

**PENGARUH KUAT ARUS HASIL PENGELASAN GMAW
PADA BAJA ST-37 PADA *HEAT AFFECTED ZONE***

SKRIPSI



Oleh:

Kurniawan Setiyadi

1503035038

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

**PENGARUH KUAT ARUS HASIL PENGELASAN GMAW
PADA BAJA ST-37 PADA *HEAT AFFECTED ZONE***

SKRIPSI

Disusun untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin



Oleh:

Kurniwan Setiyadi

1503035038

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA
JAKARTA
2021**

HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH KUAT ARUS HASIL PENGELASAN GMAW PADA BAJA ST-37 PADA *HEAT AFFECTED ZONE*


SKRIPSI

Dibuat untuk Memenuhi Persyaratan Kelulusan Sarjana Teknik Mesin

Oleh:
Kurniawan Setiyadi
1503035038

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan ke Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
28, Mei 2021

Pembimbing



Agus Fikri ST., MT., MM
NIDN 0319087101

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Mesin



Delvis Agusman, S.T., M.Sc.
NIDN. 0311087002

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KUAT ARUS HASIL PENGELASAN GMAW PADA BAJA ST-37 PADA *HEAT AFFECTED ZONE*


SKRIPSI

Oleh:

Kurniawan Setiyadi
1503035038

Telah diuji dan dinyatakan lulus dalam Sidang Ujian Skripsi
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik UHAMKA
Tanggal, 22 Juli 2021

Pembimbing Skripsi


Agus Fikri, ST., MT., MM
NIDN. 0319087101

Penguji-1



Rifky, ST., MM.
NIDN. 0301126901

Mengesahkan,
Dekan
Fakultas Teknik UHAMKA



Dr. Dan Mugisidi, ST., MT
NIDN. 0301126901

Penguji-2



Delvis Agusman, ST., M.Sc
NIDN. 0311087002

Mengetahui,
Ketua Program Studi
Teknik Mesin



Delvis Agusman, ST., M.Sc
NIDN. 0311087002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang membuat pernyataan

Nama : Kurniawan Setiyadi
NIM : 1503035038
Judul skripsi : Pengaruh Kuat Arus Hasil Pengelasan GMAW pada Baja ST-37 pada *Heat Affected Zone*

Menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI) dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi mana pun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, KECUALI yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 28 Mei 2021

A 10,000 Indonesian postage stamp (METERAI TEMPEL) with a signature over it. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text '10000', 'METERAI TEMPEL', and '5839BAJX31452068'.

Kurniawan Setiyadi

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirohim puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan begitu banyak nikmat bagi penulis salah satunya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Pengaruh Kuat Arus Hasil Pengelasan GMAW pada Baja ST-37 Pada Daerah *Heat Affected Zone*.”

Selain itu juga penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada:

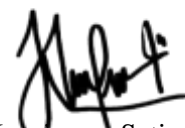
1. Kedua orang tua yang selalu mendoakandan memberikan dukungan sepenuhnya untuk yang terbaik, sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Delvis Agusman. ST., M.Sc sebagai Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA yang telah membimbing sdari mulai penelitian hingga akhir penulisan skripsi.
3. Bapak Agus Fikri, Ir., MM. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing selama penyusunan skripsi ini.
4. Seluruh dosen Teknik Mesin di Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA yang telah membimbing selama perkuliahan.
5. Dewi Santika., SPd yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan untuk yang terbaik.

Semoga amal ibadah, dan dorongan serta do'a yang diberikan kepada penulis dengan tulus dan ihklas mendapatkan rahmat dan karunia dari Allah SWT, aamiin.

Wassalamua'laikum Wr.Wb.

Jakarta, 28 Mei 2021

Mengetahui



Kurniawan Setiyadi

PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA), saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Kurniawan Setiyadi
NIM : 1503035038
Program Studi : Teknik Mesin

Menyetujui, memberikan Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*non-exclusive royalty free right*) kepada Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA (UHAMKA) atas karya ilmiah saya beserta perangkat yang ada (jika diperlukan) yang berjudul:

Pengaruh Kuat Arus Hasil Pengelasan GMAW pada Baja ST-37 pada *Heat Affected Zone*

Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggung jawab saya pribadi.

Jakarta, 28 Mei 2021


Kurniawan Setiyadi

ABSTRAK

Pengaruh Kuat Arus Hasil Pengelasan GMAW pada Baja ST-37 pada *Heat Affected Zone*

Kurniawan Setiyadi

Penelitian ini dilakukan pada pengelasan dengan variabel kuat arus yang dilakukan dengan pengujian kedalaman penetrasi dan kekerasan pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) sebab masalah sering terjadi pada pengelasan GMAW baja ST-37. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus terhadap kedalaman penetrasi, lebar pengelasan, dan kekerasan pada daerah terpengaruh panas. Penelitian ini menggunakan variasi kuat arus yang adalah 180 A, 200 A, dan 220 A, kemudian dilakukan pengujian dypenetrasi dan pengujian kekerasan Vickers. Hasil pengujian penetrasi menunjukkan pada komponen 1 dan komponen 2 pada kuat arus 180 A kedalaman penetrasinya adalah 0,77 mm dan 0,78 mm, dan pada kuat arus 200 A kedalaman penetrasinya adalah sebesar 1,29 mm dan 1,06 mm serta pada kuat arus 220 A dihasilkan nilai sebesar 1,53 mm dan 1,44 mm. lebar pengelasan untuk kuat arus 180 A adalah sebesar 5,86 mm, pada kuat arus 200 A sebesar 4,38 mm, dan kuat arus pada 220 A nilainya sebesar 7,35 mm. Standar kualitas sambungan pengelasan pada masing-masing kuat arus yaitu 180 A, 200 A, 220 A menunjukkan persentase kedalaman penetrasi yang besar lebih dari 20% proses pengelasan sudah memenuhi standar minimal. kekerasan pada daerah terpengaruh panas menunjukkan pada kuat arus 180 A kekerasannya sebesar 122 HV sedangkan untuk kuat arus 200 A dan 220 A mengalami penurunan yaitu 120,5HV.

Kata Kunci: GMAW, HAZ, Baja ST-37, Dypenetrasi, Struktur Mikro, Kekerasan.

The Effect of The Current Strength in GMAW Welding of ST-37 Steel in The Area Heat Affected Zone

Kurniawan Setiyadi

This research was conducted to determine the strength of the welding results with optimal current strength, which can be done by testing the penetration depth and hardness in the Heat Affected Zone (HAZ) area, the causes and effects of problems that often occur in GMAW welding of ST-37 steel.. The purpose of this study was to determine the effect of variations in current strength on penetration depth, welding width, and hardness in heat-affected areas. This study used variations of current strength which were 180 A, 200 A, and 220 A, then carried out the penetration test and the Vickers hardness test. The results of the penetration test show that in component 1 and component 2 at a current strength of 180 A, the penetration depth is 0.77 mm and 0.78 mm, and at a current strength of 200 A the

penetration depth is 1.29 mm and 1.06 mm. current of 220 A resulted in a value of 1.53 mm and 1.44 mm. While the welding width for a current of 180 A is 5.86 mm, at 200 A is 4.38 mm, and the current at 220 A is 7.35 mm. The quality standard of the welding connection at each current strength, namely 180 A, 200 A, 220 A, shows that a large percentage of penetration depth is more than 20%, the welding process has met the minimum standard. Meanwhile, the hardness in the heat affected area shows that at 180 A the hardness is 122 HV, while the 200 A and 220 A currents have decreased, which is 120.5HV.

Keywords : GMAW, HAZ, ST-37, Dypenetration, Macro Structure, Hardness.



DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
KATA PENGANTAR	v
PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	vi
ABSTRAK	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR NOTASI	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
BAB 2 DASAR TEORI	6
2.1 Definisi Pengelasan	6
2.2 Proses Pengelasan Gas <i>Metal Arc Welding</i> (GMAW)	7
2.3 Gas Pelindung (<i>Shielding Gas</i>)	9
2.4 Jenis-jenis sambungan las	10
2.5 Kuat Arus Pengelasan	12
2.6 Baja	13
2.7 Pengujian Penetrasi	16
2.8 Pengujian Kekerasan	18
BAB 3 METODOLOGI	19
3.1 Alur Penelitian	19

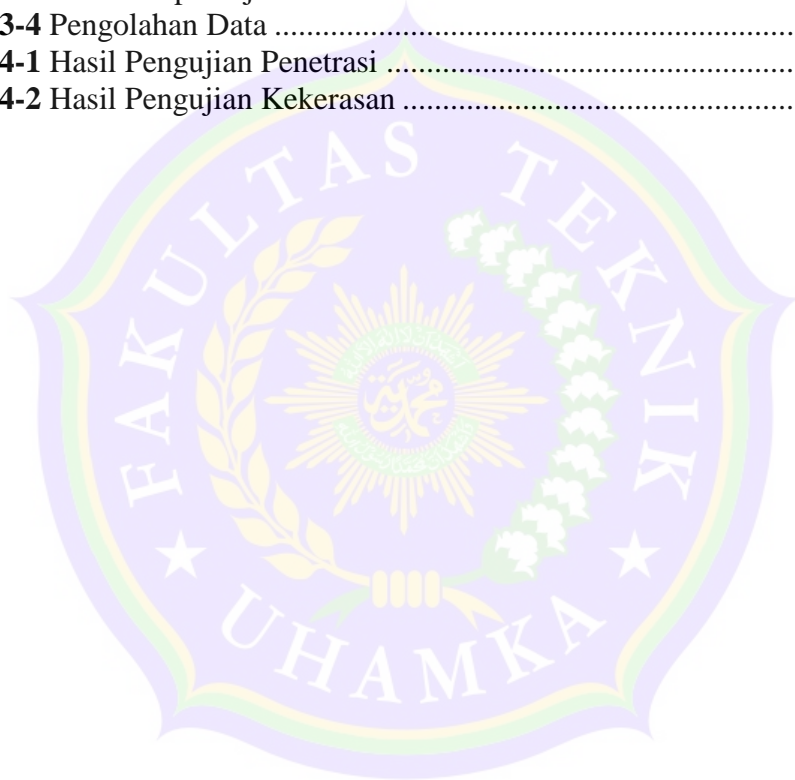
3.1.1	Tahap Awal Penelitian	20
3.1.2	Tahap Persiapan Alat dan Bahan.....	20
3.1.3	Tahap Pengelasan	20
3.1.4	Tahap Pengujian	20
3.1.5	Pengolahan Data.....	20
3.2	Alat dan Material.....	21
3.2.1	Alat-alat.....	21
3.2.2	Bahan.....	23
3.3	Gambar Penelitian Penetrasi kedalaman pengelasan	25
3.4	Prosedur Penelitian.....	25
3.5	Metode Penelitian.....	30
3.5.1	Pengujian Penetrasi	30
3.5.2	Foto Struktur Makro	30
3.6	Pengumpulan Data	31
3.7	Teknik Pengolahan Data	32
3.8	Tempat dan Waktu Penelitian	33
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1	Hasil atau Temuan Penelitian.....	34
4.1.1	Hasil Foto Struktur Makro.....	34
4.1.2	Hasil Uji Penetrasi.....	36
4.1.3	Perhitungan Kedalaman Penetrasi Pengelasan.....	37
4.1.4	Hasil Uji Kekerasan.....	38
4.2	Pembahasan	38
4.2.1	Hasil Penetrasi Sambungan Las	39
4.2.2	Pengaruh Kuat Arus Terhadap Kedalaman Penetrasi	40
4.2.3	Pengaruh Kuat Arus terhadap Lebar Pengelasan	41
4.2.4	Pengaruh Kuat Arus terhadap Kekerasan Hasil Lasan.....	43

BAB 5	SIMPULAN DAN SARAN	44
5.1	SIMPULAN.....	44
5.2	SARAN	44
	DAFTAR REFERENSI	45



DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Ketentuan Umum Penyetelan Besaran Arus dan Tegangan	12
Tabel 2-2 Klasifikasi Baja Karbon	15
Tabel 2-3 Komposisi ST-37	16
Tabel 3-1 Spesifikasi untuk las Robot Panasonic VR 006 Error! Bookmark not defined.	
Tabel 3-2 Data Sampel Uji Penetrasi	32
Tabel 3-3 Data Sampel Uji Kekerasan	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3-4 Pengolahan Data	33
Tabel 4-1 Hasil Pengujian Penetrasi	37
Tabel 4-2 Hasil Pengujian Kekerasan	39

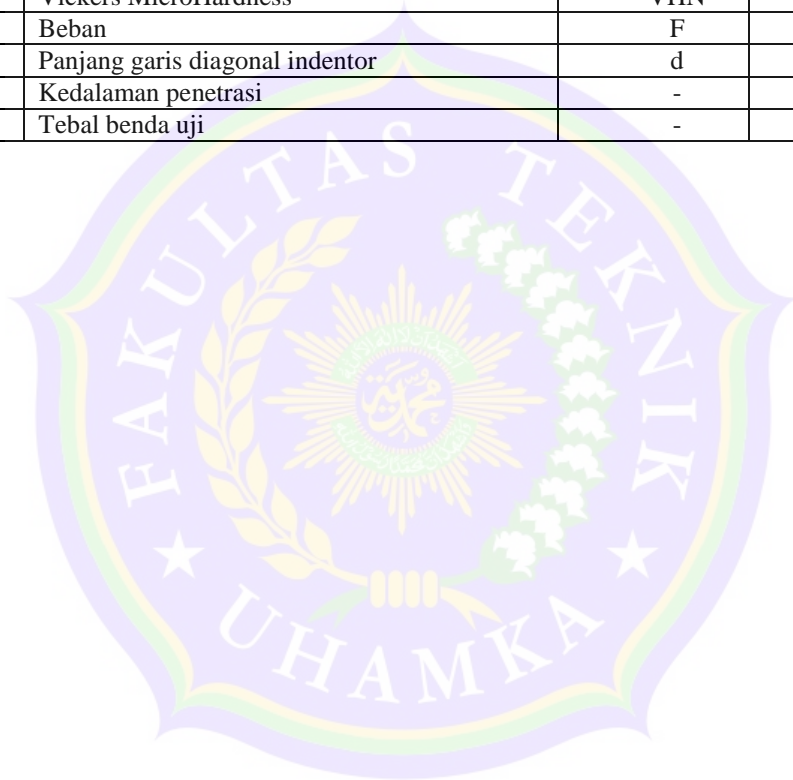


DAFTAR GAMBAR

Gambar 2-1 Sistem GMAW Otomatis	8
Gambar 2-2 Mesin Las GMAW	8
Gambar 2-3 Penggunaan gas pelindung pada pengelasan GMAW	10
Gambar 2-4 <i>Edge Joint</i>	11
Gambar 2-5 <i>Lap Join</i>	11
Gambar 2-6 <i>Corner Joint</i>	12
Gambar 2-7 <i>Tee Joint</i>	12
Gambar 2-8 Indeks Retak	17
Gambar 3-1 <i>Flow Chart</i>	20
Gambar 3-2 Mesin Las Robot Panasonic VR 006.....	22
Gambar 3-3 Mesin Gerinda dan Buffing.....	23
Gambar 3-4 Sampel <i>Fillet Joint</i> las pot.....	24
Gambar 3-5 Tampak Depan	24
Gambar 3-6 Tampak Samping.....	24
Gambar 3-7 Tempat Pencelupan Cairan Semicall.....	25
Gambar 3-8 Logam Pengisi.....	25
Gambar 3-9 Sambungan <i>Fillet Joint</i>	26
Gambar 3-10 Sampel Yang Akan Dilas	26
Gambar 3-11 Robot Las Yang Akan Melakukan Pengelasan	27
Gambar 3-12 Data Setting Mesin/Robot Las	26
Gambar 3-13 Pengelasan Sampel Uji.....	28
Gambar 3-14 Sampel Setelah Pengelasan	27
Gambar 3-15 Sampel Uji Dilakukan Penghalusan Dengan Amplas Kasar.....	29
Gambar 3-16 Sampel Uji Dilakukan dengan Amplas Halus	28
Gambar 3-17 Sampel Uji Sudah Direparasi	30
Gambar 3-18 Sampel dicelupkan kedalam Cairan Semicall	30
Gambar 4-1 Struktur Makro Sampel	35
Gambar 4-2 Struktur Makro Sampel Uji 2	36
Gambar 4-3 Struktur Makro Sampel Uji 3	37
Gambar 4-4 Foto Struktur Makro Sampel Uji 1	39
Gambar 4-5 Kedalaman Penetrasi	41
Gambar 4-6 Lebar Pengelasan.....	42
Gambar 4-7 Grafik rata-rata Kekerasan daerah HAZ	44

DAFTAR NOTASI

No.	Uraian	Notasi	Satuan
1.	Sampel Uji 1	SU1	-
2.	Sampel Uji 2	SU2	-
3.	Sampel Uji 3	SU3	-
4.	Kuat Arus	A	A
5.	Tegangan	V	V
6.	Vickers MicroHardness	VHN	kgf/mm ²
7.	Beban	F	kgf
8.	Panjang garis diagonal indenter	d	mm or μ
9.	Kedalaman penetrasi	-	mm
10.	Tebal benda uji	-	mm



DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A Hasil Pengujian Penetrasi	44
LAMPIRAN B Hasil pengujian Kekerasan Vickers	45
LAMPIRAN C Alat dan bahan penelitian.....	46



BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Proses pengelasan banyak digunakan khususnya pada bidang rancang bangun, bejana tekan, konstruksi dan otomotif. Secara teknis, untuk menghasilkan sambungan las dengan kualitas yang baik diperlukan bahan tambahan (*filler metal*,) *voltase*, arus. Pemilihan arus yang tepat agar deposit logam lasan terbentuk dengan baik. Adapun untuk elektroda, arus dan voltase las (*welding rod*) terdiri dari banyak ukuran, jenis, dan *merk* yang beragam. Pemilihan elektroda yang sesuai dapat meningkatkan hasil pengelasan dengan kualitas baik. (Setiawan & Imran, 2019)

Gas Metal Arc Welding (GMAW) sering ditemui adanya pengaruh kuat arus dan voltase terhadap baik buruknya mutu dari hasil pengelasan. Dengan adanya perbedaan kuat arus maka dapat menyebabkan terjadi perbedaan sifat-sifat dari hasil pengelasan. Kuat arus sangat berpengaruh dalam pengelasan, semakin tinggi arus listrik yang digunakan, maka semakin tinggi pula kedalaman (penetrasi) serta kecepatan pencairan. Parameter kuat arus las ini jelas akan mempengaruhi kedalaman penetrasi dan pada daerah terpengaruh panas/ *Heat Affected Zone* (HAZ).(Laksono, 2017)

Penetrasi standar ada *G/NG* secara visual ada yang tipis dan tebal, hal ini mengakibatkan masih adanya sambungan *welding* yang mengalami *crack/ broken* khususnya pada komponen sepeda motor atau komponen kendaraan darat lainnya. (Syafi'i, 2018)

Kualitas hasil pengelasan yang baik dipengaruhi oleh bahan yang digunakan. Salah satu bahan yang memiliki sifat mudah dilas dengan baik adalah baja karbon. Baja karbon memiliki spesifikasi yang bervariasi, namun yang sering digunakan dalam konstruksi adalah baja karbon rendah. Dimana baja karbon rendah memiliki kekuatan dan *weldability* yang tinggi, sehingga mudah dibentuk karena memiliki sifat keuletan dan ketangguhan yang baik.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan hasil pengelasan dengan kuat arus yang optimal yang digunakan 180A, 200A, 220A dengan tegangan sebesar yang digunakan 20 Volt dapat dilakukan dengan pengujian kedalaman penetrasi dan kekerasan pada daerah *Heat Affected Zone* (HAZ) sebab dan akibat masalah yang sering terjadi pada pengelasan GMAW baja ST-37.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh kuat arus pada pengelasan GMAW terhadap HAZ?
2. Bagaimana pengaruh kuat arus pada pengelasan GMAW terhadap lebar pengelasan pada HAZ?
3. Bagaimana pengaruh kuat arus pada pengelasan GMAW terhadap kedalaman penetrasi pada HAZ?
4. Bagaimana pengaruh kuat arus pada pengelasan GMAW terhadap kekerasan pada HAZ?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan perumusan masalah diatas dapat diuraikan batas masalah dapat ditentukan sebagai berikut:

1. Metode pengelasan yang digunakan GMAW dengan sambungan *fillet joint*, dengan menggunakan kuat arus yang digunakan 180A, 200A, 220A dengan tegangan sebesar yang digunakan 20 volt.
2. Material penelitian yang digunakan dalam pengelasan ini adalah material baja ST-37 dengan tebal plat 3 mm
3. Kawat las MG-51T yang digunakan mempunyai diameter 1,0 mm
4. Pengujian yang digunakan lebar pengelasan, kedalaman penetrasi dan kekerasan.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kuat arus 180A, 200A, dan 220A pada pengelasan GMAW terhadap kedalaman penetrasi dan lebar lasan
2. Untuk mengetahui kesesuaian terhadap standar kedalaman penetrasi pada hasil lasan.
3. Untuk mengetahui kuat arus 180A, 200A, dan 220A pada pengelasan GMAW terhadap kekerasan pada daerah yang terpengaruh panas, pada pengelasan GMAW dengan sambungan *Fillet Joint*.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang didapat dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut: Menambah pengetahuan tentang kualitas hasil lasan dengan pengujian kedalaman penetrasi dan pengujian kekerasan.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan laporan skripsi ini sebagai berikut:

1. Bab 1 Pendahuluan, berisi latar belakang penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan
2. Bab 2 Dasar Teori, berisi tinjauan pustaka mengenai pengelasan GMAW, serta komponen-komponennya maupun jenis pengerjaan pendahuluan pada benda kerja saat penelitian yang telah dilakukan.
3. Bab 3 Metodologi, berisi diagram alir penelitian, bahan yang digunakan, mesin, dan alat yang digunakan, metode penelitian, tempat penelitian, prosedur pelaksanaan penelitian
4. Bab 4 Hasil dan Pembahasan, berisi analisis penelitian yang dilakukan setelah proses produksi telah selesai, dan didapatkan dari sampel uji.
5. Bab 5 Simpulan, berisi simpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan, Bermaksud untuk meningkatkan kualitas dari penelitian yang berikutnya.

DAFTAR REFERENSI

- A.S Mohruni, & Kembaren, B. . (2013). Pengaruh Variasi Kecepatan dan Kuat Arus terhadap Kekerasan , Tegangan Tarik , Struktur Mikro Baja Karbon Rendah dengan Elektroda E6013, *I3*(1), 1–8.
- Fuad, A. S. (2017). Pengaruh Variasi Pengelasan Ulang Gas Metal ARC Welding (GMAW) terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Material Baja ST -37, 58.
- Hijazi, A. (2015). Liquid Penetrant Testing. *Astm*, 1–11. <https://doi.org/10.1520/E1417>
- Laksono, W. A. S. (2017). Analisa Kekuatan Tarik Alumunium 5083 Hasil Pengelasan GMAW Posisi 1G dengan Variasi Kuat dan Debit Aliran Gas Pelindung Wahyu, *40*(1), 21–30.
- Lincoln Electric. (2014). *Gas Metal ARC Welding Guidelines*. (J. Nadzam & Senior Aplication Engineer, Ed.). Cleveland: Lincoln Global Inc.
- Lumbantobing, F. G., Ariyanto, N. P., Fitria, N., & Leksonowati, P. (2015). Pengaruh Variasi Tegangan Pada Pengelasan GMAW Terhadap Kekerasan dan Penetrasi Pada Material Low Carbon Steel.
- Matricola. Enrico. (2018). Design and Analysis of a Low Power Electromechanical Actuator for a Landing Gear Extension / Retraction System, 30.
- Prasetya, alfian wahyu. (2017). Pengaruh Debit Gas Pelindung dan Tegangan Listrik terhadap Tingkat Kekerasan dan Struktur Mikro Sambungan Las GMAW pada Baja Karbon Sedang EMS-45.
- Rinaldi, R., Usman, R., Fathier, A., Teknik, J., Politeknik, M., & Lhokseumawe, N. (2019). Studi Eksperimental Kekuatan Tarik dan Kekerasan pada Sambungan Pipa ASTM A 106 Grade B dengan Pengelasan SMAW, *1*(2), 36–42.
- Sabiruddin, K., Das, S., & Bhattacharya, A. (2009). Application of the Analytic Hierarchy Process for Optimization of Process Parameters in GMAW. *Indian Welding Journal*, *42*(1), 38. <https://doi.org/10.22486/iwj.v42i1.177981>
- Sardjono, H. K., Diniardi, E., & sugianto. (2009). Studi Sifat Mekanis dan Struktur Mikro pada Baja Din 1 . 7223, *3*(1), 42–50.
- Setiawan, D., & Imran. (2019). Analisa Cacat Las pada Pengelasan SMAW Butt Joint dengan Variasi Arus, *2*(2), 53–62.
- Simmons, C. H., Maguire, D. E., & Phelps, N. (2009). Welding and welding symbols. *Manual of Engineering Drawing*, 233–236. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7506-8985-4.00030-9>
- Syafi'i, M. (2018). Analisa Kekuatan Welding Dengan Membandingkan Komponen Sepeda Motor. *Seminar Nasional dan Aplikasi industri*, (2), 218–

222.

