

# PENGARUH ARUS PENGELASAN GTAW TERHADAP KETANGGUHAN DAN STRUKTUR MIKRO SAMBUNGAN LAS PADA MATERIAL SUS 201

Ferdi Sanjaya<sup>1</sup>, Irwin Syahri Cebro<sup>2\*</sup>, Nurdin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur  
Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

<sup>2</sup>Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe  
Jl. Medan - Banda Aceh Km.280 Buketrata

\*Penulis Korespondensi: cirwinsyahri@gmail.com

## Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui uji impak dan perubahan struktur mikro pada SUS 201 setelah mendapat pengelasan khususnya pada daerah las, dan HAZ. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan proses SMAW (Shielded Metal Arc Welding) dan dilakukan variasi arus pengelasan 50A, 100, dan 160A. Posisi pengelasan dengan menggunakan posisi pengelasan mendatar atau bawah tangan, jenis kampuh yang di gunakan adalah kampuh V dengan sudut 60°. Spesimen di lakukan pengujian Impak metode Charpy dengan standar ASTM E-23. Hasil pengujian, harga impak tertinggi pada arus pengelasan 160A sebesar 3,68 joule/mm<sup>2</sup>. Jenis-jenis perpatahan yang terjadi pada material SUS 201 adalah patahan campuran. Sedangkan untuk struktur mikro didapatkan fasa ferit dan perlit pada arus pengelasan 50A dan 100A.

**Kata kunci:** SUS 201, SMAW, ASTM E-23

## 1 Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Pengelasan dapat diartikan dengan proses penyambungan dua buah logam sampai titik rekristalisasi logam, dengan atau tanpa menggunakan bahan tambah dan menggunakan energi panas sebagai pencair bahan yang dilas. Pengelasan juga dapat diartikan sebagai ikatan tetap dari benda atau logam yang dipanaskan [1]

Pengelasan yang sering digunakan dalam dunia konstruksi maupun dunia industri secara umum adalah pengelasan GTAW (*Gas tungsten arc welding*). Metode GTAW banyak digunakan pada masa ini karena penggunaannya lebih praktis, lebih mudah pengoperasiannya, dapat digunakan untuk segala macam posisi pengelasan dan lebih efisien [2,3]

Material *stainless Steel* (SUS 201) untuk saat ini banyak digunakan untuk pada perusahaan, salah satunya yaitu perusahaan kereta karena tingginya kandungan Mn (*manganese*) *stainless Steel* (SUS 201) tidak mudah berkarat, sifat anti korosi dan kekuatannya relatif rendah, sehingga harganya juga lebih rendah yang digunakan pada rel kereta api dan bisa juga digunakan untuk alat masak pada rumah tangga [4]

Adapun material yang penulis gunakan dalam penelitian ini adalah *stainless Steel* (SUS 201) dengan pengelasan GTAW (*Gas tungsten arc welding*) yang bertujuan untuk mengetahui ketangguhan sambungan hasil pengelasan material *stainless Steel* (SUS 201) dengan menggunakan metode *impact* terhadap hasil dari pengelasan tersebut apakah layak atau tidak untuk digunakan dalam dunia industri.

### 1.2 Tujuan Khusus

Adapun tujuan khusus dari penulisan skripsi ini antara lain:

1. Mengetahui ketangguhan dan struktur mikro pada material SUS 201
2. Mengetahui perbandingan ketangguhan dengan variasi arus

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun pokok masalah pembahas yang akan dibahas dalam “Pengaruh Arus Pengelasan GTAW Terhadap Ketangguhan dan Struktur Mikro Sambungan Las Pada Pengelasan Material SUS 201” yaitu:

1. Penelitian dilakukan secara eksperimental.
2. Pengelasan GTAW (*Gas tungsten arc welding*) dengan konstan arus 50, 100, 120 Ampere

3. Penelitian ini menggunakan bahan *stainless Steel* (SUS 201)
4. Pengujian impak menggunakan Standar ASTM E-23
5. Membuat kampuh V pada spesimen dengan sudut 60°
6. Hasil dari pengelasan akan dilakukan pengujian *impact*/kekuatan dan struktur mikro

## 2 Metoda Penelitian

### 2.1. Tempat Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini direncanakan selama 16 Minggu. Tempat penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Lhokseumawe, untuk pembuatan spesimen dan *set-up* peralatan, sedangkan untuk pengujian dilakukan dilaboratorium Uji Bahan Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

### 2.2. Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut.

Tabel 1 Bahan yang digunakan

No	Nama alat	Jumlah	Keterangan
1	Mesin las GTAW	1	Set
2	Gerinda tangan	1	Set
3	Jangka sorong	1	Buah
	Perlengkapan	1	Set
4	keselamatan kerja las		
5	Gergaji besi <i>hacksaw</i>	1	Buah
6	Kertas gosok	1	Buah
7	Palu	1	Buah
8	Sikat kawat	1	Buah

Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah material SUS 201, Elektroda jenis tungsten (Ewth-2), logam isi pengelasan.

### 2.3. Proses Pengelasan

#### 2.3.1 Pengelasan GTAW (*Root Pass*)

Dalam penelitian ini jenis las yang digunakan adalah GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) Sebelum proses pengelasan dimulai, SUS 201 yang sudah dibuat kampuh las tersebut harus dibersihkan dari kotoran seperti debu, minyak, oli atau gemuk, karat, air dan lain sebagainya untuk menghindari terjadinya cacat las. Selanjutnya SUS 201 dilas dengan las GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*) dengan prosedur Posisi Pengelasan di Bawah Tangan (*Down Hand*). Prosedur dan cara

pengelasan yang sesuai serta berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu. Prosedur dan cara pengelasan yang sesuai serta berdasarkan parameter-parameter yang sudah ditentukan yaitu:

1. Pengelasan kampuh V tunggal
2. Arus pengelasan 50 A, 100 A dan 160 A.
3. Elektroda jenis tungsten (Ewth-2)
4. Gas argon

Adapun langkah-langkah proses pengelasan GTAW pada material SUS 201 adalah sebagai berikut:

1. Mempersiapkan mesin las GTAW
2. Mempersiapkan benda yang akan dilas di meja las
3. Memposisikan pengelasan dengan posisi di bawah tangan
4. Mempersiapkan elektroda yang sesuai sesuai
5. Menyetel ampere meter yang akan digunakan untuk mengukur arus pada posisi jarum nol, kemudian salah satu penjepitnya dijepitkan pada kabel yang digunakan untuk menjepit elektroda. Mesin las dihidupkan dan elektroda digoreskan sampai menyela.
6. Setelah dilakukan pengelasan pada SUS 201 dilakukan proses pendinginan dengan suhu ruangan atau lebih dikenal dengan istilah *normalizing*.

### 2.4. Proses Pengujian

#### 2.4.1. Pengujian Impak Metode Charpy

Proses pengujian impak dilakukan pada semua material, 1 pada material yang belum dilakukan pengelasan dan 9 material yang telah dilakukan proses pengelasan. Adapun prosedur yang dilakukan adalah sebagai berikut :

Langkah-langkah pengujian impak metode charpy sebagai berikut:

1. Dengan menggunakan jangka sorong lakukan pengukuran luas area dibawah takik dari sampel uji. Catat hasil pengukuran didalam lembar data.
2. Menghidupkan kompresor dan tunggu tekanan sampai 6 bar.
3. Membuka *safety guard* mesin, siapkan mesin uji, pasang spesimen pada pemegangnya dan Angkat hammer dengan tangan dan pasang kunci.
4. Memastikan jarum penunjuk ke posisi 300 joule.
5. Meletakkan spesimen yang akan diuji pada tempat dudukan spesimen, atur posisi spesimen dan Tutup pengaman mesin (*safety guards*).

6. Menekan tombol yang terletak *disafety guards*, lalu pendulum memukul spesimen uji.
7. Setelah itu bawa pendulum dengan hati-hati keposisi semula dengan menarik pendulum break secara perlahan.
8. Membaca posisi jarum dan baca skala dial, catat hasil pembacaan.
9. Mengambil benda uji dan amatilah permukaan patahannya didalam lembar data.
10. Mengulangi pengujian untuk sampel-sampel lainnya.

#### 2.4.2. Pengujian Struktur Mikro

Beberapa tahap dalam persiapan yaitu:

##### 1. Pemotongan benda uji

Pemotongan benda uji untuk dapat memudahkan dalam penelitian, maka benda uji dipotong menggunakan alat potong.

##### 2. Mounting

Setelah dipotong kemudian benda uji di *mounting*, yang bertujuan agar memudahkan pengoperasian selama preparasi (*grinding* dan *polishing*).

##### 3. Grinding

Setelah benda uji di *mounting* baru kemudian diampas secara berurutan dari yang kasar sampai yang halus memakai kekerasan kertas amplas dengan nomor : 240, 320, 400, 600, 800, 1000, 1200 dan 1500. Kertas amplas terbuat dari bahan aluminium *oxide water proof*. Dalam proses *grinding* harus selalu dialiri air bersih secara terus menerus dengan tujuan menghindari timbulnya panas dipermukaan benda uji yang kontak secara langsung dengan kertas amplas dan juga untuk menghilangkan partikel-partikel bahan *abrasive* yang menempel pada permukaan benda uji.

##### 4. Polishing

Dalam memoles digunakan kain poles beludru dan mesin poles. Kain beludru ditempelkan pada piringan yang berputar pada mesin poles, kemudian kain diberi pasta alumina berupa partikel abrasif yang sangat halus. Selama pemolesan benda uji digerakkan kedepan, kebelakang dan berputar dengan tujuan agar partikel-partikel *abrasive* dapat terdistribusi dengan merata diatas piringan poles. Setiap satu langkah pemolesan berakhir, benda uji harus selalu dicuci dan dibersihkan, yaitu dengan menggunakan *alcohol* lalu dikeringkan dengan udara hangat (*hair dryer*).

Benda uji yang sudah dipoles kemudian diperiksa dibawa mikroskop untuk dilihat apakah masih ada goresan-goresan, inklusi non logam, retakan dan lain-lain. Apabila masih terdapat

goresan, retakan dan lain-lain maka benda uji harus dipoles kembali. *Polishing* akan berakhir bila sudah diperoleh permukaan benda uji yang bebas dari goresan, retakan dan permukaannya seperti cermin.

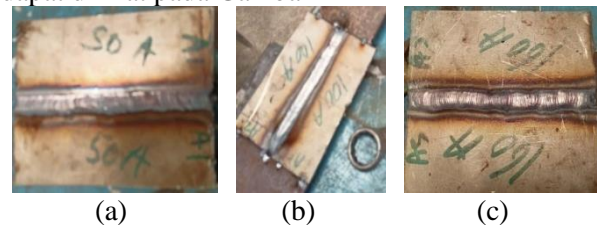
##### 5. Etsa

Setelah benda uji selesai dalam proses *polishing*, maka selanjutnya dilakukan pengetsaan. Dimana permukaan benda uji dicelup dengan waktu  $\pm 5$  detik menggunakan larutan Nital 5% (alkohol 95% 100 ml +  $\text{HNO}_3$  3 ml) setelah itu dibersihkan dengan air dan alkohol 95% kemudian dikeringkan dengan udara hangat (*hair dryer*), tujuannya agar terhindar dari oksidasi udara sekitar. Amati permukaan spesimen yang telah di etsa dengan mikroskop optik pada perbesaran 400x zoom. Pada pengujian ini, akan didapat perbedaan struktur mikro dari masing-masing benda uji.

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Hasil Pengelasan

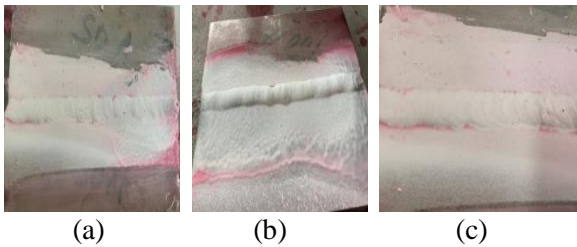
Setelah Proses pembuatan kampuh V selesai dengan sudut kampuh  $60^\circ$ , selanjutnya dilakukan proses pengelasan terhadap SUS 201 dengan pengelasan GTAW (Gas *Tungsten Arc Welding*) menggunakan elektroda tungsten (Ewth-2). Adapun hasil pengelasan SUS 201 dengan variasi arus pengelasan 50 A, 100 A, 160 A, sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1 Hasil pengelasan dengan arus (a) 50 A, (b) 100 A dan (c) 160 A

##### 3.1.1 Hasil Pengujian NDT *Liquid Penetrant*

Setelah melakukan pengelasan menggunakan mesin las GTAW (Gas *Tungsten Arc Welding*) maka langkah selanjutnya dilakukan pengujian penetran untuk mengetahui hasil pengelasan bebas dari cacat pengelasan. Adapun hasil pengujian penetran pada material SUS 201 hasil pengelasan GTAW (Gas *Tungsten Arc Welding*) sebagaimana dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 2 Hasil pengujian penetrasi pada arus (a) 50 A, (b) 100 A dan (c) 160 A

Metode pengujian *liquid penetrant* menyatakan bahwa kriteria standar untuk *discontinuity* yang terdapat pada hasil pengelasan harus bebas dari *linear indication*, *rounded indication* yang lebih besar dari 5 mm dan terdapat 4 atau lebih *rounded indication* dengan jarak 1.5 mm [5].

Berdasarkan hasil pengujian penetrasi pada material SUS 201 pada spesimen pengelasan GTAW (Gas Tungsten Arc Welding) tidak terjadi indikasi cacat pada permukaan hasil pengelasan. Dengan demikian dapat disimpulkan pengelasan material SUS 201 dengan variasi arus tidak terjadi cacat pada permukaan hasil pengelasan.

### 3.2. Hasil Pengujian Impak

Setelah melakukan pengelasan dan pengujian penetrasi maka selanjutnya dilakukan pengujian impact untuk mengetahui nilai ketangguhan dari material SUS 201 dengan menggunakan standar ASTM E-23 terhadap spesimen yang dilakukan pengelasan dengan variasi arus pengelasan 50 A, 100 A, 160 A, adapun hasil pengujian impact sebagaimana terlihat pada Tabel 2

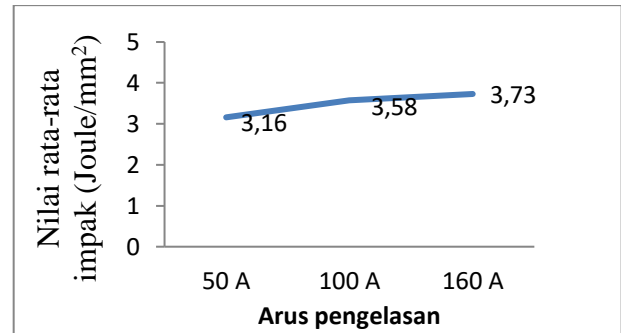
Tabel 2. Data hasil pengujian impact

No.	Bahan Uji	HI (Joule/mm <sup>2</sup> )
1	SUS 201 pengelasan GTAW 50A	3,16
2	SUS 201 pengelasan GTAW 100A	3,58
3	SUS 201 pengelasan GTAW 160A	3,73
4	Tanpa perlakuan	3,74

### 3.3. Pembahasan

#### 3.3.1. Analisa Pengaruh Arus Pengelasan GTAW Terhadap Ketangguhan SUS 201

Adapun harga nilai impact hasil pengelasan GTAW pada material SUS 201 dengan variasi arus pengelasan 50 A, 100 A, 160 A, sebagaimana terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Pengaruh arus pengelasan terhadap nilai harga impact hasil pengelasan GTAW

Berdasarkan Gambar 3 Dapat dilihat bahwa harga nilai impact material SUS 201 setelah dilakukan proses pengelasan dengan melakukan variasi arus pengelasan 50A, 100A dan 160A memiliki harga nilai impact secara berturut-turut adalah 3,16 Joule/mm<sup>2</sup>, 3,58 Joule/mm<sup>2</sup> dan 3,73 Joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan untuk energi yang diserap dari hasil pengujian impact dengan melakukan variasi arus pengelasan 50A, 100A dan 160A secara berturut-turut adalah 253 Joule, 286 Joule dan 298 Joule.

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan terhadap hasil pengujian impact pada material SUS 201, maka dapat dikatakan arus pengelasan terhadap harga nilai impact sangat berpengaruh yaitu dengan meningkatnya arus pengelasan maka harga nilai impact juga mengalami peningkatan, hal ini berbanding lurus dengan pernyataan Lancaster (1996), bahwa semakin banyak ferit maka mempunyai ketangguhan yang semakin tinggi. Sementara untuk pengujian *impact* variasi arus pengelasan 50 Ampere pada kampuh V, Nilai kekuatan impactnya mempunyai nilai yang paling kecil diantara variasi arus pengelasan yang lain yaitu sebesar 3,16 Joule/mm<sup>2</sup>. Hal ini dikarenakan persentase struktur mikro ferit tidak terlalu banyak dibandingkan dengan variasi arus lain

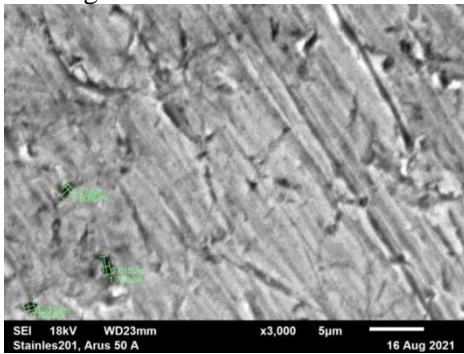
#### 3.3.2 Analisa Struktur Mikro

Analisa struktur mikro ini dilakukan pada dua arus pengelasan yaitu 50A dan 100A pada setiap arus pengelasan, pengamatan dilakukan pada dua bagian yakni *weld metal*, dan HAZ

##### 1. Struktur Mikro 50A

Untuk analisa struktur mikro pada arus pengelasan 50A dilakukan pembesaran sampai 3000x zoom untuk pada setiap bagian yang diamati. Adapun hasil pengamatan pada dua bagian yakni *weld metal*, dan HAZ.

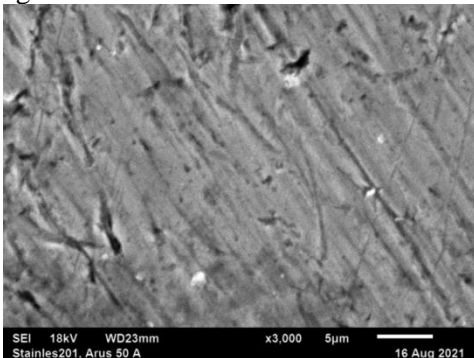
- a. Struktur mikro arus 50A pada bagian *weld metal* dengan 3000x zoom



Gambar 4 Struktur mikro daerah *weld metal* 50A

Foto struktur mikro daerah *weld metal* arus 50A terlihat pada gambar 4 mempunyai ferrit lebih dominan dibandingkan dengan perlite dimana ferrit berwarna terang menandakan bahwa SUS 201 bersifat tidak keras namun ulet sedangkan perlite berwarna gelap. Adapun persentase ferrit arus 50A pada bagian *weld metal* dengan 3000x zoom 0,045%

- b Struktur mikro arus 50A pada bagian HAZ dengan 3000x zoom



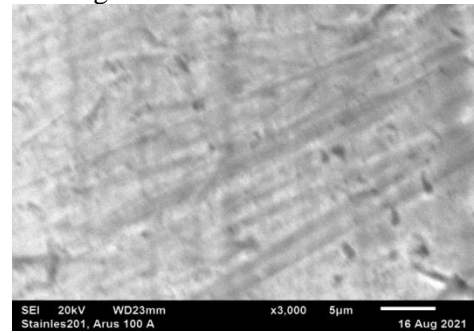
Gambar 5 Struktur mikro daerah HAZ 50A

Foto struktur mikro daerah HAZ dengan arus pengelasan 50A terlihat pada Gambar 5 juga mempunyai perlite lebih dominan dibandingkan dengan ferrit dari hasil pengelasan material SUS 201 dengan menggunakan proses pengelasan GTAW (*Gas Tungsten Arc Welding*). Adapun presentase perlite arus pengelasan 50A pada bagian HAZ dengan 3000x zoom 0,55%

## 2. Struktur Mikro 100A

Untuk analisa struktur mikro pada arus pengelasan 100A dilakukan pembesaran sampai 3000x zoom untuk pada setiap bagian yang diamati. Adapun hasil pengamatan pada dua bagian yakni *weld metal*, dan HAZ.

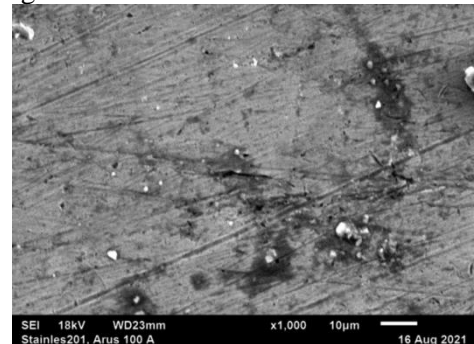
- a. Struktur mikro arus 100A pada bagian *weld metal* dengan 3000x zoom



Gambar 6 Struktur mikro daerah *weld metal* 100A

Foto struktur mikro daerah *weld metal* dengan arus 100A terlihat pada Gambar 6 mempunyai ferrit 0,060% sedikit lebih dominan dibandingkan dengan perlite 0,035% dimana ferrit pada logam berwarna terang yang menandakan bahwa baja bersifat tidak keras namun ulet. Dengan demikian untuk struktur mikro pada arus pengelasan 50A dan 100A di bagian *weld metal* memiliki sifat yang sama baik dari segi ferrit dan perlite maupun bentuk patahan.

- b. Struktur mikro arus 100A pada bagian HAZ dengan 3000x zoom



Gambar 7 Struktur mikro daerah HAZ 100A

Foto struktur mikro daerah HAZ arus 100 ampere terlihat pada gambar 7 mempunyai ferrit 0,070% lebih dominan dibandingkan dengan perlite 0,020% pada daerah HAZ dengan arus pengelasan 100 ampere memiliki daerah perlite yang lebih sedikit dibandingkan dengan daerah HAZ pada arus 50 ampere.

## 4 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil setelah melakukan pengujian terhadap pengaruh arus pengelasan GTAW terhadap ketangguhan dan struktur mikro sambungan las pada material SUS 201 sebagai berikut :

1. Arus yang digunakan untuk melakukan pengelasan pada material SUS 201 adalah 50A, 100A dan 160A.
2. Pengujian impak pada material SUS 201 menggunakan standar ASTM E-23
3. Dari hasil pengujian impak semakin tinggi arus pengelasan maka semakin tinggi nilai harga impak yang didapatkan, dengan demikian dapat dikatakan arus pengelasan berbanding lurus dengan arus pengelasan. Adapun jenis patahan yang dihasil dari pengelasan tersebut adalah patahan campuran.
4. Dari hasil pengamatan struktur mikro pada material SUS 201 didapatkan fasa ferrit dan perlit pada arus pengelasan 50A untuk bagian weld metal ferrit lebih dominan dibandingkan dengan perlit sedangkan pada bagian HAZ perlit lebih dominan dibandingkan dengan ferrit. Adapun untuk arus pengelasan 100A pada bagian weld metal ferrit 0,060% sedikit lebih dominan dibandingkan dengan perlit 0,035% sedangkan pada bagian HAZ mempunyai ferrit 0,070% lebih dominan dibandingkan dengan perlit 0,020%.

## 5 DaftarPustaka

- [1] H. Hamdani, A. S. Ismy, and M. Rizki, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW terhadap Sifat Mekanik pada Carbon Steel A53 GR B," *J. Teknol.*, vol. 22, no. 2, pp. 99–103, 2022.
- [2] Mustafa. Pengaruh Variasi Arus Pengelasan GTAW Terhadap Sifat Mekanis Pada Pipa Baja Karbon ASTM A 106. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Taduloka. 2017.
- [3] H. Hamdani, A. S. Ismy, and M. Rizki, "Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Kombinasi GTAW dan SMAW terhadap Sifat Mekanik pada Carbon Steel A53 GR B," *J. Teknol.*, vol. 22, no. 2, pp. 99–103, 2022.
- [4] Raharjo, R. Tingkat Kekerasan Permukaan Stainless Steel 316L Akibat Tekanan Steel ball peening. *Proceening Seminar Nasional TahunanTeknik Mesin XIV(SNTTM XIV)*.2015.
- [5] Herizal, Hasrin, Hanif. Analisa Pengaruh Proses GTAW Dan SMAW Terhadap Ketangguhan Sambungan Pengelasan Material AISI 1050. Jurusan Teknik Mesin

Politeknik Negeri Lhokseumawe. Journal of Welding Technology. Volume 2, No. 1, June. 2020.