

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK PADA PROSES PENGELASAN ALUMINIUM 5083 DENGAN MENGGUNAKAN LASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**MUHAMMAD FADHIL  
03051181520007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

# **SKRIPSI**

## **PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK PADA PROSES PENGELASAN ALUMINIUM 5083 DENGAN MENGGUNAKAN LASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya**



**OLEH :  
MUHAMMAD FADHIL  
03051181520007**

**JURUSAN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

# HALAMAN PENGESAHAN

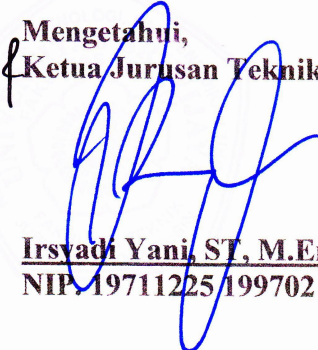
## PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK PADA PROSES PENGELASAN ALUMINIUM 5083 DENGAN MENGGUNAKAN LASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

### SKRIPSI


Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya

OLEH :  
MUHAMMAD FADHIL  
03051181520007

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin,

  
Irsyadi Yani, ST, M.Eng, Ph.D  
NIP. 19711225 199702 1 001

Indralaya, Agustus 2019  
Diperiksa dan disetujui oleh:  
Pembimbing Skripsi,

  
Ir. Helmy Alian, M.T  
NIP. 19591015 198703 1 006

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul “**Pengaruh Variasi Arus Listrik Pada Proses Pengelasan Aluminium 5083 dengan Menggunakan Lasan GTAW Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro**” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Karya Ilmiah Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada Tanggal 12 November 2019.

Palembang, 12 November 2019

Tim Penguji Proposal Skripsi

Ketua :

**1. Ir. Firmansyah Burlian, M.T**  
**NIP. 19561227 198811 1 001**

(.....)

Anggota:

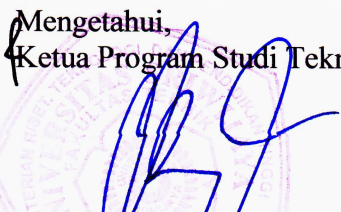
**1. Ir. Hj. Marwani, M.T**  
**NIP. 19650322 199102 2 001**

(.....)

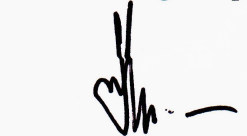
**2. Gunawan, S.T, M.T, Ph.D**  
**NIP. 19770507 200112 1 001**

(.....)

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

  
**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
**NIP. 197112351997021001**

Pembimbing Skripsi,

  
**Ir. Helmy Alian, MT**  
**NIP. 19591015 198703 1 006**



# HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fadhil

NIM : 03051181520007

Judul : Pengaruh Variasi Arus Listrik Pada Proses Pengelasan Aluminium 5083  
dengan Menggunakan Lasan GTAW Terhadap Kekuatan Tarik,  
Kekerasan dan Struktur Mikro

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan / plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan / plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Inderalaya, November 2019



Muhammad Fadhil  
NIM. 03051181520007

# KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis persembahkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Arus Listrik Pada Proses Pengelasan Aluminium 5083 dengan Menggunakan Lasan GTAW Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro”, disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapat gelas sarjana di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak menerima bantuan dan dukungan baik secara moril maupun materil dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa Allah SWT yang senantiasa memberikan berkah, nikmat, dan karunia sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya.
2. Kepada kedua orang tua dan saudara-saudara saya yang telah membantu saya dan menyemangati saya selama menimba ilmu dari saya kecil hingga sampai di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya ini.
3. Bapak Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Amir Arifin, S.T., M.Eng. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Helmy Alian, M.T selaku Dosen pembimbing skripsi selama kuliah di Jurusan Teknik Mesin.
6. Keluarga Besar Himpunan Mahasiswa Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Rekan seperjuangan Angkatan 2015 Teknik Mesin Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar

penelitian ini menjadi lebih baik. Semoga penulisan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak yang berkepentingan.

Indralaya, November 2019

Penulis

# DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	xxiii
DAFTAR GAMBAR .....	xxv
DAFTAR TABEL.....	xxvii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1    Latar Belakang .....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Batasan Masalah .....	3
1.4    Tujuan Penelitian .....	4
1.5    Manfaat Penelitian .....	4
1.6    Metode Penelitian .....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1    Pengelasan .....	7
2.2    Pengelasan GTAW .....	8
2.2.1    Elektroda Tungsten dan Elektroda Pengisi.....	10
2.2.2    Gas Pelindung .....	11
2.3    Polaritas Listrik dan Penentuan Arus Listrik ( <i>Ampere</i> ).....	12
2.4    Sambungan dan Kampuh Las .....	15
2.5    Posisi Pengelasan.....	19
2.6    Aluminium .....	21
2.7    Aluminium 5083 .....	23
2.8    Metalurgi Daerah Pengelasan .....	24
2.8.1    Proses Pembekuan Logam Las .....	25
2.8.2    Struktur Mikro Logam Las .....	26
2.8.3    Daerah Terpengaruh Panas ( <i>Heat Affected Zone</i> ).....	26
2.8.4    Struktur Mikro Daerah Terpengaruh Panas .....	27
2.9    Pengujian Sifat-sifat Mekanik .....	28
2.9.1    Uji Kekerasan Brinell .....	28
2.9.2    Uji Tarik.....	29



2.9.3	Uji Struktur Mikro.....	30
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>33</b>
3.1	Diagram Alir Penelitian .....	33
3.2	Tahapan Persiapan Metode Penelitian .....	34
3.2.1	Studi Literatur .....	34
3.2.2	Persiapan Alat .....	34
3.2.3	Persiapan Bahan .....	35
3.3	Pembuatan Kampuh Las.....	35
3.4	Proses Pengelasan .....	36
3.4.1	Spesifikasi Pengelasan .....	38
3.5	Pembuatan Spesimen.....	39
3.6	Pengujian Sifat Mekanik dan Sifat Fisis .....	41
3.6.1	Pengujian Kekerasan .....	41
3.6.2	Pengujian Tarik .....	42
3.6.3	Pengujian Struktur Mikro .....	43
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>45</b>
4.1	Hasil Pengujian XRF.....	45
4.2	Hasil Pengujian Tarik.....	45
4.3	Hasil Pengujian Kekerasan.....	48
4.4	Hasil Pengujian Struktur Mikro .....	51
4.5	Pembahasan .....	53
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR RUJUKAN.....		i
LAMPIRAN .....		i

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Klasifikasi Pengelasan .....	8
Gambar 2.2	Skema Pengelasan TIG .....	9
Gambar 2.3	Skematik DCSP dan DCRP .....	13
Gambar 2.4	Sambungan las dasar .....	16
Gambar 2.5	Alur Sambungan las tumpul .....	18
Gambar 2.6	Posisi Pengelasan .....	20
Gambar 2.7	Prinsip Pengukuran Kekerasan Brinell .....	29
Gambar 2.8	Daerah Pengelasan.....	31
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian .....	33
Gambar 3.2	Sambungan Las <i>double-V Butt Joint</i> .....	35
Gambar 3.3	Plat aluminium.....	36
Gambar 3.4	Filler Metal ER4043 .....	36
Gambar 3.5	Gas Argon.....	37
Gambar 3.6	Ragum/Pencekam .....	37
Gambar 3.6	Amperemeter Pengelasan GTAW .....	37
Gambar 3.8	Proses Pengelasan .....	38
Gambar 3.9	Hasil Pengelasan .....	38
Gambar 3.10	Bentuk Spesimen .....	40
Gambar 4.1	Grafik Tegangan terhadap Variasi Arus Listrik .....	47
Gambar 4.2	Grafik Regangan terhadap Variasi Arus Listrik.....	47
Gambar 4.3	Grafik Perbandingan nilai kekerasan pada masing-masing Daerah pengelasan .....	50
Gambar 4.4	Struktur Mikro (1) Base Metal, (2) HAZ, (3) Weld Metal dengan Arus 150 A.....	51
Gambar 4.5	Struktur Mikro (1) Base Metal, (2) HAZ, (3) Weld Metal dengan Arus 150 A.....	51
Gambar 4.6	Struktur Mikro (1) Base Metal, (2) HAZ, (3) Weld Metal dengan Arus 150 A.....	51

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Klasifikasi Elektroda Tungsten .....	10
Tabel 2.2	Logam dan Jenis arus yang sesuai untuk las gas tungsten .....	14
Tabel 2.3	Besar Arus dalam Pengelasan dengan Elektroda Wolfram .....	15
Tabel 2.4	Komposisi Al 5083.....	23
Tabel 3.1	Parameter Penelitian .....	39
Tabel 4.1	Data Hasil Pengujian XRF .....	45
Tabel 4.3	Data Hasil Pengujian Tarik .....	46
Tabel 4.4	Data Hasil Pengujian Kekerasan Brinell.....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Gambar Proses Selama Penelitian.....	i
Lampiran 2	Kartu Bimbingan Asistensi Skripsi.....	vii
Lampiran 3	Pemeriksaan Format Skripsi Jurusan Teknik Mesin UNSRI.....	ix
Lampiran 4	Turnitin.....	x

# PENGARUH VARIASI ARUS LISTRIK PADA PROSES PENGELASAN ALUMINIUM 5083 DENGAN MENGGUNAKAN LASAN GTAW TERHADAP KEKUATAN TARIK, KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO

**Helmy Alian\*, Muhammad Fadhil**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang – Prabumulih km 32 Indralaya, Ogan Ilir

## ABSTRAK

*Pengelasan adalah proses penyambungan material antara dua bagian atau lebih dengan menggunakan energi panas. Pada pengelasan terjadi banyak perubahan sifat mekanik, terutama pengelasan pada paduan aluminium. Aluminium yang digunakan pada proses pengelasan kali ini ialah aluminium seri 5083 dengan menggunakan pengelasan GTAW. Parameter yang digunakan pada pengelasan ini menggunakan variasi arus listrik yaitu sebesar 150A, 170A, dan 190A agar mendapatkan arus yang paling optimum terhadap pengelasan aluminium 5083. Hasil yang didapatkan setelah dilakukan proses pengelasan yaitu nilai kekuatan tarik yang dihasilkan mengalami peningkatan sesuai dengan besar arus yang diberikan. Nilai kekuatan tarik rata-rata tertinggi terdapat pada arus 190 A yaitu sebesar 122,298 N/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian kekerasan, daerah lasan yang diuji menjadi 3 bagian yaitu daerah lasan, daerah terpengaruh panas dan daerah induk atau tidak terpengaruh panas. Daerah base metal adalah daerah yang paling tinggi nilai kekerasannya diantara daerah pengelasan yang lain dikarenakan pada daerah base metal, logam tidak terpengaruh panas sama sekali selama proses pengelasan berlangsung. Nilai rata-rata kekerasan tertinggi juga terdapat pada arus 190 A yaitu sebesar 61,281 BHN. Pada pengujian dari Struktur Mikro hasil yang didapatkan yaitu pada daerah HAZ yang dimiliki pada variasi arus 190 A memiliki senyawa Mg<sub>2</sub>Si yang lebih banyak dibandingkan dengan yang lain.*

*Kata kunci: Pengelasan GTAW, Aluminium 5083, variasi arus listrik, kekuatan tarik, kekerasan, struktur mikro*

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Mesin

**Irsyadi Yani, S.T., M.Eng., Ph.D**  
NIP. 197112351997021001

Pembimbing Skripsi,

**Ir. Helmy Alian, MT**  
NIP. 19591015 198703 1 006

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pengembangan teknologi di bidang konstruksi yang semakin maju tidak dapat dipisahkan dari pengelasan karena mempunyai peran penting dalam rekayasa dan reparasi logam. Pembangunan konstruksi dengan logam pada masa sekarang ini banyak melibatkan pengelasan khususnya bidang rancang bangun karena sambungan las merupakan salah satu pembuatan sambungan yang secara teknis memerlukan keterampilan yang tinggi bagi pengelasnya agar diperoleh sambungan dengan kualitas baik. Lingkup penggunaan teknik pengelasan dalam konstruksi sangat luas meliputi perkapalan, jembatan, rangka baja, bejana tekan, sarana transportasi, rel, pipa saluran dan lain sebagainya.

Pengelasan adalah proses penyambungan material antara dua bagian atau lebih dengan menggunakan energi panas, maka logam yang disekitar daerah las mengalami perubahan struktur metalurgi, deformasi dan tegangan termal (Duniawan & Sutrimo, 2014).

Pada pengelasan terjadi banyak perubahan sifat mekanik, terutama pengelasan pada paduan aluminium. Aluminium merupakan logam ringan yang memiliki kekuatan yang melebihi *mild steel* (baja lunak). Aluminium memiliki *ductility* yang bagus pada kondisi dingin dan memiliki daya tahan korosi yang tinggi. Logam ini dipakai secara luas dalam bidang transportasi, kimia, listrik dan yang lainnya. Aluminium dan paduannya memiliki sifat mampu panas yang tinggi, koefisien muai yang besar, reaktif dengan udara membentuk lapisan aluminium oksida serta berat jenis dan titik cairnya yang rendah (Wiryo Sumarto, 2000).

Aluminium yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan paduan seri 5083, Aluminium Paduan seri 5083 adalah jenis aluminium yang



banyak digunakan dalam dunia industri perkapalan, karena mempunyai sifat mekanik dan ketahanan korosi yang baik, namun demikian jika material aluminium paduan 5083 ini dilakukan manufaktur dengan menggunakan proses pengelasan, sambungan las paduan aluminium 5083 pada beberapa komponen konstruksi tertentu masih terjadi hasil sambungan yang kurang sempurna ditinjau dari segi spesifikasi dan kekuatan (Hartono, 2008).

Diantara las yang dapat digunakan untuk pengelasan aluminium adalah las GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) merupakan las busur gas yang menggunakan kawat las sekaligus sebagai elektroda. Elektroda tersebut berupa gulungan kawat (rol) yang gerakannya diatur oleh motor listrik. Gas pelindung yang digunakan pada pengelasan GTAW adalah argon, helium atau campuran diantara keduanya. Fungsi dasar dari gas pelindung adalah melindungi busur dan logam las cair dari kontaminasi oksigen dan nitrogen yang ada pada atmosfer. Jika gas pelindung tidak tepat melindungi logam las cair maka dihasilkan cacat las seperti porositas. Maka akan menyebabkan perubahan struktur mikro, sehingga terjadi perubahan sifat mekanis hasil lasan (Zainol, 2008).

Faktor yang mempengaruhi las adalah prosedur pengelasan yaitu suatu perencanaan untuk pelaksanaan penelitian yang meliputi cara pembuatan konstruksi las yang sesuai rencana dan spesifikasi dengan menentukan semua hal yang diperlukan dalam pelaksanaan tersebut. Faktor produksi pengelasan adalah jadwal pembuatan, proses pembuatan, alat dan bahan yang diperlukan, urutan pelaksanaan, persiapan pengelasan (meliputi : pemilihan mesin las, penunjukan juru las, pemilihan elektroda, penggunaan jenis kampuh) (Wiryosumarto, 2000).

Besarnya arus listrik pengelasan dapat mempengaruhi hasil pengelasan lasan GTAW pada aluminium. Bila digunakan arus yang terlalu rendah akan menyebabkan sukarnya penyalaan busur listrik. Busur listrik yang terjadi menjadi tidak stabil, sebaliknya bila arus terlalu besar akan menyebabkan masukan panas yang tinggi dimana hal ini dapat menimbulkan distorsi yang lebih besar (Huda, Waluyo & Fintoro, 2013).

Berdasarkan hal tersebut terlihat hubungan yang penting antara pengelasan dan sifat mekanis dari logam hasil lasan. Untuk mengetahui hubungannya, akan diteliti salah satu parameter pengelasan yaitu kuat arus listrik, dan sifat mekanis yang diteliti dalam hal ini adalah kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro pada pengelasan aluminium dengan menggunakan lasan GTAW. Sehingga dapat diketahui arus listrik yang optimal untuk digunakan pada pengelasan aluminium dengan menggunakan lasan GTAW.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian yang berjudul **“Pengaruh Variasi Arus Listrik pada Proses Pengelasan Aluminium 5083 dengan Menggunakan Lasan GTAW terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro”**.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan dari latar belakang diatas maka dapat diketahui rumusan masalah yaitu pengaruh arus listrik terhadap heat input pada proses pengelasan aluminium 5083 menggunakan pengelasan GTAW dengan pengujian kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro.

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Material yang digunakan yaitu Aluminium 5083.
2. Pengelasan yang digunakan menggunakan pengelasan GTAW.
3. Menggunakan posisi pengelasan 1G (*Down Hand*).
4. Menggunakan sambungan pengelasan jenis *doubleV-Butt Joint* dengan sudut  $60^{\circ}$ .

5. Pengujian yang digunakan adalah kekuatan tarik, kekerasan dan struktur mikro.
6. Parameter yang digunakan adalah variasi dari arus listrik 150A, 170A dan 190A.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yang hendak diperoleh dari penelitian ini, yaitu :

1. Menganalisa hasil pengelasan dengan kekuatan tarik, kekerasan, dan struktur mikro dari aluminium 5083 dengan menggunakan variasi arus listrik.
2. Menganalisa besar arus listrik yang optimal pada pengelasan Aluminium 5083 dengan menggunakan lasan GTAW.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu

1. Meningkatkan hasil mutu lasan melalui arus listrik yang optimal terhadap pengelasan Aluminium 5083.
2. Dapat dijadikan acuan terhadap proses pengelasan aluminium 5083 di dunia industri pengelasan.
3. Sebagai literatur pada penelitian yang sejenis dalam pengembangan teknologi bidang pengelasan.

## **1.6 Metode Penelitian**

Metode penulisan yang digunakan dalam proses penulisan skripsi ini adalah:

1. Studi Literatur
2. Pengujian Laboratorium
3. Analisa Data

## DAFTAR RUJUKAN

- Aisyah, 2011. Perubahan Struktur Mikro dan Sifat Mekanik pada Pengelasan Drum Baja Karbon Wadah Limbah Radioaktif. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah* Vol.14
- Alfujri, 2008. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Kuat Arus pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 5083 terhadap kekuatan tarik hasil Pengelasan TIG. Universitas Sumatera Utara. Medan
- Andewi, Linda,. 2016. Pengaruh Variasi Arus pada Hasil Pengelasan TIG (*Tungsten Inert Gas*) Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis pada Aluminium 6061. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- ASM (1993) *Metal Handbook* Vol 6
- AWS D.1.2 (2004) *Struktural Welding Code Aluminium*. Florid: American Welding Society
- Bintoro, A.G., 2000. Dasar-dasar Pekerjaan Las. Yogyakarta: Kanisius.
- Cary, B. Howard., 1981. *Modern Welding Technology, second edition*. New Jersey: Prentice Hall International, inc Engwood.
- Daryanto, 2012. Teknik Mengelas Logam Edisi 2. Jakarta: PT. Sarana Tutorial Nurani Sejahtera.
- Djamiko, R.D., 2008. Modul Teori Pengelasan Logam. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Duniawan & Sutrimo, 2014. Pengaruh Kecepatan Pengelasan dan panas masuk terhadap sifat mekanis logam las pada pengelasan SAW Baja Karbon ASTM A29. Politeknik Bandung. Bandung
- Edward, 2005. Pengaruh Waktu dan Jarak Titik pada Pengelasan Titik terhadap Kekuatan Geser Hasil Las. Universitas Dayanu Ikhsanudin. Baubau
- Hamid, Abdul. 2016. Analisa Pengaruh Arus Pengelasan SMAW pada Material Baja Karbon Rendah terhadap Kekuatan Material Hasil Sambungan. Universitas Batam. Batam
- Hartono, Mulyanto., 2008. Pengaruh Penggunaan Gas Pelindung Argon Grade A dan Grade C terhadap Kekuatan Tarik Lasan Sambungan Butt pada Material Kapal Aluminium 5083. Universitas Diponegoro. Semarang

- Huda, Waluyo & Fintoro, 2013. Analisa Pengaruh Variasi Arus dan Bentuk Kampuh pada Pengelasan SMAW terhadap Distorsi Sudut dan Kekuatan Tarik Sambungan Butt-Joint Baja AISI 4140. Institut Sains dan Teknologi Akprind. Yogyakarta
- Jokosisworo, S., 1995. Pengaruh Besar Arus Listrik Kecepatan Pengelasan terhadap Sifat Mekanis Plat Baja Kapal Hasil Pengelasan Submerged Arc Welding. Universitas Indonesia. Jakarta
- Junus, Salahuddin, 2011. Pengaruh Besar Aliran Gas terhadap Cacat Porositas dan Struktur Mikro Hasil Pengelasan MIG pada Paduan Aluminium 5083. Universitas Jember. Jember
- Jurnal Saintek, 2007. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal dan Arus pada Sambungan Logam Aluminium-Mg 6085 terhadap Hasil Pengelasan TIG. Universitas Malikullsaleh. Aceh
- Muku, I.D.M.K., Kekuatan Sambungan Las Aluminium Seri 110 dengan Variasi Kuat Arus Listrik Pada Proses Las Metal Inert Gas (MIG). Universitas Udayana, Denpasar
- Pasalbessy, Jokosisworo & Samuel, 2015. Pengaruh Besar Arus Listrik dan Kecepatan Las terhadap Kekuatan Tarik Aluminium 5083 Pengelasan TIG. Universitas Diponegoro, Semarang
- Purwaningrum & Fatchan, 2013. Pengaruh Arus Listrik terhadap Karakteristik Fisik-Mekanik Sambungan las Titik Logam Dissimilar Al-Steel. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Putri, Fenoria. 2010. Analisa Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Jarak Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik, Sambungan Las Baja Karbon Rendah dengan Elektroda 6013. Politeknik Negeri Sriwijaya. Palembang
- Romli, 2012. Pengaruh Proses Pengelasan TIG terhadap sifat fisis dan mekanis Bahan Paduan Aluminium. Jurnal Austenit vol. 4
- Santoso, J. 2006. Pengaruh Arus Pengelasan terhadap Kekuatan Tarik dan Ketangguhan Las SMAW dengan Elektorda E7018. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Sunaryo, Hery., 2008. Teknik Pengelasan Kapal Jilid I untuk Sekolah Menengah Kejuruan. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.



Suparjo & Purnomo, 2012. Variasi Temperatur Pemanasan pada saat Proses Perlakuan Panas terhadap Kekerasan Material SS-304L. Jurnal IPTEK Vol.16

Surdia, Tata., 2005. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: PT. Pradnya Paramita

Syahrani, Mustafa & Oktavianus. 2017. Pengaruh variasi Pengelasan GTAW terhadap Sifat Mekanis pada Pipa Baja Karbon ASTM A 106. Universitas Tadulako. Palu

Wirjosumarto, H., 2000. Teknologi Pengelasan Logam, Jakarta: Erlangga

Zainol, Hamzah., 2008. Pengaruh Kemurnian Gas Pelindung pada Pengelasan Aluminium 5083 terhadap Kualitas Hasil Pengelasan dan Struktur Mikro.