

## ANALISA LAJU KOROSI BAJA KARBON RENDAH DENGAN VARIASI KECEPATAN ALIRAN DAN SALINITAS AIR LAUT PADA PEMODELAN SIRIP KEMUDI KAPAL

**Bisma Anggara**

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [bismaanggara@mhs.unesa.ac.id](mailto:bismaanggara@mhs.unesa.ac.id)

**Dwi Heru Sutjahjo**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : [dwiheru@unesa.ac.id](mailto:dwiheru@unesa.ac.id)

### Abstrak

Transportasi laut menjadi sangat penting bagi masyarakat Indonesia. Terjadinya kecelakaan pada transportasi laut dapat diakibatkan oleh timbulnya penurunan pada kekuatan dan usia kapal. Dampak peristiwa tersebut salah satunya diakibatkan oleh korosi. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan tiga media pengkorosi yaitu air laut Gresik, Sidoarjo, dan Lamongan sesuai dengan ASTM G31-72. Obyek penelitian menggunakan lembaran plat baja karbon rendah (*mild steel*) yang diuji pada tiga variasi kecepatan aliran dan tiga media air laut. Dengan variasi kecepatan aliran yaitu 1,28 knot, 1,74 knot, 2,31 knot yang akan direndam selama 96 jam. Selisih dari berat awal dan akhir dari hasil pengujian kemudian dihitung dengan metode kehilangan berat (*weigh lost*) untuk mengetahui laju korosi spesimen, selanjutnya akan dilihat pula struktur mikro dari permukaan spesimen untuk mengetahui perbedaannya secara visual. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini adalah semakin tinggi salinitas air laut dan kecepatan aliran maka semakin besar laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah. Laju korosi tertinggi terjadi pada media pengkorosi air laut Gresik dengan salinitas 20‰ dan kecepatan aliran 2,31 knot sebesar 2,7472mmpy. Sedangkan laju korosi terendah terjadi pada air laut Sidoarjo yang kadar salinitasnya 15‰ dan kecepatan aliran 1,28 knot mengalami laju korosi 0,9115mmpy yang mana merupakan kondisi optimum untuk kekuatan usia transportasi laut.

**Kata Kunci:** Laju korosi, *Mild Steel*, Air Laut, Kecepatan Aliran.

### Abstract

Sea transportation has become very important for the people of Indonesia. An accident in sea transportation can be caused by a decrease in the strength and age of the ship. One of the impact of the incident was caused by corrosion. This research was conducted using three corrosion media, namely Gresik, Sidoarjo and Lamongan seawater according to ASTM G31-72. The object of the study used mild carbon steel sheet plates which were tested on three variations of flow velocity and three seawater media. With variations in flow velocity of 1.28 knots, 1.74 knots, 2.31 knots which will be immersed for 96 hours. The difference between the initial and final weight of the test results is then calculated by the weight loss method to determine the corrosion rate of the specimen, then the microstructure of the specimen's surface will also be seen to determine the difference visually. The results obtained from this study are the higher the salinity of sea water and flow velocity, the greater the rate of corrosion that occurs in low carbon steel. The highest corrosion rate occurs in the Gresik sea water corroding media with a salinity of 20 ‰ and a flow velocity of 2.31 knots of 2.7472mmpy. While the lowest corrosion rate occurs in Sidoarjo seawater, which has a salinity level of 15 ‰ and a flow rate of 1.28 knots experiencing a corrosion rate of 0.9115mmpy which is the optimum condition for the strength of sea transportation age.

**Keywords:** Corrosion rate, Mild Steel, Sea Water, Flow Velocity.

### PENDAHULUAN

Dengan kondisi wilayah yang sebagian besar terpisah oleh perairan maka dibutuhkan penghubung antar wilayah seperti transportasi. Transportasi laut menjamin terselenggaranya mobilitas penduduk, barang, dan jasa. Dikarenakan dengan jumlah kurang lebih 17.504 pulau besar dan kecil membuat transportasi laut menjadi sangat

penting bagi masyarakat Indonesia (Pius Honggo Wijoyo, 2008:1).

Rakyat masih menjadikan kapal sebagai salah satu transportasi andalan. Namun, kecelakaan-kecelakaan kapal yang marak belakangan ini membuat hati siapapun was-was. Terjadinya kecelakaan pada transportasi laut dapat diakibatkan oleh timbulnya penurunan pada kekuatan dan usia kapal. Dampak peristiwa tersebut salah satunya diakibatkan oleh korosi. Menurut (Suardi, 2007)

penggunaan logam pada konstruksi air laut dapat mempercepat laju korosi. Korosi tidak pernah berhenti di karenakan korosi merupakan reaksi dari suatu material. Korosi didefinisikan sebagai kerusakan pada material (logam) akibat reaksi kimia atau reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Lingkungan ini secara umum adalah berupa oksida, karbonat (basa), atau sulfida (asam) (Yunaidi,2016).

Korosi yang bersifat merusak tidak bisa dihentikan sama sekali karena ini merupakan peristiwa alami yang terjadi jika logam berinteraksi dengan lingkungannya, namun proses terjadinya korosi dapat dicegah dan dikendalikan atau diperlambat lajunya dengan memperlambat proses kerusakan. Korosi pada air laut bisa di sebabkan karena galvanisasi pada logam, dimakan oleh makhluk mikrobiologis dalam laut, kandungan kimia pada air laut yang tercemar, serta kandungan garam yang terdapat pada air laut (Noviadam, 2016).

Air laut merupakan larutan yang mengandung garam yang bersifat korosif. Kadar garam dapat dinyatakan dengan salinitas, yaitu jumlah bahan-bahan padat yang terlarut dalam satu kilogram air laut karena banyaknya bahan-bahan padat yang terdapat dalam air laut maka akan mempengaruhi laju korosi suatu bahan logam (Kirk dan Othmer, 1965).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Faizal pada tahun 2018, tentang laju korosi logam karbon rendah (*mild steel*). Hasil dari penelitian ini adalah laju korosi pada air laut Gresik dengan variasi waktu perendaman 6 hari menghasilkan laju korosi yang tertinggi dengan nilai sebesar 0,7259 mmpy dan terendah pada waktu 2 hari sebesar 0,3053 mmpy diperoleh dari perendaman air laut Surabaya.

Uraian dari beberapa penelitian tersebut, mengantarkan peneliti yang ingin mengetahui lewat penelitian laju korosi pada baja karbon rendah (*mild steel*) yang digunakan pada sirip kemudi kapal. Menggunakan variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut.

### Rumusan Masalah

Berdasarkan pendahuluan diatas masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut :

- Bagaimana pengaruh variasi air laut yaitu air laut di Gresik, air laut di Lamongan, dan air laut di Sidoarjo terhadap laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah (*mild steel*)?
- Bagaimana pengaruh variasi kecepatan aliran air laut terhadap laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah (*mild steel*)?
- Bagaimana pengaruh kondisi optimum terhadap laju korosi dengan variasi air laut dan variasi kecepatan aliran?

### Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas tujuan dari penelitian ini adalah :

- Mengetahui pengaruh variasi air laut yaitu air laut di Gresik, air laut di Lamongan, dan air laut di Sidoarjo terhadap laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah (*mild steel*).
- Mengetahui pengaruh variasi laju aliran fluida cair terhadap laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah (*mild steel*)?
- Mengetahui pengaruh kondisi optimum terhadap laju korosi dengan variasi air laut dan variasi kecepatan aliran?

### METODE

#### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut terhadap laju korosi baja karbon rendah.

#### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bahan Bakar, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya. Waktu Penelitian dilakukan setelah pelaksanaan seminar proposal skripsi yang telah disetujui oleh tim penguji pada tanggal 25 Januari 2019.

#### Variabel Penelitian

##### • Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga hubungan variabel bebas terhadap variabel terikat tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel kontrol adalah baja karbon rendah, berat awal baja karbon rendah dan waktu penelitian 96 jam.

##### • Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang menjadi sebab timbulnya variabel terikat. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel bebas adalah kecepatan laju aliran yaitu 1,28 knot, 1,74 knot, 2,31 knot dan media pengkorosi yaitu air laut Gresik, Sidoarjo, Lamongan.

##### • Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi atau yang menjadi akibat, karena adanya variabel bebas. Dalam penelitian ini yang menjadi variabel terikat adalah berat akhir baja karbon rendah.

#### Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

##### • Bahan Penelitian

- Baja karbon rendah

- Air laut Gresik
- Air laut Lamongan
- Air laut Sidoarjo

#### • Alat Penelitian

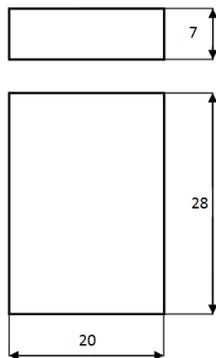
- Gerinda potong
- Pompa akuarium
- Talang spesimen
- Bak plastik
- Kertas abrasif

#### • Instrumen Penelitian

- Stopwatch
- Mikroskop digital
- pH meter
- TDS meter
- Refractometer

#### Spesimen Penelitian

Pada penelitian ini digunakan spesimen berupa baja karbon rendah bentuk plat. Dimensi spesimen bentuk plat memiliki panjang 28mm, lebar 20mm, dan tebal 7mm.

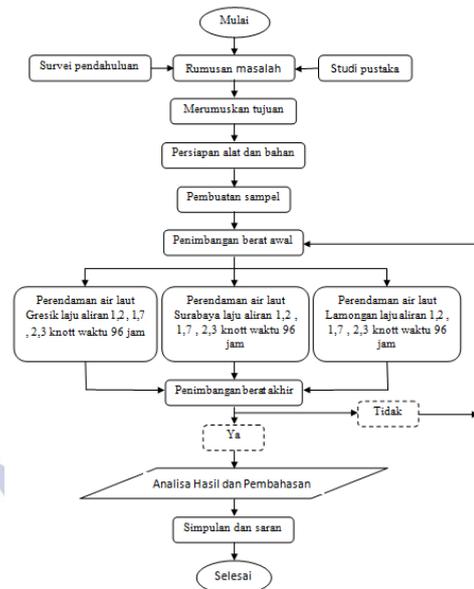


Gambar 1. Bentuk Spesimen

#### Prosedur Penelitian

- Mempersiapkan alat dan bahan.
- Mengamplas permukaan spesimen.
- Pengukuran berat spesimen serta analisa topografi bahan uji menggunakan mikroskop digital sebelum proses pengujian.
- Menempelkan spesimen pada talang.
- Setelah spesimen tertempel pada talang dan talang sudah terhubung dengan pompa akuarium.
- Menuangkan air laut dalam bak yang berjumlah 3 bak dengan kondisi pompa akuarium yang berbeda tiap bak.
- Menyalakan pompa akuarium selama 96 jam waktu pengujian, setelah 96 jam teralalu spesimen akan dilepas dari talang dan akan di timbang agar mengetahui berat akhir baja karbon rendah.
- Setelah penimbangan berat akhir spesimen dianalisa topografi lapisan menggunakan mikroskop digital dengan perbesaran 1000 kali.

#### Flowchart Penelitian



Gambar 2. Flowchart Penelitian

#### Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini, teknik analisis data yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif, yaitu dengan mengumpulkan data yang dinyatakan dalam bentuk angka dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Serta teknik analisis data deskriptif kualitatif, untuk membuktikan secara fisik adanya perubahan pada spesimen sebelum dan sesudah pengujian. Analisa data yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam tabel, dan ditampilkan dalam bentuk grafik yang kemudian akan dianalisa dan diberikan kesimpulan, sehingga dapat diketahui pengaruh kecepatan aliran dan salinitas air laut pada proses pengujian baja karbon rendah dengan pemodelan sirip kemudi kapal terhadap laju korosi.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

##### Hasil Penelitian

Pengukuran berat awal spesimen sebelum dilakukan proses pengujian dan berat akhir spesimen sesudah proses pengujian adalah sebagai berikut :

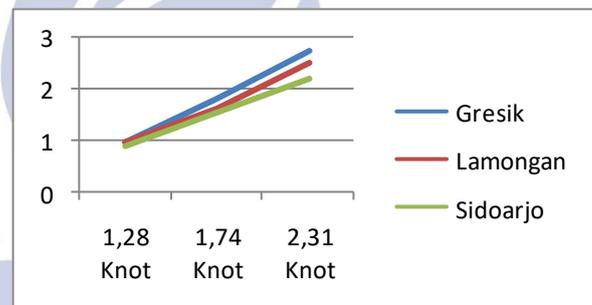
Tabel 1. Kehilangan Berat Spesimen

Media Pengkorosi	Laju Aliran (knot)	Berat Awal	Berat Akhir	Kehilangan Berat	Rata-rata	
Gresik	1,28	33,6505	33,4837	0,1668	0,1403	
		32,7871	32,6705	0,1166		
		32,6177	32,4801	0,1376		
	1,74	33,4737	33,2183	0,2554		0,2585
		32,6105	32,3413	0,2692		
		32,4001	32,1492	0,2509		
	2,31	33,8796	33,4819	0,3977		0,3909
		33,8463	33,3912	0,4551		
		34,5338	34,2137	0,3201		
Lamongan	1,28	33,1683	33,0195	0,1488	0,1366	
		32,3113	32,1748	0,1365		
		32,0292	31,9047	0,1245		
	1,74	30,0292	29,8091	0,2201		0,2314
		31,2424	31,0156	0,2268		
		30,6786	30,4312	0,2474		
	2,31	30,4661	30,1292	0,3369		0,3578
		31,7197	31,3424	0,3773		
		31,0779	30,7186	0,3593		
Sidoarjo	1,28	30,5841	30,4662	0,1179	0,1297	
		31,8671	31,7197	0,1474		
		31,2019	31,0781	0,1238		
	1,74	33,4519	33,2233	0,2286		0,2221
		33,3913	33,1512	0,2401		
		34,0037	33,8061	0,1976		
	2,31	34,1671	33,8196	0,3475		0,3146
		34,0455	33,6863	0,3592		
		34,7611	34,5238	0,2373		

Tabel 2. Hasil Pengukuran Laju Korosi

Media Pengkorosi	Laju Korosi (mmpy)		
	1,28 knott	1,74 knott	2,31 knott
Gresik	0,9862	1,8166	2,7472
Lamongan	0,9600	1,6264	2,5147
Sidoarjo	0,9115	1,5608	2,2113

Berdasarkan diagram pada gambar 3 menunjukkan bahwa spesimen mengalami penurunan berat yang disebabkan oleh korosi. Pada media pengkorosi air laut Gresik dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,1403gr. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,2585gr. Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,3909gr. Berbeda dengan media pengkorosi air laut Lamongan dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,1366gr. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,2314gr. Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,3578gr. Untuk media pengkorosi air laut Sidoarjo dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,1297gr. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,2221gr. Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami kehilangan berat sebesar 0,3146g

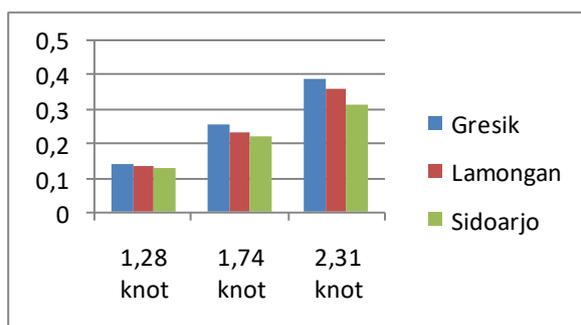


Gambar 4. Diagram Laju Korosi

**Pembahasan**

**• Kecepatan Aliran dan Salinitas Air Laut terhadap Laju Korosi**

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut terhadap laju korosi pada baja karbon rendah. Berikut adalah diagram kehilangan berat dan laju korosi terhadap variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut :



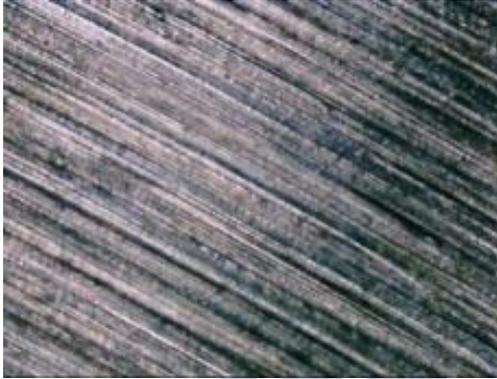
Gambar 3. Diagram Kehilangan Berat

Berdasarkan diagram pada gambar 4, menunjukkan bahwa laju korosi pada spesimen baja karbon rendah. Pada media pengkorosi air laut Gresik dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 0,9862mmpy. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 1,8166mmpy. Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 2,7475mmpy. Pada media pengkorosi air laut Lamongan dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 0,9600mmpy. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 1,6264mmpy. Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 2,5147mmpy. Pada media pengkorosi air laut Sidoarjo dan kecepatan 1,28 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 0,9115mmpy. Sedangkan pada kecepatan 1,74 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 1,5608mmpy.

Dan pada kecepatan 2,31 knott spesimen mengalami laju korosi sebesar 2,2113mmpy.

- **Analisa Topografi**

Analisa topografi dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kecepatan aliran dan salinitas air laut terhadap laju korosi pada baja karbon rendah sebelum dan sesudah spesimen diuji dengan menggunakan mikroskop digital perbesaran 1000 kali.



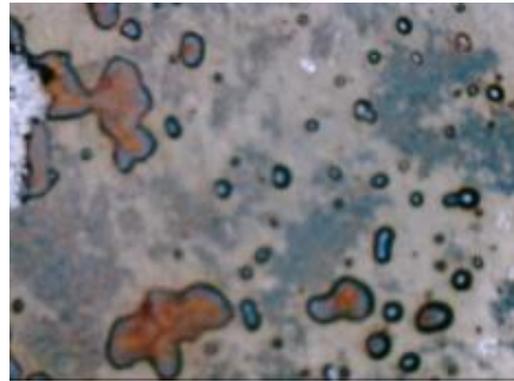
Gambar 5. Spesimen Baja Sebelum Pengujian

Berdasarkan gambar 5, spesimen sebelum dilakukan pengujian memiliki goresan-goresan akibat proses pengampelasan yang terlihat dengan jelas.



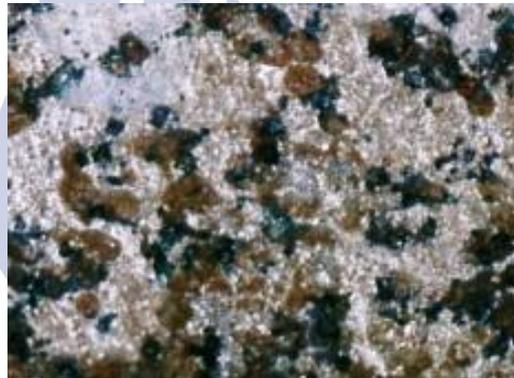
Gambar 6. Spesimen Setelah Pengujian Air laut Sidoarjo

Sedangkan pada gambar 6, goresan-goresan akibat pengampelasan pada spesimen menjadi lubang kerusakan pada permukaan. Hal ini dikarenakan korosi terjadi pada permukaan spesimen yang diakibatkan oleh air laut Sidoarjo.



Gambar 7. Spesimen Setelah Pengujian Air laut Lamongan

Sedangkan pada gambar 7, goresan-goresan akibat pengampelasan pada spesimen menjadi lubang kerusakan pada permukaan. Hal ini dikarenakan korosi terjadi pada permukaan spesimen yang diakibatkan oleh air laut Lamongan.



Gambar 8. Spesimen Setelah Pengujian Air laut Gresik

Sedangkan pada gambar 8, goresan-goresan akibat pengampelasan pada spesimen menjadi lubang kerusakan pada permukaan. Hal ini dikarenakan korosi terjadi pada permukaan spesimen yang diakibatkan oleh air laut Gresik.

Perubahan permukaan spesimen yang ditunjukkan dari hasil foto mikro menunjukkan adanya perubahan pada permukaan spesimen uji yang signifikan terhadap variasi media pengkorosi dan variasi laju aliran. Foto mikro dengan perbesaran 1000x nampak perbedaan dari permukaan sebelum dan sesudah pengujian berlangsung. Lewat foto mikro terlihat perubahan permukaan spesimen terdapat lubang-lubang kecil yang semakin membesar pada bagian permukaan spesimen.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan data yang telah dilakukan, maka dapat diambil beberapa simpulan antara lain:

- Pengaruh variasi air laut terhadap laju korosi adalah semakin tinggi salinitas air laut maka semakin besar laju korosi yang terjadi pada baja karbon rendah. Hal ini disebabkan karena ion (Cl) dalam air laut menyebabkan logam sangat korosif. Hasil penelitian menunjukkan laju korosi tertinggi terjadi pada media pengkorosi air laut Gresik dengan salinitas 20% sebesar 2,7472mmpy.
- Pengaruh variasi laju aliran terhadap laju korosi adalah semakin besar laju aliran media pengkorosi maka semakin besar laju korosi pada baja karbon rendah. Hal tersebut dipengaruhi akibat gerak relatif antara elektrolit dan permukaan spesimen. Sebagai pembuktian dari hasil pengujian dengan media pengkorosi air laut Gresik dengan laju aliran sebesar 2,31 knott, baja karbon rendah mengalami laju korosi sebesar 2,7472mmpy.
- Kondisi optimum terhadap laju korosi dengan variasi air laut dan variasi kecepatan aliran adalah semakin rendah salinitas air laut dan kecepatan aliran maka laju korosi akan lebih lambat. Hal ini dapat dibuktikan dengan air laut Sidoarjo yang kadar salinitasnya 15% dan kecepatan aliran 1,28 knot, baja karbon rendah mengalami laju korosi 0,9115mmpy.

### Saran

Berdasarkan eksperimen yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran untuk dilakukan penelitian lebih lanjut, diantaranya:

- Perlu adanya penambahan variasi waktu pada penelitian selanjutnya untuk membuktikan adanya pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon rendah.
- Perlu adanya penambahan sudut penempatan spesimen baja karbon rendah sebagai material sirip kemudi kapal sehingga menyerupai kerja sirip kemudi kapal sebagai alat navigasi sebuah kapal.

## DAFTAR PUSTAKA

ASTM International. 2004. *ASTM G31-72: Standart Praticte For Laboratory Immersion Corrosion Testing Of Metal*. United State.

Fontana, Mars. 1986. *Corossion Engineering*. Third Edition : Mc Graw-Hill Book Company.

Haryanto, Frans Kurniawan. 2017. *Variasi Waktu Dan Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Logam Perunggu (Bronze) Sebagai Propeller Kapal*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Lasabuda, Ridwan. 2013. *Pembangunan Wilayah Pesisir Dan Lautan Dalam Perspektif Negara Kepulauan Republik Indonesia*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Manado : Universitas Sam Ratulangi.

Noviadam, M Riki. 2016. *Analisa Laju Korosi Erosi Pada Baja ST 60 Dalam Berbagai Media Air Laut*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Saputro, Faizal Dwi. 2018. *Variasi Media Pengkorosi Dan Waktu Terhadap Laju Korosi Pada Logam Baja Rendah Karbon (Mild Steel) Dengan Pemodelan Kondisi Sirip Kemudi Kapal*. Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya : Universitas Negeri Surabaya.

Sugiyono. 2007. *Metode Penelitian Kualitatif, Kuantitatif, dan R&D*. Bandung : Penerbit Kanisus.

Sutjaho, Dwi Heru. 2011. *Teknologi Korosi*. Surabaya: Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya.

Threthewey, Kenneth dan John Chamberlain. 1991. *Korosi Untuk Mahasiswa Saint Dan Rrekayasa*. Jakarta : PT. Gramedia.

UNESA. 2000. *Pedoman Penulisan Artikel Jurnal*, Surabaya: Lembaga Penelitian Universitas Negeri Surabaya.