

Analisis Laju Korosi Sambungan Baja ASTM-A36 dengan Variasi Arus Pengelasan dalam Media Air Laut

Corrosion Rate Analysis of ASTM-A36 Steel Joints with Variation of Welding Current in Seawater Media

¹ Octaviani Siregar, ^{2*}Fauzi Widyawati, ³Syamsul Hidayat

¹Program Studi Teknik Metalurgi, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Olat Maras, Sumbawa Besar, NTB

² Program Studi Teknik Metalurgi, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Olat Maras, Sumbawa Besar, NTB

³Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Teknologi Sumbawa, Jl. Olat Maras, Sumbawa Besar, NTB
e-mail: fauzi.widyawati@uts.ac.id

Received: 29 Agustus 2023

Accepted: 07 Oktober 2023

Abstract

Steel plate is a component that has an important role in making the design, especially on the hull of the ship. In the manufacture of shipbuilding, it is impossible to form without the welding process. Welded steel will experience changes in grain size differences which result in the emergence of anode and cathode areas which are potential for corrosion. This study aims to examine the corrosion behavior of ASTM A36 steel which has been welded using SMAW welding with variations in welding current in seawater medium for seven days. To study the corrosion properties of ASTM A36 steel welds, 15 specimens were welded with 5 variations of welding current, namely 60 A, 70 A, 80 A, 90 A, and 100 A. Corrosion was measured according to the ASTM G31-72 standard with the weight loss method. The results showed that the most efficient welding current was at a welding current of 70 A with an average corrosion rate of 20.8970 mpy. The highest corrosion rate was found in the welding current sample of 100 A with an average corrosion rate of 28.2327 mpy.

Keywords: ASTM A36, SMAW, Welding, Corrosion, Seawater,

Abstrak

Pelat baja merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam pembuatan rancang bangun terutama pada bagian lambung kapal. Pada pembuatan bangunan kapal tidak mungkin terbentuk tanpa adanya proses las. Baja yang dilas akan mengalami perubahan perbedaan ukuran butir yang berakibat timbulnya daerah anoda dan katoda yang merupakan potensi terjadinya korosi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perilaku korosi yang pada baja ASTM A36 yang telah dilas menggunakan pengelasan SMAW dengan variasi arus pengelasan didalam medium air laut selama 7 hari. Untuk mempelajari sifat korosi hasil las baja ASTM A36, disiapkan 15 buah benda uji yang telah dilas dengan 5 variasi arus pengelasan yaitu 60 A, 70 A, 80 A, 90 A dan 100 A. Korosi diukur sesuai standar ASTM G31-72 dengan metode weight loss. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa arus pengelasan yang paling efisien adalah pada arus pengelasan 70 A dengan rata-rata laju korosi 20,8970 mpy. Laju korosi paling tinggi terdapat pada sampel arus pengelasan 100 A dengan rata rata laju korosi 28,2327 mpy.

Kata Kunci: ASTM A36, SMAW, Pengelasan, Korosi, Air Laut

PENDAHULUAN

Dalam industri perkapalan, pelat baja merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam pembuatan rancang bangun terutama pada bagian lambung kapal. Pelat baja yang biasa digunakan pada lambung kapal adalah jenis ASTM 36. Baja ASTM A36 merupakan baja karbon rendah yang memiliki kekuatan yang tinggi, mudah dilas dan mudah diubah bentuk menggunakan proses permesinan (Ali dkk, 2019). Pada pembuatan bangunan kapal tidak mungkin terbentuk tanpa adanya proses las, pengelasan adalah proses metalurgi yang berdampak meningkatkan laju korosi. Lambung kapal merupakan bangunan yang cenderung terjadi korosi, hal tersebut dikarenakan lambung kapal langsung bereaksi dengan air laut yang bersifat korosif (Ngatmin dkk, 2019). Korosi adalah proses penurunan kualitas suatu logam akibat interaksinya dengan lingkungan maupun bahan kimia. Korosi pada logam tidak bisa dihentikan, akan tetapi peristiwanya dapat dikendalikan (Lestari dkk, 2018). Terjadi fenomena pada saat pengelasan yaitu proses masuknya panas pada sambungan las yang disebut dengan siklus panas las. Siklus panas las dapat menyebabkan adanya perbedaan tingkat energi bebas aktivasi logam di sekitar logam las. Akibatnya menghasilkan perbedaan ukuran butir yang berakibat timbulnya daerah anoda dan katoda yang merupakan potensi terjadinya korosi (Ali dan Thalib, 2016). Pemilihan variasi arus yang sesuai pada pengelasan akan memperlambat terjadinya korosi, sehingga akan memperkecil biaya perawatan dengan membandingkan laju korosi pada pemakaian arus yang berbeda dapat diketahui laju korosi yang paling minimum. Jenis las yang digunakan adalah *Shielded Metal Arc Welding* (SMAW), pengelasan SMAW merupakan pengelasan menggunakan busur nyala listrik sebagai panas pencair logamnya (Azwinur dan Muhazir, 2019). Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh pengaruh pengelasan dengan variasi arus pengelasan terhadap laju korosi pada sambungan pelat baja di lambung kapal. Penelitian ini menggunakan air laut sebagai medium korosi dengan pengujian weight loss.

METODE PENELITIAN

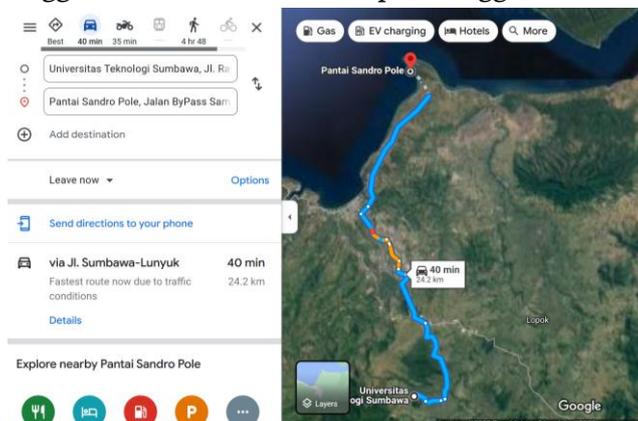
Pada penelitian ini dilakukan atas beberapa tahapan, yaitu studi litelatur, preparasi sampel, proses pengelasan, preparasi media korosi, perendaman sampel uji, dan analisis hasil pengujian. Analisis hasil pengujian yang dilakukan yaitu, pengujian *dye penetrant*, analisis laju korosi, dan analisis morfologi permukaan sampel.

1. Preparasi Sampel

preparasi sampel baja A36 dimulai dengan mengamplas plat baja menggunakan gerinda amplas dengan ukuran grid 80 dan gerinda sleet. Pengamplasan dilakukan sampai permukaan plat baja mengkilap yang bertujuan untuk menghilangkan lapisan *coating* yang melapisi permukaan plat baja A36. Setelah dilakukan pengamplasan sampel di potong dengan ukuran 200 mm x 30 mm x 4 mm dan dilakukan pengelasan dengan variasi arus pengelasan 60 Ampere, 70 Ampere, 80 Ampere, 90 Ampere dan 100 Ampere. Sampel yang telah dilas lalu dipotong dengan ukuran 60 mm x 30 mm. setelah itu sampel diamplas dengan grit 240, 400, 600, 800, 1000 dan 2000 hingga mengkilap. Pengamplasan ini bertujuan untuk menghilangkan lapisan oksida yang berada dipermukaan sampel. Material yang telah disiapkan akan dilakukan pengelasan dengan metode SMAW dengan elektroda E6013 yang mengacu pada *American Welding Society* (AWS).

2. Preparasi Media Korosi

Larutan yang digunakan sebagai media korosi adalah larutan air laut yang memiliki sifat korosif yang tinggi. Air laut yang digunakan berasal dari pantai Sandropole, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara Barat yang akan diuji kandungan salinitasnya dan besar pHnya. Pengujian salinitas menggunakan fraktometer dan pH menggunakan kertas pH.



Gambar 1. Lokasi pengambilan air laut media korosi

3. Perendaman Sampel Uji

Sampel yang telah dipreparasi dan dipotong hasil las nya serta sudah dibersihkan, lalu dicelupkan ke dalam media korosi yang telah disiapkan sebelumnya. Sampel direndam selama 7 hari. Setiap wadah diberi label agar memudahkan saat pendataan.

4. Pengujian Dye Penetrant

Pengujian cacat las dilakukan dengan pengujian *dye penetrant*. Pada pengujian ini menggunakan cairan cleaner, cairan penetran dan cairan *developer*. Sebelum dilakukan penetrasi sampel dibersihkan menggunakan cairan *cleaner* dan dikeringkan. Sampel yang telah dilakukan *pre-cleaning*, sampel disemprotkan cairan penetran dan ditunggu selama 1 menit. Sampel yang disemprotkan penetran dibersihkan dan dilap dengan kain yang telah dilembabkan dengan cairan *cleaner*. Setelah sampel bersih, disemprotkan cairan *developer* untuk mengetahui cacat. Cacat dapat diindikasikan dengan adanya cairan merah yang timbul setelah cairan *developer* disemprotkan

5. Perhitungan Laju Korosi

Penghitungan laju korosi dilakukan dengan menghitung pengurangan massa menggunakan metode kehilangan berat (weight loss) menggunakan rumus yang sesuai dengan ASTM G31-72 yaitu :

$$Cr = \frac{KW}{DAT} \quad (1)$$

Keterangan :

CR : *Corrosion Rate*/Laju Korosi (mpy)

W : Berat Hilang (gr)

K : Konstanta ($3,45 \times 10^6$)

A : Luas Permukaan (cm^2)

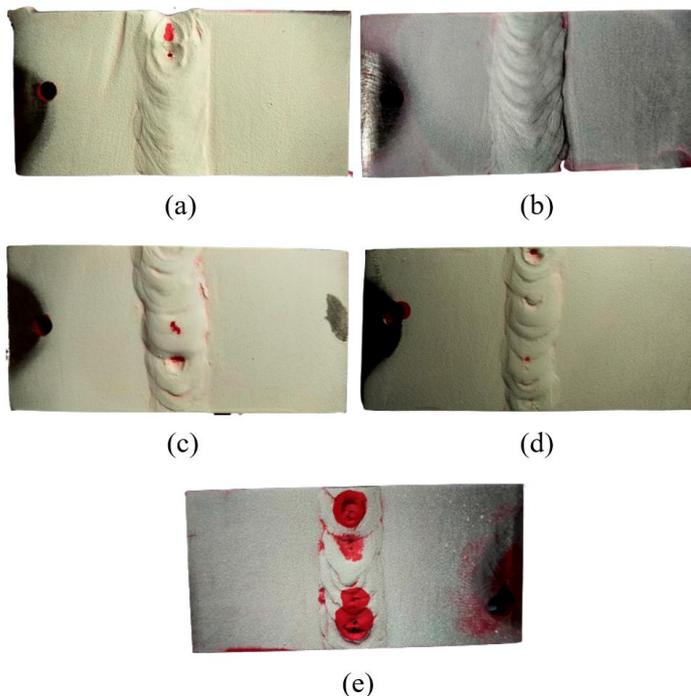
T : Waktu Perendaman (jam)

D : Densitas (gram/cm^3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Uji *Dye Penetrant*

Pengujian *dye penetrant* bertujuan untuk mengetahui apakah ada cacat atau tidak pada hasil lasan pada benda uji seperti terlihat di gambar 2.



Gambar 2. (a) Hasil Dye Penetrant 60 A; (b) Hasil Dye Penetrant 70 A; (c) Hasil Dye Penetrant 80 A; (d) Hasil Dye Penetrant 90 A; (e) Hasil Dye Penetrant 100 A.

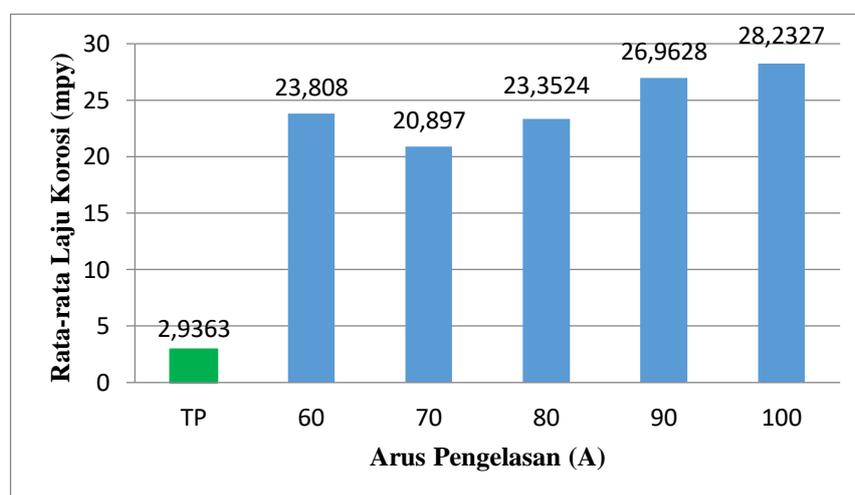
Pada hasil pengujian *dye penetrant* yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa pada sampel dengan arus pengelasan 70 ampere tidak memiliki cacat pengelasan sehingga laju korosi yang dihasilkan rendah. Pada sampel uji dengan arus pengelasan 100 ampere memiliki cacat las paling banyak sehingga laju korosi yang dihasilkan paling tinggi.

2. Hasil Perhitungan Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan cara merendam sampel selama 7 hari didalam medium korosif untuk menentukan besar massa yang hilang. Sebelum dilakukan perendaman, berat awal sampel dihitung terlebih dahulu. Setelah proses perendaman selesai, sampel diangkat lalu dibersihkan dengan sikat besi dan aseton. Sampel yang sudah bersih ditimbang untuk mengetahui berat akhir. Perhitungan laju korosi dilakukan dengan cara menghitung selisih antara berat awal dengan berat akhir sampel setelah direndam selama 7 hari menggunakan persamaan 1. Data perhitungan laju korosi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Perhitungan Laju Korosi

Sampel ke-	Arus Pengelasan (Ampere)	W ₀ (gr)	W _i (gr)	ΔW (gr)	Laju Korosi (mpy)	Rata-rata Laju Korosi (mpy)
1	Tanpa pengelasan (TP)	10,78	10,77	0,01	2,9363	2,9363
2	60 A	52,22	51,86	0,36	23,4571	23,8080
3		52,65	52,27	0,38	24,5659	
4		50,89	50,54	0,35	23,4011	
5	70 A	51,76	51,46	0,3	19,6994	20,897
6		52,24	51,90	0,34	22,1369	
7		50,54	50,23	0,31	20,8547	
8	80 A	47,33	47,03	0,3	21,5550	23,3524
9		44,35	44,07	0,28	21,4693	
10		47,88	47,5	0,38	27,0330	
11	90 A	46,22	45,87	0,35	25,7833	26,9628
12		47,55	47,16	0,39	27,9442	
13		48,91	48,52	0,39	27,1610	
14	100 A	44,89	44,39	0,5	38,0613	28,2327
15		45,42	45,11	0,31	23,2214	
16		46,48	46,18	0,32	23,4153	



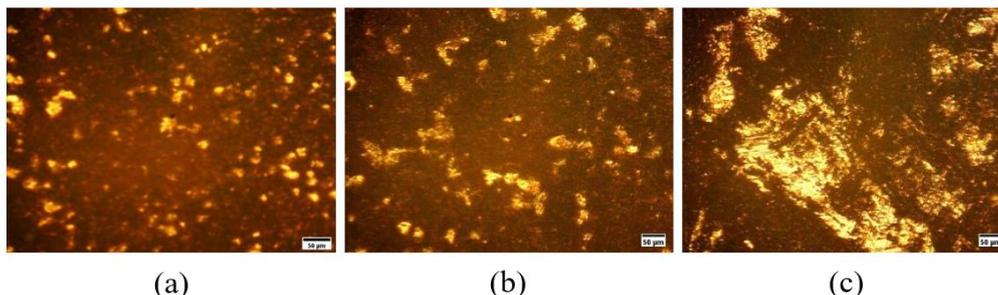
Gambar 3. Diagram Pengaruh Variasi Arus Pengelasan Terhadap Laju Korosi

Pada gambar 3 menunjukkan grafik laju korosi berdasarkan Tabel 1 menunjukkan bahwa ada pengaruh penambahan besar arus pengelasan terhadap laju korosi. Nilai laju korosi terendah pada arus pengelasan 70 Ampere sebesar 20,897 mpy dan yang paling tinggi sebesar 28,2327 mpy pada arus pengelasan 100 Ampere. Secara teori seharusnya laju korosi paling rendah berada pada arus pengelasan 60 Ampere. Tetapi pada penelitian ini, hasil

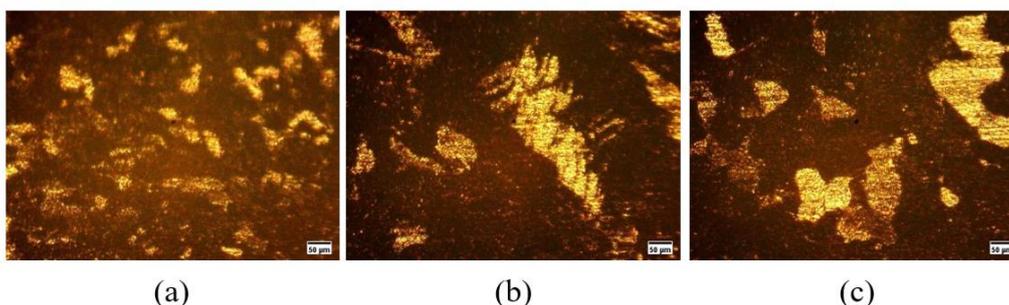
korosi paling rendah pada arus pengelasan 70 Ampere. Di mana terdapat perbedaan laju korosi yang jauh antara 60 Ampere dengan 70 Ampere. Dimana dari hasil uji day penetrasi yang telah dilakukan, dihasilkan bahwa pada sampel dengan pengelasan 70 ampere tidak memiliki cacat las, sedangkan sampel lainnya ada dan yang paling banyak pada sampel dengan temperatur 100 ampere. Faktor utama dari permasalahan diatas yaitu dari hasil pengelasannya. Ada banyak faktor yang mempengaruhi baik tidaknya mutu las-lasan, terutama las kabit yaitu keahlian/pengalaman dari welder yang kurang, bahan penambah/filler metal yang digunakan tidak sesuai, sehingga bahan penambah dan logam induk tidak mengikat, panas yang digunakan pada saat pengelasan tidak sesuai yang berakibat logam penambah tidak sepenuhnya memenuhi daerah yang akan dilas. Pori-pori ini bisa berada pada daerah sekitar permukaan hasil las-lasan maupun daerah ditengah-tengah hasil las (Warman, 2017). Sehingga pada penelitian ini, proses pengelasan belum terlaksanakan dengan baik.

3. Analisis Morfologi Permukaan Sampel Menggunakan Mikroskop Optik

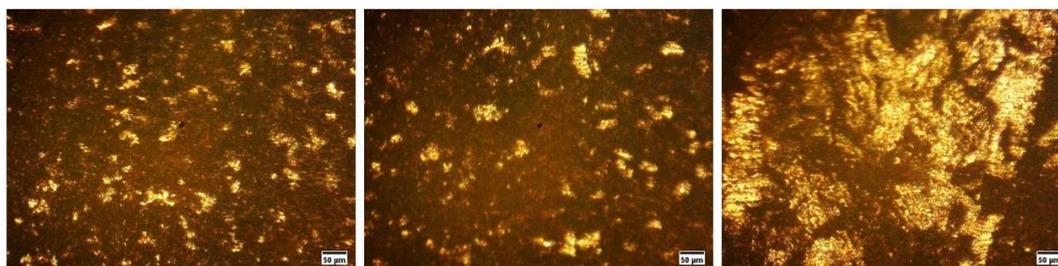
Analisis morfologi permukaan dilakukan setelah ada perlakuan pengelasan dengan variasi arus pengelasan dan sudah dilakukan perendaman selama 7 hari. Pengambilan gambar dilakukan menggunakan mikroskop optik, bertujuan untuk mengetahui perbedaan morfologi permukaan pada bagian logam dasar (*Base Metal*), daerah terpengaruh panas (*Heat Affected Zone* atau HAZ) dan logam las (*Weld Metal*).



Gambar 4. Morfologi permukaan sampel 60 A perbesaran 10 kali, (a) *Base Metal*; (b) HAZ; (c) *Weld Metal*.



Gambar 5. Morfologi permukaan sampel 70 A perbesaran 10 kali, (a) *Base Metal*; (b) HAZ; (c) *Weld Metal*.



(a) (b) (c)

Gambar 6. Morfologi permukaan sampel 80 A perbesaran 10 kali, (a) Base Metal; (b)HAZ; (c) Weld Metal.



(a) (b) (c)

Gambar 7. Morfologi permukaan sampel 90 A perbesaran 10 kali, (a) Base Metal; (b)HAZ; (c) Weld Metal.



(a) (b) (c)

Gambar 8. Morfologi permukaan sampel 100 A perbesaran 10 kali, (a) Base Metal; (b) HAZ; (c) Weld Metal.

Pada hasil penelitian yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa daerah base metal memiliki perbedaan dengan daerah HAZ dan weld metal. Hal tersebut dikarenakan daerah HAZ dan weld metal mengalami siklus termal saat proses pengelasan. Semakin besar panas yang masuk pada spesimen maka akan terjadi perluasan daerah HAZ dan merubah struktur mikro menjadi butir kasar (Wibowo dkk, 2020). Logam dasar menjadi bagian yang tidak terpengaruh panas selama pengelasan, sehingga tidak terjadi perubahan struktur dan sifat (Ridway dkk, 2016).

Dari hasil diatas dapat disimpulkan bahwa daerah base metal yang tidak terpengaruh panas tidak mempengaruhi struktur mikronya. Daerah HAZ dan *weld metal* yang terpengaruh oleh panas mengalami perubahan struktur mikro pada masing-masing daerah.

SIMPULAN DAN SARAN

Peningkatan arus pengelasan dapat meningkatkan laju korosi baja ASTM 36 di dalam medium air laut. Dengan laju korosi terendah pada arus pengelasan 70 Ampere dengan rata-rata laju korosi sebesar 20,897 mpy dan laju korosi tertinggi pada arus pengelasan 100 Ampere dengan rata-rata laju korosi sebesar 28,2327 mpy. Arus pengelasan berpengaruh terhadap struktur mikro pada daerah *Base Metal*, *Weld Metal* dan *HAZ (Heat Affected Zone)*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, Muhammad Sulton., Herman Praktikno, Wimala L. Dhanistha. 2019. Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 8, No. 1. ISSN: 2337-3539.
- Ali, N dan Thalib, S. 2016. Perilaku Korosi Logam Las dan Daerah Terpengaruh Panas pada Baja A36. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Rekayasa (SNTR) III. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- ASTM International ASTM G31-72. 2004. Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. United States.
- Azwinur dan Muhazir. 2019. Pengaruh Jenis Elektroda Pengelasan SMAW Terhadap Sifat Mekanik Material ss400. Jurnal Polimesin Vol 17 no 1. Politeknik Negeri Lhokseumawe. Banda Aceh.
- Firmansyah, 2020. Material Testing Uji Metalografi. Detech Material Testing Laboratory.
- Lestari, I., Rodyatunnisa, Sakinah, N., Mardiah. 2018. Studi Laju Korosi Logam Aluminium Dengan Penambahan Inhibitor Dari Ekstrak Daun Karamunting (*Rhodomyrtos Tomentosa*) Dalam Larutan NaOH. Jurnal Integrasi Proses. Vol. 7, No. 1. 26-31.
- Manurung, V. A., Wibowo, A., Wibowo, Y.T., & Baskoro, S. Y. 2020. Panduan. Metalografi. Jakarta: LP2M Politeknik Manufaktur Astra.
- Ngatmin, Purwanto, H., Riwayati, I. 2019. Analisa Laju Korosi Pada Plat Baja Lambung Kapal Dengan Umpan Anoda Karbon Aluminium. Momentum. Vol. 15, No 2. Hal 174-179.
- Pramono, B.B. 2019. Penggunaan Dye Penetrant dan Ultrasonic Testing Pada Kolimator Nikel Murni. Metode Non-Destructive Testing. Skripsi. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.
- Ridway, B., Kadir, A., Dedi, S. 2016. Analisis Pengaruh Arus Pengelasan Pada Sudut Elektroda 70° Terhadap Sifat Kekerasan dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Menggunakan JIG Welding. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin. Vol. 2. No 2. Pp. 186-191.
- Syukran. 2009. Uji Cairan Penetrant. Jurusan Teknik Mesin. Politeknik Negeri Lhokseumawe.
- Veranika, R.M., Fauzie, M.A., Ali, H., Solihin, M. 2019. Studi Pengaruh Variasi Elektroda E6013 dan E7018 Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekerasan Pada Bahan Baja Karbon Rendah. Vol. 7. No. 2. Jurnal Desiminasi Teknologi.
- Warman. 2017. Analisis Faktor Penyebab Cacat Pengelasan. Jurnal Mekanikal. Vol. 8. No. 2. 730-736.

Wibowo, H. Ilman, M. Iswanto, T. Priyo. 2016. Analisa *Heat Input* Pengelasan Terhadap Distorsi, Struktur Mikro dan Kekuatan Mekanis Baja A36. *Rekayasa Mesin*. Vol 7 No 1.5-12.