



**PENGARUH VARIASI ARUS PADA HASIL  
PENGELASAN TIG (*TUNGSTEN INERT GAS*)  
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PADA  
ALUMINIUM 6061**

**SKRIPSI**

Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat  
untuk memperoleh gelar Sarjana  
Program Studi Pendidikan Teknik Mesin

**UNNES**  
oleh  
UNIVERSITAS Linda Andewi MARANG

5201412027

**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2016**

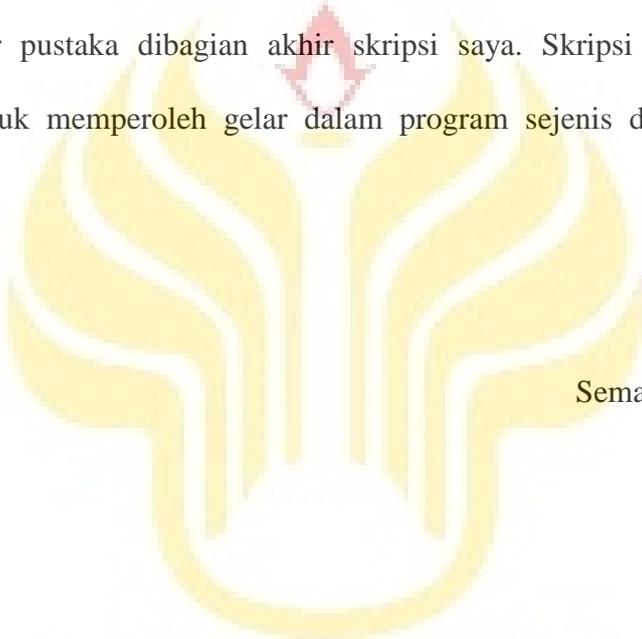
## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Pengaruh Variasi Arus pada Hasil Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Aluminium 6061” disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber Informasi atau kutipan dari karya yang saya terbitkan telah disebutkan dalam teks dan tercantum dalam daftar pustaka dibagian akhir skripsi saya. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam program sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, Mei 2016



Linda Andewi  
5201412027



**UNNES**  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Linda Andewi  
NIM : 5201412027  
Program Studi : Pendidikan Teknik Mesin, S1  
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Arus pada Hasil Pengelasan TIG  
(*Tungsten Inert Gas*) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Aluminium 6061.

Telah dipertahankan didepan Dewan Peguji dan diterima sebagai persyaratan memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Teknik Mesin S1, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.

### PanitiaUjian

		Tanda Tangan	Tanggal
Ketua	: Rusiyanto, S.Pd., M.T. NIP. 197403211999031002	(  )	18/5 2016
Sekretaris	: Rusiyanto, S.Pd., M.T NIP. 197403211999031002	(  )	18/5 2016

### DewanPenguji

Pembimbing	: Rusiyanto, S.Pd., M.T NIP. 197403211999031002	(  )	18/5 2016
Penguji Utama I	: Drs. Masugino, M.Pd NIP. 195207211980121001	(  )	16/5 2016
Penguji Utama II	: Dr. Basyirun, S.Pd., M.T NIP. 196809241994031002	(  )	18/5 2016
Penguji Pendamping	: Rusiyanto, S.Pd., M.T NIP. 197403211999031002	(  )	18/5 2016

Di tetapkan di Semarang

Tanggal, 18/5 2016

Mengesahkan.  
Dekan Fakultas Teknik  
  
Dr. Nur Qudus, M.T.  
NIP. 196911301994031001



## ABSTRAK

**Linda Andewi, 2016. TM, FT, UNNES. “ Pengaruh Variasi Arus pada Hasil Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Aluminium 6061”.**

Masalah yang terjadi pada pengelasan aluminium adalah adanya lapisan pasif atau lapisan oksida  $Al_2O_3$  yang memiliki afinitas terhadap oksigen yang tinggi. Lapisan oksida ini juga bersifat isolator dimana dapat menghambat mengalirnya arus dalam pengelasan. Lapisan oksida yang cukup tebal dapat menghambat inisiasi busur listrik atau sulit untuk menghasilkan busur listrik sehingga mengakibatkan terjadinya kerusakan atau cacat pada hasil las. Pengaturan besarnya kuat arus sebelum proses pengelasan dilakukan tentu saja akan mempengaruhi jumlah masukan panas, penetrasi las dan tegangan busur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus pada hasil pengelasan TIG terhadap struktur mikro dan kekuatan tarik aluminium 6061.

Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen, yang bertujuan mengetahui sebab akibat berdasarkan perlakuan yang diberikan oleh peneliti. Pada penelitian ini, perlakuan yang diberikan oleh peneliti adalah pengelasan dengan variasi kuat arus. Pengelasan dilakukan dengan metode TIG (*Tungsten Inert Gas*) pada bahan aluminium 6061 dengan bahan pengisi/*filler* ER5356 dengan kemiringan  $V$  tunggal  $60^\circ$ . Variasi arus yang digunakan dalam penelitian ini adalah arus 80 ampere, 120 ampere dan 160 ampere, kemudian diuji dengan menggunakan uji tarik dan foto mikro, analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis deskriptif.

Pada hasil pengujian struktur mikro, struktur mikro pada logam las terdapat butir *columnar* dan *equaxial*. Perbedaan yang signifikan dipengaruhi oleh besarnya kuat arus dan proses pendinginannya. Penggunaan kuat arus yang tepat akan membuat bentuk butir yang baik, maka letak butir-butir *equaxial* semakin halus dan banyak. Pada penelitian ini penggunaan arus 120 ampere tepat digunakan. Hal tersebut membuat bentuk butir *equaxial* yang baik sehingga mengakibatkan tingkat kekerasan yang tinggi pada logam las dan HAZ. Berdasarkan nilai yang diperoleh dari uji kekuatan tarik nilai tegangan tertinggi rata-rata yaitu untuk pengelasan dengan arus 120 A, yaitu sebesar 142,50 MPa. Nilai tegangan terendah rata-rata yaitu untuk pengelasan dengan arus 80 A, 40,44 MPa.

Kata kunci: Pengelasan, TIG, Variasi arus, aluminium 6061

## ABSTRAC

**LindaAndewi,2016.TM,FT, UNNES.** “The Effect Of Current Variety In Tungsten Inert Gas Welding For Mechanical And Fisis Properties Aluminium 6061.”

The problem found in aluminium welding proses is the existence of pasif layer or layer of oxide  $Al_2O_3$  that has a high affinity to oxygen. This oxide layers are insulators that has and ability to hold up the flow of welding current. The thick oxide layer can hold arc ignition or hard to produce arc welding however produce damaging and weld defects. The current variety was set before the welding process be done affect the amount of heat input, welding penetration and arc tension. The purpose of this reseach are define the effect of current variety in TIG welding for microstructure and tensile strength aluminium 6061.

The research metode are experimental research which is define cause and effect depends on the treatment be gifted by researchist. In this research the treatments gifted by researchist are welding process with variety current. TIG welding process is choosed for aluminium 6061 with ER5356 filler with single V hem 60 degrees. The variety current used 80 ampere, 120 ampere, and 160 ampere, and than tested with tensile test and capture with mikrostructure camera, this reseach used descriptive data analysis.

Microstructure weld metal has columnar grain and equexial grain from the result of microstructure test. The different of grains are affectedby amount currentand cooling proces. The useful of proper current will make a well grain, and then the equaxial grains position softer and more substantial. The useful of 120 ampere is properly in this research. It makes the shape of equaxial grains better so effect the hardness much higer to weld metal and heat affected zone. Depends on the value of tensile strength, the mean highest value is welding process with 120 ampere, which is 142,50 Mpa. The mean lowest strength is welding process with 80 ampere, 40.44 Mpa.

Keywords: welding, TIG, current Variety, aluminium 6061

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

1. Jangan Menyerah, Setelah kesulitan pasti ada kemudahan.
2. Bersyukurlah dilahirkan menjadi kamu bukan menjadi orang lain.

### PERSEMBAHAN

Saya persembahkan karya ini untuk:

1. Ibu Sasi dan Bapak Sanudi, orang tua yang selalu menyayangi, mencintai dan mengasihiku serta selalu mendoakan kesuksesanku.
2. Ibu Arsi Handayani dan Bapak Didik Sudiarto orang tua yang juga menyayangiku dengan setulus hati serta tak henti-hentinya mendoakan untuk setiap urusanku agar dilancarkan.
3. Mas Aldo Diars Poetra Calon Imam ku yang sangat aku sayangi.
4. Dek Arintya, Dek Rizwan dan Dek Lala yang menjadi Semangat UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG dan Motivasi dalam hidupku.
5. Si gendut Heru Widiyanto dan Soni Ramadhan sahabat hidup suka dan duka dalam menuntut ilmu di Universitas Negeri Semarang.
6. Teman-teman dan keluarga besar Teknik Mesin UNNES

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyusun skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Arus Pada Hasil Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Pada Aluminium 6061” dalam rangka menyelesaikan studi strata satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Skripsi ini dapat diselesaikan berkat bimbingan, motivasi dan bantuan semua pihak. Oleh karena itu dengan rendah hati disampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini, antara lain:

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
3. Rusiyanto, S.Pd., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian proposal skripsi ini.
4. Semua pihak yang telah memberikan motivasi, saran dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari dalam skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan dunia pendidikan pada khususnya.

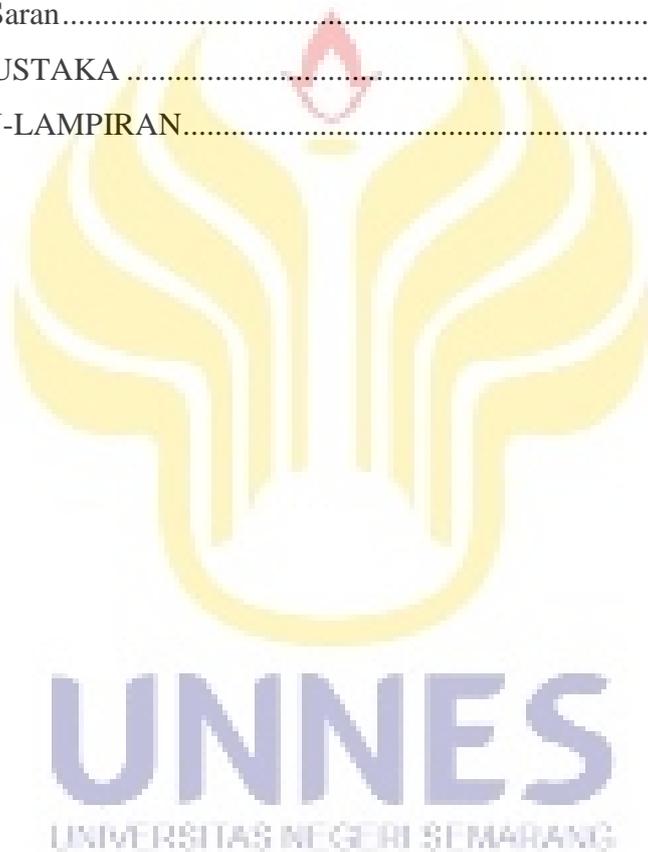
Semarang, Mei 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
ABSTRAK .....	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Pembatasan Masalah .....	6
D. Rumusan Masalah .....	7
E. Tujuan Penelitian .....	7
F. Manfaat Penelitian .....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	9
A. Kajian Teori.....	9
B. Kajian Penelitian yang Relevan .....	35
C. Kerangka Berpikir .....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	40
A. Bahan .....	40
B. Alat.....	40
C. Prosedur Penelitian .....	41
D. Diagram Alir Penelitian .....	41
E. Proses Penelitian .....	42
F. Jenis Penelittian.....	49
G. Variabel Penelitian .....	49
H. Data Penelitian .....	50

I. Teknik Pengumpulan Data.....	50
J. Analisis Data .....	51
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN.....	54
A. Hasil Penelitian .....	54
B. Pembahasan.....	65
BAB V PENUTUP.....	73
A. Simpulan.....	73
B. Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA .....	75
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	76



## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
°C	Derajat Celcius
A	Ampere
°	Derajat
+	Positif
-	Negatif
%	Persen
>	Lebih dari
<	Kurang Dari
F	Gaya
$A_0$	Luas mula dan penampang
$L_0$	Panjang sebelum ditarik
L	Panjang batang Uji
$P_u$	Beban <i>Ultimate</i>
Kg	Kilogram
$\epsilon$	<i>Elongation</i>
$L_f$	Panjang setelah diuji tarik
P	Beban yang digunakan
$P_y$	Beban <i>Ultimate</i>
$H_u$	Tinggi <i>Ultimate</i>
V	Volt
$Kg/mm^2$	Kilogram per milimeter kuadrat

<b>Singkatan</b>	<b>Arti</b>
Al-Mg-Si	Aluminium Magnesium Silikon
Al6061	Aluminium 6061
TIG	<i>Tungsten Inert Gas</i>
GTAW	<i>Gas Tungsten Arch Welding</i>
AC	<i>Alternating Curent</i>
DC	<i>Direct Curent</i>
mm	Milimeter
HAZ	<i>Heat Affected Zone</i>
MPa	Mega Pascal
ASTM	<i>American Society of Testing and Material</i>
FSW	<i>Friction Stell Welding</i>
UHP	<i>Ultra High Purity</i>
EWP	<i>Elektrode Wolfram Tungsten</i>
STT	<i>Static Transient Thermal</i>
TTT	<i>Transient Thermal Tensioning</i>

## DAFTAR TABEL

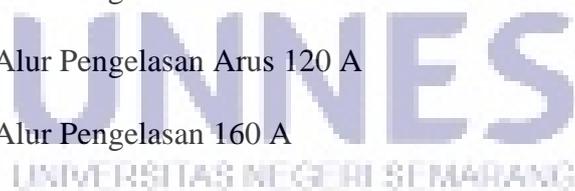
Tabel		Halaman
2.1	Berbagai Macam Las Dan Tahun Penemuannya	10
2.2	Hubungan Antara Tebal Pelat, Tegangan dan Sambungan	14
2.3	Macam-macam Elektroda Tungsten dan Penggunaannya	19
2.4	Logam dan Jenis Arus yang Sesuai Untuk Las Gas Tungsten	20
2.5	Besar arus dalam pengelasan dengan elektroda wolfram	21
2.6	Skema Bahan Elektrode, dan Gas Lindung	24
2.7	kesesuaian Logam Pengisi dan Logam Induk	25
2.8	Sifat-sifat Mekanik Paduan Al-Mg-Si	29
2.9	Komposisi Kimia Aluminium 6061	29
3.1	Alat dan Bahan	44
3.2	Data Hasil Pengukuran Nilai Uji Tarik	50
3.3	Data Rerata Pengukuran Nilai Uji Tarik	50



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman	
2.1	Perbedaan Penetrasi pada Hasil Pengelasan	12
2.2	Dasar-dasar Gerakan Elektroda	13
2.3	Sudut-sudut Elektroda pada Las Lurus	14
2.4	Hubungan Antara Arus Pengelasan dan kecepatan Pengelasan	17
2.5	Klasifikasi Jenis Las Busur Listrik Dengan Pelindung Gas	18
2.6	Diagram Rangka Listrik dan Mesin Listrik DC	19
2.7	Konfigurasi Lajur Las Sesuai dengan Arus Pengelasan	22
2.8	Aksi Pembersihan Lapisan Oksida	23
2.9	Arah Pembekuan Dari Logam Las	30
2.10	Bagian Las	30
2.11	Diagram Fasa pada Aluminium	32
2.12	Kurva Tegangan-Regangan	34
2.13	Spesimen Uji Tarik	33
3.1	Diagram Penelitian	41
3.2	Kampuh V Tunggal	42
3.3	Spesimen Uji Tarik	45
3.4	Spesimen Foto Mikro	45
3.5	Alat uji Foto Mikro	46
3.6	Alat Uji Tarik	47
4.1	Struktur Eutektik pada Aluminium Silikon	54
4.2	Struktur Fase Fe <sub>3</sub> AlSi	54

4.3	Fase Eutektik dan Aluminium	55
4.4	Struktur <i>Euqxial</i> dan <i>Denderit</i>	55
4.5	Porositas pada <i>Weld Metal Al6061</i>	56
4.6	Logam Induk <i>Raw Material</i>	56
4.7	Logam Induk Arus 80 A	57
4.8	Logam Induk Arus 120 A	57
4.9	Logam Induk Arus 160 A	58
4.10	Daerah HAZ Arus 80 A	59
4.11	Daerah HAZ Arus 120 A	59
4.12	Daerah HAZ Arus 160 A	60
4.13	Logam Las Arus 80 A	61
4.14	Logam Las Arus 120 A	62
4.15	Logam Las Arus 160 A	62
4.16	Diagram Tegangan Tarik	64
4.17	Diagram Regangan	65
4.18	Bentuk Alur Pengelasan Arus 80 A	66
4.19	Bentuk Alur Pengelasan Arus 120 A	68
4.20	Bentuk Alur Pengelasan 160 A	71



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Kemajuan teknologi serta kebutuhan untuk menghasilkan konstruksi yang kuat menjadikan teknik pengelasan menjadi pilihan utama dalam pembangunan konstruksi. Oleh karena itu dibutuhkan hasil las yang memiliki kualitas yang baik untuk menunjang konstruksi yang kuat, aman dan tahan lama. Kualitas hasil pengelasan tidak hanya dapat dilihat secara visual, namun harus diketahui secara struktur. Hasil pengelasan yang baik secara visual, belum tentu memiliki struktur yang baik. Oleh karena itu, untuk mengetahui apakah hasil pengelasan tersebut telah memenuhi kriteria harus ada pengukuran atau pengujian hasil las.

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.

Alumunium dan paduannya merupakan logam yang banyak digunakan dibidang teknik karena mempunyai berbagai keunggulan antara lain ringan, mempunyai sifat mampu bentuk (*formability*) yang baik, kekuatan tarik relatif cukup, tahan korosi dan sifat mekaniknya dapat ditingkatkan dengan pengerjaan dingin atau perlakuan panas, serta mempunyai sifat mampu las (*weldability*) yang bervariasi tergantung pada jenis paduannya. Pada paduan aluminium terdapat paduan yang dapat diperlaku-panaskan dan juga paduan yang tidak dapat diperlakupanaskan. Paduan aluminium magnesium silikon (Al-Mg-Si) termasuk dalam kelompok yang dapat diperlaku-panaskan (*heat treatable*) dan termasuk dalam seri Al-6061 yang memiliki kekuatan dan mampu las serta ketahanan korosi yang cukup .

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-6061 digunakan untuk rangka bodi dan *frame*. Sasi Kirono (2006: 103) menyatakan bahwa “konstruksi pada kendaraan rel mengarah kepada konstruksi tunggal dengan bahan baku yang ringan dengan tujuan untuk mengurangi berat kendaraan. Dalam usaha mengurangi berat lebih lanjut banyak konstruksi yang dibuat dari baja setengah tahan karat dan dari paduan aluminium dengan memperhatikan kekuatan dan ketahanannya terhadap korosi.”

Namun pada permukaan aluminium terdapat lapisan pasif atau lapisan oksida  $Al_2O_3$  yang memiliki afinitas terhadap oksigen yang tinggi. Lapisan oksida  $Al_2O_3$  memiliki titik cair sekitar  $2.050^{\circ}C$  yang lebih tinggi dari logam induknya aluminium hanya sekitar  $660^{\circ}C$ . Apabila paduan aluminium ini menerima panas selama operasi pengelasan maka mungkin saja terjadi logam induk telah mencair sementara lapisan oksidanya belum atau tidak mencair sama sekali. Masalah ini dapat mengakibatkan sulitnya terjadi pencampuran apabila dalam pengelasannya melibatkan logam pengisi (Sonawan dan Suratman, 2004: 131-132).

Pengelasan yang sempurna adalah apabila logam pengisi bercampur secara sempurna dengan logam induk. Gagalnya proses pencampuran ini dimotori oleh adanya lapisan oksida yang menjadi pembatas atau penghalang sehingga mengakibatkan cacat yaitu penetrasi tak sempurna (*incomplete*

*penetration*). Oleh karena itu dibutuhkan solusi untuk menghilangkan lapisan oksida ini yaitu dengan menggunakan proses pengelasan TIG atau GTAW. Las TIG merupakan jenis las listrik yang menggunakan bahan tungsten sebagai elektroda tidak terkontaminasi. Elektroda ini digunakan hanya untuk menghasilkan busur nyala listrik.

Lapisan oksida ini juga bersifat *isolator* dimana dapat menghambat mengalirnya arus dalam pengelasan. Jika lapisan oksida cukup tebal maka hal ini dapat menghambat insiasi busur listrik atau sulit untuk membangkitkan busur listrik. Untuk dapat menjadikan hasil las-lasan yang baik maka perlu melihat kondisi pengelasan, kondisi pengelasan meliputi metode pengelasan, macam-macam arus yang digunakan (AC, DC elektrode positif, DC elektrode negatif), arus las, tegangan busur, kecepatan pengelasan, kondisi pemanasan awal, jumlah lajur, jumlah lapisan, suhu antar lajur pengelasan, dan perlakuan panas pasca pengelasan. Kondisi-kondisi pengelasan mengacu pada arus las, tegangan busur dan kecepatan las (Daryanto, 2012:188).

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 menurunnya sifat fisis dan mekanis pada hasil lasan.

Berdasarkan fenomena di atas penulis tertarik untuk melakukan penelitian dengan judul “ Pengaruh Variasi Kuat Arus pada Hasil Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Aluminium 6061.”

## **B. Identifikasi Masalah**

Bersumber dari latar belakang diatas terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan tarik pada material hasil lasan antara lain:

1. Pemilihan arus pada proses pengelasan akan berdampak pada kekuatan tarik hasil lasan, arus yang terlalu tinggi akan mengakibatkan pemanasan yang berlebih sehingga menyebabkan tampilan rigi-rigi yang buruk dan sebaliknya penggunaan arus yang terlalu rendah akan mengakibatkan tembusan yang kurang maksimal sehingga akan mengakibatkan menurunnya tingkat kekuatan tarik material hasil las. Aluminium memiliki lapisan oksida yang tinggi sehingga diperlukan arus yang sesuai untuk mampu mencairkan bagian permukaan maupun inti dari *base metal*.
2. 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.
3. Kecepatan laju pengelasan juga merupakan faktor yang akan mempengaruhi kekuatan tarik hasil pengelasan. Semakin besar kecepatan pengelasan maka nilai kekuatan tarik akan semakin besar. Pengelasan dengan bahan aluminium harus dilakukan dengan kecepatan pengelasan

yang sesuai agar tidak terjadi pencairan pada bagian inti akibat panas yang berlebih karena lambatnya kecepatan pengelasan.

4. pada paduan aluminium akan menyebabkan terjadinya pencairan sebagian, rekristalisasi, pelarutan padat atau pengendapan. Perubahan struktur ini biasanya terjadi penurunan kekuatan dan ketahanan korosi dan bisa menyebabkan daerah las menjadi getas. Perubahan sifat mekanis dapat dicegah dengan beberapa hal, salah satunya yang penulis ambil dengan cara memberi variasi arus pada pengelasan TIG. Variasi arus yang digunakan adalah sebesar 80 A, 120 A, dan 160 A. Dengan variasi tersebut nantinya akan diukur seberapa besar nilai kekuatan tarik dan bagaimana struktur mikro hasil variasi arus pada pengelasan TIG aluminium 6061.

### C. Pembatasan 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*)
6. Variasi arus 80 A, 120 A, 160 A.
7. Sifat fisis ditentukan dengan menganalisis data hasil struktur mikro.
8. Sifat mekanis ditentukan dengan menganalisis data hasil uji tarik.

Perolehan data sifat fisis dan mekanis hasil lasan aluminium 6061 dilakukan pengujian struktur mikro untuk menghasilkan data fisis dan pengujian tarik untuk menghasilkan data sifat mekanis.

#### **D. Rumusan Masalah**

1. Bagaimana struktur mikro aluminium 6061 akibat variasi kuat arus pada pengelasan TIG ?
2. Seberapa besar kekuatan tarik aluminium 6061 akibat variasi kuat arus pada pengelasan TIG ?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan permasalahan diatas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui struktur mikro pada variasi arus aluminium 6061 pada hasil las TIG
2. Untuk mengetahui kekuatan tarik pada variasi arus aluminium 6061 pada hasil las TIG

#### **F. Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut:

1. Setelah mengetahui nilai kekuatan tarik pada sambungan aluminium akibat variasi arus maka hal ini dapat digunakan sebagai acuan praktisi dalam pemilihan kuat arus untuk mendapatkan hasil sambungan yang optimal pada material aluminium.
2. Setelah mengetahui struktur mikro pada hasil lasan setelah mengalami proses pengelasan diharapkan memberikan informasi perubahan struktur akibat proses pengelasan TIG pada aluminium 6061 karena

kekuatan tarik dipengaruhi oleh perubahan mikro struktur yang terjadi pada saat proses pengelasan.

3. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan dalam bidang teknik pengelasan sehingga dapat meningkatkan kualitas hasil pengelasan dilapangan.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Kajian Teori

##### 1. Pengelasan

Mengingat dalam penelitian ini penulis mengambil tema tentang pengelasan maka peneliti akan sedikit memaparkan tentang teori pengelasan. Pengelasan dalam bidang konstruksi sangat luas penggunaannya meliputi konstruksi jembatan, perkapalan, industri otomotif dan lain-lain. Prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya didalamnya banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya memerlukan berbagai macam pengetahuan. Oleh sebab itu pengelasan menjadi sangat penting dan membutuhkan penanganan yang serius dalam penggunaannya.

Sonawan dan Suratman (2004:1) menyatakan bahwa “pengelasan (*welding*) adalah salah satu teknik penyambungan logam dengan cara mencairkan sebagian logam induk dan logam pengisi dengan atau tanpa tekanan dan menghasilkan sambungan yang kontinyu”. Pengelasan merupakan salah satu bagian yang tak terpisahkan dari proses manufaktur. Proses pengelasan yang pada prinsipnya adalah menyambungkan dua komponen atau lebih yang lebih tepatnya ditujukan untuk merakit (*assembly*) beberapa komponen menjadi satu.

Proses pengelasan dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu pengelasan mencair (*fusion welding*), pengelasan tidak mencair (*solid state*

*welding*), dan *soldering* atau *brazing*. Pada saat melaksanakan proses pengelasan diperlukan alat untuk mencairkan logam atau alat untuk memanaskan logam yang akan disambungkan. Peralatan pencair atau pemanas logam dapat didasarkan pada penggunaan energi listrik, atau energi gas. Sambungan las saat ini banyak diterapkan pada pembangunan konstruksi karena kelebihan pada kekuatan untuk menahan beban serta kemudahan pelaksanaannya yang mempengaruhi nilai ekonomis sehingga pengelasan menjadi pilihan utama pembangunan konstruksi. Kebutuhan las yang semakin berkembang berbanding lurus dengan perkembangan dunia pengelasan, misalnya pada metode pengelasan. Metode pengelasan yang ada sekarang ini sudah mengalami perkembangan. Menurut Cornu dalam Teori dan Praktek Las (Alip, 1989: 32) dijabarkan tentang berbagai macam las dan tahun penemuannya.

Tabel 2.1 Berbagai Macam Las dan Tahun Penemuannya

Jenis Las	Tahun Penemuannya
Las Busur Elektroda Carbon Batang	1880
Las Tahanan Listrik	1885
Las Thermit	1890
Las Oxy-Acetylene	1895
Las Busur Elektroda Terbungkus (batangan)	1900
Las Busur Elektroda Terbungkus Cellulose	1905
Las Flash	1910
Las Busur Teredam Elektrode Gulungan	1915
Las Busur Elektroda Terbungkus	1920
Las Busur Elektroda Tungsten	1925
Las Busur Elektroda Kusus	1930
Las Busur-Gas Elektroda Gulungan	1935
Las Busur –Slag	1940
Las MAG	1945
Las Busur Elektroda Berinti	1950
Las Elektron	1955
Las Gesek	1960

Las Elektroda-Gas	1965
Las MAG Hubungan Pendek	1970
Las Plasma	1975
Las Difusi	1980
Las Ledakan	1985
Las Laser	1990

Sumber: (Alip,1989: 32)

## 2. Prosedur dan Teknik Pengelasan

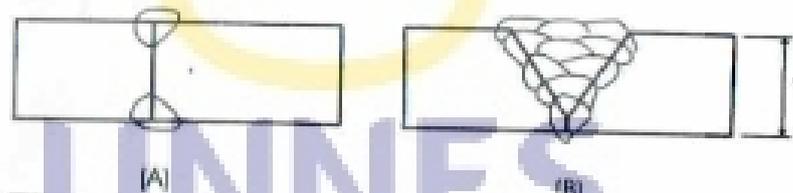
Rincian metode dan praktik yang digunakan untuk persiapan lasan disebut prosedur pengelasan (*welding procedure*). Prosedur las memperkenalkan seluruh variabel las berhubungan dengan suatu kerja atau proyek tertentu. Variabel tersebut meliputi proses pengelasan, jenis *base metal*, desain sambungan, posisi pengelasan, jenis pelindung (*shielding*), *preheating* dan *post-heating* yang dibutuhkan, *setting* mesin las, dan pengujian yang diperlukan (Wirjosumarto dan Okumara, 1981: 211).

### a. Pembuatan Kampuh

Prosedur pengelasan digunakan untuk menghasilkan las yang sesuai kebutuhan yang digunakan. Kampuh las dapat dipersiapkan dengan pemesinan atau pemotongan panas lainnya. Metode pemotongan panas yang dapat digunakan meliputi pemotongan gas, pemotongan laser dan sebagainya. Jika kampuh dipersiapkan dengan pemotongan gas serpihan kotoran pada permukaan harus dibuang. Karena permukaan yang dipotong secara kasar pada permukaan kampuh dapat menyebabkan cacat las. Jika kampuh dipersiapkan dengan pemesinan minyak yang ada dipermukaan juga harus dibersihkan.

Pada umumnya untuk pengelasan pelat dengan tebal kurang dari 6mm digunakan kampuh persegi sedangkan untuk pelat dengan tebal antara 6 mm sampai 20 mm digunakan kampuh V tunggal atau ganda tujuannya adalah agar logam tambah dapat mengisi seluruh bagian kampuh. Sonawan dan Suratman (2004:25) menyatakan bahwa “ Ditinjau dari kekuatan sambungan, sambungan dengan lasan penetrasi penuh memiliki kekuatan lebih tinggi, kemudian jenis lasan ini juga tidak hanya mampu menerima beban statik tetapi juga mampu meneruskan beban dinamik.”

Dengan ketebalan yang sama ( $T$ ) pada gambar 2.1 memperlihatkan hasil pengelasan yang berbeda. Jika tidak dibuat kampuh (gambar A) penetrasi logam las tidak mampu mengisi seluruh bagian kampuh atau sambungan, sedangkan dengan adanya kampuh pada (gambar B) logam las dengan mudah mengisi seluruh bagian kampuh.



Gambar 2.1 Perbedaan Penetasi pada Hasil Pengelasan (Sonawan dan Suratman, 2004:24)

#### b. Pergerakan Elektroda

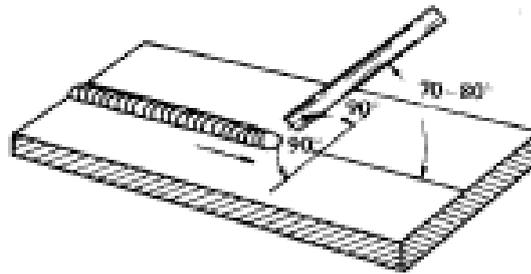
Cara menggerakkan elektroda banyak sekali tekniknya tetapi tujuannya adalah untuk mendapatkan deposit las dengan permukaan yang rata dan halus dan menghindari pencampuran terak. Dalam hal ini yang penting adalah menjaga agar sudut elektroda dan kecepatan gerakan elektroda tidak berubah

dan untuk pengelasan pelat datar yang digunakan adalah gerakan elektroda menggunakan jenis alur spiral. Jarak sudut untuk mengelas posisi datar kedudukan benda kerja yaitu tegak dan arah elektroda mengikuti posisi horizontal. Sewaktu mengelas elektroda dibuat miring sekitar  $5^\circ - 10^\circ$  terhadap garis vertikal dan  $70^\circ - 80^\circ$  kearah benda kerja. Pada las lurus besarnya sudut antara elektroda dan posisi pengelasan adalah  $70-80^\circ$ . Sudut antara elektroda dengan logam induk pada arah melintang terhadap garis las harus  $90^\circ$ . Untuk posisi pengelasan datar dan tegak besarnya sudut harus  $45^\circ$ , dan untuk posisi atas kepala besarnya sudut adalah  $30^\circ$ .

Posisi	Jenis lasan		Gerakan elektroda
Datar	Las sudut horizontal		
	Las tumpul, lapisan pertama	Dengan kaki akar	
		Tanpa kaki akar	
	Las tumpul, lapisan akhir	Lapisan akhir yang umum	
Dengan gerakan balik			
Vertikal	Las sudut dan las tumpul		
Atas kepala	Las sudut		
	Las tumpul		

Gambar 2.2 Dasar-dasar Gerakan Elektroda (Wirjosumarto dan Okumara,

1981: 222)



Gambar 2.3 Sudut Elektroda pada Las Lurus (Wiryosumarto dan Okumara,2000: 222)

c. Tegangan (Voltage)

Tingginya tegangan busur tergantung pada panjang busur yang dikehendaki dan jenis dari elektroda yang digunakan. Pada elektroda yang sejenis tingginya tegangan busur yang diperlukan berbanding lurus dengan panjang busur yang diperlukan. Pada dasarnya busur listrik yang terlalu panjang tidak dikehendaki karena stabilitasnya mudah terganggu sehingga hasil pengelasannya tidak rata. Panjang busur yang baik sama dengan garis tengah elektroda, tegangan yang diperlukan untuk mengelas dengan elektroda bergaris tengah 3 sampai 6 mm tegangan yang digunakan adalah 20 sampai 30 volt untuk posisi datar (Wiryosumarto dan Okumara, 2000: 224).

Tabel 2.2 Hubungan antara Tebal Pelat, Tegangan Listrik dan Jenis Sambungan

Tebal pelat (mm)	Diameter kawat (mm)	Tegangan listrik (V)	Jenis sambungan
4,8 – 9,6	1,27	24 – 30	Tumpul dan sudut
6,4	1,27	22 – 24	Sudut dan vertikal kebawah
12,7	1,27	24 – 26	Sudut vertikal
6,4	1,62	24- 30	Tumpul dan sudut
9,6	1,62	24- 30	Tumpul dan sudut
12,7	1,62	24- 30	Tumpul dan sudut
6-9	2,4	24- 30	Tumpul dan sudut

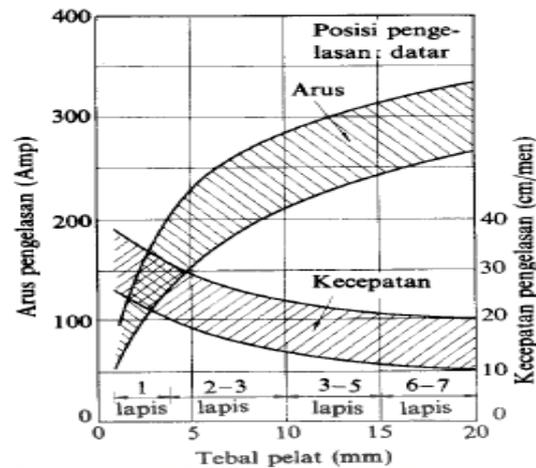
12,7	2,34	24- 30	Tumpul dan sudut
16,0	2,34	26 – 30	Tumpul dan sudut
25,4	2,34	26 – 30	Tumpul

Sumber: (Wiryosumarto dan Okumara, 1981:12)

#### d. Kecepatan Pengelasan

Menurut (Wiryosumarto dan Okumara, 2000:225) “Kecepatan pengelasan tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang dilas, ketelitian sambungan dan lain-lain”. Dalam hubungannya dengan tegangan dan arus las dapat dikatakan bahwa kecepatan las hampir tidak ada hubungannya dengan tegangan las tetapi berbanding lurus dengan arus las, karena itu pengelasan yang cepat memerlukan arus yang tinggi. Bila tegangan dan arus dibuat tetap sedangkan kecepatan pengelasan dinaikkan maka jumlah deposit per satuan panjang las menjadi menurun.

Kenaikan kecepatan akan memperbesar penembusan pada hasil las-lasan. Bila kecepatan pengelasan dinaikkan maka masukan panas per satuan panjang juga akan menjadi kecil, sehingga pendinginan akan berjalan terlalu cepat dan dapat memperkeras daerah HAZ. Kecepatan pengelasan yang rendah akan menyebabkan pencairan yang banyak dan pembentukan manik datar yang dapat menimbulkan terjadinya lipatan manik. Kecepatan yang tinggi akan menurunkan lebar manik dan menyebabkan terjadinya bentuk manik yang cekung, maka dari itu dibutuhkan pula kecepatan yang sesuai untuk pengelasan agar menghasilkan hasil las-lasan yang baik. Dalam penelitian ini penulis memberikan kecepatan pengelasan sebesar 30 cm/menit sesuai dengan literatur yang dijadikan rujukan dan juga variasi arus yang akan digunakan yaitu sebesar 80-160 A.



Gambar 2.4 Hubungan Antara Arus Pengelasan dan Kecepatan Pengelasan (Wiryosumarto dan Okumara, 1981:121)

Menurut Alip (1989: 35), mengelas bukanlah sekedar memanaskan dua bagian benda sampai mencair dan membiarkannya beku kembali, tetapi membuat lasan yang utuh dan mempunyai kekuatan seperti yang dikehendaki. Integritas dan kekuatan lasan dipengaruhi beberapa faktor antara lain bahan benda kerja, bahan tambah, lingkungan berlangsungnya proses, jenis proses yang dipakai, sumber panas, besarnya tekanan pada las tekan dan kondisi permukaan benda kerja.

Oleh karena itu seluruh aspek mulai dari persiapan sampai pengujian hasil las diatur dalam prosedur dan teknik pengelasan. Pengelasan yang dilakukan sesuai prosedur dan teknik pengelasan diharapkan akan mendapatkan hasil dan kualitas yang baik.

### 3. Pengelasan TIG atau GTAW

Sebelum melakukan pengelasan, harus ditentukan metode yang akan digunakan saat pengelasan. Menentukan metode yang akan digunakan untuk

pengelasan harus mempertimbangkan kebutuhan las serta bahan yang akan dilas. Pada penelitian ini digunakan proses pengelasan dengan menggunakan metode pengelasan TIG. Pengelasan dengan menggunakan TIG banyak digunakan untuk mengelas bahan aluminium. Hal ini disebabkan gas tungsten akan mengusir oksigen yang akan menimbulkan oksida logam yang hasilnya sangat keras (Romli, 2012:10)

GTAW atau yang sering disebut dengan (*Tungsten Inert Gas*) TIG adalah pengelasan dengan menggunakan busur nyala yang dihasilkan oleh elektroda tetap terbuat dari tungsten. Bahan penambah terbuat dari bahan yang sama atau sejenis dengan bahan yang dilas dan terpisah dari pistol las (*welding gun*) (Sriwidharto, 1996: 15).

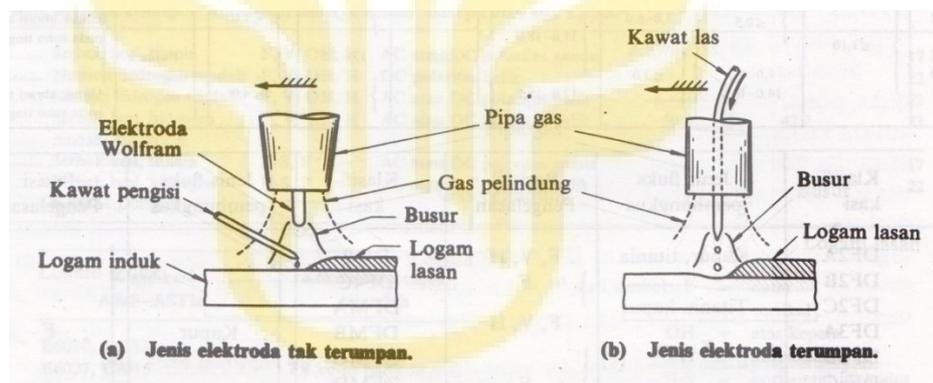
Las busur listrik dengan pelindung gas ini disebut GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) atau TIG (*Tungsten Inert Gas*) *Welding*. Jenis mesin las busur listrik dengan pelindung gas adalah cara pengelasan dimana gas dihembuskan ke daerah las untuk melindungi busur dan logam yang mencair terhadap udara sekitarnya (oksidasi). Gas yang digunakan sebagai pelindung adalah gas Helium (He), gas Argon (Ar), gas Karbondioksida (CO<sub>2</sub>) atau campuran dari gas-gas tersebut.

Menurut Wiryosumarno dan Okumara (2000: 17), penggunaan las TIG mempunyai dua keuntungan yaitu pertama kecepatan pengumpanan logam pengisi dapat diatur terlepas dari besarnya arus listrik sehingga penetrasi ke dalam logam pengisi dapat diatur semauanya. Keuntungan yang kedua adalah kualitas yang lebih baik dari daerah las. Oleh karena itu, maka TIG biasa

digunakan untuk mengelas baja-baja kualitas tinggi seperti baja tahan karat, baja tahan panas dan untuk mengelas loga-logam bukan baja.

a. Elektroda

Las busur biasanya dibagi dalam dua kelompok besar yaitu kelompok elektroda tak terumpan dan kelompok elektroda terumpan. Kelompok elektroda tak terumpan menggunakan batang *wolfram* sebagai elektroda yang dapat menghasilkan busur listrik tanpa ikut mencair, sedangkan kelompok elektroda terumpan sebagai elektrodanya digunakan kawat las. Elektroda pada TIG termasuk elektroda tidak terumpan (*non consumable*). Berfungsi sebagai tempat tumpuan terjadinya busur listrik.

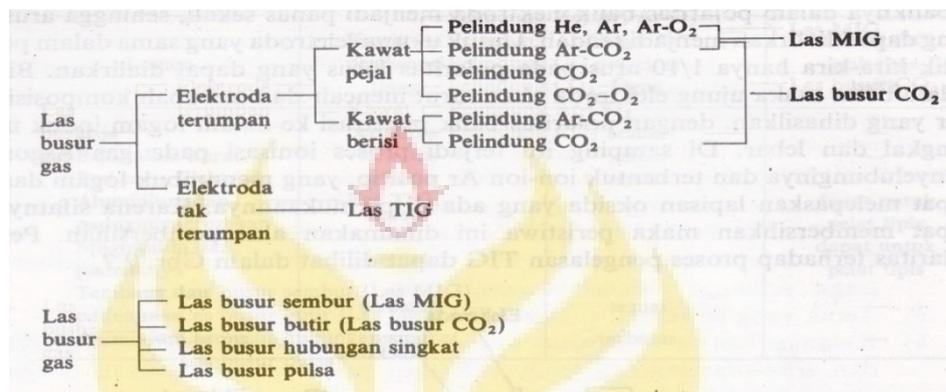


Gambar 2.5 Las Busur Listrik dengan Pelindung Gas (Wiryosumarto dan Okumura, 2000: 16)

Kelompok elektroda tak terumpan masih dibagi lagi kedalam dua jenis yaitu jenis dengan logam pengisi dan jenis tanpa logam pengisi. Kelompok ini biasanya menggunakan gas mulia sebagai pelindung sehingga secara keseluruhan nama kelompok ini menjadi Las *Wolfarm Gas* Mulia /TIG (*Tungsten Inert Gas*) welding.

Kelompok elektroda terumpan masih dibagi lagi dalam dua jenis berdasarkan kawat elektrodanya, yaitu jenis kawat elektroda pejal dan jenis

kawat elektroda dengan inti fluks. Kelompok ini digunakan dua macam gas pelindung yaitu gas mulia dan gas CO<sub>2</sub>. Kelompok dengan pelindung gas mulia nama keseluruhannya menjadi Las busur logam mulia/MIG (*Metal Inert Gas*) *welding*. Pada saat ini umumnya gas pelindung yang digunakan berupa campuran dari gas Ar dan gas CO<sub>2</sub>.



Gambar 2.6 Klasifikasi Jenis Las Busur Listrik dengan Pelindung Gas

(Wiryosumarto dan Okumura, 2000: 17)

Elektroda tungsten berfungsi sebagai pencipta busur nyala saja yang digunakan untuk mencairkan kawat las yang ditambahkan dari luar dan benda yang akan disambung menjadi satu kesatuan sambungan. Pemilihan elektroda tungsten tentunya akan mempengaruhi hasil las-lasan. Hal ini juga dilihat dari bahan yang akan digunakan dalam proses pengelasan. Pengelasan dengan bahan aluminium sendiri elektroda tungsten yang digunakan adalah elektroda tungsten murni. Daryanto (2012:112) menyatakan bahwa “Elektroda tungsten murni biasa digunakan untuk pengelasan AC pada pengelasan aluminium dan magnesium. Elektroda tungsten thorium digunakan untuk pengelasan DC.”

Tabel 2.3 Macam-Macam Elektroda Tungsten dan Penggunaannya

Klasifikasi AWS	Perkiraan Komposisi	Kode Warna
EWP	Tungsten murni	Hijau
EWCe-2	97,3% tungsten, 2% cerium oksida	Oranye
EWLa-1	98,3% tungsten, 1% lanthanum oksida	Hitam

EWTh-1	98,3% tungsten, 1% thorium oksida	Kuning
EWTh-2	97,3 % tungsten, 2% horium oksida	Merah
EWZr-1	99,1 % tungsten, 0,25% zirconium oksida	Cokelat
EWG	994,5% tungsten, sisa tidak disebut	Abu-abu

Sumber: ( Daryanto, 2012: 112)

#### b. Penentuan Arus AC/DC

Penggunaan arus didalam pengelasan didasarkan atas beberapa pertimbangan antara lain jenis logam yang akan dilas maupun kedalaman penetrasi yang akan dicapai dalam pengelasan. Untuk jenis aluminium yang permukaanya terbentuk oksid serta logam-logam non fero yang lain arus yang digunakan adalah arus AC (*alternating Current*). “ Arus AC ini digunakan untuk mengelupas lapisan oksid yang akan terjadi akibat adanya aliran elektron dari benda kerja menuju elektroda pada arus DCEP maupun pada setengah siklus AC ”(Daryanto, 2012: 114).

Tabel 2.4 Logam dan Jenis Arus yang Sesuai Untuk Las Gas Tungsten

Logam Dasar	Arus		
	DCEP	DCEN	AC
Aluminium sampai dengan tebal 3/32”	J	B	S
Aluminium tebal diatas 3/32”	J	J	S
Aluminium perunggu	J	B	S
Aluminium tuang	J	J	S
Tembaga beryllium	J	B	S
Paduan tembaga	S	J	B
Paduan berbasis tembaga	S	J	B
Besi tuang	S	J	B
Tembaga deoksidasi	S	J	J
Logam-logam tak sejenis	S	J	B
Permukaan keras	B	J	S
Baja paduan tinggi	S	J	B
Baja karbo tinggi	S	J	B
Baja paduan rendah	S	J	B
Baja karbon rendah	S	J	B
Magnesium ketebalan sampai dengan 1/8	J	B	S

Magnesium ketebalan di atas 1/8"	J	J	S
Magnesium tuang	J	B	S
Nikel dan paduan nikel	S	J	B
Baja tahan karat	S	J	B
Silikon perunggu	S	J	J
Titanium	S	J	B

Keterangan : S= sempurna, B= bagus, J= jelek

Sumber: ( Daryanto, 2012: 115)

### c. Penentuan Ampere

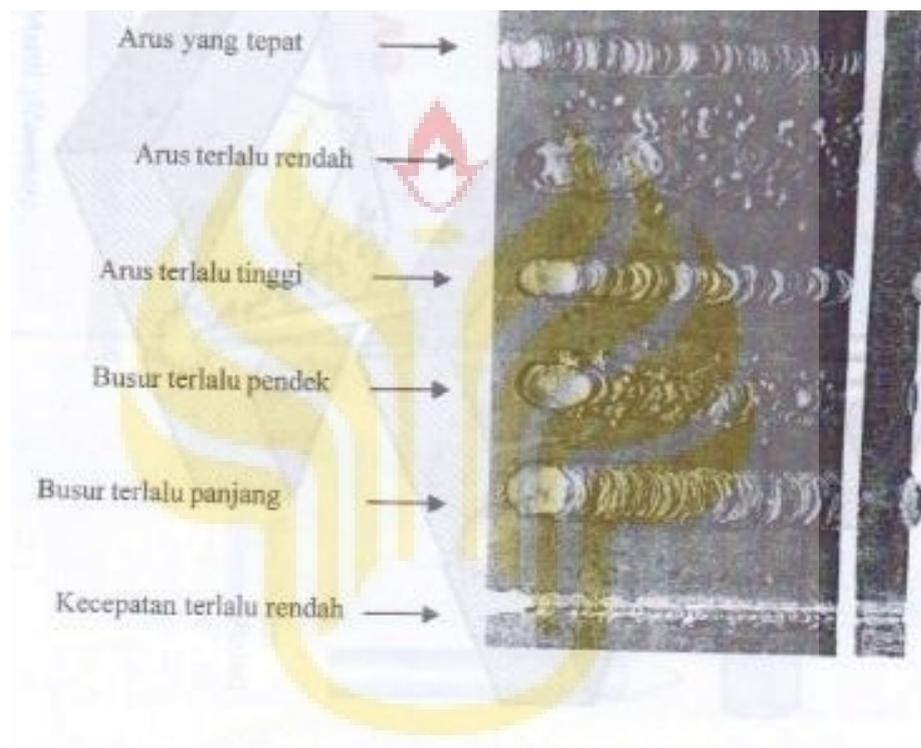
Arus pengelasan las listrik adalah besarnya aliran atau arus listrik yang keluar dari mesin las. Besar kecilnya arus pengelasan dapat diatur dengan amperemeter. Arus las harus disesuaikan dengan jenis bahan dan diameter elektroda yang digunakan dalam pengelasan, jenis logam, bentuk sambungan, dan ketebalan benda kerja juga mempengaruhi dalam penentuan arus yang akan digunakan. Penggunaan arus yang terlalu kecil akan mengakibatkan penembusan atau penetrasi las yang rendah, sedangkan arus yang terlalu besar akan mengakibatkan terbentuknya manik las yang terlalu lebar dan deformasi dalam pengelasan. Penentuan amper juga dipengaruhi oleh diameter elektroda tabel 2.5 menunjukkan besarnya arus dalam pengelasan dengan elektroda *wolfram*.

Tabel 2.5 Besar Arus Dalam Pengelasan dengan Elektroda Wolfram

Diameter elektroda (mm)	Arus pengelasan (A)	
	Wolfram pure	Wolram-thorium
1,0	10-60	15-80
1,6	40-110	60-150
2,4	80-160	140-250
3,2	140-210	225-325
4,0	170-275	300-425
5,0	250-350	400-500
6,4	300-450	-

Sumber: ( Wiryosumarto dan Okumara 1981: 120)

Pemilihan arus yang tepat akan menghasilkan lajur hasil las-lasan yang baik dengan bentuk rigi-rigi yang sempurna, tidak terjadi deformasi yang lebar sehingga tentunya akan menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi pada sambungan las.

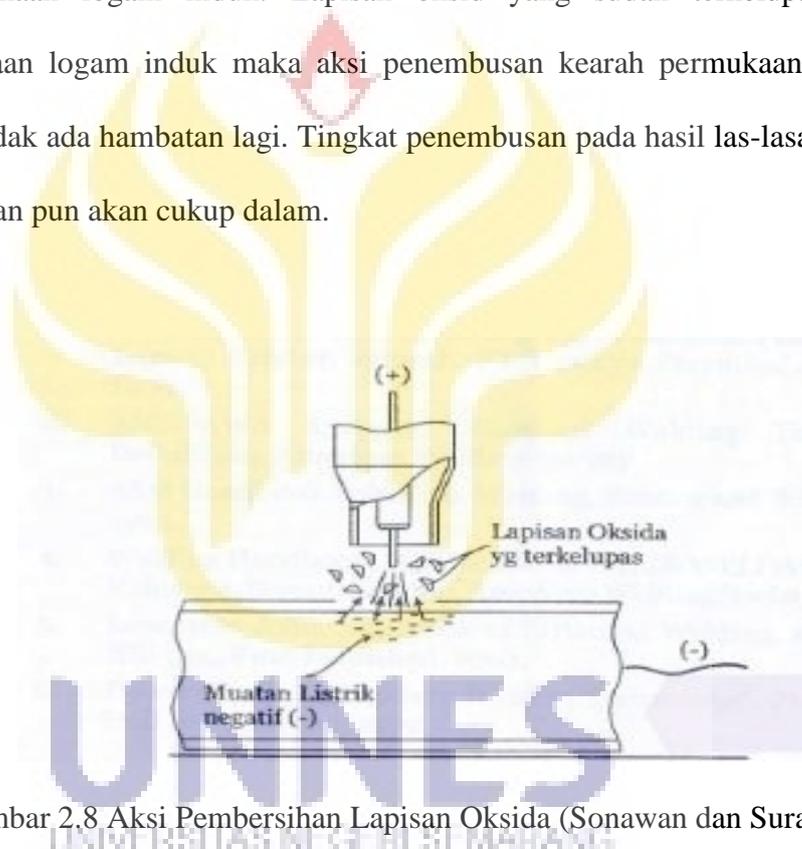


Gambar 2.7 Konfigurasi Lajur Las Sesuai dengan Arus Pengelasan  
(Sriwidharto, 2012:22)

#### d. Polaritas

Pengelasan TIG dapat menggunakan sumber arus listrik DC atau listrik AC. Pada pengelasan aluminium polaritas yang digunakan adalah dengan menggunakan sumber arus AC. Penggunaan sumber arus AC ini memiliki keuntungan dalam proses pengelasan pada aluminium yaitu sebagai aksi pembersihan (*cleaning action*) dan aksi penembusan (*penetrating action*)

(Sonawan dan Suratman, 2004:136). Pembersihan yang dimaksud disini adalah untuk menghilangkan atau mengelupas lapisan oksida yang ada dipermukaan logam induk. Aksi ini berlangsung pada saat elektroda bermuatan positif (+) menarik lapisan dari logam induk bermuatan negatif (-), sehingga elektron-elektron yang ada dilogam induk berakselerasi menuju elektroda dan mengakibatkan terkelupasnya lapisan oksid yang berada dipermukaan logam induk. Lapisan oksid yang sudah terkelupas dari permukaan logam induk maka aksi penembusan kearah permukaan logam induk tidak ada hambatan lagi. Tingkat penembusan pada hasil las-lasan yang dihasilkan pun akan cukup dalam.



Gambar 2.8 Aksi Pembersihan Lapisan Oksida (Sonawan dan Suratman, 2004: 137)

#### d. Gas Pelindung (*Shielding Gas*)

Fungsi utama dari gas pelindung adalah melindungi logam las dari kontaminasi udara luar, disamping itu juga sebagai fluida pendingin elektroda tungsten. Gas pelindung yang digunakan biasanya gas mulia yang sulit sekali bereaksi dengan udara luar. Gas pelindung yang biasanya digunakan pada

TIG adalah gas mulia Argon (Ar), Helium (He), atau campuran keduanya, namun pada pengelasan aluminium gas yang digunakan adalah gas argon dengan kadar kemurnian 99,9%.

Argon merupakan gas yang tidak mudah bereaksi dengan unsur lain. Konduktivitas panas melalui busur lebih besar, akibatnya argon lebih cocok untuk proses pengelasan logam yang lebih tebal, dan logam yang mempunyai konduktivitas panas yang tinggi seperti aluminium, tembaga, magnesium. Daryanto (2012: 113) menyatakan “ Argon yang dipakai sebagai gas lindung di dalam pengelasan gas tungsten harus mempunyai kemurnian 99,99%.”

Tabel 2.6 Skema Bahan, Elektrode, dan Gas Lindung TIG

Bahan	Tebal	Arus	Elektrode	Gas Lindung
Aluminium	Semua	AC	Tungsten/Zicron	Argon/argon helium
	>1/8"	DCSP	Thoriated	Argon/argon helium
	<1/8"	DCRP	Thoriated/Zicron	Argon
Tembaga/paduan tembaga	Semua	DCSP	Thoriated	Helium
	<1/8"	AC	Tungsten/Zicron	Argon
Magnesium	Semua	AC	Tungsten/Zicron	Argon
	Semua	DCRP	Zicron/Thoriated	Argon
Nikel dan paduan nikel	Semua	DCSP	Thoriated	Argon
	<1/8"	DCSP	Thoriated	Argon
Baja karbon baja paduan rendah	Semua	DCSP	Tungsten/Zicron	Argon/argon helium
	<1/8"	AC	Tungsten/Zicron	Argon
Stainless steel	Semua	DCSP	Thoriated	Argon/argon helium
	<1/8"	AC	Tungsten/Zicron	Argon
Titanium	Semua	DCSP	Thoriated	Argon

Sumber: ( Widharto, 2007: 132)

e. Perlengkapan Las TIG

- 1) Mesin Las
- 2) Torch Las

- 3) Tabung Las
- 4) Meja Las
- 5) APD (Alat Pelindung Diri)

f. *Filler*/ Logam Pengisi

Pada dasarnya pemilihan logam pengisi harus sejenis dengan logam induk. Dasar utama dalam memilih logam pengisi adalah sifat yang dimiliki, cara pengelasan yang akan dilakukan dan sifat lasan yang diharapkan. Berikut adalah jenis filler yang sesuai dengan logam induk.

Tabel 2.7 Kesesuaian Logam Pengisi dan Logam Induk

Logam Induk	AC4D	AC4C	AC74	A7NO1
1060	-	1100	1070	1200
1200	-	1010	1208	1200
3003	4043	5356	5656	1100
3203	4043	5656	5356	1100
5005	-	-	5356	5154
5052	5154	5356	-	5356
5083	5356	5356	5154	5153
5154	-	5356	4043	5154
5056	5356	5356	5356	5356
6061	4043	4043	5356	5356
6063	4043	4043	5356	5356
6101	4043	4043	5356	5356
6151	4043	4043	5356	5356
AC4D	4043	-	-	-

Sumber: (Wiryosumarto dan Okumara, 1981:119)

#### 4. Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat yang baik lainnya sebagai sifat logam. Untuk meningkatkan sifat mekaniknya digunakan bahan penambah Cu, Mg, Si, Mn, Zn, Ni, dan sebagainya secara satu persatu atau bersama-sama. Paduan aluminium ini memberikan sifat-sifat baik lainnya seperti ketahanan korosi, ketahanan aus, koefisien muai rendah, dan sebagainya. Material ini digunakan dalam berbagai bidang bukan saja untuk peralatan rumah tangga tapi juga dipakai untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, kapal laut, konstruksi kendaraan rel, dan sebagainya.

Aluminium murni memiliki kekuatan tarik sebesar 89,63 MPa (Alip, 1989: 113). Secara umum penambahan logam paduan hingga konsentrasi tertentu akan meningkatkan kekuatan tensil dan kekerasan, serta menurunkan titik lebur. Jika melebihi konsentrasi tersebut umumnya titik lebur akan naik disertai meningkatnya kerapuhan akibat terbentuknya senyawa, kristal, atau granula dalam logam. Namun kekuatan bahan paduan aluminium tidak hanya bergantung pada konsentrasi logam paduannya saja, tetapi juga bagaimana proses perlakuan hingga aluminium siap digunakan.

Paduan aluminium ada yang dapat dan tidak dapat diperlaku-panaskan, paduan yang dapat diperlaku-panaskan adalah paduan dimana kekuatannya dapat diperbaiki dengan pengerasan dan penemperan, sedangkan paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan kekuatannya hanya dapat diperbaiki dengan pengerjaan dingin. Logam paduan aluminium yang termasuk dalam

kelompok yang tidak dapat diperlaku-panaskan adalah jenis Al-murni, Al-Si, dan Al-Mg (Wiryosumarto dan Okumara, 1981: 114).

Menurut Wiryosumarto dan Okumara (1981:114) menyatakan sifat umum dari beberapa jenis paduan:

1) Jenis Al-Murni seri (1000)

Jenis ini adalah aluminium dengan kemurnian antara 99,0%. Aluminium dalam seri ini disamping sifatnya yang baik dan tahan karat, konduksi panas dan konduksi listrik juga memiliki sifat yang memuaskan dalam mampu-las dan mampu potong. Hal yang kurang menguntungkan adalah kekuatannya yang rendah.

2) Jenis Paduan Al-Cu (Seri 2000)

Jenis paduan Al-Cu adalah jenis yang dapat diperlaku-panaskan, dengan melalui pengerasan endap atau penyepuhan, sifat mekanik paduan ini dapat menyamai sifat dari baja lunak, tetapi daya tahan korosinya rendah bila dibanding dengan jenis paduan lainnya.

3) Jenis Paduan Al-Mn (Seri 3000)

Paduan ini adalah jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan sehingga kenaikan kekuatannya hanya dapat dilakukan dengan melalui pengerjaan dingin.

4) Jenis Paduan Al-Si (Seri-4000)

Paduan Al-Si termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Jenis ini dalam keadaan cair mempunyai sifat mampu alir yang baik dalam proses pembekuannya hampir tidak terjadi retak. Karena sifat-sifatnya maka paduan

jenis Al-Si banyak digunakan sebagai bahan tambah atau logam las dalam pengelasan paduan aluminium baik paduan cor maupun paduan tempa.

#### 5) Jenis Paduan Al-Mg (Seri 5000)

Jenis ini termasuk paduan yang tidak dapat diperlaku-panaskan tetapi mempunyai sifat yang baik dalam daya tahan korosi terutama korosi air laut.

#### 6) Jenis Paduan AL-Mg-Si (Seri 6000)

Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku-panaskan dan mempunyai sifat mampu potong, mampu las dan daya tahan korosi yang cukup.

#### 7) Jenis Paduan Al-Zn (Seri 7000)

Paduan ini termasuk jenis yang tidak dapat diperlaku-panaskan. Biasanya dalam paduan pokok Al-Zn ditambahkan Mg, Cu, dan Cr maka kekuatan tarik yang didapat bisa mencapai  $50 \text{ kg/mm}^2$ . Paduan ini dinamakan juga super duralium. Berlawanan dengan kekuatannya sifat mampu las dan daya tahannya terhadap korosi kurang menguntungkan.

Oleh karena itu, dengan sifat-sifat paduan aluminium yang telah dijelaskan maka penulis mengambil bahan paduan Al-Mg-Si. Paduan ini termasuk dalam jenis yang dapat diperlaku panaskan dan mempunyai sifat mampu potong, mampu las dan daya tahan korosi yang cukup baik. Sifat yang kurang baik dari paduan ini adalah terjadinya perlungkan pada daerah las sebagai akibat dari panas pengelasan yang timbul. Tetapi paduan Al-Mg-Si sangat liat, sangat baik mampu bentuknya untuk penempaan, mempunyai mampu bentuk yang baik pada ekstruksi dan tahan korosi dan sebagai

tambahan dapat diperkuat dengan perlakuan panas setelah pengerjaan (Surdia, 2000: 140)

Tabel 2.8 Sifat-Sifat Mekanik Paduan Al-Mg-Si

Paduan	Kekuatan tarik (kgf/mm <sup>2</sup> )	Kekuatan mulur (kgf/mm <sup>2</sup> )	Perpanjangan (%)	Kekuatan geser (kgf/mm <sup>2</sup> )	Kekerasan brinell	Batas leleh (kgf/mm <sup>2</sup> )
6061	31,6	28,0	15	21,0	95	9

Sumber: (Surdia, 2000: 140)

Tabel 2.9 Komposisi Kimia Aluminium 6061 (% berat)

Al:	97,11	Cr:	0,277	Ca:	0,035
Si:	0,77	Ni:	<0,02	Sr:	<0,0005
Fe:	0,667	Zn:	0,013	V:	0,017
Cu:	0,730	Sn:	<0,05	Zr:	0,022
Mn:	0,09	Ti:	0,024		
Mg:	1,110	Pb:	<0,030		

Sumber: (Yunaidi, 2014:11)

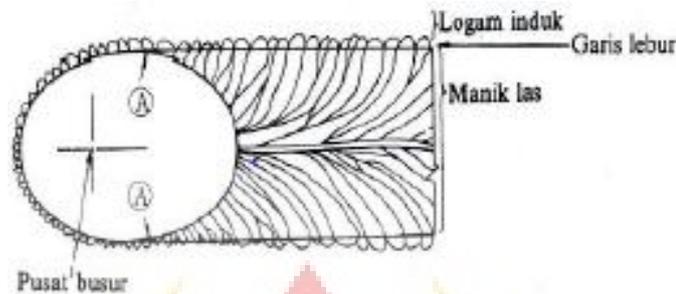
## 5. Siklus *Thermal* Daerah Lasan

Menurut Wiryosumarto dan Okumara (2000:56), daerah lasan terdiri dari 3 bagian yaitu logam lasan, daerah pengaruh panas yang dalam bahasa inggrisnya adalah "*Heat Affected Zone*" dan disingkat menjadi daerah HAZ, dan logam induk yang tak terpengaruhi.

### a. Logam Las

Menurut Widharto (2013: 445), logam las adalah perpaduan antara bahan pengisi (*filler metal*) dengan logam induk yang kemudian setelah membeku

membentuk jalur las. Logam di daerah pengelasan mengalami siklus *thermal* yakni pencairan kemudian pembekuan. Kondisi ini menyebabkan perubahan struktur mikro dari logam yang bersangkutan.

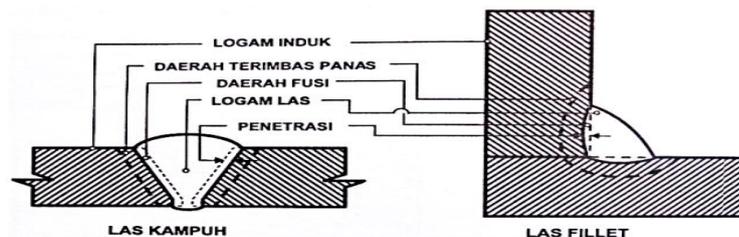


Gambar 2.9 Arah Pembekuan dari Logam Las (Wiryosumarto dan Okumura 2000: 57)

Pada gambar 2.9 Ditunjukkan secara skematik proses pertumbuhan dari kristal-kristal logam las yang berbentuk pilar. Titik A dari gambar tersebut adalah titik mula dari struktur pilar yang selalu terletak dalam logam induk. Titik ini tumbuh menjadi garis lebur sebagian dari logam dasar turut mencair dan selama proses pembekuan logam las tumbuh pada butir-butir logam induk dengan sumbu kristal yang sama (Wiryosumarto dan Okumara 2000:57).

#### b. Logam Induk

Menurut widharto (2013:456), logam induk adalah bagian logam yang jauh dari bagian las sehingga tidak terpengaruh oleh suhu panas las dan tetap dalam struktur mikro dan sifat semula.



Gambar 2.10 Bagian Las (Widharto 2013: 456)

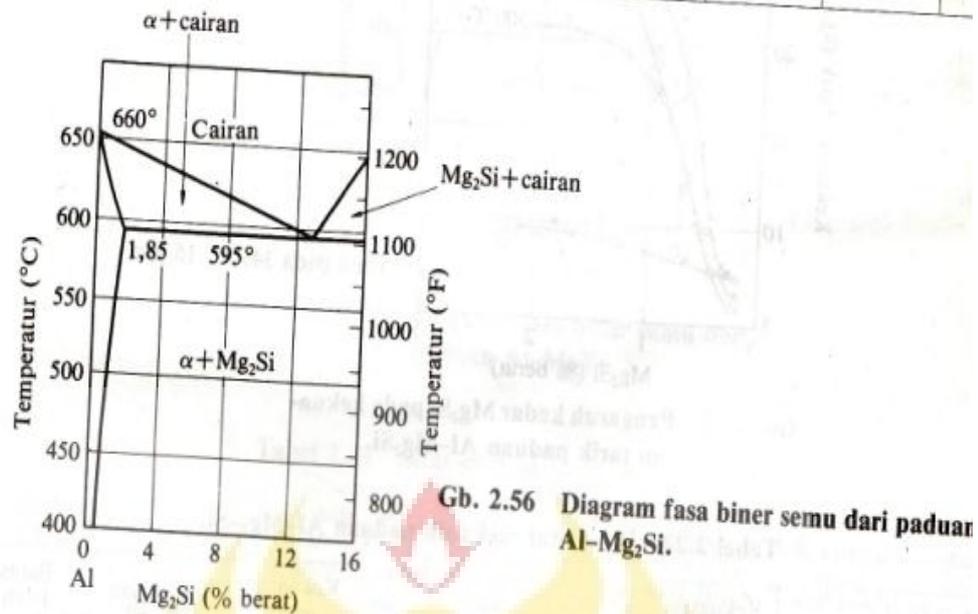
Menurut Romli (2012: 2), paduan aluminium dengan kandungan Si (7-9)% dan Mg (0,3 - 1,7) % dapat dikeraskan dengan presipitasi, dimana akan terjadi presipitasi  $Mg_2Si$  dan memiliki sifat mekanis yang sangat baik. Paduan Aluminium yang mengandung Magnesium sekitar (4 – 10)% mempunyai sifat yang baik terhadap korosi, memiliki tegangan tarik  $30 \text{ kg/mm}^2$  dan sifat mulur diatas 12%.

c. *Heat Affected Zone (HAZ)*

Menurut Sonawan dan Suratman (2006: 66), pemanasan lokal pada permukaan logam induk selama proses pengelasan menghasilkan daerah pemanasan yang unik, artinya disetiap titik yang mengalami pemanasan itu memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Pada pengelasan busur listrik, permukaan logam yang berhubungan langsung dengan busur listrik akan mengalami pemanasan paling tinggi yang memungkinkan daerah tersebut mencapai titik cairnya.

Menurut Wiryosumarto dan Okumara ((2000: 56), daerah tertimpa panas atau HAZ adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus *thermal* pemanasan dan pendinginan cepat. Secara visual daerah yang dekat dengan garis lebur maka susunan struktur logamnya semakin kasar.

Perubahan metalurgi yang paling penting dalam pengelasan adalah perubahan struktur mikro pada daerah HAZ maupun daerah las. Perubahan struktur mikro yang terjadi akan menentukan sifat mekanik pada sambungan las, seperti kuat tarik dan kekerasannya (Aisyah 2011: 16).



Gambar 2.11 Diagram Fasa pada Aluminium AlMgSi (Surdia dan Saito, 2000: 139)

## 6. Foto Mikro

Pengamatan foto mikro bertujuan untuk mengetahui dan membedakan struktur mikro antara logam induk yang diberikan pada saat proses (perlakuan panas) (Suparjo dan Purnomo, 2012: 171). Sifat fisis logam dapat diketahui melalui struktur mikro yang didapatkan dari hasil foto mikro. Struktur mikro dalam logam paduan ditunjukkan dengan besar, bentuk dan orientasi butirnya, jumlah fasa, proporsi dan kelakuan dimana semuanya tersusun dan terdistribusi. Struktur mikro dari paduan tergantung dari beberapa faktor seperti elemen paduan, konsentrasi dan perlakuan panas yang diberikan.

## 7. Uji Tarik

Pengujian tarik dalam penelitian ini dilaksanakan untuk menentukan kekuatan tarik, titik mulur las, perpanjangan pada material. Pengujian tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis

yang diberikan secara lambat. Salah satu cara untuk mengetahui besaran sifat mekanik yang dapat diketahui adalah kekuatan elastisitas dari logam tersebut. Uji tarik banyak dilakukan untuk melengkapi informasi rancangan dasar kekuatan suatu bahan dan sebagai data pendukung bagi spesifikasi bahan. Nilai kekuatan dan elastisitas dari material uji dapat dilihat dari kurva uji tarik.

Dalam pengujian tarik batang uji dibebani dengan kenaikan beban sedikit demi sedikit sampai batang uji patah. Untuk logam-logam yang liat kekuatan tariknya harus dikaitkan dengan beban maksimum dimana logam dapat menahan beban sesumbu untuk keadaan yang sangat terbatas. Kecenderungan yang banyak ditemui yaitu dengan menggunakan rancangan statis logam yang liat pada kekuatan luluhnya. Dieter (1993:278) menyatakan bahwajauh lebih praktis menggunakan kekuatan tarik untuk menentukan kekuatan bahan.

Menurut Wiryosumarto dan Okumura (2000: 181), sifat-sifat tariknya dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Tegangan : } \sigma = \frac{F}{A_0} \left( \frac{kg}{mm^2} \right)$$

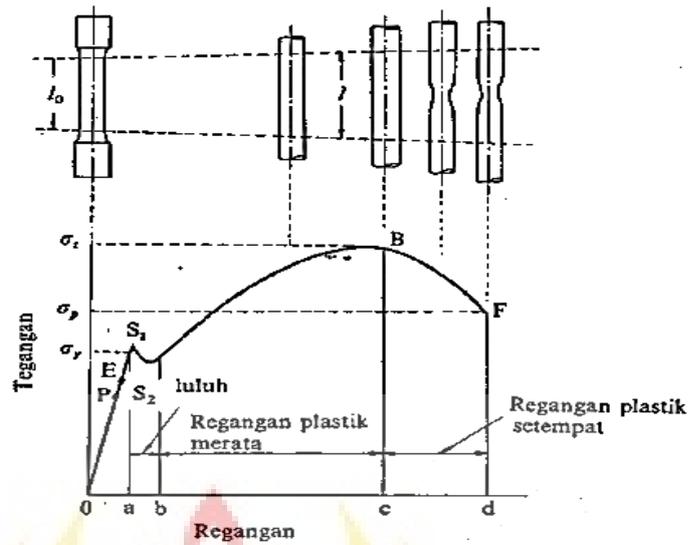
Dimana : F = beban (kg)

$A_0$  = luas mula dari penampang batang uji ( $mm^2$ )

$$\text{Regangan : } \varepsilon = \frac{L-L_0}{L_0} \times 100\%$$

Dimana :  $L_0$  = panjang mula dari batang uji

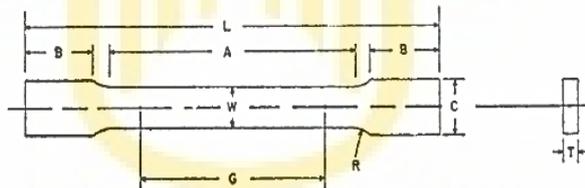
L = panjang batang uji yang dibebani



Gambar 2.12 Kurva tegangan – regangan (Wiryosumarto dan Okumura, 2000: 182)

Pembuatan spesimen uji tarik mengacu pada ASTM E8/EM8-09.

ASTM E8/E8M - 09



	Dimensions		
	Standard Specimens		Subsize Specimen
	Plate-Type, 40 mm [1.500 in.] Wide	Sheet-Type, 12.5 mm [0.500 in.] Wide	6 mm [0.250 in.] Wide
	mm [in.]	mm [in.]	mm [in.]
G—Gage length (Note 1 and Note 2)	200.0 ± 0.2 [8.00 ± 0.01]	50.0 ± 0.1 [2.000 ± 0.005]	25.0 ± 0.1 [1.000 ± 0.003]
W—Width (Note 3 and Note 4)	40.0 ± 2.0 [1.500 ± 0.125, -0.250]	12.5 ± 0.2 [0.500 ± 0.010]	6.0 ± 0.1 [0.250 ± 0.005]
T—Thickness (Note 5)		thickness of material	
R—Radius of fillet, min (Note 6)	25 [1]	12.5 [0.500]	6 [0.250]
L—Overall length, min (Note 2, Note 7, and Note 8)	450 [18]	200 [8]	100 [4]
A—Length of reduced section, min	225 [9]	57 [2.25]	32 [1.25]
B—Length of grip section, min (Note 9)	75 [3]	50 [2]	30 [1.25]
C—Width of grip section, approximate (Note 4 and Note 9)	50 [2]	20 [0.750]	10 [0.375]

Gambar 2.13 Spesimen Uji Tarik Mengacu Standar ASTM E8/E8M-09

(ASTM2012: 6)

## B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya yang digunakan sebagai landasan atau patokan pada penelitian yang akan dilakukan. Oleh karena itu akan lebih relevan apabila penulis mengulas tentang hasil penelitian yang sudah ada, sehingga dapat dilakukan sebagai acuan untuk penelitian yang akan dilakukan.

Alfujri dan Ginting (2007), '*Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan TIG*'. Tujuan penelitian ini adalah untuk meningkatkan sifat mekanik las melalui pemberian variasi arus dan besaran sudut kampuh V. Pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 3 variasi sudut kampuh V dan kuat arus yaitu 70°, 80°, 90° dan besar kuat arus 100 A, 125 A, dan 150 A. Hasil penelitian yang dilakukan menunjukkan pengelasan dengan kuat arus 100 A, 125 A, dan 150 A berdasarkan variasi sudut kampuh dengan kuat arus 100 A dan sudut kampuh 90° mempunyai tegangan tarik rata-rata lebih baik dibandingkan sudut kampuh 80° dan 70°. kekuatan yang dihasilkan untuk sudut kampuh 70° = 78,85 MPa, 80° = 96,82 MPa dan 90° = 135,04 MPa. Pengujian untuk pengelasan TIG untuk paduan Al-Mg faktor kuat arus sangat mempengaruhi hasil lasan (kekuatan tarik). Kesamaan penggunaan variasi sudut kampuh dan kuat arus dalam penelitian ini menunjukkan bahwa variasi tersebut akan berpengaruh terhadap kekuatan tarik sambungan paduan Al-Mg hasil pengelasan TIG. Sementara itu dalam penelitian yang akan dilakukan penulis,

material yang akan digunakan merupakan aluminium paduan seri 6061 dengan sudut kampuh 60 °.

Penelitian selanjutnya yang menjadi rujukan adalah Riswanda dan Ilham (2012), '*Studi Komparasi Sambungan Las Dissimilar AA5083-AA6061-T6 Antara TIG dan FSW*'. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan studi sifat fisis dan mekanis (struktur mikro, kekuatan tarik, dan kekerasan) akibat pengaruh masukan panas yang dinyatakan dengan kuat arus untuk proses pengelasan TIG, dan putaran untuk proses FSW pada sambungan lasan tak sejenis aluminium paduan seri 5083 dan seri 6061-T6. Parameter untuk proses las TIG meliputi sumber arus AC dengan variasi arus 100, 120, 140 ampere, Sedangkan proses las FSW menggunakan variasi putaran *tools* sebesar 1200, 1400, dan 1600. Pengujian yang dilakukan meliputi pengamatan visual, foto mikro, kekerasan dan uji tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum proses las TIG masih lebih baik dibandingkan dengan proses FSW. Nilai kekerasan mikro rata-rata pada logam las proses FSW 46,42 (kg/mm<sup>2</sup>). Hasil ini masih jauh dibawah las TIG dengan nilai kekerasan rata-rata 73,83 (kg/mm<sup>2</sup>). Kekuatan tarik tertinggi hasil pengujian las FSW terdapat pada parameter putaran 1600 rpm yaitu 151 MPa, ini masih lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan tertinggi hasil las TIG yaitu pada arus 120 A dengan kekuatan tarik 201 MPa. Penelitian ini mempunyai kesamaan pada pengujian tarik dan variasi arus namun dalam penelitian tersebut material yang digunakan adalah penyambungan *dissimilar* atau penyambungan bahan tak sejenis Al 5083 dan Al 6061, sedangkan penelitian

yang akan dilakukan penulis hanya pengelasan pada aluminium 6061 dengan variasi arus sebesar 80 A, 120 A dan 160 A.

Menurut Nukman (2009) dalam penelitian yang berjudul “*Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Akibat Variasi Bentuk Kampuh Las Dan Mendapat Perlakuan Panas Anneling Dan Normalizing.*” Dikemukakan bahwa patahan spesimen pengelasan terjadi pada daerah *HAZ*, hal ini karena struktur bahan tambah sudah sama dengan *base metal* karena telah mengalami proses perlakuan panas. Kekuatan tarik terbesar pada benda hasil pengelasan didapat pada penggunaan kampuh V ganda dengan kekuatan tarik sebesar  $52,85 \text{ kgf/mm}^2$  yang telah diberi proses *normalizing*. Penelitian ini mempunyai kesamaan pada pengujian tarik yang dilakukan dan penggunaan jenis kampuh las, sudut kampuh V yang digunakan sebesar  $60^\circ$  namun material yang digunakan pada penelitian ini adalah baja karbon rendah dengan proses pengelasan *SMAW (Shield Metal Arc Welding)*.

Penggunaan variasi arus dalam pengelasan *TIG* menurut penelitian yang dilakukan oleh Yunus Yakub dan Media Nofri (2013) tentang “*Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304.*” disimpulkan bahwa pengelasan dikatakan berhasil, karena pengujian tarik pada benda uji dengan variasi arus 30 A, 40 A, dan 50 A mengalami patah pada daerah *HAZ (Heat Affected Zone)*, hal ini karena daerah tersebut merupakan daerah terlemah. Sementara itu nilai kekuatan tarik maksimum didapat pada penggunaan arus 40 A sebesar  $698 \text{ N/mm}^2$ . Penelitian tersebut menggunakan baja tahan karat sebagai spesimen,

sementara pada penelitian yang akan dilakukan pada penelitian kali ini adalah paduan aluminium 6061.

Penelitian tentang pengelasan TIG sudah banyak dilakukan dalam penelitian sebelumnya, namun dalam penelitian kali ini penulis akan melakukan penelitian tentang pengaruh variasi arus pada hasil pengelasan TIG terhadap sifat fisis dan mekanis pada aluminium 6061.

### **C. Kerangka Berfikir**

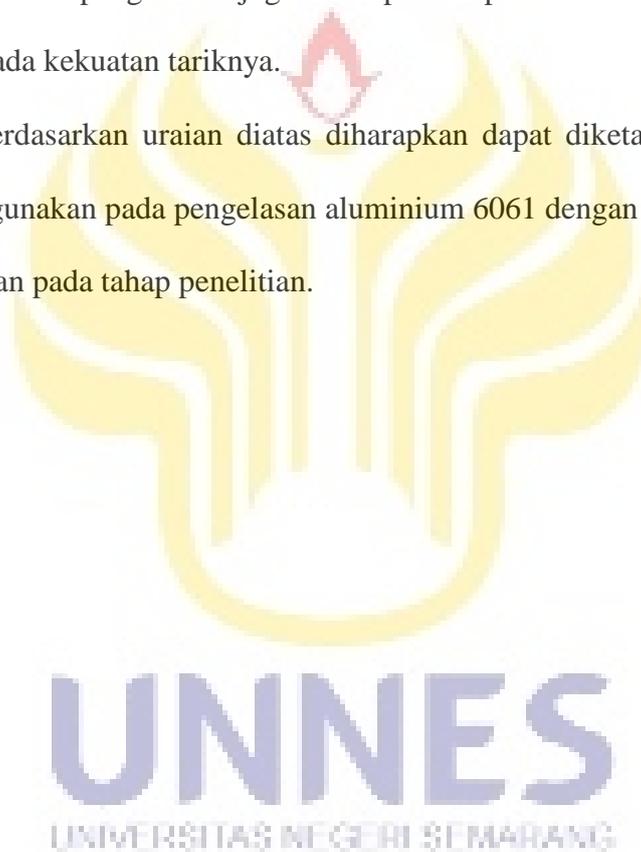
Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kegiatan pengaturan variasi kuat arus yang dilakukan sebelum proses penyambungan dua buah logam atau yang biasa disebut dengan proses pengelasan. Pengelasan merupakan suatu proses penyambungan logam, terdapat banyak faktor yang mempengaruhi kualitas dari hasil lasan diantaranya bahan yang digunakan, prosedur pengelasan, jenis sambungan dan juru las. Kualitas hasil lasan dapat diketahui dengan cara memberikan pembebanan pada hasil lasan tersebut. Gaya ataupun pembebanan tersebut berupa pengujian kekuatan tarik pada benda hasil lasan.

Variasi kuat arus adalah pengaturan besarnya ampere pada mesin las untuk menghasilkan kuat arus yang sesuai pada saat proses pengelasan dilakukan. Logam memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung pada struktur kimia yang terkandung didalamnya. Sifat-sifat logam juga dapat terbentuk melalui perlakuan yang diterima oleh logam tersebut, contohnya seperti perlakuan panas saat proses *welding*.

Dalam penelitian ini peneliti mengukur sifat fisis dan mekanis yang terdapat pada logam Aluminium 6061 yang sebelum proses pengelasannya

diatur terlebih dahulu variasi kuat arus pada mesinnya. Berdasarkan uraian diatas diharapkan dapat diketahui kuat arus yang tepat yang digunakan pada pengelasan Aluminium 6061 dengan meninjau data yang dihasilkan pada tahap penelitian. Variasi kuat arus bertujuan untuk untuk menentukan ampere yang akan digunakan dalam proses pengelasan sehingga dapat menghasilkan pengelasan yang baik, dan tidak terjadi kerusakan atau cacat pada saat dan setelah proses pengelasan juga diharapkan dapat memiliki sifat mekanis yang tinggi pada kekuatan tariknya.

Berdasarkan uraian diatas diharapkan dapat diketahui kuat arus yang tepat digunakan pada pengelasan aluminium 6061 dengan meninjau data yang dihasilkan pada tahap penelitian.



## BAB V

### SIMPULAN DAN SARAN

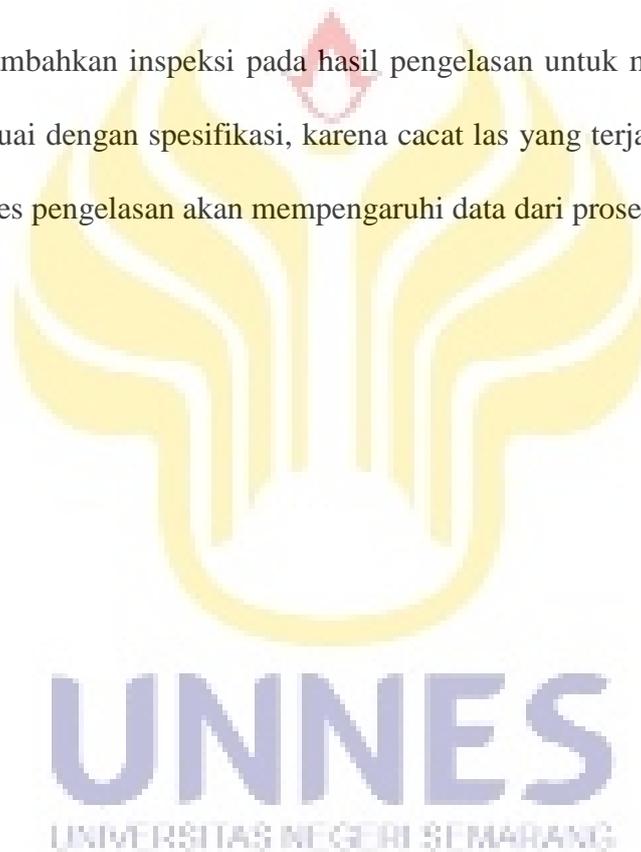
#### A. Simpulan

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan :

1. Berdasarkan analisis struktur mikro aluminium 6061 setelah dilakukan variasi arus pengelasan pada pengelasan TIG disimpulkan bahwa variasi arus tidak mempengaruhi struktur mikro pada logam induk hal ini disebabkan karena daerah logam induk tidak terpengaruh panas pada saat proses pengelasan. Namun variasi arus mempengaruhi struktur mikro pada daerah HAZ dan logam las. Struktur mikro pada daerah HAZ menunjukkan terjadinya pertumbuhan butir pada saat pengelasan. Butir-butir pada daerah HAZ mengalami pengasaran dan berbentuk poligonal. Butir pada daerah HAZ 80 A bentuk butir masih kasar dan terlihat renggang berbeda pada daerah HAZ arus 120 A dan 160 A bentuk butir terlihat lebih rapat dan banyak, hal ini dikarenakan oleh panas yang terjadi akibat proses pengelasan. Pada logam las terdapat butir *columnar* dan butir *equiaxial*. Butir yang halus dan *equiaxial* sangat diinginkan dalam struktur mikro logam karena dapat menghasilkan kombinasi yang baik pada kekuatan.
2. Berdasarkan analisis kekuatan tarik aluminium 6061 setelah dilakukan variasi arus pada pengelasan TIG disimpulkan bahwa berdasarkan nilai yang diperoleh dari uji tarik nilai tegangan tertinggi rata-rata yaitu untuk pengelasan dengan arus 120 ampere yaitu 142,50 MPa. Nilai tegangan tarik terendah rata-rata yaitu pada pengelasan dengan arus 80 ampere yaitu 40,44 MPa.

## B. Saran

1. Pengelasan TIG pada aluminium 6061 perlu dilakukan PWHT atau perlakuan panas lainnya sesuai dengan karakteristik logam AlMgSi untuk meningkatkan kekuatan sambungan las.
2. Perlu dilakukan pengujian SEM (*Scanning Electron Microscope*) pada pengujian struktur mikro untuk lebih jelas melihat paduan yang ada pada aluminium 6061.
3. Perlu ditambahkan inspeksi pada hasil pengelasan untuk mengetahui hasil las sudah sesuai dengan spesifikasi, karena cacat las yang terjadi akibat kesalahan pada proses pengelasan akan mempengaruhi data dari proses pengujian.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah. 2011. Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Pengelasan Drum Baja Karbon Wadah Limbah Radioaktif. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*. Volume 14, Nomor 2: 14-30.
- Abdillah Sofyan, dkk. 2013. Pengaruh Post Weld Heat Treatment dan Arah Pengelasan TIG (Tungsten Inert Gas) Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro Pada Penyambungan Aluminium Paduan 6061 Prosiding SNS ke-4 hlm 77-82 .
- ASTM. 2012. *Annual Book of ASTM Standards*. Volume 3. West Conshohocken: American Society for Testing and Material.
- Alip, M. 1989. *Teori dan Praktek Las*. Yogyakarta: IKIP Yogyakarta.
- Alfujri dan Ginting. 2007. Pengaruh Variasi Sudut V Kampuh Tunggal dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium-Mg-5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil pengelasan TIG. *SAINTEK Volume 5 No.3.hlm. 1-2*.
- Daryanto. 2012. *Teknik Las*. Bandung : Alfabeta.
- Eka Setyawan, dkk. 2014. Kekuatan Tarik dan Porositas Hasil Sambungan Las TIG Aluminium 6061 dengan Berbagai Suhu Aging. *Jurnal Rekayasa Mesin Vol.5 No.2 Tahun 2014:141-148*
- Guo, S. Dan Li X. 201. Welding Distortion Control of Thin Al Alloy Plate by Static Thermal Tensioning. *Journal Materials and Science Technology vol 17. No 1*.
- Masrukan dan Fatchatul. 2009. Pemeriksaan Mikrostruktur, Komposisi Kimia dan Kekerasan Hasil Pengelasan Paduan Al-6061. ISSN 0852-4777. Vol. 15 No.1. Hlm 1-10.
- Nukman. 2009. Sifat Mekanik Baja Karbon Rendah Akibat Variasi Bentuk Kampuh Las dan Mendapat Perlakuan Panas *Annealing* dan *Normalizing*. *Jurnal Rekayasa Mesin*. Volume 9, No. 2:37-43.
- Randhiko dan Haryadi. 2014. Pengaruh Post Weld Heat Treatment (PWHT) T6 Pada Aluminium Alloy 6061 dan Pengelasan Longitudinal Tungsten Inert Gas Terhadap Sifat Mekanik dan Struktur Mikro. *Jurnal Teknik Mesin S-1*. Vol. 2 No. 3. Hlm 167-174.

- Riswadi dan Ilham. 2012. Studi Komparasi Sambungan Lasa Dissimiliar AA5083- AA6061-T6 Antara TIG dan FSW. Industrial Reseach Workshop and National Seminar 2012. ISBN 978-979-3541-25-9. Hlm. 75-79.
- Romli. 2012. Pengaruh Proses Pengelasan TIG Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Bahan Paduan Aluminium. Jurnal Austentit Volume 4 No 1. Hlm 9-15.
- Sonawan, H dan Rochim Suratman. 2006. *Pengantar Untuk Memahami Proses Pengelasan Logam*. Bandung: Alfabeta.
- Sriwidharto. 1996. *Petunjuk Kerja Las*. Jakarta: Pradnya Paramita
- Sriwidharto. 2007. *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif Dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suheni dan Syamsuri. 2007. Pengaruh Perubahan Arus Las TIG terhadap Kekuatan Impak pada Material yang Berbeda. SAINTEK Volume 11.No. 1. Hlm. 79-90.
- Surdia, T. Dan Saito, S. 2000. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT. Pradya Paramita
- Suparjo dan Purnomo. 2012. Variasi Temperatur Pemanasan pada Proses Perlakuan Panas terhadap Kekerasan dengan Material SS – 304L. *Jurnal IPTEK Volume 16*. No. 2. Hlm. 170-178.
- Widharto, S. 2013. *Welding Inspection*. Jakarta: Mitra Wacana Media.
- Wiriyosumarto, H. dan T. Okumura. 2000. *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta: PT. Pradya Paramita.
- Yakub, Y. dan Nofri, M. 2013. Variasi Arus Listrik Terhadap Sifat Mekanik Mikro Sambungan Las Baja Tahan Karat AISI 304. *E- Journal WIDYA Eksakta*. Volume 1, No. 1: 7-11.
- Yunaidi dan Noer Iman. 2014. Pengaruh Preheat dan Thermal Tensioning Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Sambungan Las TIG Al 6061-T6. *Journal Foundry Vol.4 1 April 2014 ISSN :2087-2259*.