



**ANALISIS LAJU KOROSI BAJA A36 DALAM MEDIA AIR LAUT HASIL PROSES
PENGELASAN METODE FCAW DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN**

***CORROSION RATE ANALYSIS OF A36 STEEL IN SEA WATER MEDIA RESULTS OF THE
FCAW METHOD WELDING PROCESS WITH VARIATION OF IMMERSION TIME***

Fauzi Widyawati^{*1}, Syamsul Bahtiar¹, Syamsul Hidayat², Supianto Cibro¹

¹Program Studi Teknik Metalurgi, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas
Teknologi Sumbawa

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknologi Lingkungan dan Mineral, Universitas
Teknologi Sumbawa

Jl. Olat Maras Moyo Hulu 84371 West Nusa Tenggara West Nusa Tenggara

*e-mail : fauzi.widyawati@uts.ac.id

Abstrak

Air laut merupakan media korosi yang paling mudah mengkorosi material, terutama baja. Pada industri perkapalan, sebagian besar konstruksi kapal terbuat dari material baja yang akan kontak langsung dengan air laut dalam waktu yang lama. Sering kali korosi yang terbentuk di permukaan pelat, namun pada area sambungan las bisa saja terjadi kecacatan yang selain dipengaruhi oleh media korosi, juga dipengaruhi dari proses pengelasan. Sehingga dilakukan penelitian untuk melihat perbandingan laju korosi antara pelat baja yang diaplikasikan untuk lambung kapal, yaitu baja A36 tanpa pengelasan dan dengan pengelasan metode FCAW pada media korosi air laut. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kehilangan berat. Hasil Penelitian menunjukkan laju korosi pada sampel baja A36 tanpa pengelasan dari hari ke 21 hingga hari ke 42 adalah 0,0705 mm/y dan 0,1560 mm/y. Kedua sampel mengalami kenaikan laju korosi, namun pada hari ke 63 dan hari ke 84 mengalami penurunan laju korosi yaitu 0,1824 mm/y dan 0,1804 mm/y. Begitu pun dengan sampel baja A36 hasil pengelasan mengalami kenaikan laju korosi pada hari ke 21 dan hari 42 yaitu 0,1265 mm/y dan 0,2123 mm/y. Namun pada hari ke 63 dan hari ke 84 mengalami penurunan laju korosi yaitu 0,2066 dan 0,1977 mm/y. Sehingga, laju korosi yang didapat pada sampel baja A36 tanpa pengelasan lebih rendah dibandingkan sampel baja A36 hasil pengelasan. Hal ini terjadi karena kondisi media korosi sudah mencapai pada titik jenuh. Jenis korosi yang terjadi pada baja A36 tanpa dan dengan pengelasan menghasilkan jenis korosi merata dan korosi sumuran.

Kata kunci : baja A36, korosi, pengelasan FCAW, air laut, Sumbawa

Abstract

Seawater is the corrosion medium that is the easiest to corrode materials, especially steel. In the shipping industry, most of the ship construction is made of steel which will be in direct contact with sea water for a long time. Often corrosion is formed on the surface of the plate, but in the weld joint area, defects can occur which are not only affected by the corrosion medium, but also influenced by the welding process. So that a study was conducted to see the comparison of the corrosion rate between steel plates applied to the hull, namely A36 steel without welding and with FCAW welding methods on seawater corrosion media. The method used in this study is the weight loss method. The results showed that the corrosion rate in A36 steel samples without welding from day 21 to day 42 was 0.0705 mm/y and 0.1560 mm/y. Both samples experienced an increase in the corrosion rate, but on the 63rd day and 84th day the corrosion rate decreased, namely 0.1824 mm/y and 0.1804 mm/y. Likewise, the welded A36

steel samples experienced an increase in the corrosion rate on day 21 and day 42, namely 0.1265 mm/y and 0.2123 mm/y. However, on the 63 days and 84 days, the corrosion rate decreased, namely 0.2066 and 0.1977 mm/y. Thus, the corrosion rate obtained in the unwelded A36 steel sample is lower than the welded A36 steel sample. This happens because the condition of the corrosion media has reached the saturation point. The type of corrosion that occurs in A36 steel without and by welding produces an even type of corrosion and corrosion of the well.

Keywords: A36 Steel, corrosion, FCAW, sea water, Sumbawa

PENDAHULUAN

Dalam dunia yang modern ini perkembangan teknologi sangat berkembang pesat khususnya di bidang industri. Sehingga mengakibatkan banyak komponen-komponen material logam memiliki sifat yang berbeda-beda sesuai dengan tujuan pengaplikasiannya. Banyak logam berbasis besi yang komposisinya dimodifikasi dan ada pula yang diberikan perlakuan permesinan seperti pengelasan, contohnya pengelasan pada pembuatan perkapalan.

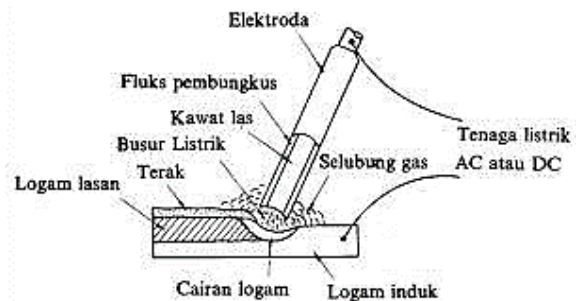
Pada industri perkapalan, sebagian besar bagian kapal dibuat dengan material baja karbon rendah (baja ASTM A36). Baja ASTM A36 memiliki sifat mekanik yang lunak sehingga memiliki keuletan dan ketangguhan sangat baik. Memiliki sifat mampu mesin dan kemampuan las yang baik, serta lebih tahan terhadap korosi. Baja ASTM A36 banyak diaplikasikan di bagian konstruksi perkapalan, seperti pada bagian lambung kapal. Pada Tabel 1 merupakan tabel komposisi kimia baja ASTM A36 yang umumnya digunakan untuk bagian lambung kapal.

Tabel 1. Komposisi kimia baja ASTM A36 (ASTM, 2004).

Komposisi (%)	Tabel Pelat (mm)				
	≤ 20	20 - 40	40 - 65	65 - 100	>100
Karbon (C), max	0,25	0,25	0,26	0,27	0,29
Mangan (Mn),max	-	-	0,18-1,20	0,08-1,20	0,08-1,20
Fosfor (P),max	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
Sulfur (S),max	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Silicon (Si),max	0,04	0,04	0,15 - 0,40	0,15 - 0,40	0,15 - 0,40
Tembaga (Cu), Jika di temukan	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20

Dalam proses pembuatan konstruksi, proses pengelasan berperan sangat penting. Pengelasan adalah sebuah ikatan metalurgi pada sambungan

logam atau logam paduan dengan menggunakan energi panas. Dalam proses penyambungan ini akan disertai dengan tekanan dan material tambahan (elektroda) (Anggaretno et al., 2012). Salah satu metode pengelasan yaitu las busur FCAW (*Flux Cored Arc Welding*). FCAW merupakan proses pengelasan menggunakan elektroda solid dan *tubular* yang diumpankan secara terus-menerus dari sebuah gulungan, kawat pengisinya/las terdiri dari logam yang dibungkus dengan fluks yang berfungsi untuk mengoptimalkan busur, menyebabkan bahan tambahan pada las dan penghasil kerak (Pranata & Supomo, 2013). Pada Gambar 1 diperlihatkan proses pengelasan metode FCAW. Pengelasan FCAW dibedakan menjadi dua berdasarkan jenis pelindungnya yaitu FCAW-SS (*Shelf Shielding*) dan FCAW-G (Gas) (A-immah et al., 2019).



Gambar 1. Proses pengelasan metode FCAW (Permata & Supomo, 2012)

Pada penelitian terdahulu, telah dilakukan penelitian tentang pengaruh luasan *scratch* terhadap laju korosi dengan variasi proses pengelasan, menunjukkan hasil bahwa laju korosi pada baja A36 dengan proses pengelasan metode FCAW lebih rendah dibandingkan dengan proses pengelasan dengan metode SMAW dan GMAW (Priyantoro et al., 2012).

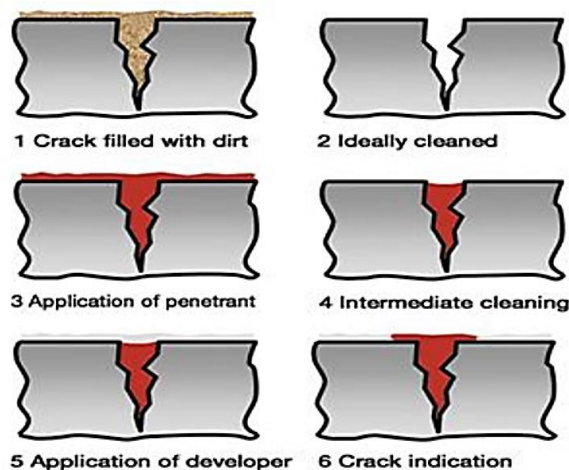
Pada dasarnya bila ditinjau dari logam yang dilas kawat elektroda dibedakan menjadi lima yaitu: baja lunak, baja karbon tinggi, baja paduan, besi dan logam *non ferrous*. Kawat elektroda sebagai sambungan las harus memiliki kesamaan atau menyerupai sifat dengan logam

yang ingin dilas, sehingga dalam pemilihan kawat elektroda harus diketahui komposisi kawat elektroda tersebut karena tidak ada kawat elektroda yang bisa beroperasi pada semua logam. Untuk melakukan pengelasan pada FCAW salah satu elektroda yang bisa dipakai yaitu elektroda Fillarc PZ 6113(Pranata & Supomo, 2013) yang komposisi elektrodanya seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi kimia elektroda *Fillarc* (Boisvert, 2017)

Rumus Kimia	C (%)	Si (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)
CO ₂	0,06	0,4	1,15	0,012	0,009
Ar/ 15-25%CO ₂	0,06	0,5	1,25	0,012	0,009

Setelah dilakukan pengelasan, sebagai langkah pengendalian kualitas dan untuk mengindikasikan cacat hasil lasan dilakukan uji tidak merusak (*Non destructive test/NDT*). Pengujian NDT adalah aktivitas inspeksi terhadap suatu benda untuk mengetahui adanya cacat, retak, atau diskontinuitas lain tanpa merusak benda yang kita inspeksi. Dengan menggunakan metode NDT banyak manfaat yang didapat, diantaranya adalah menghemat biaya dan waktu. Salah satu jenis pengujian NDT visual adalah *liquid penetrant* seperti diperlihatkan pada gambar 2. *Liquid Penetrant Test* merupakan salah satu metode pengujian tidak merusak (*Non Destructive Test*) pada permukaan material yang tidak berpori.



Gambar 2. Prinsip kerja Liquid Penetrant test (Diaz, n.d.)

Lambung kapal merupakan badan dari kapal, yang berfungsi untuk menyediakan daya apung yang mencegah kapal dari tenggelam (Kelana Asmarajaya, 2015). Bagian lambung kapal merupakan bagian yang mengalami kontak

langsung dengan air laut. Air laut memiliki kandungan garam dan gas sehingga akan mempercepat terjadinya korosi pada logam. Pada lambung kapal biasanya dilakukan pengecatan sehingga akan melindungi kulit kapal dari perkaratan (Ariany, 2014).

Korosi adalah penurunan kualitas logam yang disebabkan oleh adanya reaksi oksidasi dan reduksi antara logam dengan lingkungan. Korosi dapat menimbulkan kerugian karena dapat mengurangi umur pemakaian barang. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya proses korosi pada logam yaitu komposisi kimia, elektroda pengelasan, kadar garam (salinitas) dan temperatur (Sumarji, 2012).

Laju korosi merupakan besaran dari pengikisan yang terjadi pada suatu logam. Salah satu tujuan dari perhitungan korosi adalah dengan mengetahui laju korosi kita dapat memprediksi kapan dan berapa lama struktur itu (logam) dapat bertahan terhadap serangan korosi(Santoso, 2018). Metode *weight loss* atau kehilangan berat merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman (ASTM G 31-72). Persamaan laju korosi dapat dihitung dengan satuan millimetres per year (mm/y) menggunakan konstanta $8,76 \times 10^4$.

Pada penelitian lainnya tentang laju korosi baja A36 dalam media air laut dengan waktu perendaman selama 0 – 8 hari, menunjukkan hasil adanya peningkatan laju korosi pada perendaman 6 hari, namun pada perendaman selama 8 hari laju korosi menurun. Sehingga membuktikan bahwa waktu perendaman berpengaruh terhadap laju korosi yang dihasilkan baik semakin cepat atau lambat (Saputro & Sutjahjo, 2017).

Pada penelitian lainnya meneliti tentang perhitungan laju korosi pada material baja A36 hasil proses pengelasan SMAW (*shielded metal arc welding*) dan tanpa proses pengelasan. Sampel akan di celup dan diupkan dalam larutan Air Laut, NaCl 10%, NaCl 20% dan NaCl 30%. Menunjukkan hasil bahwa sampel hasil pengelasan SMAW dengan proses pengupuanan larutan NaCl 20% memiliki laju korosi yang tertinggi sebesar 0,002066 MPY. (Ojahan & Winata, 2013).

Berdasarkan uraian di atas, tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui tingkat

kecepatan laju korosi pada plat baja A36 yang diberikan proses pengelasan dengan metode FCAW (*Flux Core Arc Welding*) dan sampel tanpa proses pengelasan, yang direndam dalam media air laut. Kemudian dilakukan pengujian NDT (*Non Destructive Test*) visual (*liquid penetrant*) yang merupakan salah satu metode pengujian tidak merusak pada permukaan material yang tidak berpori. Untuk menghitung laju korosi pada sampel baja A36 dilakukan pengujian laju korosi dengan metode *weight loss* atau kehilangan berat yang merupakan metode sederhana yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi (Santoso, 2018).

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di PT. PAL Indonesia (Persero), Surabaya, Jawa Timur untuk proses pengelasan dan di Laboratorium Kimia Fakultas Teknik Universitas Teknologi Sumbawa, yang bertempat di Jl. Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Kabupaten Sumbawa, Nusa Tenggara barat.

Alat dan Bahan

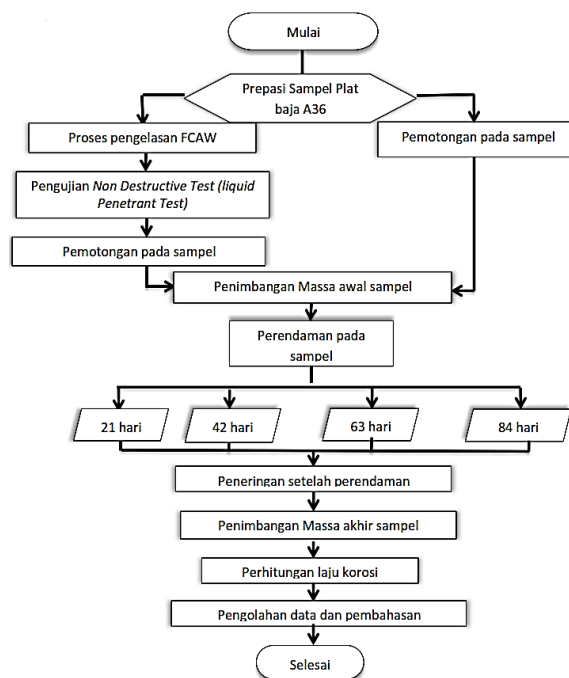
Alat – alat yang digunakan dalam penelitian merupakan salah satu faktor penunjang dari keberhasilan penelitian yang dilakukan. Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah mesin blander potong, mesin las FCAW, wadah sampel, jangka sorong, alat *penetrant test*, galon, sikat, kertas ampelas grit 500 dan 800, wadah plastik 15 liter, labu erlemeyer, oven, timbangan digital, dan pH meter dan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelat baja ASTM A36 yang didapatkan dari PT. PAL (Persero), air laut, dan aquades.

Prosedur Kerja

Gambar 3 merupakan tahapan – tahapan dalam proses penelitian.

a. Preparasi sampel baja

Material baja A36 di potong dengan menggunakan blander, sebanyak 4 sampel dengan ukuran 100mm × 50mm × 12mm untuk material baja A36 tanpa proses pengelasan dan di potong sebanyak 4 sampel dengan ukuran 300mm × 150mm × 12mm untuk sampel baja A36 yang di berikan proses pengelasan. Kemudian sampel diampelas untuk menghilangkan *mill scale* yang terdapat di



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian

permukaan sampel. Pada proses menghilangkan *mill scale* digunakan kertas ampelas dengan grade 500 dan 800. selanjutnya, sampel dibersihkan dengan aquades untuk menghilangkan pengotor yang melekat. Kemudian dikeringkan menggunakan oven. Untuk ukuran sampel ($p \times l \times t$) diukur menggunakan jangka sorong, sedangkan massa awal sampel diukur menggunakan timbangan analitik digital. Penamaan kode sampel seperti pada tabel 3 digunakan untuk mempermudah untuk mengidentifikasi sampel.

Tabel 3. kode sampel Penelitian

Penjelasan Sampel	Kode Sampel
Tanpa Pengelasan	TP
Hasil Pengelasan	HP

b. Proses Pengelasan

Proses pengelasan dilakukan sesuai dengan *welding procedure qualification record* (WPQR) yang dibuat oleh PT. PAL Indonesia (persero) Surabaya, Jawa timur.

c. Pengujian NDT Liquid Penetrant Test

Pada proses ini material dari hasil pengelasan harus diuji NDT dengan menggunakan metode *liquid penetrant test*. *Liquid penetrant test* yang digunakan mengacu kepada prosedur ASME BPV Code specific (QP-01-PT-ASME).

d. Persiapan Media Korosi

Wadah rendaman akan dibuat dengan dua tempat untuk memisahkan sampel baja tanpa pengelasan dan sampel baja hasil pengelasan. Volume larutan minimal untuk merendam sampel adalah sebanyak $(0,2 - 0,4 \text{ ml/mm}^2) \times$ (luas permukaan sampel). yang dapat menampung sesuai standar ASTM G31-72 (ASM, 2004). Air laut yang digunakan sebagai media korosi adalah air laut yang diambil dari Labuan Badas, kabupaten Sumbawa.

e. Perendaman Sampel

Setiap sampel pelat baja A36 baik tanpa pengelasan dan hasil pengelasan akan direndam dalam medium air laut dengan volume air laut 12 L dalam kondisi statis. Masing-masing sampel akan direndam selama tiga minggu (21 hari), enam minggu (42 hari), sembilan minggu (63 hari) dan dua belas minggu (84 hari).

f. Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi menggunakan metode *weight loss* atau kehilangan berat merupakan metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan laju korosi. Prinsip dari metode ini adalah dengan menghitung banyaknya material yang hilang atau kehilangan berat setelah dilakukan pengujian rendaman sesuai dengan standar ASTM G 31-72. Persamaan laju korosi sebagai berikut:

$$\text{laju korosi (mm/y)} = \frac{K \times W}{A \times t \times D} \dots \dots \dots (1)$$

dimana :

- K : Konstanta ($8,76 \times 10^4$)
- W: Kehilangan berat (gram)
- t : Waktu perendaman (hari)
- A : Luas permukaan (cm^2)
- D : Densitas (gr/cm^3)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengukuran Dimensi Sampel Uji

Sampel baja A36 yang telah dipotong kemudian dilakukan pengukuran dimensi. Sehingga didapatkan hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 dan Tabel 5 di bawah ini.

Tabel 4. Luas Permukaan Sampel Baja A36 Tanpa Pengelasan

Kode sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	AP _{total} (cm ²)
TP21	10,05	5,04	1,2	137,52
TP42	10,1	4,98	1,2	136,79
TP63	10,11	5,04	1,2	137,27
TP84	10,05	5,02	1,2	137,07
Rata-rata	10,08	5,02	1,2	137,41

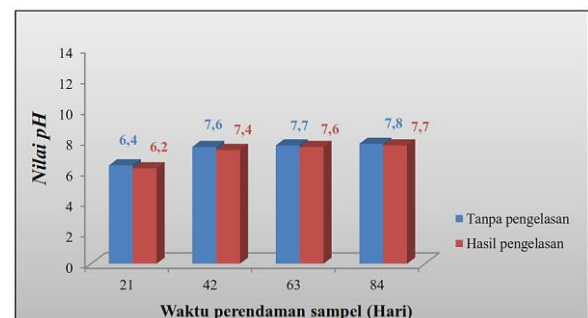
Tabel 5. Luas Permukaan Sampel Baja A36 Hasil Pengelasan

Kode Sampel	P (cm)	L (cm)	T (cm)	AP _{total} (cm ²)
HP21	10,05	5,06	1,2	137,97
HP42	10,03	5,03	1,2	137,05
HP63	10,1	5,02	1,2	137,70
HP84	10,02	5,05	1,2	137,37
Rata-rata	10,05	5,04	1,2	137,52

Selain itu, hasil perhitungan luas permukaan didapatkan nilai rata-rata luas permukaan baja tanpa pengelasan sebesar $137,41 \text{ cm}^2$ dan nilai rata-rata baja hasil pengelasan sebesar $137,52 \text{ cm}^2$. Densitas sampel memiliki nilai $7,85 \text{ g/cm}^3$.

Pengukuran pH Media Korosi

Hasil pengukuran nilai pH dengan menggunakan alat pH meter digital pada larutan rendaman sampel media air laut pada baja A36 tanpa pengelasan dan sampel baja A36 hasil pengelasan, di tunjukan pada gambar 4.



Gambar 4. Diagram perbandingan pH baja A36 antara sampel tanpa pengelasan dan hasil pengelasan.

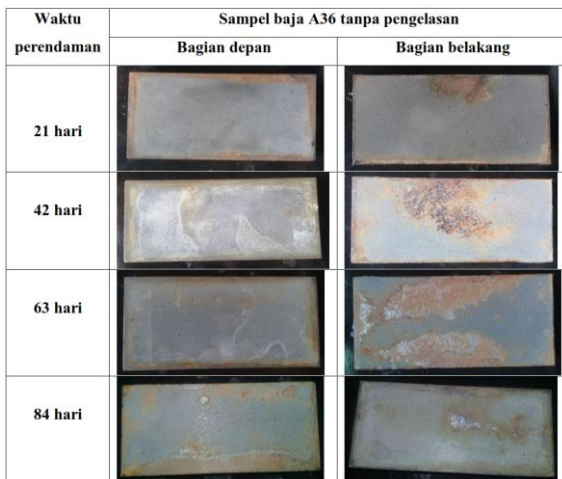
Berdasarkan diagram di atas, pengamatan perbandingan nilai pH selama 84 hari terhadap media korosi (air laut) yang digunakan pada rendaman sampel baja TP dan sampel baja HP. Menunjukkan Nilai pH air laut pada rendaman sampel baja hasil pengelasan memiliki pH lebih rendah (asam) dibandingkan sampel baja tanpa

pengelasan. Namun perubahan pH baik pada sampel tanpa pengelasan dan hasil pengelasan tidak terlalu signifikan.

Dari hasil analisis nilai pH air laut cenderung mendekati netral (pH 7), hal ini disebabkan air laut yang digunakan sebagai media korosif telah mengalami kesetimbangan antara pelarut dan yang terlarut. Garam sendiri merupakan senyawa kimia yang bersifat pengoksidasi, sehingga dengan semakin tinggi kadar garam akan mempercepat laju korosi. Kandungan besi yang terdapat dalam baja ikut teroksidasi bersama dengan kandungan karbon.

Pengamatan Visual Sampel Uji

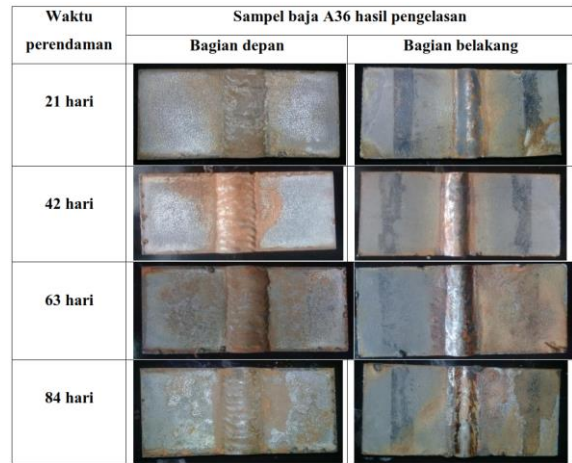
Hasil gambar pengamatan visual sampel (Gambar 5 dan Gambar 6) diambil dengan menggunakan kamera *handphone android* kemudian ditampilkan dari sisi permukaan bagian depan dan sisi permukaan bagian belakang sampel.



Gambar 5. Visual sampel perendaman air laut pada baja A36 tanpa pengelasan

Berdasarkan gambar 5, terlihat semakin lama baja yang direndam maka semakin luas permukaan yang mengalami korosi. Warna yang ditunjukkan dari baja setelah mengalami korosi tersebut adalah oranye kehitaman. Dengan warna dasar baja sebelum mengalami korosi adalah keabu-abuan. Jenis korosi yang terjadi pada baja A36 tanpa pengelasan merupakan jenis korosi merata, hal ini dapat dilihat dari gambar korosi perlahan muncul dari pinggir baja kemudian berlanjut hingga hampir ke seluruh permukaan. Selain korosi merata, baja juga memiliki jenis korosi sumuran yang ditandai dari titik-titik hitam pada baja tersebut. Korosi jenis ini awalnya terlihat kecil di permukaan tetapi semakin membesar pada bagian dalam, hal

ini terjadi karena unsur Cl yang terdapat pada air laut (NaCl) membentuk korosi jenis sumuran.



Gambar 6. Visual sampel perendaman air laut pada baja A36 hasil pengelasan

Berdasarkan gambar 6 di atas, dapat dilihat semakin bertambah lama baja yang direndam maka semakin luas permukaan yang mengalami korosi. Jenis korosi dari baja hasil pengelasan adalah jenis korosi merata yang dapat dilihat hampir ke seluruh permukaan mengalami korosi. Dan terjadinya korosi sumuran yang ditandai dengan adanya titik-titik di permukaan baja tersebut.

Pengukuran Hasil Uji Korosi

Hasil perhitungan laju korosi pada sampel baja A36 tanpa pengelasan dan hasil pengelasan dengan metode kehilangan berat (*weight loss*) ditunjukkan pada tabel 6 dan 7 di bawah ini.

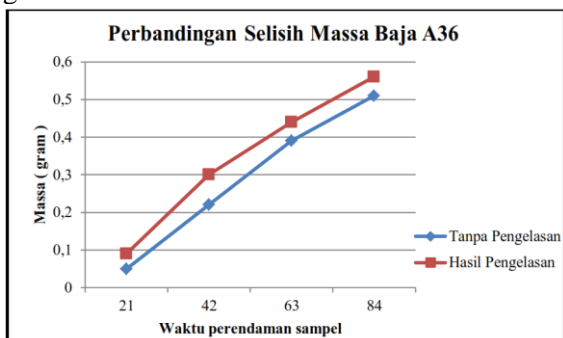
Tabel 6. Perbandingan Selisih Baja A36 Tanpa Pengelasan.

No	Hari	Massa Awal (gr)	Massa akhir (gr)	Selisih massa (gr)
1	21	480,49	480,44	0,05
2	42	479,95	479,73	0,22
3	63	488,84	488,45	0,39
4	84	479,65	479,14	0,51

Tabel 7. Perbandingan Selisih Baja A36 Hasil Pengelasan

No	Hari	Massa Awal (gr)	Massa akhir (gr)	Selisih massa (gr)
1	21	590,29	504,2	0,09
2	42	499,83	499,53	0,3
3	63	508,39	507,95	0,44
4	84	508,92	508,36	0,56

Berdasarkan data pada tabel di atas sehingga dapat di tabulasi menjadi grafik seperti pada gambar 7 di bawah ini .



Gambar 7. Grafik Perbandingan Selisih Massa Pada Baja A36 Tanpa Pengelasan dan Baja A36 Hasil Pengelasan

Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa baja A36 tanpa pengelasan maupun baja hasil pengelasan memiliki massa yang terus berkurang dari hari ke hari. Hal ini dikarenakan semakin lama baja direndam maka massa pada baja akan semakin banyak terurai dengan air laut. Selisih massa adalah hasil dari massa baja awal dikurangi massa baja akhir. Pada grafik tersebut terlihat massa baja hasil pengelasan berkurang lebih besar dibandingkan massa baja tanpa pengelasan. Hal ini disebabkan oleh kandungan mangan (Mn) yang terdapat pada elektroda pada proses pengelasan. Semakin tinggi kandungan Mn pada baja, maka laju korosi pada baja akan semakin meningkat.

Hasil Perhitungan Laju Korosi

Hasil perhitungan laju korosi pada setiap sampel baja A36 tanpa pengelasan dan hasil pengelasan di tunjukan pada tabel 8 dan 9.

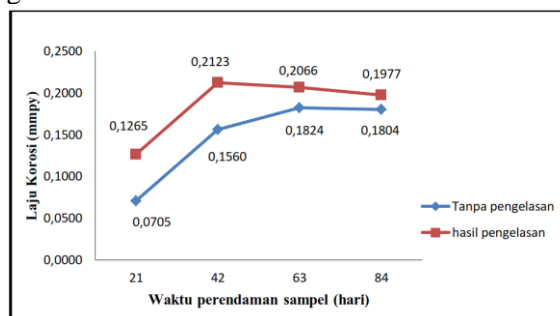
Tabel 8. Laju Korosi Sampel Baja A36 Tanpa Pengelasan

No	Hari	Laju korosi (mm/y)
1	21	0,0705
2	42	0,1560
3	63	0,1824
4	84	0,1804

Tabel 9. Laju Korosi Sampel Baja A36 Hasil Pengelasan

No	Hari	Laju korosi (mm/y)
1	21	0,1265
2	42	0,2123
3	63	0,2066
4	84	0,1977

Berdasarkan data pada tabel 7 dan 8. Sehingga dapat diketahui perbandingan laju korosi pada setiap sampel baja A36 tanpa pengelasan dan hasil pengelasan seperti yang di tunjukkan pada gambar 6



Gambar 8. Grafik Laju Korosi Pada Baja A36 Tanpa Pengelasan dan Baja A36 Hasil Pengelasan

Berdasarkan grafik di atas dapat dilihat, pada hari pertama masing-masing sampel baja diletakkan di dalam rendaman air laut dengan volume yang sama. Setelah 21 hari berlangsung, baja tanpa pengelasan menghasilkan laju korosi sebesar 0,0705 mm/y, laju korosi pada hari ke 42 yaitu sebesar 0,1560 mm/y. Pada hari ke-63 laju korosi pada sampel baja tanpa pengelasan semakin meningkat yaitu sebesar 0,1824 mm/y. Namun pada perendaman hari ke 84 terjadinya penurunan laju korosi yaitu 0,1804 mm/y. Sedangkan laju korosi pada sampel baja A36 hasil pengelasan menunjukkan pada hari ke 21 yaitu 0,1265 mm/y. Hari ke 42 laju korosi yang dihasilkan yaitu 0,2123. laju korosi pada hari ke 64 mulai mengalami penurunan yaitu 0,2066 mm/y. Dan pada hari ke 84 laju korosi menurun hingga 0,1977 mm/y.

Sehingga dari grafik tersebut terlihat laju korosi tertinggi yaitu pada sampel baja A36 hasil pengelasan, pada hari ke 42 dan hari ke 63. Hal ini disebabkan oleh kandungan Mangan (Mn) yang terdapat pada elektroda diproses pengelasan. Semakin tinggi kandungan Mn pada baja, maka laju korosi pada baja akan semakin meningkat. Selain itu, pada sampel baja A36 tanpa pengelasan dan hasil pengelasan pada hari ke 63 dan 84 terus mengalami penurunan laju korosi. Hal ini disebabkan air laut yang digunakan sebagai media korosif telah mengalami kesetimbangan antara pelarut dan yang terlarut (Pranata & Supomo, 2013). Garam sendiri merupakan senyawa kimia yang bersifat pengoksidasi, kandungan besi yang terdapat dalam baja ikut teroksidasi bersama dengan kandungan karbon.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa:

1. Laju korosi pada baja A36 tanpa pengelasan yang direndam dengan media air laut menunjukkan peningkatan laju korosi dari hari ke-21 hingga hari ke-63. Namun, pada hari ke-84 laju korosi mengalami penurunan meski tidak signifikan.
2. Laju korosi yang didapat pada sampel baja A36 tanpa pengelasan lebih rendah dibandingkan sampel baja A36 hasil pengelasan. Pada hari 21 yaitu 0,0705 mm/y dan 0,1265 mm/y, kemudian di hari 42 juga antara 0,1560 mm/y dan 0,2123 mm/y. Ketika pada hari 63 baja A36 hasil pengelasan cenderung menurun yaitu 0,2066 mm/y, dan baja tanpa pengelasan tetap mengalami peningkatan sebesar 0,1824 mm/y. Pada hari 84 baja A36 tanpa pengelasan dan hasil pengelasan mengalami penurunan laju korosi yaitu 0,1804 mm/y dan 0,1977 mm/y. Jenis korosi yang terjadi pada baja A36 hasil pengelasan merupakan jenis korosi merata dan korosi sumuran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ini penulis sampaikan kepada seluruh Pegawai dan teknisi di PT. Pal (Persero) Surabaya yang telah memberikan kesempatan untuk pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- A-immah, N. K., Syahrani, N., & Hadiwidodo, Y. S. (2019). Analisis Pengaruh Variasi Flow Rate Gas Pelindung Pada Pengelasan FCAW-G Terhadap Struktur Mikro Dan Kekuatan Mekanik Sambungan Material Grade A. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.33035>
- Anggaretno, G., Rochani, I., & Supomo, H. (2012). Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Pada Pengelasan Pipa Api 5l Grade X65 Dengan Media Korosi Fecl3. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v1i1.1619>
- Ariany, Z. (2014). *KAJIAN REPARASI PENGECATAN PADA LAMBUNG KAPAL (STUDI KASUS KM. KIRANA 3)*. 35(1), 27–32.
- ASM. (2004). ASTM G31-72: Standart Practice for Laboratory Immersion Testing of Metals. In *ASTM HANDBOOK*.
- Boisvert, B. (2017). In Liquid Penetrant Examination Procedure Asme Bpv Code Speciific (Qp-01-Pt-Asme). In *ASNT standard for qualification and certification of nondestructive testing personnel* (pp. 1–15).
- Diaz, D. (n.d.). *LIQUID PENETRANT TESTING – THE HISTORY AND PRINCIPLES OF THE METHOD*. Retrieved March 21, 2022, from <https://etmsllc.com/liquid-penetrant-testing-history-principles/>
- Kelana Asmarajaya, I. (2015). Karakteristik Kapal Karam Di Laut Jawa Utara Cirebon. *Humanis*, 10(3), 1–10.
- Ojahan, T., & Winata, J. (2013). PERHITUNGAN LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA A36 AKIBAT PROSES PENGELASAN SMAW (SHIELDED METAL ARC WELDING). *Jurnal Mechanical*, 4(1), 38–44. <https://core.ac.uk/reader/326037287>
- Permata, T., & Supomo, H. (2012). Analisa Pengaruh Variasi Elektroda pada Pengelasan FCAW Material BKI Grade A Terhadap Laju Korosi. *Jurnal Teknik ITS*, 1(1). <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-28439-4108100029-Paper.pdf>
- Pranata, S. A., & Supomo, H. (2013). Analisa Perbandingan Laju Korosi Pada Pengelasan Di Bawah Air Karena Pengaruh Variasi Jenis Pelindung Flux Elektroda. *Jurnal Teknik ITS*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v2i1.2590>
- Priyantoro, F. ., Santosa, B., & Supomo, H. (2012). ANALISA PENGARUH LUASAN SCRATCH PERMUKAAN TERHADAP LAJU KOROSI PADA PELAT BAJA A36 DENGAN VARIASI SISTEM PENGELASAN. 1(1), 1–5.
- Santoso, K. A. (2018). Analisa Pengaruh Laju Korosi Plat Baja St 40 Dan Stainless Steel 304 Terhadap Larutan Asam Sulfat. *Universitas Islam Majapahhit*. http://repository.unim.ac.id/197/2/kukuh_Jurnal_ANALISA_PENGARUH_LAJU_KOROSI.pdf
- Saputro, F. D., & Sutjahjo, D. H. (2017). Variasi Media Pengkorosi dan Waktu terhadap

Laju Korosi pada Baja Rendah Karbon (Mild Steel) dengan Pemodelan Kondisi Sirip Kemudi Kapal. *Jtm*, 5(3), 59–66.
Sumarji. (2012). Evaluasi Korosi Baja Karbon Rendah Astm A36 Pada Lingkungan Atmosferik Di Kabupaten Jember. *Jurnal*

Rotor, 5(1).
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/RTR/article/view/2233/1842>