Cacat penetrasi yang tidak lengkap atau *incomplete penetration*, yaitu cacat pengelasan yang disebabkan oleh ketidaksempurnaan pengelasan di kaki las. Standart pengamatan makro yang digunakan pada penelitian ini yaitu ISO 17639:2003(E) [4].

TINJAUAN PUSTAKA

Aluminium adalah elemen paling ketiga dari kerak duniawi (setelah oksigen dan silikon), mencapai 8,2% dari total massa. Bijih paling penting untuk produksi aluminium adalah bauksit, yaitu oksida aluminium terhidrasi yang mengandung 50 hingga 60% AL2O3, dari 1 hingga 20% Fe2O3, 1 hingga 10% sangat sedikit titanium silikat, zirkonium, vanadium dan sisanya 20 hingga 30% adalah air . Aluminium Alloy (AA) 6061 adalah paduan aluminium yang biasanya diterapkan pada peralatan konstruksi dan konstruksi. Saat merancang konstruksi menggunakan bahan paduan aluminium 6061, banyak melibatkan elemen pengelasan dengan koneksi pengelasan sebagai alternatif untuk koneksi bagian-bagian tertentu [3]. *Tungsten Inert Gas* (TIG) atau (GTAW) pengelasan gas inert adalah jenis las busur listrik dengan gas pelindung. Dalam proses pengelasan, busur listrik dihasilkan oleh elektroda tungsten dengan material. Zona pengelasan dilindungi oleh gas pelindung. Gas pelindung yang dapat digunakan adalah helium (Ia) atau Argon (CA). Tig telah menjadi bagian penting dari industri manufaktur. Pengelasan ini banyak diterapkan pada *stainless steel*, aluminium, logam reaktif lainnya [5]. Pengelasan dengan arus lebih tinggi akan mengakibatkan inti elektroda mengalami panas yang berlebihan, dan bahan-bahan fluks akan lebih memburuk, mengakibatkan takikan dan tampilan rigi-rigi las yang buruk. Sedangkan apabila pengelasan dengan arus yang lebih rendah mengakibatkan akumulasi, kemungkinan bisa terjadi ketidak sempurnaan hasil las, kurang penetrasi dan pembubuhan kerak. Kecepatan pengelasan atau *traveling speed* didefinisikan sebagai laju perjalanan elektroda sepanjang sambungan. Apabila kecepatan pengelasan dinaikan akan memperbesar penetrasi pada hasil las-lasan dan panas yang masuk per satuan panjang juga akan menjadi kecil, sehingga pendinginan akan berjalan terlalu cepat dan dapat memperkeras daerah HAZ. Dan jika kecepatan las rendah akan menyebabkan banyak pencairan dan pembentukan manik-manik datar yang kemungkinan menyebabkan lipatan manik.

Rochim Toat Wicaksono, Suharno, Budi Harjanto membuat analisa perbedaan arus terhadap struktur makro dan kekerasan. Material yang digunakan Aluminium 6061 dengan variasi arus 100A, 115A dan 120A menggunakan metode las TIG (*Tungsten Inert Gas*). Hasil pengamatan struktur makro Pada HAZ menunjukkan bahwa fasa Mg2Si yang paling dominan yaitu HAZ dengan kuat arus 110 A. Sedangkan pada daerah las fasa Mg2Si yang paling dominan hasil lasan dengan aliran arus sebesar 110 A. Ada pengaruh yang signifikan pada tingkat kekerasan paduan aluminium pengelasan 6061 dengan aliran arus 100 A, 110 A dan 115 A. Spesimen yang menggunakan arus 110 A memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu 65,4 VHN apabila dibandingkan dengan spesimen yang menggunakan arus 100 A karena kekerasan

ISSN 2775-5630

yang dihasilkan sebesar 55,7 VHN dan 115 A sebesar 55,9 VHN. Hasil uji kekerasan spesimen tanpa las kekerasannya 120,4 VHN. Nilai kekerasan pada raw material cukup tinggi jika dibandingkan dengan nilai kekerasan ketiga spesimen yang dilas dengan variasi arus berbeda, dengan demikian spesimen hasil pengelasan tidak mampu mengembalikan nilai kekerasan pada spesimen paduan Aluminium 6061 sebelum dilakukan proses pengelasan.

METODE DAN ANALISIS

Material yang digunakan dalam penelitian ini ialah Aluminium 6061 berbentuk pelat yang dipotong dengan dimensi panjang 210, lebar 30 dan tebal 60 mm. Alat-alat yang diperlukan untuk penelitian ini adalah mesin frais diperlukan memotong spesimen, mesin las TIG, kacamata las, pelindung tangan las, mesin gerinda, mesin gerinding dan *polishing* dan mesin uji *bending*. Pada proses pengelasan, pengelasan menggunakan metode las TIG dengan memodifikasi arus 80, 90, dan 100 A dengan kecepatan pengelasan 1,5, 2, dan 2,5 mm/sec, filler metal yang digunakan ER 4043 dengan diameter 2,4 mm, kampuh V tunggal 600, dan posisi pengelasan 1 G. Setelah pengelasan Aluminium 6061, Langkah selanjutnya adalah membuat spesimen untuk tes uji *bending* dan pengamatan struktur makro, standar yang digunakan untuk pembuatan spesimen uji bending adalah ASTM D790-02 dan kemudian spesimen dipotong menggunakan mesin frais dengan ukuran 200 x 30 x 6 mm, seperti ditunjukan pada gambar 1. Metode pengujian *bending* menggunakan metode *Three Point Bending* dengan posisi pengambilan spesimen tipe *root bend*. Setelah itu dilakukan pengujian *bending* guna mengetahui nilai kekuatan maksimumnya. Selanjutnya, pengamatan struktur makro dilakukan pada salah satu sisi samping dari spesimen. Sebelum dilakukan foto Makro, spesimen dilakukan pengamplasan, pemolesan dengan kain wol dan autosol, maka proses ukiran menggunakan solusi ukiran hidrofluorium (HF).

Prosedur Penelitian

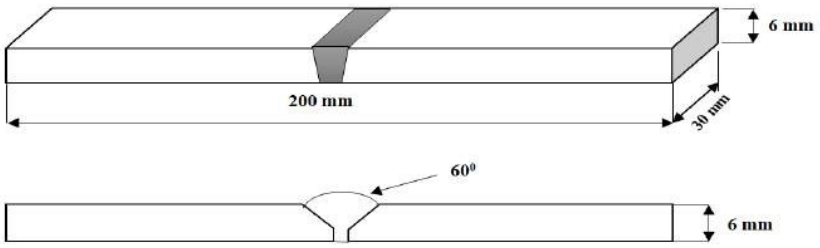
Metode penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa proses diantaranya persiapan, pengelasan dan karakterisasi.

1. Proses Pengelasan
   Pengelasan menggunakan metode pengelasan TIG (GTAW) dengan parameter pada tabel Material yang digunakan Aluminium 6061 dengan ketebalan 6 mm. Material dipotong sesuai standart ASTM D790 –02 menggunakan mesin gerinda dengan ukuran panjang 200 mm dan lebar 30 mm. Setelah itu dibentuk kampuh /Groove 60^0 menggunakan mesin frais.

Tabel 2 Parameter Pengelasan

Proses	**TIG**
Filler	ER 4043
Diameter filler	2,4 mm
Arus (Ampere)	80 A, 90 A dan 100 A
Kecepatan pengelasan	1,5 mm/sec, 2 mm/sec, 2,5
Voltage (Volt)	12 V
Gas pelindung	Argon 99,9%
Posisi pengelasan	1 G
Groove	V 60^0

ISSN 2775-5630



Gambar 1 Spesimen Uji *Bending* ASTM D790 -02

2. Tahap Karakterisasi
   Material yang sudah melalui proses pengelasan setelah itu akan dilakukan pengujian tekuk/*bending*. Sedangkan untuk proses pengamatan makro dilakukan grinding khusus pengujian struktur makro. Setelah proses grinding sampai SiC *paper grade* 3000, permukaan material diberikan larutan etsa *Hydrofluoric acid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

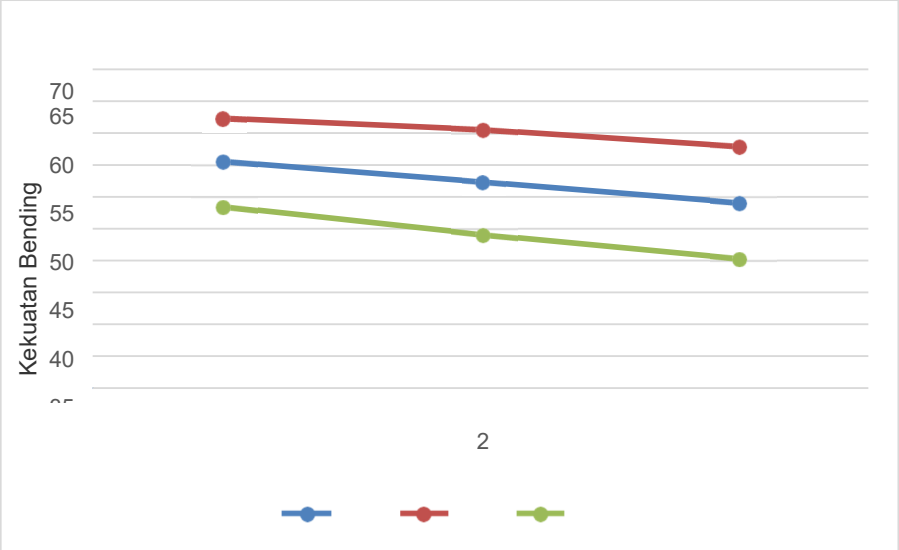
Pengujian Tekuk/*Bending*

Pengujian bending dilakukan di Laboratorium Uji Logam Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNMER Malang, pada tanggal 28 Desember 2021.Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tekuk.

Tabel 2 Hasil Pengujian Bending

No	Bahan	P (Kgf)	P (N)	RA=RB (Kg)	MC (Kg/mm)	δ (mm)	I (mm^4)	Wb (mm^3)	σb (N/mm^2)
1	Al 6061 (80/1,5)	400	3922,68	200	1000	10	540,0	180,0	55,556
2	Al 6061 (80/2)	378	3706,93	189	9450	10	540,0	180,0	52,5
3	Al 6061 (80/2,5)	355	3481,37	177,5	8875	10	540,0	180,0	49,306
4	Al 6061 (90/1,5)	450	4413,01	225	11250	10	540,0	180,0	62,5
5	Al 6061 (90/2)	437	4285,52	218,5	10925	10	540,0	180,0	60,694
6	Al 6061 (90/2,5)	417	4089,39	208,5	10425	10	540,0	180,0	57,917
7	Al 6061 (100/1,5)	350	3432,34	175	8750	10	540,0	180,0	48,611
8	Al 6061 (100/2)	318	3118,53	159	7950	10	540,0	180,0	44,167
9	Al 6061 (100/2,5)	291	2853,74	145,5	7275	10	540,0	180,0	40,417

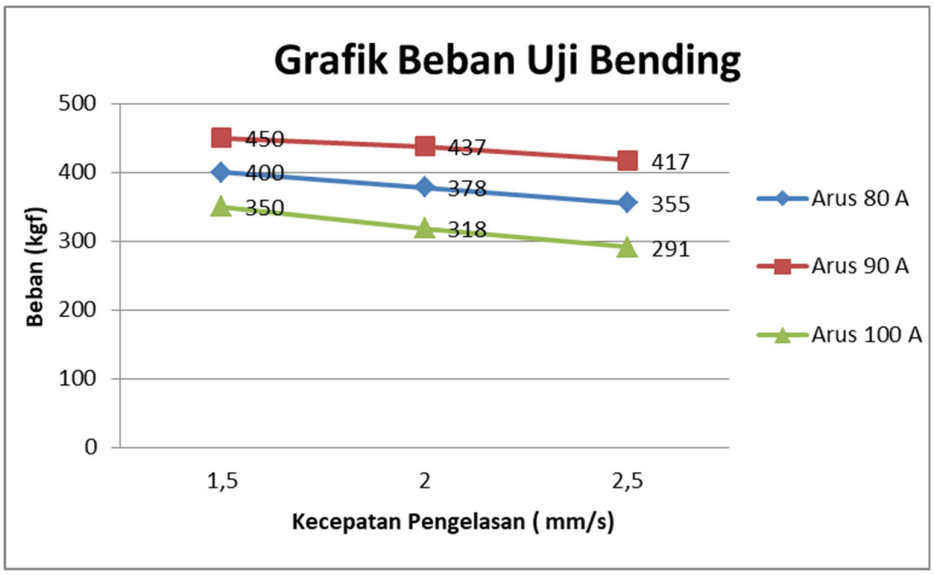
ISSN 2775-5630



Gambar 2 Grafik Hasil Uji Kekuatan Bending

Dari grafik pengujian bending pada Gambar 2 diatas menunjukan kekuatan bending tertinggi dengan variasi Arus pengelasan dan kecepatan pengelasan yang berbeda. Kekuatan bending pada arus 80 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 55,556 N/mm2, sedangkan pada arus pengelasan dengan 80 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 52,50 N/mm^2 dan pada arus 80 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 49,306 N/mm^2. Kemudian pada Arus pengelasan 90 A terjadi kenaikan tegangan bending. Kenaikan tegangan bending pada arus pengelasan arus 90 A pada kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 62,50 N/mm2, sedangkan pada aliran arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 60,694 N/mm2 dan pada Arus pengelasan 90 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 57,917 N/mm2. Kemudian pada arus pengelasan 100 A terjadi penurunan tegangan bending. Pada pengelasan dengan arus 100 A dengan kecepatan 1,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 48,611 N/mm^2, sedangkan pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 44,167 N/mm^2 dan pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec memiliki tegangan bending sebesar 40,417 N/mm^2. Jadi tegangan bending tertinggi terdapat pada Arus pengelasan 90 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec yang memiliki tegangan bending sebesar 62,50 N/mm^2, sedangkan tegangan bending terendah terjadi pada arus pengelasan 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec yang memiliki nilai tegangan bending sebesar 40,417 N/mm^2 Jadi, Jadi, dapat disimpulkan Arus dan kecepatan pengelasan yang baik untuk pengelasan material aluminium 6061 dengan elektroda ER 4043 dengan diameter 2,4 mm ialah Arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec, karena memiliki tahanan yang optimum.

ISSN 2775-5630



Gambar 3 Grafik Beban Uji Bending

Dari grafik beban pada uji bending yang ditunjukan pada Gambar 4.8 diatas terjadi perbedaan pembebanan. Pada Arus pengelasan 80 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 400 Kgf, sedangkan pada arus pengelasan 80 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec menggunakan beban sebesar 378 Kgf dan pada arus 80 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 355 Kgf. Kemudian pada arus 90 A terjadi kenaikan beban. Kenaikan beban pada Arus 90 A dengan kecepatan 1,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 450 Kgf, sedangkan pada arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec beban yang digunakan 437 Kgf dan pada arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 417 Kgf. Kemudian pada arus 100 A terjadi penurunan beban. Beban pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 350 Kgf, sedangkan pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 2 mm/sec menggunakan beban sebesar 318 Kgf dan pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec menggunakan beban sebesar 291 Kgf.

Jadi beban tertinggi yang digunakan dalam pengujian bending ini berada pada arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dengan nilai sebesar 450 Kgf dan beban terendah yang dipakai dalam pengujian bending ini berada pada arus 100 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec yang memiliki nilai sebesar 291 Kgf. Jadi Semakin tinggi kecepatan pengelasan, beban yang digunakan pun semakin rendah karena energi yang diterima atau diserap semakin kecil.

Hasil Pengujian Makro

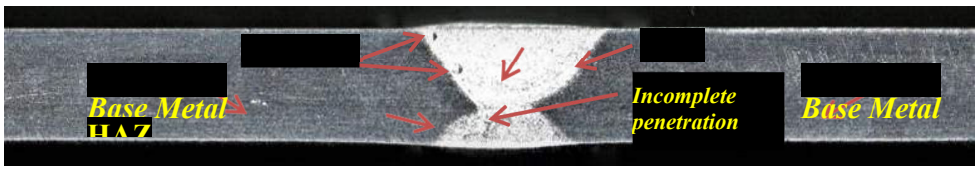
Pengujian Makro (Macroscope Scope Test) adalah proses pengujian material secara visual dengan tujuan untuk mengetahui corak batasan pada logam las (*weld metal*), HAZ (*Head Affected Zone*), logam induk (*base metal*). Pengamatan struktur makro kali ini diteliti pada Laboratorium Uji Logam Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UNMER Malang pada tanggal 28 desember 2021. Pengambilan foto makro berdasarkan standard ASTM E3. Pengambilan foto makro di ambil dari spesimen yang telah melalui proses gerinding dan di polis dengan menggunakan kertas amplas dari grade 500 sampai 3000 setelah itu spesimen direndam dalam larutan etsa *Hydrofluoric* selama 60 detik kemudian spesimen dibersihkan menggunakan sabun dan hasil etsa dibersihkan menggunakan alkohol dan dikeringkan menggunakan *hair dryer* setelah itu dilakukan pengujian makro dengan pembesaran 10 kali.

Pengamatan struktur makro dilakukan pada daerah *Base Metal*, daerah *Heat Affected Zone* (HAZ), dan daerah Weld Metal (WM). Perbesaran foto dilakukan 10 x.

ISSN 2775-5630

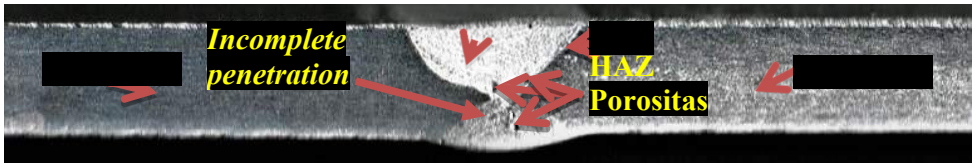
Tabel 3 lebar HAZ sambungan las TIG material Al 6061 (*menggunakan software Image-J*)

No.	Ampere (A)	Kec.(mm/sec)	lebar HAZ (mm)
1.	80	1,5	**0,63**
2.	80	2	**0,67**
3.	80	2,5	**0,71**
4.	90	1,5	**0,73**
5.	90	2	**0,76**
6.	90	2,5	**0,74**
7.	100	1,5	**0,80**
8.	100	2	**0,81**
9.	100	2,5	**0,85**



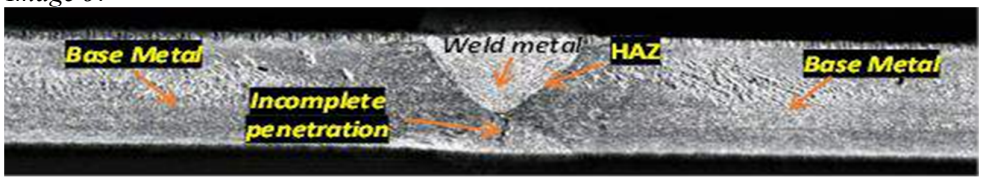
Gambar 4 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 80 Ampere dan Kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec

Pada gambar 4 foto makro pengelasan dengan arus 80 A dan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration* dan cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 4 adalah 0.63 mm diukur menggunakan *software Image-J*.



Gambar 5 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 80 Ampere dan Kecepatan pengelasan 2 mm/sec

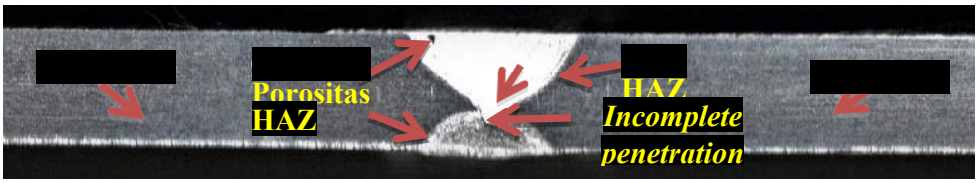
Pada gambar 5 foto makro pengelasan dengan arus 80 A dan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration* dan cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 5 adalah 0,67 mm diukur menggunakan *software Image-J*.



Gambar 6 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 80 Amper dan Kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec

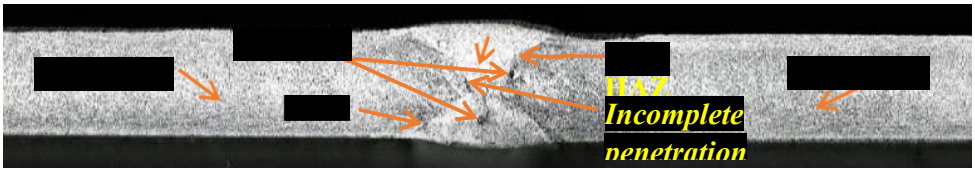
Pada gambar 6 foto makro pengelasan dengan arus 80 A dan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration*. Lebar HAZ pada gambar 6 adalah 0,71 mm diukur menggunakan *software Image-J*.

ISSN 2775-5630



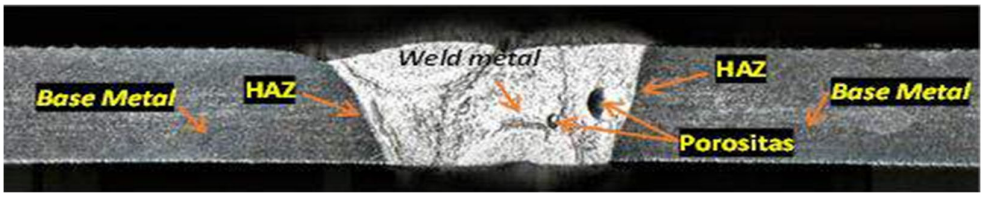
Gambar 7 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 90 Amper dan Kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec

Pada gambar 7 foto makro pengelasan dengan arus 90 A dan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration* dan cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 7 adalah 0,73 mm.



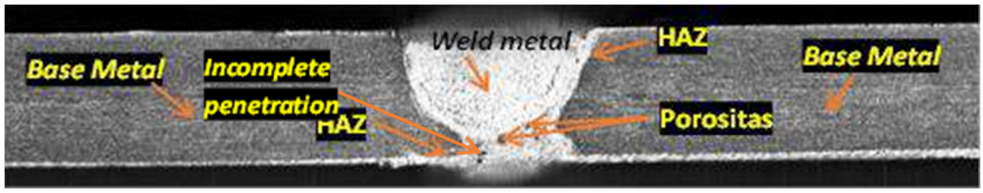
Gambar 8 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 90 Amper dan Kecepatan pengelasan 2 mm/sec

Pada gambar 8 foto makro pengelasan dengan arus 90 A dan kecepatan pengelasan 2 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration* dan cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 9 (b) adalah 0,76 mm.



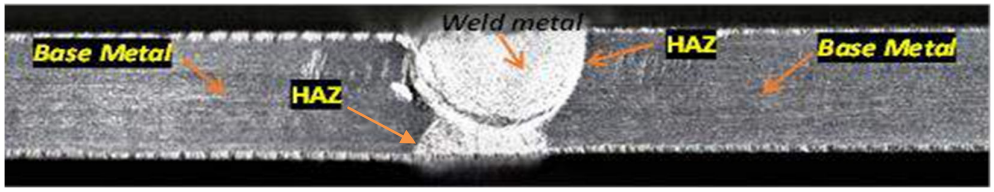
Gambar 9 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 90 Amper dan Kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec

Pada gambar 9 foto makro pengelasan dengan arus 90 A dan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 9 adalah 0,74 mm.



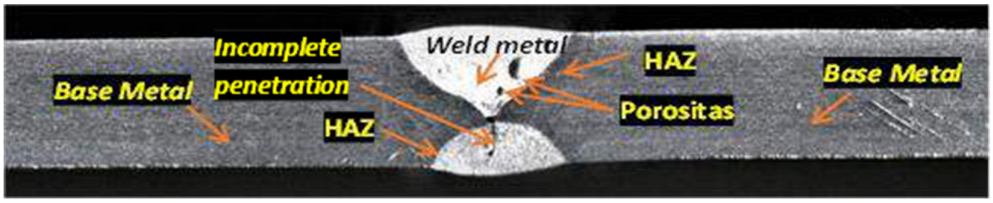
Gambar 10 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 100 Amper dan Kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec

Pada gambar 10 foto makro pengelasan dengan arus 100 A dan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa *incomplete penetration* dan cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 10 adalah 0,80 mm.



Gambar 11 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 100 Amper dan Kecepatan pengelasan 2 mm/sec

Pada gambar 11 foto makro pengelasan dengan arus 100 A dan kecepatan pengelasan 2 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG paling baik karena tidak ada cacat pada *weld metal*. Lebar HAZ pada gambar 10 adalah 0,81 mm.



Gambar 12 Foto Makro Hasil Pengelasan TIG Al 6061 Dengan variasi arus 100 Amper dan Kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec

Pada gambar 12 foto makro pengelasan dengan arus 100 A dan kecepatan pengelasan 2 mm/sec dapat dilihat bahwa spesimen Al 6061 hasil sambungan las TIG masih terdapat adanya cacat berupa porositas. Lebar HAZ pada gambar 12 adalah 0,85 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa pada material Aluminium 6061 dengan menggunakan perbandingan arus dan kecepatan pengelasan terhadap kekuatan tekuk/bending dan struktur menggunakan Las TIG atau GTAW dapat simpulkan sebagai berikut:

1. Pengujian *Bending*
   Berdasarkan hasil pengujian bending yang didapat, kekuatan bending tertinggi terdapat pada spesimen yang di las menggunakan Arus 90 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec,yang memperoleh kekuatan bending sebesar 62,50 Kg/mm2, dan nilai kekuatan *bending* terendah terdapat pada arus las 100 A dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec karena memiliki kekuatan *bending* sebesar 40,417 Kg/mm2.

2. Pengujian Makro
   Berdasarkan pengamatan foto makro menggunakan *Software Image-J* lebar HAZ yang paling rendah terdapat pada spesimen arus 80 A, dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec memiliki nilai sebesar 0,63 mm, sedangkan lebar HAZ yang paling tinggi terdapat pada spesimen arus 100 A, dengan kecepatan pengelasan 2,5 mm/sec memiliki nilai sebesar 0,85 mm. Dari gambar dan perhitungan lebar HAZ pengelasan dengan arus 80 A dengan kecepatan pengelasan 1,5 mm/sec lebar HAZ yang dihasilkan lebih kecil dikarenakan penggabungan antara logam induk dan logam las terbentuk secara baik

DAFTAR PUSTAKA

[1] H. Basri, "Analisis Variasi Groove Pada Dissmilar Welding Dengan Material Stainless Steel 304 Dan Baja Aisi 1040 Pada Pengelasan Smaw Terhadap Pengujian Hardness Vickers Dan Struktur Makro," 2018.

[2] V. Pasalbessy, S. Jokosisworo, And S. Samuel, *Jurnal Teknik Perkapalan,* Aluminium 5083; Pengelasan Tig; Kekuatan Tarik; Ansys Ls-Dyna Vol. 3, No. 4, 2015. [Online]. Available: Https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Naval/Article/View/10537.

[3] A. S. Prawira, S. Jokosisworo, And U. Budiarto, "Pengaruh Kuat Arus Listrik Dan Travelling Speed Terhadap Kekuatan Impact Alumunium 6061 Pengelasan Gas Tungsten Archwelding (Gtaw) Dengan Gas Pelindung Argon," *2019,* Alumunium 6061, Pengelasan Tig, Kekuatan Impact, Kuat Arus, Travelling Speed Vol. 7, No. 4, 2019-09-06 2019. [Online]. Available: Https://Ejournal3.Undip.Ac.Id/Index.Php/Naval/Article/View/24213.

[4] I. P. Mulyatno And S. Jokosisworo, "Analisis Kekuatan Sambungan Las Smaw (Shielded Metal Arc Welding) Pada Marine Plate St 42 Akibat Faktor Cacat Porositas Dan Incomplete Penetration," *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Kelautan,* Smaw Method; Porosity; Incomplete Penetration; Yield Strength; Yield Bent. Vol. 5, No. 2, P. 12, 2012, Doi: 10.14710/Kpl.V5i2.3193.

[5] W. Soedarmadji, "PENGARUH PENGELASAN SHIELDED METAL ARC WELDING (SMAW) PADA MILD STEEL S45C DI DAERAH HAZ DENGAN PENGUJIAN METALOGRAFI", *jmmt*, vol. 1, no. 1, Feb. 2020.

[6] Narharuddin dkk. (2015). Kekuatan Tarik dan Bending Sambungan Las pada Material Baja SM 490 dengan Metode Pengelasan SMAW dan SAW : *Jurnal Mekanikal*.