

# **ANALISIS KOROSI BAJA ASTM A 36 PENGARUH ASAM SULFAT DENGAN VARIASI WAKTU PERENDAMAN DI LINGKUNGAN LAUT**

**Ahmad Yani<sup>1</sup>, Khairul Muslim<sup>2</sup>, Nur Khamid<sup>3</sup>**

Program Studi Teknik Sipil Pertahanan Kordos, Akademi Militer, Jawa Tengah  
a.yanizeni@gmail.com<sup>1)</sup>

Program Studi Administrasi Pertahanan Kordos, Akademi Militer, Jawa Tengah  
serdaduintelek@gmail.com<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Sipil Pertahanan Kordos, Akademi Militer, Jawa Tengah  
nurkhamidoke@gmail.com<sup>3)</sup>

## **ABSTRAK**

Pencemaran air di wilayah perairan pesisir Pantai Selatan Bantul Yogyakarta tidak hanya berdampak kepada makhluk hidup tetapi juga menimbulkan korosi pada konstruksi baja sehingga umur pakai material baja lebih singkat dan nilai ekonomis menurun. Mayoritas logam pada industri maritim adalah Baja ASTM A36 dengan kandungan karbon 0,25% sampai 0,29%. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui variasi waktu perendaman terhadap laju korosi Baja ASTM A36. Medium perendaman menggunakan dua variasi yaitu medium NaCl 3,5% (medium air laut buatan) dan medium NaCl 3,5% + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M. Variasi waktu perendaman digunakan 24, 48, dan 72 jam. Secara eksperimental, hasil uji immersion corrosion test menunjukkan nilai laju korosi tertinggi Baja ASTM A36 pada rendaman medium NaCl 3,5% + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M dengan nilai 37,584 mmpy (24 jam), 31,965 mmpy (48 jam), dan 23,795 mmpy (72jam), sampel uji mengalami korosi seragam dan korosi batas butir. Nilai laju korosi tertinggi pada medium perendaman NaCl 3,5% terjadi pada Baja ASTM A36 dengan nilai 0,098 mmpy (24 jam), 0,105 mmpy (72 jam), 0,081 mmpy (120 jam), 0,063 mmpy (168 jam), sampel uji mengalami korosi seragam dan korosi sumuran. Hasil penelitian didapatkan adanya senyawa H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dapat mempercepat laju korosi di lingkungan laut.

**Kata kunci: baja ASTM A36; immersion corrosion test; korosi; laju korosi**

## **ABSTRACT**

*Water pollution in the Bantul Yogyakarta South coastal waters not only impacts living creatures but also causes corrosion in steel construction that made steel materials life is shorter and economic value decreases. Metals majority in the maritime industry are ASTM A36 Steel with a carbon content of 0.25% to 0.29%. Research aim to determine the immersion time variation on the ASTM A36 Steel corrosion rate. The immersion medium variations are 3.5% NaCl medium (artificial seawater medium) and 3.5% NaCl + 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> medium. Immersion time variations are 24, 48 and 72 hours. Experimentally results, the immersion corrosion test show the highest corrosion rate values for ASTM A36 Steel in 3.5% NaCl + 0.5 M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> medium are 37,584 mmpy (24 hours), 31,965 mmpy (48 hours), and 23,795 mmpy (72 hours), sample tests experienced uniform corrosion and grain boundary corrosion. The highest corrosion rate value in the 3.5% NaCl immersion medium occurred in ASTM A36 Steel are 0.098 mmpy (24 hours), 0.105 mmpy (72 hours), 0.081 mmpy (120 hours), 0.063 mmpy (168 hours), sample tests experienced uniform corrosion and pitting corrosion. This research show that H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> compound can accelerate the rate of corrosion in the marine environment.*

**Keywords: ASTM A36 Steel; corrosion; corrosion rate; immersion corrosion test**

## **PENDAHULUAN**

### **Latar Belakang**

Wilayah pesisir merupakan sumber daya potensial di Indonesia, yaitu suatu wilayah peralihan antara daratan dan lautan. Sumber daya ini sangat besar yang di dukung adanya garis pantai sepanjang sekitar 81.000 km (Dahuri, 2004). Garis pantai yang panjang ini menyimpan potensi kekayaan sumber alam yang besar. Potensi itu diantaranya potensi hayati dan non hayati. Potensi hayati misalnya: perikanan, hutan mangrove, dan terumbu karang, sedangkan potensi non hayati misalnya: mineral, bahan tambang dan pariwisata. Laut merupakan tempat bermuaranya aliran sungai-sungai yang membawa berbagai macam bahan pencemar yang berasal dari daratan. Peralihan fungsi laut ini menjadi permasalahan baik untuk negara maupun dunia internasional. Pencemaran laut mengakibatkan perubahan pada biodiversitas pada laut dan mengakibatkan berkurangnya estetika pada laut. Pencemaran pada laut, saat ini dikenal secara internasional dengan istilah Marine Pollution, dimana merupakan salah satu masalah yang mengancam bumi saat ini. Perlindungan laut terhadap pencemaran merupakan upaya melestarikan warisan alam, yang memberikan prioritas pada nilai selain ekonomis yaitu nilai keindahan alam, nilai penghormatan terhadap sesuatu yang tidak diciptakan sendiri, dan termasuk didalamnya nilai dari kehidupan itu sendiri, sebuah fenomena yang bahkan sekarang ini dengan kemampuan

akal budi manusia tidak mampu dijelaskan (George, 1995 dalam Darmawan, dkk., 2014). Yogyakarta merupakan salah satu tujuan destinasi wisata utama di Indonesia. Salah satu daya tarik wisata yang dimiliki oleh Provinsi D.I. Yogyakarta adalah pariwisata bahari yang berada di sepanjang garis pantai Kabupaten Bantul, yaitu Pantai Parangtritis, Pantai Depok, Pantai Samas, dan lain lain. Menurut Sugiharto, 1987, peningkatan aktivitas juga meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan oleh kegiatan manusia, meliputi limbah udara, limbah padat, dan limbah cair (Sugiharto, 1987 dalam Dahuri, dkk., 2001). Kondisi tersebut perlu ditekan sehingga pencemaran yang terjadi dapat dikurangi.

Pencemaran lingkungan pesisir akibat limbah rumah tangga dan limbah industri akibat bertambahnya jumlah manusia di wilayah pesisir laut Pantai Selatan merupakan masalah serius yang melibatkan pembuangan limbah domestik ke dalam sumber air tanah dan sungai. Limbah ini, ketika mencapai perairan pesisir, dapat mengandung berbagai zat kimia, termasuk sulfur, yang dapat merusak keseimbangan ekosistem laut. Di sisi lain, industri perikanan di wilayah pesisir begitu pesat perkembangannya seiring dengan tingkat konsumsi rumah tangga yang terus bertambah. Seiring dengan hal itu pembuangan limbah rumah tangga dengan muara akhirnya adalah lautan menyebabkan air laut tercemar dengan kadar kimia yang terkandung dalam air sisa pembuangan rumah tangga dan industri, diantaranya adalah sulfur. Ketika kadar sulfur dari limbah

rumah tangga bertemu dengan lingkungan air laut yang terpengaruh oleh perikanan berlebihan, hasilnya adalah peningkatan kadar sulfur dalam air laut pesisir. Tingginya kadar sulfur ini, pada gilirannya, mempengaruhi laju korosi pada baja konstruksi yang digunakan di daerah pesisir, mempercepat kerusakan struktur dan infrastruktur pantai.

Pengertian korosi adalah penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya. Korosi juga dapat diartikan sebagai peristiwa alamiah yang terjadi pada bahan dan merupakan proses kembalinya bahan ke kondisi semula saat bahan ditemukan dan diolah dari alam. Proses cepat lambatnya suatu material terkorosi erat kaitannya dengan laju korosi sedangkan laju korosi sendiri pada lingkungan netral normalnya adalah sebesar 1 mpy atau kurang. Laju korosi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain: air, kandungan gas dan padatan terlarut, temperatur, seleksi material, PH, bakteri pereduksi atau Sulfat Reducing Bacteri.

Di Indonesia permasalahan korosi perlu mendapat perhatian serius mengingat dua pertiga wilayah nusantara terdiri dari lautan dan terletak di daerah tropis dengan curah hujan tinggi dan kandungan senyawa klorida yang tinggi. Kemudian salah satu faktor yang mempengaruhi korosi dalam lingkungan air adalah keberadaan elektrolit. Contohnya adalah asam sulfat dan natrium klorida, kedua senyawa tersebut merupakan elektrolit kuat. Dan jenis logam yang banyak digunakan untuk bahan konstruksi bangunan adalah baja.

Hal ini menunjukkan bahwa interaksi antara material dengan lingkungannya yang terjadi secara terus-menerus dapat menyebabkan terjadinya penurunan nilai dari material tersebut baik yang berlangsung secara perlahan maupun signifikan. Hal tersebut juga bergantung pada kondisi lingkungan serta material yang digunakan.

Interaksi logam terutama baja A36 yang paling banyak digunakan pada fasilitas – fasilitas pada industri maritim pasti akan sering berkontak langsung dengan air laut yang memiliki kandungan senyawa klorida yang tinggi, namun hal itu ditambah parah lagi dengan masuknya kandungan senyawa lain ke laut seperti senyawa sulfat. Senyawa sulfat ini dapat masuk kandungannya ke dalam laut diakibatkan karena salah satunya adalah dari aktivitas manusia melalui pembuangan limbah pabrik ke laut. Di wilayah Yogyakarta banyak Sungai yang bermuara di wilayah Selatan Yogyakarta yang dilalui oleh limbah buangan hasil rumah tangga dan industri, diantaranya adalah industri pengolahan kain batik dan industri perikanan udang yang banyak ditemui di wilayah pesisir Pantai Selatan Yogyakarta. Hasil limbah industri pengolahan udang bersumber dari sisa pakan dan kotoran udang yang bereaksi dengan air laut akan membentuk senyawa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ).

Oleh karena itu, penelitian ini akan membahas bagaimana keberadaan senyawa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dalam air laut secara tidak langsung akan mempengaruhi proses korosi pada baja yang digunakan pada konstruksi bangunan di daerah pesisir seperti jembatan. Pada

penelitian ini akan ditambahkan variabel uji waktu perendaman dan konsentrasi  $H_2SO_4$  terlarut dalam air laut buatan dengan salinitas 3,5% untuk menghitung laju korosi baja ASTM A36 pada saat penelitian ini berlangsung. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh keberadaan senyawa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dalam air laut terhadap laju korosi pada material yang paling banyak digunakan untuk konstruksi jembatan dan pelabuhan.

### **Permasalahan**

Pada penelitian kali ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh adanya senyawa asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) ke dalam kandungan air laut yang secara tidak langsung akan mempengaruhi proses korosi pada logam baja yang digunakan pada fasilitas pesisir Pantai yang berinteraksi dengan air laut. Dalam penelitian ini akan ditambah variabel waktu perendaman dan konsentrasi kandungan  $H_2SO_4$  yang terlarut dalam medium air laut buatan dengan salinitas 3,5 % untuk menghitung laju korosi pada baja ASTM A36. Pemilihan metode yang digunakan dalam penelitian ini dilakukan dengan didasari oleh beberapa hal, lalu dirumuskan kedalam permasalahan sejauh mana berpengaruhnya kandungan  $H_2SO_4$  yang terlarut dalam medium air laut buatan dengan salinitas 3,5% terhadap laju korosi pada baja ASTM A 36.

### **METODE**

Penelitian laju ketahanan korosi pada material baja ASTM A36

terhadap kadar asam sulfat  $H_2SO_4$  di lingkungan air laut dilakukan di laboratorium kimia Akademi Militer dan laboratorium balai konsevasi Borobudur. Penelitian menggunakan bahan material baja karbon rendah dalam bentuk *plat mild steel* jenis ASTM A36 dan larutan  $H_2SO_4$  0.5 M + NaCl 3,5% serta aquades. Penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat. Perlakuan yang pertama adalah rekayasa media larutan lingkungan laut dengan membuat larutan NaCl 3,5% +  $H_2SO_4$  0.5 M dan variasi waktu perendaman 24 jam, 48 jam dan 72 jam.

### **Prosedur Penelitian**

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan material sampel uji yaitu Baja ASTM A36 yang memiliki ukuran 20x20x10mm kemudian material tersebut akan melalui proses grinding, pickling, polishing, etching, dan ditimbang berat awal sebelum pengujian setelah itu pemberian label hingga sampel uji siap.
- b. Uji komposisi sampel Baja ASTM A36 dengan XRF.
- c. Menyiapkan larutan media uji, yaitu berupa medium perendaman NaCl 3,5% dan medium perendaman medium perendaman NaCl 3,5% +  $H_2SO_4$  0,5 M.
- d. Memasukkan material sampel uji kedalam larutan medium perendaman.
- e. Perendaman dilakukan dan kemudian ditimbang selama 24 jam, 48 jam, dan 72 jam.

- f. Kemudian dilakukan pengujian foto makrostruktur dan mikrostruktur.
- g. Menghitung nilai laju korosi sesuai data hasil penimbangan berat setelah pengujian.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Data Awal**

Sebelum memulai penelitian dan pengujian immersion corrosion test kita harus mengetahui data awal percobaan yang berguna sebagai rujukan setelah melakukan penelitian nanti. Dalam data awal ini berisi berbagai informasi mengenai detail dari material sampel uji seperti label, ukuran sampel uji setelah melalui proses preparasi, luas permukaan dan berat awal.

### **Pengujian Foto Makrostruktur**

Pengujian makrostruktur menggunakan kamera digital dengan perbesaran 7 x. Hasil dibawah ini merupakan hasil dari pengujian makrostruktur sebelum dan sesudah pengujian immersion corrosion test. Dari foto dibawah ini terlihat bahwa sampel uji sebelum pengujian korosi tidak mengalami korosi karena sudah melalui proses grinding dengan menggunakan gerinda duduk, pickling dengan direndam dalam larutan HCL, polishing dengan menggunakan autosol dan etching dengan menggunakan larutan etsa nital 2% untuk menghilangkan semua kotoran atau sisa bahan coating akibat proses produksi material. Kemudian sesudah pengujian immersion corrosion test sampel uji kembali dilakukan

pengujian foto makrostruktur untuk melihat perbedaan struktur yang terjadi pada sampel uji, selain itu juga agar dapat teridentifikasi jenis korosi yang terjadi.

### **Analisa Pengujian Foto Makrostruktur**

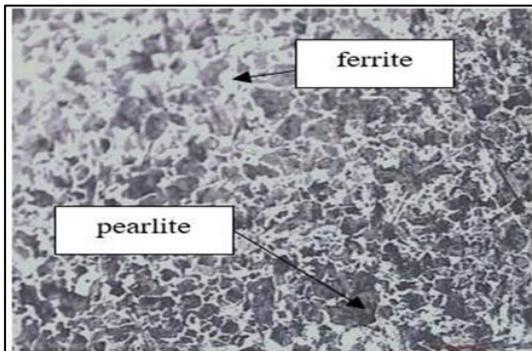
Dari pengujian foto makrostruktur diatas dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian dan pengamatan foto makrostruktur pada semua material sampel uji dengan variasi medium perendaman, serta temperatur terjadi korosi seragam (uniform). Hanya saja karakteristik korosi uniform yang terjadi berbeda tergantung dari variasi yang diujikan. Kemudian dampak dari korosi uniform ini adalah dapat mempengaruhi visual dari material karena jenis korosi ini hanya menyerang pada permukaan logam. Namun untuk mengetahui lebih lanjut apakah benar hanya terjadi korosi uniform pada material logam ini harus dilakukan pengujian dan pengamatan foto mikrostruktur agar dapat terlihat lebih jelas dan lebih dalam jenis korosi yang terjadi.

### **Pengujian Foto Mikrostruktur**

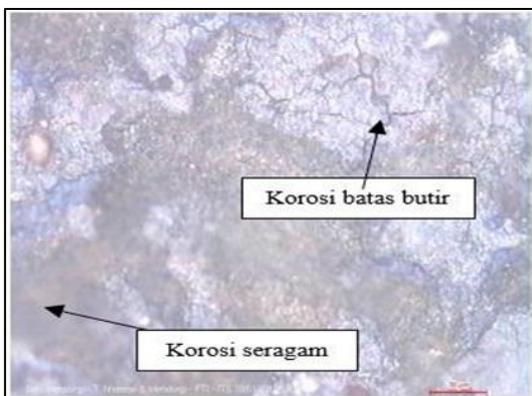
Pengujian mikrostruktur menggunakan mikroskop metalurgi dengan perbesaran hingga 500 x. Hasil dibawah ini merupakan hasil dari pengujian mikrostruktur sebelum pengujian immersion corrosion test. Dari foto dibawah ini terlihat jelas unsur mikro yang ada pada material sampel uji karena sudah melalui proses grinding dengan menggunakan gerinda duduk, pickling dengan direndam dalam larutan HCL, polishing dengan

menggunakan autosol dan etching dengan menggunakan larutan etsa nital 2%. Pengujian dan pengamatan foto mikrostruktur selain untuk mengetahui perbedaan material sampel uji sebelum dan sesudah dilakukan pengujian immersion corrosion test juga dapat menjadi tahapan untuk mengidentifikasi korosi yang terjadi pada material sampel uji dikarenakan pengamatan ini menggunakan mikroskop metalurgi dengan perbesaran mencapai 500 x sehingga dapat mengetahui struktur mikro dari suatu material dan juga dapat mengidentifikasinya lebih akurat.

Dalam foto mikrostruktur (**Gambar 1 dan Gambar 2**) akan terlihat unsur- unsur yang ada pada material seperti ferrite dan pearlite.



**Gambar 1.** Pengujian Mikrostruktur Sebelum Pengujian



**Gambar 2.** Pengujian Mikrostruktur Sesudah Pengujian

*Ferrite* (berwarna putih) merupakan larutan padat interstisi dari atom-atom karbon pada besi murni. Kelarutan maksimum karbon dalam ferit adalah 0,025% pada temperature 723°C. Pada temperature kamar kelarutan karbon sekitar 0,008%. *Ferrite* mempunyai sifat lunak dan ulet. Sedangkan *pearlite* (berwarna hitam) adalah campuran khusus terdiri dari dua fasa dan terbentuk sewaktu *austenite* yang akan bertransformasi menjadi *ferrite* dan karbida besi secara bersamaan. *Pearlite* mempunyai sifat kuat dan cukup keras. Kandungan karbon dalam *pearlite* untuk paduan besi karbon adalah 0,8%. Sehingga semakin banyak struktur *pearlite* yang terbentuk maka membuat material semakin mudah patah. Untuk mengetahui struktur mikro dari material sampel uji dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

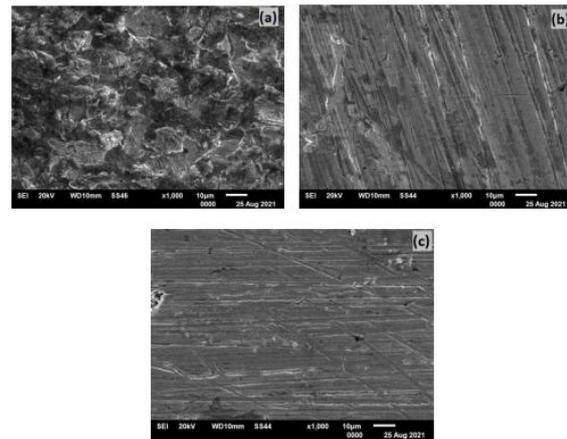
### **Analisa Pengujian Foto Mikrostruktur**

Dari pengujian diatas dapat disimpulkan bahwa dalam pengujian dan pengamatan foto mikrostruktur pada medium perendaman NaCl 3,5% + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M setelah dilakukan pengamatan melalui pengujian foto mikrostruktur dengan variasi temperatur yang berbeda-beda menimbulkan korosi seragam (*uniform corrosion*) dan juga korosi batas butir (*intergranular corrosion*). Untuk korosi seagam yang terjadi pada medium perendaman ini berbeda dengan medium perendaman NaCl 3,5% yang berwarna kekuningan, hasil korosi seragam pada medium perendaman ini berwarna cokelat sedikit kehitaman

yang terjadi akibat pembentukan besi (II) sulfat karena reaksi kimia dari asam sulfat yang mengoksidasi material sampel uji sehingga mengakibatkan warna kehitaman ini. Korosi ini terjadi karena adanya produk gas  $H_2S$  yang terjadi akibat hasil reaksi kimia yang berada pada permukaan material sampel uji, selain itu temperatur yang tinggi juga akan mempengaruhi penetrasi dari gas ini ke material sampel uji sehingga menyebabkan korosi batas butir. Kemudian faktor lingkungan yang sangat korosif juga menjadi penyebab utama dari korosi batas butir ini. Dimana ketiga faktor diatas yang berpengaruh besar dalam mempengaruhi seberapa besar kerusakan yang terjadi pada material sampel uji. Selain itu telah ditemukan bahwa unsur S yang ada pada  $H_2SO_4$  dapat menyebabkan *Stress corrosion cracking* (SCC).

### Pengujian SEM (Scanning Electron Microscope)

Analisa SEM dilakukan (**Gambar 3**) untuk mengetahui bentuk permukaan morfologi bagian yang terkorosi. Spesimen yang dianalisa adalah tiga spesimen dengan bagian yang sama, yaitu spesimen dengan perlakuan perendaman dengan waktu perendaman sebagai salah satu parameter. Kedua specimen tersebut membandingkan baja ASTM A36 0 Jam, 24 jam, dan 72 Jam. Hal ini bertujuan untuk membandingkan morfologi ketiga spesimen yang memiliki nilai laju korosi yang paling tinggi pada masing-masing metode tersebut.



**Gambar 3.** Hasil Analisis SEM dengan Perbesaran 1000x:3. (a) Sampel 0 Jam, 3. (b) Sampel 24 Jam, 3. (c) Sampel 72 Jam  
(Hasil Analisis, 2024)

### Data Hasil Pengujian Immersion Corrosion Test

Setelah kita mendapatkan data awal sebelum dilakukannya pengujian *immersion corrosion test* yang terdapat informasi ukuran dimensi dari material sampel uji, jenis perlakuan dan variasinya, kemudian berat awal dari 5 spesimen sebelum dilakukannya pengujian. Pengujian *immersion corrosion test* dilakukan selama 3 hari perendaman dengan waktu pengambilan data berat setiap 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Data hasil pengujian *immersion corrosion test* terhadap material sampel uji Baja ASTM A36 dengan perlakuan dan variasi yang berbeda-beda dapat dilihat pada **Tabel 1** dan **Gambar 4**.

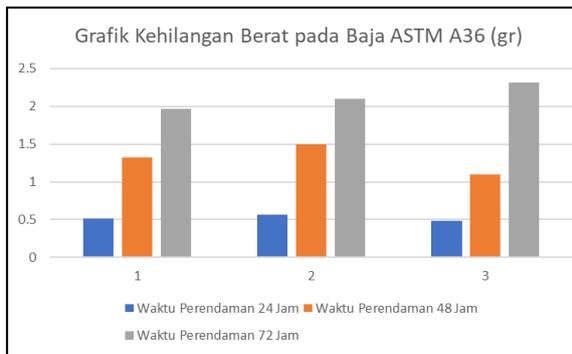
Pada medium perendaman NaCl 3,5 % +  $H_2SO_4$  0,5 M didapatkan data bahwa semakin lama waktu perendaman maka kehilangan berat yang terjadi juga semakin tinggi. Kehilangan berat terjadi pada material uji secara terus menerus sesuai dengan table.1. dari ketiga

sampel mengalami kehilangan berat yang signifikan.

**Tabel.1.** Rata-rata kehilangan berat sampel ASTM A36 (gr)

Sampel	Rata-rata kehilangan berat (gr)		
	24 jam	48 jam	72 jam
1	0.52	1.32	1.97
2	0.57	1.5	2.1
3	0.48	1.1	2.31

(Hasil Analisis, 2024)



**Gambar 4.** Grafik kehilangan berat pada baja ASTM A36 (gr) (Hasil Analisis, 2024)

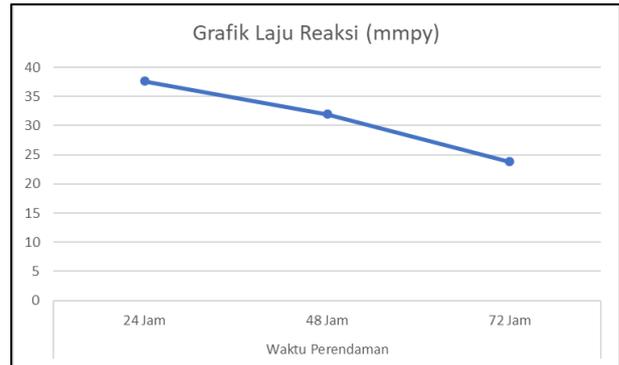
### Perhitungan Laju Korosi

Perhitungan laju korosi ini dihitung dengan mengacu kepada rumus perhitungan diatas dengan berdasarkan waktu perendaman, setelah mendapat hasil nilai dari laju korosi masing-masing material sampel uji kemudian dirata-rata untuk mendapatkan hasil yang lebih valid. Hasil dari setiap variasi kemudian dibuat grafik dan dihubungkan dengan yang lain agar dapat di analisa pengaruh dari waktu perendaman dan variasi yang lainnya. Perhitungan ini dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **Gambar 5**.

**Tabel .2.** Tabel perhitungan laju reaksi baja ASTM A36 (mmpy)

Medium	Laju Korosi (mmpy)		
	Waktu Perendaman		
	24 Jam	48 Jam	72 Jam
NaCl 3,5% + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,5 M	37.584	31.965	23.795

(Hasil Analisis, 2024)



**Gambar 5.** Grafik perhitungan laju reaksi baja ASTM A36 pada median larutan NaCl 3,5 % + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M (Hasil Analisis, 2024)

Dari **Tabel 2** dan **Gambar 5** diatas dapat diketahui nilai laju korosi (mmpy) dari setiap material sampel uji maupun untuk setiap variasi pengujian. Nilai laju korosi (*corrosion rate*) pada medium perendaman pada medium perendaman NaCl 3,5 % + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M didapatkan data bahwa nilai laju korosi memiliki kecenderungan menurun pada setiap waktu perendamannya, seperti pada gambar Grafik Laju Korosi diatas. Hal ini disebabkan karena terbentuknya pasivasi berwarna hitam yang terjadi akibat reaksi dari material sampel uji dengan medium perendamannya, warna hitam ini adalah besi (II) sulfat.

### KESIMPULAN

1. Laju korosi pada medium perendaman NaCl 3,5% + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M memiliki nilai laju korosi yang

paling tinggi yaitu 37.584 mmpy (24 jam), 31.965 mmpy (48 jam), dan 23.795 mmpy (72 jam).

2. Laju korosi yang terjadi untuk setiap variasi lama perendaman cenderung menurun dengan persentase penurunan antara 4%-28% untuk waktu perendaman yang semakin lama.

c. Hasil makrostruktur pada material sampel uji Baja ASTM A36 yang direndam pada waktu perendaman terjadi korosi seragam (*uniform corrosion*). Hasil mikrostruktur sampel uji Baja ASTM A36 yang direndam pada medium perendaman NaCl 3,5 % + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 M dengan waktu perendaman terjadi korosi seragam (*uniform corrosion*) dan korosi batas butir (*intergranular corrosion*).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian dengan variasi media rendam dengan salinitas yang berbeda dan variasi baja kontruksi lainnya yang memiliki aplikasi yang sama dengan baja ASTM A36 dengan implikasi didaerah pesisir Pantai.

2. Penambahan perlakuan pada baja dengan implikasi kontruksi bangunan air dengan penggunaan inhibitor untuk menghambat laju korosi dan menambahkan umur pakai baja kontruksi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada para atasan, senior dan seluruh rekan di AKMIL yang telah mendukung pelaksanaan penyelesaian penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- ASTM, 2008, Standard Specification for Carbon Structural Steel.
- Callister, W. D.. 2007, "Material Science and Engineering An Introduction", Wiley 7ed.
- E. García-Ochoa, J. González-Sánchez, N. Acuña, and J. Euan, "Analysis of the dynamics of Intergranular corrosion process of sensitised 304 stainless steel using recurrence plots," J. Appl. Electrochem., vol. 39, no. 5, pp. 637-645, May 2009, doi:10.1007/s10800-008-9702-4.
- E.-S. M. Sherif and A. H. Seikh, 2015, "Effects of immersion time and temperature on the corrosion of API 5L Grade X-65 Steel in 1.0 MH<sub>2</sub>so<sub>4</sub> pickling solution."
- Fansuri, H, M. Niniet, 2011, "Pelatihan Instrumentasi," *Scanning Electron Microscope*. Surabaya: Laboratium Energi ITS.
- G. A. Ayu, D. Rahmayanti, and N. EM, 2015, "Perhitungan Laju Korosi di dalam Larutan Air Laut dan Air Garam 3% pada Paku dan Besi ASTM A36," *Gravity Sci. J. Res. Learn. Phys.*, vol. 1, no. 1, Mar., doi: 10.30870/GRAVITY.V1I1.2489.
- Malani, A.P., 2012, "Studi Laju Korosi dan *Surface* Morfologi Pipa Bawah Laut API 5L Grade X65 dengan Variasi Sudut Bending, " *Tugas Akhir*, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Supomo, H, 2003, *Buku Ajar Korosi*. Surabaya: Jurusan Teknik Perkapalan FTK – ITS.
- Sulaiman, 2010, " Pengaruh Proses Pelengkungan dan Pemanasan

Garis Pelat Baja Kapal Aisi E 2512 terhadap Nilai Kekerasan dan Laju Korosi”, *Thesis*, Semarang: Universitas Diponegoro.

Trethewey, 1991, K. R. & Chamberlain, J. *Korosi*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.

Zakharov, B, 1962, *Heat Treatment of Metal*. Moscow: Peace Publisher.