

PENGARUH MEDIA PENDINGINAN PADA PROSES PENGELASAN SMAW MATERIAL BAJA SS400 TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN STRUKTUR MIKRO

Hasan Bisri

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: hasan.19092@mhs.unesa.ac.id

Yunus

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
E-mail: yunus@unesa.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini kita akan mencari tahu pengaruh variasi media pendingin air, *gel* lidah buaya, dan batang pohon pisang terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro hasil pengelasan material baja SS400 dengan menggunakan proses las SMAW. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan eksperimen. Pendekatan ANOVA satu arah dan uji-T sampel keduanya digunakan untuk menilai data eksperimen. Hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa variasi media pendingin berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan struktur mikro hasil pengelasan material baja SS400 dengan menggunakan proses las SMAW.

Kata Kunci: Pengelasan SMAW, Variasi media pendingin, Baja SS400, Kekuatan tarik, Struktur mikro.

Abstract

In this study, we will find out the effect of variations of water cooling media, aloe vera gel, and banana tree trunks on the tensile strength and microstructure of SS400 steel material welding using the SMAW welding process. This study uses a quantitative approach with experiments. The one-way ANOVA approach and the sample T-test were both used to assess the experimental data. The results of this study indicate that variations in cooling media affect the tensile strength and microstructure of SS400 steel welding results using the SMAW welding process.

Keywords: SMAW Welding, Variation of cooling medium, SS400 steel, Tensile strength, Microstructure.

PENDAHULUAN

Teknik pengelasan banyak digunakan untuk penyambungan antar batang pada konstruksi mesin dan konstruksi bangunan baja. Pada proses pembuatan sambungan dibuat menggunakan teknik pengelasan yang lebih ringan dan sederhana. Penerapan proses pengelasan dalam industri konstruksi sangat luas dan mencakup rangka baja, kapal, jembatan, jaringan pipa, dan banyak lagi. Pengelasan disisi lain juga digunakan sebagai fungsi reparasi misalnya untuk mengisi lubang hasil coran, pada perkakas membuat lapisan keras, menambal bagian yang aus dan seterusnya.

Deutsche Industrie Normen (DIN) dalam Harsono dkk (1991:1), mendefinisikan bahwa "Las adalah ikatan metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan lumer atau cair". Hal inilah yang menginovasi teknik lasan ditekankan terhadap kecepatan produksi dan kualitas supaya mampu meningkatkan efisiensi dan menekan biaya produksi.

Menurut *American Welding Society (AWS)* las merupakan teknik penyambungan logam melalui pemanasan lokal sampai titik leleh dengan atau tanpa tekanan dan dengan atau tanpa logam pengisi. Pada kesempatan ini peneliti menggunakan las SMAW (*Shield Metal Arc Welding*), yakni proses penyambungan logam

menggunakan energi panas untuk mencairkan material dan elektroda sebagai pengisinya dari sambungan dua buah material tersebut.

Beberapa produsen logam saat ini menggunakan oli sebagai variasi pendingin yang dianggap *cooling rate* nya paling cocok bagi terbentuknya jumlah martensit. Secara ekonomis oli tidak ramah lingkungan, maka dari itu saya sebagai peneliti ingin menggunakan media pendingin yang berasal dari cairan tumbuhan. Hal yang mempunyai daya tarik tersendiri bagi peneliti untuk mencoba hal baru tentang media pendinginan las dengan tumbuh-tumbuhan alami yang pada dasarnya ramah lingkungan, dengan lidah buaya, batang pohon pisang, dan air sebagai satu media pembanding non-tumbuhan diantara kedua media pendinginannya. Namun dengan media pendingin yang berasal dari tumbuh-tumbuhan diharapkan tetap dapat meningkatkan kekuatan struktur logam yang digunakan. Khususnya baja karbon rendah SS 400. Kadar karbon Baja SS 400 rendah yaitu dibawah 0,3 % dan ada sedikit kandungan silikonnya. Sifatnya yang ulet dan tangguh, sehingga baja karbon rendah dibidang perkapalan merupakan bahan utama pembuatan konstruksi lambung kapal.

Dari latar belakang diatas menjadikan dasar logika bagi penulis supaya tahu hasil pengaruh variasi media

pendingin dari bahan ramah lingkungan yaitu tumbuhan *gel* lidah buaya, batang pohon pisang, dan air terhadap kuat tarik dan mikro struktur pada sambungan pengelasan SMAW material SS400.

METODE

Pendekatan eksperimental dengan jenis penelitian kuantitatif yang digunakan dalam pekerjaan ini berusaha untuk memperoleh data yang valid sesuai dengan karakteristik variable. Pengujian eksperimental dipilih untuk menguji dengan benar pengaruh media pendinginan terhadap proses pengelasan SMAW material baja SS400 pada kekuatan tarik dan struktur mikro. Media yang digunakan *gel* lidah buaya, batang pohon pisang, dan air sebagai media pendingin pada sambungan las SMAW bahan SS400 untuk mengetahui kekuatan sambungan dan struktur mikronya menggunakan pengujian tarik. Supaya data hasil penelitian dapat bermanfaat untuk bidang industri maupun akademik.

Waktu dan Tempat Penelitian

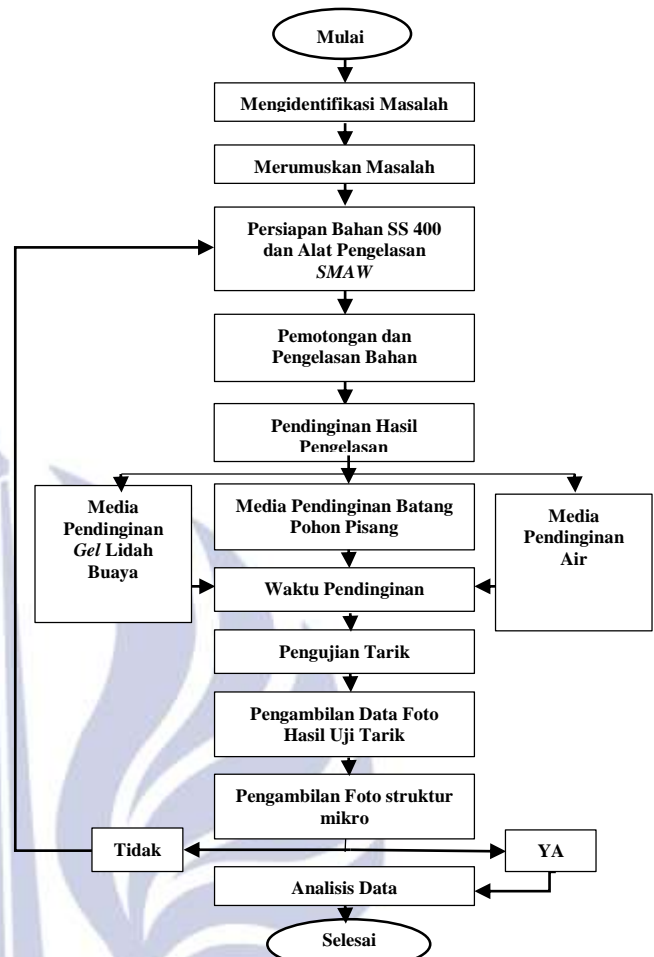
- **Waktu**
Penelitian dilaksanakan pada 1 Juli – 25 September 2022.
- **Tempat**
Penelitian dilaksanakan pada dua tempat yang berbeda, yakni:
 - Proses las dilaksanakan di Universitas Negeri Yogyakarta
 - Proses uji kuat tarik dan struktur mikro dilaksanakan di POLINEMA.

Variabel Penelitian

- **Variabel Bebas**
Variabel bebas pada penelitian ini yaitu variasi media gel lidah buaya, batang pohon pisang, dan air.
- **Variabel Terikat**
Variabel terikat pada penelitian ini yaitu nilai dari pengujian tarik dan pengujian struktur mikro.
- **Variabel Kontrol**
Variabel kontrol dalam penelitian ini yaitu:
 - Jenis Material Baja SS 400.
 - Alat Uji Kekerasan menggunakan *Tensile Test*.
 - Pengujian struktur mikro dilaksanakan di Laboratorium Bahan Polinema.
 - Jenis elektroda yang digunakan E7016 dan E7018
 - Proses pengelasan SMAW dengan posisi 3G dan arus 90 A.
 - Welder yang bersertifikasi.
 - Waktu yang digunakan 10 menit selama pendinginan.

Rancangan Penelitian

Tahap ini merupakan uraian tentang langkah-langkah yang digunakan oleh peneliti untuk pengumpulan dan analisis data. Berikut rancangan penelitian yang disajikan dalam bentuk flowchart:



Gambar 1. Flowchart Penelitian

Pengelasan Bahan

- **Persiapan Bahan**
Menyiapkan plat baja ss400 yang akan dilas dengan membuat kampuh v bersudut 35° dan menyiapkan media pendinginan hasil pengelasan.
- **Proses pengelasan SMAW.**
Proses pengelasan dengan 3G terdapat 3 tahapan bagian yaitu *root weld*, *filler*, dan *cover*. Sebelum pengelasan *root*, untuk mempermudah proses pengelasan dilakukan *tack weld*. *Tack weld* sendiri merupakan teknik membuat lasan pendek titik-titik yang terisolasi untuk menahan dua atau lebih logam bersama pada posisinya selama proses fabrikasi. Menggunakan kode elektroda pengelasan *root* menggunakan E7016, sedangkan *filler* dan *cover* menggunakan E7018.

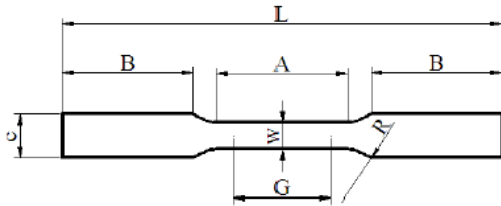
Proses Pendinginan

Proses pendinginan dilakukan setelah proses pengelasan pada baja ss400 menggunakan 3 media pendingin antara lain *gel* lidah buaya, batang pohon pisang dan air selama 10 menit

σ : Tegangan maksimum (N/mm²)

Pembuatan Spesimen

Spesimen dilakukan dengan pemotongan plat baja ss400 dengan dimensi 200 x 20 x 10 mm kemudian disesuaikan standar ASTM E8 menggunakan milling sebanyak 30 potong.



Gambar 2. Standar ASTM E8

Keterangan dimensi spesimen uji tarik :

- L (Overall Length) : 200 mm
- C (Width of grip section) : 20 mm
- W (width) : 12.5 mm
- T (Thickness) : 10 mm
- R (Radius of fillet) : 12.5 mm
- A (Length of reduced section) : 57 mm

Pengujian Kekuatan Tarik

Pengambilan data dengan melakukan penelitian eksperimen pengaruh variasi media pendingin hasil pengelasan SMAW bahan SS400 terhadap kekuatan Tarik, data yang diperoleh sebagai berikut:

- a. Rumus perhitungan tegangan tarik maksimum yaitu tegangan yang terjadi akibat adanya gaya Tarik.

$$\text{Rumus : } \sigma = \frac{P}{A}$$

Keterangan :

σ : Tegangan Tarik Maksimum (N/mm²)

P : Beban tarikan (N)

A : Luas Penampang Awal (mm²)

- b. Rumus perhitungan regangan tarik yaitu perubahan ukuran benda disebabkan gaya pada kesetimbangan berbanding dengan ukuran awal.

$$\text{Rumus : } \mathcal{E} = \frac{\Delta \ell}{\ell_0} \times 100\%$$

$$\mathcal{E} = \frac{\ell_1 - \ell_0}{\ell_0} \times 100\%$$

Keterangan :

\mathcal{E} : Regangan (%)

$\Delta \ell$: Pertambahan Panjang (mm)

ℓ_0 : Panjang Mula (mm)

ℓ_1 : Panjang Sesudah Patah (mm)

- c. Rumus modulus elastisitas

Yakni ukuran kekakuan dari suatu bahan dalam grafik tegangan dengan regangan.

$$\text{Rumus : } E = \frac{\sigma}{\mathcal{E}}$$

Keterangan :

E : Elastisitas (MPa)

\mathcal{E} : Regangan (%)

Hasil yang diperoleh dari uji tarik sangat penting untuk rekayasa teknik dan desain produk karena menghasilkan data kekuatan material. (Sumber : R. Setiaji, "Pengujian Tarik," Jakarta: Laboratorium Metalurgi Fisik FTUI, 2009.)

Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui keuletan sambungan las dengan media pendinginan gel lidah buaya, batang pohon pisang, dan air setelah mengalami uji tarik. Berikut langkah dalam menggunakan mikroskop optik dalam melihat struktur mikro.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Tarik

Uji Tarik dilaksanakan di laborat Bahan Teknik Mesin POLINEMA pada tanggal 22 agustus 2022. Setelah dilakukan pengujian, data yang diperoleh dari hasil uji tarik berupa perpanjangan material dan beban maksimal. Perhitungan sesuai rumus uji tarik digunakan untuk memperoleh nilai tegangan tarik maksimum, regangan dan modulus elastisitas dapat dilihat pada tabel berikut ini:

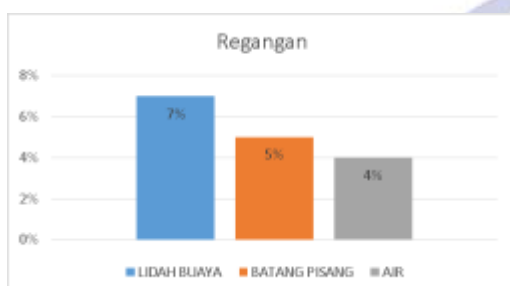
Tabel 1. Hasil Uji Kekuatan Tarik

Media Pendingin	Beban (N)	Tegangan Tarik (N/mm ²)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)	
Gel Lidah Buaya	A1	58673,19	478,965	7%	6818,004
	A2	54109,17	482,130	7%	6972,230
	A3	52145,88	494,009	8%	6273,133
	A4	53340,33	489,217	8%	6103,771
	A5	56127,38	485,402	8%	6407,954
	A6	56109,73	503,270	7%	6741,723
	A7	54744,64	498,430	7%	7207,951
	A8	54730,91	490,902	7%	7213,850
	A9	54740,72	473,410	7%	6525,297
	A10	54791,71	473,851	8%	6110,269
Rata-rata	54951,37	486,959	7%	6637,418	
Batang Pohon Pisang	B1	49143,08	444,994	5%	9427,838
	B2	53236,38	470,481	4%	1097,710
	B3	53722,79	459,902	5%	10197,380
	B4	52865,69	454,150	5%	9581,223
	B5	51936,02	439,058	4%	10814,241
	B6	53501,16	458,344	5%	9931,622
	B7	51429,99	422,060	5%	9047,367
	B8	53459,97	449,963	6%	8035,061
	B9	54470,06	460,481	5%	8559,118
	B10	53597,26	452,168	5%	8953,819
Rata-rata	52736,24	451,160	5%	9552,738	
Air	C1	50157,09	420,276	4%	11593,823
	C2	50255,16	428,090	4%	11825,702
	C3	50145,32	443,021	4%	10898,416
	C4	50378,72	449,884	4%	11715,727
	C5	50488,56	431,572	4%	12295,505
	C6	50400,30	441,768	4%	11843,657
	C7	50592,51	443,532	4%	10924,445
	C8	50916,13	437,164	4%	10483,555
	C9	52138,04	444,795	4%	10955,553
	C10	51016,15	443,186	4%	10627,951
Rata-rata	50648,80	438,329	4%	11316,433	

Berdasarkan hasil uji kekuatan tarik diatas kemudian diolah dan didapatkan rata-rata nilai pada grafik perbandingan berikut:



Gambar 3. Grafik perbandingan kuat tarik



Gambar 4. Grafik perbandingan regangan



Gambar 5. Grafik perbandingan modulus elastisitas

Pada grafik diagram diatas sambungan las baja ss400 dengan menggunakan media pendingin *gel* lidah buaya (*Barbadensis*) mempunyai rata-rata nilai tegangan tarik 486,959 N/mm², rata-rata nilai regangan sebesar 7%, dan rata-rata nilai modulus elastisitas 6637,418 MPa. Kemudian sambungan las baja ss400 dengan menggunakan media pendingin batang pohon pisang mempunyai rata-rata tegangan tarik 451,160 N/mm², rata-rata nilai regangan 5%, dan rata-rata nilai modulus elastisitas 9552,738 MPa. Sedangkan untuk sambungan las baja ss400 dengan media pendingin air sumur memiliki rata-rata nilai tegangan tarik 438,329 N/mm², rata-rata nilai regangan 4%, serta rata-rata nilai modulus elastisitas 11316,433 MPa.

Hasil Uji Struktur Mikro

Uji struktur mikro dari las SMAW pada bahan ss400 dilakukan laboratorium bahan teknik mesin di POLINEMA. Spesimen hasil uji tarik 3 variasi media pendinginan yang berbeda dipotong menggunakan gergaji tangan agar tak terjadi perlakuan panas yang berlebih sehingga menyebabkan spesimen memuai. Kemudian benda diratakan sisi-sisinya supaya specimen halus dan tampak kandungan materialnya. Setelah itu specimen digosok salah satu permukaannya sampai halus dengan grit 240, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1500, dan 2000. Spesimen dibersihkan dengan kain, lalu dilakukan etching dengan larutan nital sebesar 2% dengan komposisi HNO₃ (asam nitrat) sekitar 5 ml dan etanol 95 ml ditetaskan pada permukaan yang dikehendaki. Kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro. Data yang didapat dari uji struktur mikro adalah gambar struktur daerah HAZ, *weld metal*, dan RAW Material.

Tabel 2. Hasil Uji Foto Mikro

Daerah	Foto Mikro perbesaran 363 μ		
	Ge/ Lidah Buaya	Batang Pohon Pisang	Air
HAZ			
Weld Metal			
RAW			

Berdasarkan foto mikro hasil las SMAW terhadap baja ss400 diatas diperoleh fasa perlit, ferit, dan bainit. Perubahan fasa terjadi pada daerah Haz dan *weld metal* namun daerah Raw tidak ada perubahan fasa karena material tidak terpengaruh oleh panas. Struktur mikro yang terbentuk diantaranya struktur ferit warnanya terang dan bersifat ulet, struktur mikro perlit warnanya gelap dan bersifat kaku, sedangkan struktur bainit merupakan campuran karbida dan ferit sehingga kekerasan bainit berada diantara kekerasan perlit dan martensit. Pada daerah Haz dan *weld metal* pendingin *gel* lidah buaya fasa

yang terbentuk perlit dan ferit. Ferit cenderung mendominasi daripada perlit akibatnya material bersifat kuat dan ulet. Pendingin batang pohon pisang fasa yang terbentuk bainit dan perlit pada daerah Haz dan *weld metal*. Perlit lebih mendominasi daripada bainit sehingga material bersifat agak keras dan getas. Pendingin air fasa yang terbentuk adalah bainit dan perlit pada daerah Haz dan *weld metal*. Bainit lebih mendominasi dibanding perlit sehingga material bersifat lebih keras dan getas dibanding material yang didinginkan batang pohon pisang.

SIMPULAN

Berdasar pada penelitian serta pembahasan pengaruh media pendinginan proses las SMAW material baja ss400 pada kekuatan tarik dan struktur mikro, maka hasilnya disimpulkan bahwa :

- Hasil uji tarik dengan 3 media pendingin proses pengelasan SMAW pada baja ss400 diantaranya pendingin *gel* lidah buaya memiliki rata-rata kekuatan tarik tertinggi dengan nilai 486,959 N/mm², kemudian media pendingin batang pohon pisang memiliki rata-rata nilai kekuatan tarik terendah 438,329 N/mm² oleh media pendingin air sumur. Hasil ini menunjukkan variasi pendinginan memberikan pengaruh yang signifikan pada kekuatan tarik, karena semakin tinggi nilai viskositas pendinginnya maka semakin tinggi juga nilai kekuatan tariknya. Pendingin *gel* lidah buaya nilai viskositasnya tinggi, sehingga pendinginan lambat dan dapat memberikan kesempatan membentuk kristal.
- Hasil pengujian struktur mikro variasi 3 media pendingin pada proses pengelasan SMAW baja ss400 mampu mengubah struktur mikro hasil pengelasan. Pendinginan terbaik oleh *gel* lidah buaya untuk memperoleh struktur yang ulet dan kuat terhadap beban tarik. Daerah HAZ dan daerah *weld metal*, pendingin *gel* lidah buaya terdapat struktur feritnya dominan daripada perlit, akibatnya hasil lasan memiliki kekuatan tarik tinggi, bersifat lunak dan ulet. Sedangkan hasil pengelasan daerah HAZ dan *weld metal* pendingin batang pohon pisang terdapat struktur perlit lebih dominan dibanding bainit, sehingga hasil lasan memiliki kekuatan tarik yang rendah namun masih diatas pendingin air, bersifat keras dan getas. Kemudian hasil pengelasan daerah HAZ dan *weld metal* pendingin air sumur terdapat struktur perlit dan bainit (paling dominan), sehingga hasil lasan memiliki kekuatan tarik paling rendah, bersifat keras dan getas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya ucapkan terimakasih terhadap Bapak Dr. Soeryanto, M.Pd. sebagai Kajur Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Bapak Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. sebagai Kaprodi S1 Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Bapak Dr. Yunus, M.Pd. sebagai pembimbing skripsi, Bapak Iskandar S.T., M.T. sebagai penguji I, Ibu Bellina Yunitasari, M.Si. sebagai penguji II serta Kedua Orang tua saya dan keluarga yang selalu mendukung penuh dan do'a menyebabkan saya sebagai penulis mampu menuntaskan skripsi, teman-teman Teknik Mesin UNESA dan warkop tempat saya bersosial serta menyelesaikan skripsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Wirjosumarto, H. 2004. "Teknologi Pengelasan Logam". Jakarta : Pradnya Paramita.
- Maulana, Y. 2017. "Analisis Kekuatan Tarik Baja St37 Pasca Pengelasan dengan Variasi Media Pendingin Menggunakan Smaw," *Journal Scientific Of Mechanical Engineering* 1.2.
- Setiaji, R. 2009. "Pengujian Tarik". Jakarta: Laboratorium Metalurgi Fisik FTUI.
- B. Y. Febri, "Analisa Sifat Mekanik Hasil Pengelasan GMAW Baja SS 400 Studi Kasus di PT.INKA Madiun," Surabaya: Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin ITS, 2011.
- Zaenal, M. 2017. "Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda". *Jurnal Perkapalan*. Vol 14, No 1. Semarang: Universitas Diponegoro.
- "*Metallography and Microstructure*". 2009. ASM Metal Handbook Vol. 9.
- Surdia, T. S. Saito., 1992. "Pengetahuan Bahan Teknik Cetakan Kedua". Jakarta: PT Pradna Paramita.
- Sari, N. H. 2018. "Material Teknik. Cetakan Pertama," Yogyakarta: Deepublish.
- Beumer, B. J. S., B. S. A. Matondang. 1978. "Ilmu bahan Logam jilid 1". Jakarta: PT. Bharata Karya.
- Dimu, Roymons J. dkk. 2014. "Optimasi *Hardening* Baja Karbon Sedang dengan Fluida Getah Pohon Pisang Menggunakan Metode Taguchi." *Jurnal Rekayasa Mesin*. Vol.5, No.2. Malang: Universitas Brawijaya.
- Saputra, Hendi. dkk. 2014. "Analisis Pengaruh Media Pendingin Terhadap Kekuatan Tarik Baja ST37 Pasca Pengelasan Menggunakan Las Listrik". Universitas Lambung Mangkurat.
- Budiyanto, Eko. dkk. 2016. "*Hardening* Baja AISI 1045 Menggunakan *Gel Aloe Vera* Sebagai Media Pendingin". *Jurnal Rekayasa Mesin* Vol. 7, No. 2. Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Metro.
- Julian, Nanda. dkk. 2019. "Analisa Perbandingan Kekuatan Tarik pada Sambungan Las Baja SS 400

Pengelasan MAG Dengan Variasi Arus Pengelasan dan Media Pendingin Sebagai Material Lambung Kapal". Semarang: Universitas Diponegoro.

ASTM E8/E8M-09. 2009. "*Standard Specification for Aluminum and Aluminum-Alloy Sheet and Plate*". USA.

Azwinur, A.S. Isny, R. Nanda, Ferdiansyah. 2020. "Pengaruh Arus Pengelasan SMAW Terhadap Kekuatan Sambungan Las *Double Lap Joint* pada Material AISI 1050". *Journal of Welding Technology* 2(1): 1-7.

Asibeluo, I.S., dan E. Emifoniye. 2015. "*Effect of Arc Welding Current in the Mechanical Properties of A36 Carbon Steel Weld Joints*". *International Journal of Mechanical Engineering* 2(9):79-87.

Barsoum, Z., M. Khurshid. 2017. "*Ultimate Strength Capacity of Welded Joints in High Strength Steels*". *International Conference on Structural Integrity*. ICSI. Madeira. 1401-1408.

Syaripuddin, I. Basori, Y.M. Mandala. 2014. "Pengaruh Jenis Kampuh Las Terhadap Kekuatan Tarik Baja Paduan Rendah (ASTM A36) Menggunakan Las SMAW". *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur* 2(1): 94-97.

Herman M.Phil.Eng, Dr. Ir. Yuwono Akhmad. 2009. "Buku Panduan Praktikum Karakterisasi Material 1 Pengujian Merusak (*Destructive Testing*)". Universitas Indonesia.

