PENGARUH KUAT ARUS PADA KEKUATAN TARIK ALUMINIUM 6061 DENGAN PENGELASAN *TUNGSTEN INERT GAS* (TIG)

Muhammad Bashoruddin[1], Abdul Haris Nasution[2]
[1,2]Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UISU
E-mail :Muhammadbashoruddin0501@gmail.com

Abstrak

Arus las juga akan berdampak pada masukan panas yang terjadi, kekuatan tarik bisa didapatkan secara maksimal jika masukan panas tidak terlalu tinggi dan tidak juga terlalu rendah. Masukan panas yang cukup akan membuat *weld metal* dan *base metal* berdifusi dengan baik dan diharapkan tidak menyebabkan cacat pada hasil las-lasan. Rentang arus las yang tepat ditentukan berdasarkan ketebalan logam induk, diameter elektroda las, macam-macam sambungan dan posisi pengelasan. Oleh karena itu, pengaturan kuat arus sangat penting sebelum memulai proses pengelasan. Arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kawat inti elektroda las mengalami kelebihan panas selama proses pengelasan menyebabkan takikan dan tampilan rigi-rigi las yang buruk. Sebaliknya arus las yang terlalu rendah cenderung menyebabkan penumpukan memungkinkan terjadinya cacat-cacat las seperti kurang penembusan dan pemasukan terak sehingga mengakibatkan menurunya sifat fisis dan mekanis pada hasil lasan.Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kuat arus pada pengelasan TIG terhadap kualitas kekuatan tarik alumunium 6061. Pada hasil penelitian ini didapat Nilai tegangan tarik (σ) rata-rata pada arus 130 amper adalah 148,57 N/mm^2 160 amper adalah 169,85 N/mm^2 dan 190 amper. Nilai regangan (e) rata-rata pada arus pengelasan 130 amper adalah 11.39%, 160 amper adalah 12,42 % dan 190 amper adalah 13,31%. Nilai modulus elastisitas (E) rata-rata arus pengelasan 130 amper adalah 13.95 N/mm^2, 160 amper adalah 14,92 N/mm^2 dan 190 amper adalah 13,16 N/mm^2. Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukan bahwa nilai tegangan tarik dan regangan sambungan las TIG pada aluminium 6061 dipengaruhi oleh arus las, semakin besar daerah leleh dan arus pengelasan maka semakin besar kekuatan tarik dan regangan tarik.

Kata kunci : Kuat Arus, Alumunium, Kekuatan tarik

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Kekuatan tarik merupakan salah satu hal yang sangat diperhitungkan dalam pemilihan sebuah material bahan industri. Faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik suatu bahan sangat beragam, salah satunya adalah karena perubahan struktur akibat dari proses pemanasan. Salah satu pemanasan yang diberikan pada suatu material adalah pengelasan. Logam yang mengalami pengaruh pemanasan akibat pengelasan akan mengalami perubahan struktur mikro disekitar daerah lasan. Bentuk struktur mikro bergantung pada temperatur tertinggi yang dicapai selama proses pengelasan, kecepatan pengelasan dan laju pendinginan yang dicapai selama proses pengelasan. Daerah logam yang mengalami perubahan struktur akibat pemanasan ini disebut daerah panas atau *Heat Affected Zone (HAZ)*.

Kekuatan tarik pada logam hasil lasan sangat dipengaruhi oleh masukan panas yang terjadi pada proses pengelasan, masukan panas akan mengakibatkan logam las berdifusi dengan baik atau tidak sehingga akan berpengaruh pada kekuatan tarik hasil lasan. Masukan panas yang terjadi adalah efek dari penggunaan arus pada saat proses pengelasan. Arus yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kawat inti elektroda las mengalami kelebihan panas selama proses pemanasan, dan bahan-bahan fluks akan memburuk, menyebabkan takikan dan tampilan rigi-rigi las yang buruk. Sebaliknya arus yang terlalu rendah cenderung menyebabkan penumpukan sehingga memungkinkan terjadinya cacat-cacat las, seperti kurang penembusan dan pemasukan terak. Hal ini akan menyebabkan turunnya kekuatan tarik pada material hasil lasan.

Paduan Al-6061 banyak digunakan dalam industri seperti pada industri kendaraan rel, kapal, maupun rangka sepeda *polygon xtrada*.Dalam konstruksi kendaraan rel paduan Al-6061 digunakan untuk alat perangkai, pada kapal aluminium 6061 digunakan untuk tangki penyimpanan bahan bakar sedangkan pada rangka sepeda paduan Al-6061digunakan untuk rangka bodi dan *frame*.

1.2 Batasan Masalah

Penelitian ini akan menjadi lebih jelas dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka peneliti perlu membatasi masalah yang diangkat dalam penelitian ini. Masalah yang diangkat peneliti adalah sebagai berikut :

1. Material yang digunakan pada penelitian ini adalah aluminium 6061.
2. Menggunakan metode pengelasan TIG arus AC.
3. Elektroda yang digunakan adalah EWP *(Elektrode Wolfram Pure)*
4. Pengisi/*filler* yang digunakan ER 5356 diameter 2,4 mm.
5. Gas pelindung yang digunakan adalah argon UHP *(Ultra High Purity)*

ISSN : 2548-186X (Cetak)
ISSN : 2548-1878 (Online)

6. Variasi arus 130 Amper, 160 Amper, 190 Amper.
7. Sifat mekanis ditentukan dengan menganalisis data hasil uji tarik.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh kuat arus pada pengelasan TIG terhadap kualitas kekuatan tarik alumunium 6061.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Pengelasan

Pengelasan (*welding*) adalah teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa logam penambah dan menghasilkan logam kontinyu (Siswanto, 2011). Menurut (Tarkono, 2010) perbedaan menggunakan jenis-jenis elektrode akan mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan dan perpanjangan (*elongation*). Pada penelitian (Syahrani, 2013) melakukan variasi arus pengelasan terhadap kekuatan tarik dan bending pada baja SM 490 diperoleh perbedaan nilai kekuatan tarik dan bending. Penelitian ini menggunakan perbedaan metode pegelasan, penggunaan arus, dan jenis elektroda. Mengelas bukan hanya memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkan membeku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dengan cara memberikan bahan tambah atau elektroda pada waktu dipanaskan sehingga mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Kekuatan sambungan las dipengaruhi beberapa faktor antara lain: prosedur pengelasan, bahan, elektrode dan jenis kampuh yang digunakan.

2.2 Klasifikasi Cara Pengelasan

Sampai pada waktu ini banyak sekali cara-cara pengklasifikasian yang digunakan dalam bidang las, ini disebabkan karena belum adanya kesepakatan dalam hal tersebut. Secara konvensional cara-cara pengklasifikasian tersebut dapat dibagi dalam dua golongan yaitu: klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan (Wiryosumarto, 2000).

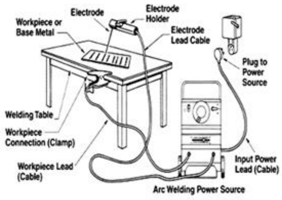
Klasifikasi yang pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lain. Sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan kain-lain. Bila diadakan klasifikasi yang lebih terperinci lagi, maka kedua klasifikasi tersebut di atas akan terbaur dan akan terbentuk kelompok-kelompok yang banyak sekali.

Diantara kedua cara klasifikasi tersebut di atas, klasifikasi berdasarkan cara kerja lebih banyak digunakan. Berdasarkan klasifikasi ini, pengelasan dapat dibagi dalam tiga kelas utama yaitu (Wiryosumarto, 2000):

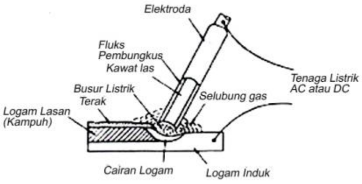
1. Pengelasan cair adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik atau semburan api gas yang terbakar.
2. Pengelasan tekan adalah cara pengelasan dimana sambungan dipanaskan dan kemudian ditekan hingga menjadi satu.
3. Pematrian adalah cara pengelasan dimana sambungan diikat dan disatukan dengan menggunakan paduan logam yang mempunyai titik cair rendah. Dalam cara ini logam induk tidak turut mencair.

Secara konvesional cara-cara pengklasifikasian tersebut pada waktu ini dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu klasifikasi berdasarkan cara kerja dan klasifikasi berdasarkan energi yang digunakan. Klasifikasi pertama membagi las dalam kelompok las cair, las tekan, las patri dan lain-lainnya, sedangkan klasifikasi yang kedua membedakan adanya kelompok-kelompok seperti las listrik, las kimia, las mekanik dan seterusnya. Jenis-jenis pengelasan yang umumnya dilakukan adalah:

1. *Shield Metal Arc Welding* (SMAW)

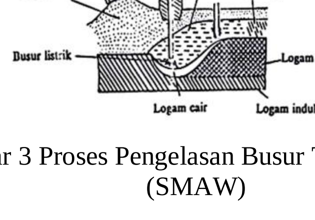


Gambar 1. Komponen Las SMAW



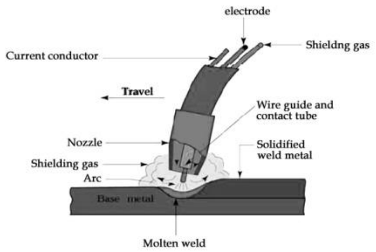
Gambar 2 Proses Pengelasan Busur Las Terbungkus (SMAW)

2. Proses pengelasan busur terendam (SMAW)



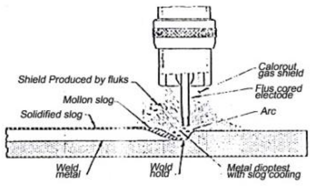
Gambar 3 Proses Pengelasan Busur Terendam (SMAW)

3. *Gas Metal Arc Welding* (GMAW)



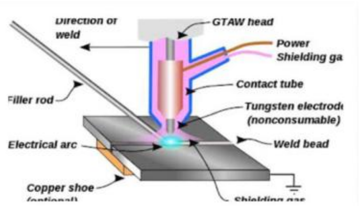
Gambar 4 Proses Pengelasan Busur Logam Gas (GMAW)

4. Proses pengelasan busur berinti fluks (FCAW)



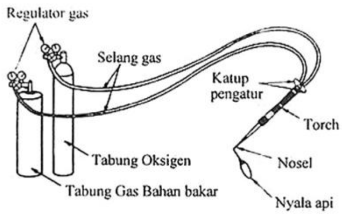
Gambar 5 Proses Pengelasan Berinti Fluks

5. Proses pengelasan busur TIG (*Tungsten Innert Gas*)



Gambar 6 Proses Pengelasan Busur Las TIG

6. Las Oksi Asetilen (*Oxyacetilene Welding*)



Gambar 7 Las Oksi Asetilen

7. Pengelasan Gesek (*Friction Stir Welding*)
   Friction Stir Welding merupakan proses penyambungan logam dengan memanfaatkan energi panas yang diakibatkan oleh gesekan antara dua material.

2.3 Las Tungsten Inert Gas (TIG)

Las TIG ialah salah satu dari las busur listrik (*Art Welding*) atau biasa di sebut dengan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dengan menggunakan gas mulia sebagai pelindung terhadap pengaruh udara luar. Terjadi peleburan yang disebabkan adanya panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam induk. Logam pengisi dimasukkan kedalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk. Las ini dapat dilakukan dengan cara manual maupun otomatis pada pengumpana logam pengisiannya.

Berikut adalah alat yang digunakan untuk pengelasan TIG adalah sebagai berikut:
1. Mesin Las TIG
2. *Welding Torch*
3. Tabung Gas
4. Kawat Las
5. Tungsten Elektroda
6. Regulator Tabung

Tabel 1 Penggunaan Mesin Las TIG untuk Beberapa Logam

Logam	Listrik AC Frekuensi Tinggi	Listrik DC Polaritas Lurus	Listril DC Polaritas Balik
Baja	Terbatas	Sesuai	-
Baja tahan karat	Terbatas	Sesuai	-
Besi cor	Terbatas	Sesuai	-
Alumunium dan paduannya	Sesuai	-	Dapat untuk pelat tipis
Magnesium dan paduannya	Terbatas	-	Dapat untuk pelat tipis
Tembaga dan paduannya	Sesuai	Sesuai	-
Aluminium brons	Terbatas	Terbatas	-

Prinsip Kerja Las Tungsten Inert Gas

Prinsip kerja las TIG/GTAW adalah dengan menggunakan gas lindung untuk mencegah terjadinya oksidasi pada bahan las yang panas. Untuk menghasilkan busur nyala, digunakan elektroda yang tidak terkonsumsi terbuat dari logam tungsten atau paduannya yang memiliki titik lebur sangat tinggi (Sriwidharto, 2003). Busur nyala dihasilkan dari arus listrik melalui konduktor dan mengionisasi gas pelindung. Busur terjadi antara ujung elektroda tungsten dengan logam induk. Panas yang dihasilkan busur langsung mencairkan logam induk dan juga logam las berupa kawat las (rod). Penggunaan kawat las tidak selalu dilakukan, hanya jika dirasa perlu sebagai logam penambah.

Pencairan kawat las dilaksanakan di ujung kolam las saat proses pengelasan berjalan. Ada empat komponen utama dari las TIG, yaitu : obor (torch), elektroda tidak terkonsumsi (tungsten), sumber arus las dan gas pelindung. Jika dibandingkan dengan pengelasan yang lain, las Tungsten Inert Gas (TIG) atau Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) memiliki kelebihan dan kekurangan. Adapun kelebihan dari las TIG ini adalah sebagai berikut :
1. Menghasilkan sambungan bermutu tinggi, biasanya bebas cacat.
2. Bebas dari terbentuknya percikan las (spatter).
3. Dapat digunakan dengan atau bahan tambahan (filler metal).
4. Penetrasi (penembusan) pengelasan akan dapat dikendalikan dengan baik.
5. Produksi pengelasan autogenous tinggi dan murah.
6. Dapat menggunakan sumber tenaga yang relatif murah.

ISSN : 2548-186X (Cetak)
ISSN : 2548-1878 (Online)

7. Memungkinkan untuk mengendalikan variabel atau parameter las secara akurat
8. Dapat digunakan hampir pada semua jenis metal, termasuk pengelasan dengan metal yang berbeda.
9. Memungkinkan pengendalian mandiri sumber panas maupun penambahan filler metal.

Adapun kekurangan dari las TIG adalah sebagai berikut :

1. Laju deposisi material lebih rendah dibandingkan pengelasan dengan elektroda terkonsumsi.
2. Memerlukan ketrampilan tangan dan koordinasi juru las yang lebih tinggi dibandingkan dengan las GMAW ataupun SMAW.
3. Untuk penyambungan bahan > 3/8 (10 mm), GTAW lebih mahal dibandingkan dengan las dengan elektroda terkonsumsi.
4. Jika kondisi lingkungan terdapat angin yang cukup kencang, fungsi gas pelindung akan berkurang karena terhembus angin

2.4 Parameter Pengelasan

Pada dasarnya las listrik yang menggunakan elektroda karbon maupun logam, menggunakan tenaga listrik sebagai sumber panas. Busur listrik yang terjadi antara ujung elektroda dan benda kerja dapat mancapai temperatur tinggi yang dapat melelehkan sebagian bahan merupakan perkalian antara tegangan listrik (E) dengan kuat arus (I) dan waktu (t) yang dinyatakan dalam satuan panas joule atau kalori seperti rumus dibawah ini :

$$H = E \times I \times t$$

dimana :
H = Panas (Joule)
E = Tegangan Listrik (Volt)
I = Kuat Arus (Ampere)
t = Waktu (detik)

2.5 Arus

Besarnya arus pengelasan yang diperlukan tergantung pada diameter elektroda, tebal bahan yang dilas, jenis elektroda yang digunakan, geometri sambungan, diameter inti elektroda, posisi pengelasan. Daerah las mempunyai kapasitas panas tinggi maka diperlukan arus yang tinggi.

2.6. Metalurgi Las

Pengelasan adalah proses penyambungan dengan menggunakan energi panas, karena proses ini maka logam disekitar lasan mengalami siklus termal yang cepat sehingga dapat menyebabkan terjadinya perubahan-perubahan metalurgi yang rumit, deformasi atau perubahan bentuk dan tegangan-tegangan termal. Hal ini sangat erat hubunganya dengan ketangguhan, cacat las, retak dan lain sebagainya yang umumnya mempunyai pengaruh yang fatal terhadap keamanan dan konstruksi las.

2.7 Alumunium

Sifat teknik bahan aluminium murni dan aluminium paduan dipengaruhi oleh konsentrasi bahan dan perlakuan yang diberikan terhadap bahan tersebut. Aluminium terkenal sebagai bahan yang tahan terhadap korosi. Hal ini disebabkan oleh fenomena pasivasi, yaitu proses pembentukan lapisan aluminium oksida di permukaan logam aluminium segera setelah logam terpapar oleh udara bebas.

Lapisan aluminium oksida ini mencegah terjadinya oksidasi lebih jauh. Namun, pasivasi dapat terjadi lebih lambat jika dipadukan dengan logam yang bersifat lebih katodik, karena dapat mencegah oksidasi aluminium

Adapun sifat-sifat mekanik dari aluminium adalah sebagai berikut :

1. Kekuatan Tarik
2. Kekerasan
3. Ductility (Liat)
4. Modulus Elastisitas
5. Recyclability (Kemampuan untuk didaur ulang)
6. Reflectivity (Mampu pantul)

2.8 Aluminium 6061

Alumunium memiliki jumlah yang sangat banyak, lebih dari 300 komposisi unsure paduan pada paduan alumunium. Semua jenis paduan alumunium mengandung dua atau lebih unsur kimia yang mampu mempengaruhi sifat mekanik dari paduan tersebut. (ASM Metal Handbook Volume 9, 2004). Umumnya material alumunium jenis 6XXX diaplikasikan untuk automotif dan alat-alat konstruksi karena memiliki machine ability, corrosion, konduktivitas thermal dan elektik yang cukup baik.

Tabel 2 Struktur Alumunium

Nomor Seri	Elemen Paduan Utama	Resistance Korosi Relatif
1xxx	None	Bagus Sekali
2xxx	Tembaga	Cukup
3xxx	Mangan	Baik
4xxx	Silikon	-
5xxx	Magnesium	Baik
6xxx	Magnesium dan Silikon	Baik
7xxx	Seng	Cukup

2.9 Pengujian Tarik

Proses pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dari benda uji. Pengujian tarik untuk kekuatan tarik daerah las dimaksudkan untuk mengetahui apakan kekuatan las mempunyai nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari kelompok raw materials. Pengujian tarik untuk kualitas kekuatan tarik dimaksudkan untuk mengetahui berapa nilai kekuatannya dan dimanakah letak putusnya suatu sambungan las. Pembebanan tarik adalah pembebanan yang diberikan pada benda dengan memberikan gaya tarik berlawanan arah pada salah satu ujung benda.

Tegangan (σ) pada uji tarik merupakan berat beban (P) dibagi dengan luas penampang (A) pada sepesimen. Maka hasil perhitungan tegangan pada untuk setiap spesimennya sama.

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Dimana :
σ = Tegangan (N/mm^2)
P = Beban Maksimal (N)

Regangan (e) pada uji tarik merupakan perpanjangan (ΔL) dibagi dengan panjang awal (L_0) pada sepesimen dikali dengan 100%. Maka hasil perhitungan tegangan pada untuk setiap spesimennya sama. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$e = \frac{\Delta L}{Lo} \times 100\%$$

Dimana:
e = Regangan (%)
ΔL = Perpanjangan (mm^2)
Lo = Panjang Awal (mm)

Modulus elastisitas (E) pada uji tarik merupakan tegangan (σ) dibagi dengan regangan (ε) pada sepesimen. Maka hasil perhitungan tegangan pada untuk setiap spesimennya sama. Dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$E = \frac{\sigma}{e}$$

Dimana:
E = Modulus Elastisitas (N/mm^2)
σ = Tegangan (N/mm^2)

3. Metodologi Penelitian

3.1 Alat dan Bahan

3.1.2 Alat

Adapun peralatan yang digunakan untuk membuat spesimen uji diantaranya:

a. Mesin gergaji
Mesin gergaji digunakan untuk pemotongan spesimen uji sesuai dengan ukuran yang diinginkan dalam pengujian. Spesifikasi Mesin Gergaji Model G7025, Pisau gergaji besi : 450 x 35 x 2 mm, jumlah gerakan reciprocating 91/mm, Motor listrik 1.5 kw dan dimensi 1150 x 570 x 820 mm.

Gambar 8 Mesin Gergaji

b. Mesin las Mesin las yang digunakan adalah mesin las GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) atau biasa juga disebut dengan TIG (Tungsten Inert Gas) yang digunakan untuk pengelasan spesimen yang uji.

Gambar 9 Mesin Las TIG RILON

Trafo las TIG AC/DC yang bisa digunakan untuk mengelas material ferrous metal dan nonferrous metal dengan spesifikasi :

1. Gas Mulia Argon
2. Tegangan Input 220 V 1 Phase 50/60 Hz
3. Daya 1500 – 4500 Watt
4. Tegangan Kerja 18 Volt
5. Tegangan Tanpa Beban 44 Volt
6. Arus Output 10 – 200 Ampere
7. Waktu Downslope 0 – 5 detik
8. Power Factor 0.73
9. Efficiency 80%
10. Diameter Kawat Las 1.6 – 4 mm
11. Ketebalan Las 0.3 – 3 mm (Al, Mg, Mg Alloy) 0.3 – 4.0 mm
12. Dimensi 560 mm x 364 mm x 302 mm
13. Kelengkapan Kabel Las, TIG Torch, Regulator Argon, Earth Clamp

c. Elektroda las
Dalam pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) elektroda yang digunakan adalah elektroda tungsten berwarna hijau, yang berfungsi sebagai pencipta busur nyala.

Gambar 10 Elektroda Tungsten

d. Mistar dan jangka sorong
Digunakan untuk membantu dalam membuat ukuran spesimen uji yang presisi sesuai standar, dimana tingkat ketelitian dari jangka sorong ini adalah 0,01 mm.

e. Tensile Tester Tarnotest UPH 100kN
Digunakan untuk melakukan pengujian tarik dengan tujuan untuk mengetahui beraneka ragam sifat-sifat material yang ingin diujikan serta ketahanan material dalam menerima gaya tarik.

ISSN : 2548-186X (Cetak)
ISSN : 2548-1878 (Online)

Gambar 11 Mesin Tensile Tester

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah aluminium alloy 6061. Komposisi kimia aluminium alloy 6061 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 3 Komposisi Kimia aluminium alloy 6061

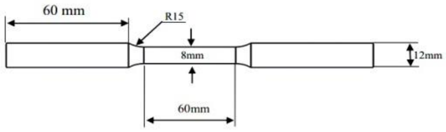
Elemen	Contenst
Si	0,63
Mg	0,98
Fe	0,19
Cu	0,18
Zn	0,10
Ti	0,08
Al	Balace

Tabel 4 Mechanical Properties of AA 6061

Tensile Strength Mpa	Yield Strength Mpa	Elongation %	Harness Vickers
276	386	12	107

Bahan benda uji berbentuk sesuai standart menggunakan standar ASTM-E8

Gambar 12 Spesimen Uji Tarik



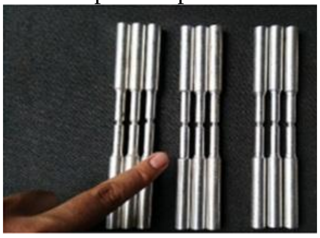
Gambar 13 Dimensi Spesimen Uji Tarik

3.3 Prosedur Pengujian

3.3.1 Pembentukan Spesimen

Sebelum diuji masing masing spesimen dipotong dan dibentuk dengan menggunakan gergaji tangan dan mesin bubut sehingga sesuai dengan standar ASTM-E8 pengujian tarik (Tensile Test).

1. Spesimen dipotong menjadi 12 bagian yang ukurannya sesuai dengan kebutuhan pengujian.
2. Setelah dipotong dilakukan pembentukan spesimen berdasarkan standar ASTM-E8 dengan menggunakan mesin bubut dan membuat sudut kampuh V. Dimana sambungan ini lebih kuat dari pada sambungan persegi, dan dapat dipakai untuk menerima gaya tekan yang besar, serta lebih tahan terhadap kondisi beban statis dan dinamis. Pada material dengan tebal 5 mm – 20 mm penetrasi dapat dicapai.



Gambar 14 Spesimen Uji Tarik Dengan Kampuh V

4. Pada spesimen yang akan dilakukan pengelasan menggunakan TIG (Tungsten Inert Gas) dengan variasi arus 130 A, 160 A dan 190 A selama 10 menit untuk masing-masing spesimen.

Gambar 15 Proses Pengelasan Spesimen

5. Lakukan pembersihan spesimen setelah melakukan pengelasan, supaya terbebas dari sisa-sisa pengelasan.

Gambar 16 Spesimen Uji Tarik Setelah Pengelasan

6. Dilakukan pengujian tarik untuk masing-masing spesimen.

Gambar 17 Pengujian Tarik

3.3.2 Pengujian Spesimen

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian sebagai berikut :

1. Sediakan spesimen yang akan digunakan untuk

pengujian tarik.

2. Sesuaikan chuck spesimen sesuai dengan dimensi standarisasi yang digunakan.
3. Pasang dial indicator, dengan memperhatikan cara pembacaan dengan benar, dengan posisi jarum kecil pada null, dan jarum besar pada posisi null. Perhatikan gerakan jarum dial indicator jarum kecil akan berputar berlawanan arah jarum besar.
4. Pasanglah spesimen bagian atas dahulu, baru posisikalah chuck ke bawah.
5. Menyiapkan kertas milimeter blok dan letakkan kertas tersebut pada plotter.
6. Benda uji mulai mendapat beban tarik dengan menggunakan tenaga hidrolik diawali 0 kg hingga benda putus pada beban maksimum yang dapat ditahan benda tersebut.
7. Benda uji yang sudah putus lalu diukur berapa besar penampang dan panjang benda uji setelah putus.
8. Gaya atau beban yang maksimum ditandai dengan putusnya benda uji terdapat pada layar digital dan dicatat sebagai data.
9. Catat hasil pengujian yang sudah dilakukan.
10. Hal terakhir yaitu menghitung kekuatan tarik, kekuatan luluh, perpanjangan, dari data yang telah didapat dengan menggunakan persamaan yang ada.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dan instrument pengumpul data merupakan faktor penting demi keberhasilan penelitian. Hal ini berkaitan dengan bagaimana cara mengumpulkan data, siapa sumbernya, dana apa alat yang digunakan.

Dalam penelitian ini penulis mengggunakan tekhnik pengumpulan data sebagai berikut :

a. Dokumentasi

Merupakan catatan peristiwa yang sudah berlalu. Dokumen bisa berbentuk tulisan, gambar, atau karya-karya monumental dari seseorang. Peneliti mencatat hal-hal terpenting dalam setiap tahap penelitian dan mendokumentasikan dalam bentuk gambar dari setiap obyek yang diteliti.

b. Uji Laboratorium

Data uji tarik dilakukan pengujian di laboratorium kemudian dianalisis dimasukkan ke dalam tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik, kemudian disimpulkan hasilnya.

3.5 Analisis Data

Analisa data yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan metode analisis statistik deskriptif data mentah yang diperoleh dari pengujian. Menurut Sugiyono (2012: 147), Statistik deskriptif adalah statistik yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan data atau menggambarkan data yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa bermaksud membuat kesimpulan yang berlaku untuk umum atau generalisasi.

4. Hasil Penelitian Dan Pembahasan

4.1 Hasil Uji Tarik (Tensile Test)

Berdasarkan hasil pengujian tarik dari Aluminium Alloy 6061 yang telah mengalami proses pengelasan TIG dengan variasi kuat arus 130 amper, 160 amper dan 190 amper. Pada saat pengujian spesimen mengalami patahan didaerah HAZ. Nilai kekuatan tarik dari aluminium tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 5 Data Hasil Uji Tarik

Kuat Arus	No. Uji	Diameter (mm)	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	Luas (mm^2)	P (N)
130 A	1	8	48	53,62	50,24	7900
	2	8	48	53,54	50,24	7500
	3	8	48	53,24	50,24	8500
160 A	1	8	48	54,31	50,24	9100
	2	8	48	53,74	50,24	8000
	3	8	48	53,83	50,24	8500
190 A	1	8	48	54,77	50,24	8600
	2	8	48	53,85	50,24	8700
	3	8	48	54,54	50,24	9000

4.2 Pembahasan

4.2.1 Nilai Tegangan (σ)

Nilai tegangan untuk masing-masing spesimen kuat Arus 130 A

a. Spesimen 1

$$\sigma = \frac{7900}{50{,}24}$$

$$= 157{,}25 \text{ N/mm}^2$$

b. Spesimen 2

$$\sigma = \frac{7500}{50{,}24}$$

$$= 149{,}28 \text{ N/mm}^2$$

c. Spesimen 3

$$\sigma = \frac{8500}{50{,}24}$$

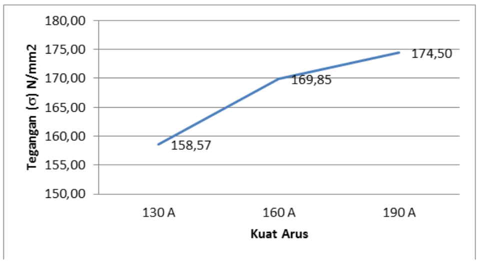
$$= 169{,}19 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 6 Nilai Tegangan Tiap Spesimen

Kuat Arus	No. Uji	Luas (mm^2)	P (N)	σ (N/mm^2)
130 A	1	50,24	7900	157,25
	2	50,24	7500	149,28
	3	50,24	8500	169,19
	Rata-rata			**158,57**
160 A	1	50,24	9100	181,13
	2	50,24	8000	159,24
	3	50,24	8500	169,19
	Rata-rata			**169,85**
190 A	1	50,24	8600	171,18
	2	50,24	8700	173,17
	3	50,24	9000	179,14
	Rata-rata			**174,50**

Adapun diagram tegangan dari data hasil pengujian tarik dapat dilihat pada gambar 18

ISSN : 2548-186X (Cetak)
ISSN : 2548-1878 (Online)



Gambar 18 Grafik Hasil Uji Kekuatan Tarik

Pada Gambar 18 diketahui bahwa nilai tegangan pada spesimen kuat arus 130 amper adalah 148,57 N/mm^2. Pada spesimen yang kuat arrus 160 amper terjadi peningkatan nilai tegangan menjadi 169,85 N/mm^2. Pada spesimen yang kuat arus 190 amper terjadi peningkatan nilai kekerasan menjadi 174,50 N/mm^2. Nilai tegangan tertinggi terjadi pada temperatur 190 amper dengan nilai tegangan 174,50 N/mm^2.

4.2.2 Nilai Nilai Regangan (ε)

Sementara itu nilai regangan untuk masing-masing spesimen adalah :

a. Spesimen 1

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{(54{,}62 - 48)}{48} \text{ x } 100\%$$
$$= 11{,}71\ \%$$

b. Spesimen 2

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{(53{,}54 - 48)}{48} \text{ x } 100\%$$
$$= 11{,}54\ \%$$

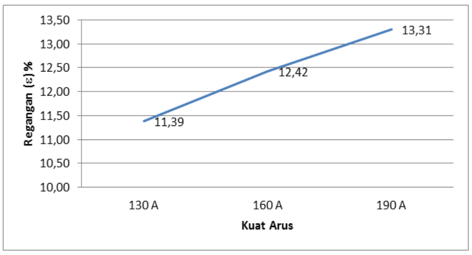
c. Spesimen 3

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{Lo} \text{ x } 100\%$$
$$= \frac{(53{,}24 - 48)}{48} \text{ x } 100\%$$
$$= 10{,}92\ \%$$
$$= \frac{(53{,}54 - 48)}{48} \text{ x } 100\%$$
$$= 13{,}63\ \%$$

Tabel 7 Nilai Regangan Tiap Spesimen

Kuat Arus	No. Uji	Panjang Awal (mm)	Panjang Akhir (mm)	ε (%)
130 A	1	48	53,62	11,71
	2	48	53,54	11,54
	3	48	53,24	10,92
	Rata-rata			**11,39**
160 A	1	48	54,31	13,15
	2	48	53,74	11,96
	3	48	53,83	12,15
	Rata-rata			**12,42**
190 A	1	48	54,77	14,10
	2	48	53,85	12,19
	3	48	54,54	13,63
	Rata-rata			**13,31**

Adapun diagram yang dapat disajikan dari hasil data perhitungan regangan pada pengujian tarik dapat dilihat pada gambar 19 dibawah



Gambar 19 Diagram Nilai Regangan (ε)

Pada Gambar 19 diketahui bahwa nilai regangan pada spesimen kuat Arus 130 amper adalah 11,39%. Pada kuat arus 160 amper terjadi peningkatan nilai regangan menjadi 12,42 %. Pada spesimen yang kuat arus 190 amper terjadi peningkatan nilai regangan menjadi 13,31 %. Nilai tegangan tertinggi terjadi pada temperatur 190 amper dengan nilai tegangan 13,31 %.

4.2.3 Nilai Modulus Elastisitas (E)

Nilai modulus elastisitas untuk masing-masing spesimen adalah:

a. Spesimen 1

$$E = \frac{\sigma}{e}$$
$$= \frac{157{,}25}{11{,}71}$$
$$= 13{,}43 \text{ N/mm}^2$$

b. Spesimen 2

$$E = \frac{\sigma}{e}$$
$$= \frac{149{,}28}{11{,}54}$$
$$= 12{,}93 \text{ N/mm}^2$$

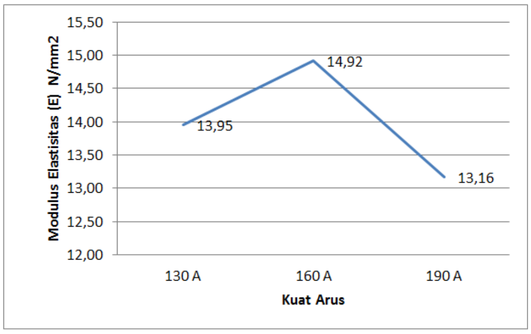
c. Spesimen 3

$$E = \frac{\sigma}{e}$$
$$= \frac{169{,}19}{10{,}92}$$
$$= 15{,}50 \text{ N/mm}^2$$

Tabel 8 Nilai Modulus Elastisitas Tiap Spesimen

Kuat Arus	No. Uji	σ (N/mm²)	e (%)	E (N/mm²)
130 A	1	157,25	11,71	13,43
	2	149,28	11,54	12,93
	3	169,19	10,92	15,50
	Rata-rata			**13,95**
160 A	1	181,13	11,71	15,47
	2	159,24	11,54	13,80
	3	169,19	10,92	15,50
	Rata-rata			**14,92**
190 A	1	171,18	14,10	12,14
	2	173,17	12,19	14,21
	3	179,14	13,63	13,15
	Rata-rata			**13,16**

Diagram modulus elastisitas dapat dilihat pada gambar 20 dibawah ini.



Gambar 20 Diagram Nilai Modulus Elastisitas

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukan bahwa modulus elastis rata-rata tertinggi yaitu pada arus pengelasan 130 amper dimana nilainya yaitu 13,95 N/mm^2, sedangkan modulus elastis rata-rata terkecil pada arus 190 amper dimana nilai modulusnya yaitu 13,16 N/mm^2. Adapun nilai modulus elastis arus pengelasan 160 amper lebih tinggi hal ini disebabkan araus pengelasan 160 amper lebih getas dan arus pengelasan lebih ulet dimana ketika modulus elastisnya suatu benda getas maka nilai elastisnya tinggi.

5. Kesimpulan

Dari hasil analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Nilai tegangan tarik (σ) rata-rata dari ketiga arus pengelasan pada pengelasan arus 130 amper adalah 148,57 N/mm^2 160 amper adalah 169,85 N/mm^2 dan 190 amper adalah 174,50 N/mm^2.
2. Nilai regangan (ε) rata-rata pada ketiga arus pengelasan pada pengelasan arus 130 amper adalah 11.39%, 160 amper adalah 12,42 % dan 190 amper adalah 13,31%.
3. Nilai modulus elastisitas (E) rata-rata pada ketiga arus pengelasan pada pengelasan arus 130 amper adalah 13.95 N/mm^2, 160 amper adalah 14,92 N/mm^2 dan 190 amper adalah 13,16 N/mm^2.
4. Pada tengangan tarik nilai tertinggi pada pengelasan arus 190 amper dengan nilai 174,50 N/mm^2 dan terendah pada arus 130 amper sebesar 158,57 N/mm^2 diperoleh pada arus 130 amper penyalaan busur listrik tidak stabil sehingga panas yang dihasilkan tidak cukup untuk melelehkan elektroda serta pentrasi yang dihasilkan kurang maksimal sehingga mengakibatkan kekuatan tariknya rendah.
5. Hasil pengujian kekuatan tarik menunjukan bahwa nilai tegangan tarik dan regangan sambungan las TIG pada aluminium 6061 dipengaruhi oleh arus las, semakin besar daerah leleh dan arus pengelasan maka semakin besar kekuatan tarik dan regangan tarik. Nilai tegangan tarik terbesar adalah 174,50 N/mm^2 dan tegangan tarik terkecil adalah 158,57 N/mm^2. Nilai regangan terbesar dengan nilai 13,31% dan nilai tegangan terendah dengan nilai 11,39%.

Daftar Pustaka

[1] ASTM. 2012. *Annual Book of ASTM Standards*. Volume 3. West Conshohocken: American Society for Testing and Material.

[2]. Daryanto. 2012. *Teknik Las*. Bandung, Alfabeta.

[3]. Dieter George E. 1987. *Metalurgi Mekanik*. Jakarta : Erlangga.

[4]. Schey, John A. 2009. Proses Manufaktur Introduction. Yogyakarta, Andi

[5]. Sugiyono, 2012, *Memahami Penelitian Kualitatif*, Bandung, Alfabeta

[6]. Surdia, T. Dan Saito, S. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradya Paramita

[7]. Sri Widharto, 2003. *Petunjuk Kerja Las*, Cetakan-5, Jakarta, Pradnya Paramita.

[8]. Sonawan, H dan Rochim Suratman. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.

[9]. Wiryosumarto, H, Okumurha T.,2004, *Teknologi Pengelasan logam,cetakan ke-8*, Pradnya Paramita, Jakarta.

[10]. Dody Prayitno, dkk, 2018 Pengaruh Kuat Arus Listrik Pengelasan Terhadap Kekerasan Lapisan Lasan Pada Baja Astm A316, Jurnal Dinamika Vokasional Teknik Mesin, Volume 3, Nomor 1, Hal 1-6

[11]. Rochim Toat Wicaksono, dkk, 2019, Pengaruh Kuat Arus Pada Pengelasan Paduan Aluminium 6061 Dengan Menggunakan Metode Las Tig Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro, NOZEL, Volume 01 Nomor 01, hal 37 – 44

[12]. Satrio Hadi, dkk, 2017, Pengaruh variasi kampuh las dan arus listrik terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro sambungan las TIG pada aluminium 5083, Jurnal Kompetensi Teknik Vol. 8, No.2, hal 27 – 35

[13] *Mohamad Lasno, dkk*, Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Tig (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Stainless Steel Hollow 304, Momentum, Vol. 15, No. 2, Oktober 2019, Hal. 137-143

[14] Wartono,dkk, Pengaruh Arus Proses Las Tig Terhadap Kekuatan Impak dan Ketahanan Korosi Aluminium Paduan, Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIII Tahun 2018 (ReTII) November 2018, pp. 377~384