



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja SS 400 pada Kapal

Reka Purnawati ¹⁾, Sarjito Jokosisworo ¹⁾, Hartono Yudo ¹⁾

¹⁾Laboratorium Pengelasan

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

e-mail : rekapurnawati@gmail.com, jito_sar@yahoo.com, hartonoyudo@yahoo.com

Abstrak

Baja merupakan komponen plat utama untuk badan maupun lambung kapal. Baja SS 400 merupakan jenis baja karbon rendah dengan kandungan karbon sebesar 0,20%, silikon 0,14% dan mangan sebesar 0,29%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap laju korosi pada baja SS 400 dengan media air laut yang diperoleh dari air laut wilayah Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo, dan Jepara. Penelitian ini menggunakan metode kehilangan berat yaitu metode ketahanan korosi dengan cara mencelupkan seluruh permukaan spesimen dan menghitung hilang masa selama penelitian berlangsung. Jumlah spesimen yang digunakan pada penelitian ini adalah 16 buah yang dibagi kedalam 4 kelompok air laut (Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo, dan Jepara). Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro dan Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada dengan menggunakan variabel manipulasi air laut sebagai media korosif yang diambil dari 4 wilayah yang berbeda yaitu Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo, dan Jepara, massa spesimen yang berkurang selama penelitian berlangsung adalah variabel respon dan variabel kontrolnya adalah dimensi spesimen uji berbentuk silinder dengan dimensi diameter 14 mm dan ketebalan 3 mm, lamanya perendaman 3 minggu dan volume air laut sebesar 1 liter (ASTM G31-72). Hasil pengujian korosi dari baja SS 400 untuk wilayah Bantul dengan salinitas 23.700 ppm laju korosi = 0,170366435 mmpy, Gunung Kidul dengan salinitas 22.750 ppm laju korosi = 0,128687728 mmpy, Kulonprogo dengan salinitas 23.200 ppm laju korosi = 0,131457914 mmpy dan Jepara dengan salinitas 17.800 ppm laju korosi = 0,102496879 mmpy.

Kata Kunci : Laju Korosi, Kehilangan Berat, Air Laut, Salinitas, Baja SS 400

1. PENDAHULUAN

Baja sudah lama digunakan didalam industri perkapalan sebagai bagian kapal. Dalam lingkungan perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal [1]. Baja SS 400 merupakan baja dengan komposisi kimia Karbon (C), Mangan (Mn), Silikon (Si), Sulfur (S) dan Fosfor (P) yang dipakai untuk kapal laut.

Korosi bersifat merusak pada suatu logam oleh reaksi kimia dengan lingkungannya. Korosi merupakan sumber dari kerusakan terbesar yang terjadi pada kapal karena mengakibatkan menurunnya fatigue life dan berkurangnya kecepatan kapal [2].

Korosi tidak pernah berhenti, karena korosi merupakan sebuah kerusakan yang diakibatkan oleh material sendiri dan lingkungannya. Permukaan bumi didominasi dengan wilayah laut

yaitu sebesar 70%. Kandungan material dari air laut menyebabkan air laut memiliki kemampuan untuk menkorosi logam secara cepat. Selain itu ada 2 aspek penting yang mempengaruhi proses korosi yaitu dari material itu sendiri (komposisi dan perlakuan yang dilakukan) dan dari faktor lingkungan seperti salinitas (kadar garam), efek Ph (derajat keasaman), temperatur dan kecepatan[3].

Pada penelitian [4] juga dilakukan penelitian tentang laju korosi dengan variasi medium air laut di berbagai daerah di Jawa Timur dan menggunakan baja SC 42. Dalam penelitian ini disimpulkan bahwa laju korosi terbesar terjadi di wilayah Perak yaitu sebesar 0,535 mmpy.

Pada penelitian [5] juga dilakukan penelitian laju korosi menggunakan material baja karbon dan paduan tembaga dengan variasi medium laju korosi berupa air laut dan larutan asam sulfat dengan metode polarisasi. Dalam penelitian ini didapatkan hasil bahwa laju korosi baja tembaga dan karbon

dalam larutan air laut adalah 0,105 mils/tahun sedangkan 0,162 mils/tahun pada asam sulfat.

Pada penelitian [6] dilakukan penelitian laju korosi dengan medium korosif air laut wilayah Jawa Timur (Lamongan, Kamal dan Gresik) dengan membandingkan pengaruh pH, salinitas dan TDS air laut. Hasil dari penelitian ini adalah air laut Lamongan memiliki laju korosi sebesar 0,0199 mmpy karena nilai pH, salinitas dan TDS lebih besar daripada air laut Gresik maupun Kamal.

Ditinjau dari permasalahan diatas, maka penelitian akan meneliti laju korosi pada material baja SS 400 dengan variasi medium air laut di berbagai wilayah Pulau Jawa yaitu Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo dan Jepara menggunakan metode kehilangan berat. Sebelumnya dilakukan terlebih dahulu pengujian salinitas terhadap air laut supaya kita dapat mengetahui seberapa besar kadar garam yang terkandung dalam air laut. Setelah dilakukan uji laju korosi material baja SS 400 akan dilakukan pengujian foto makro.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil perbandingan salinitas air laut terhadap laju korosi baja SS 400 menggunakan metode kehilangan berat.

2. METODE

2.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data didapatkan dari berbagai sumber, yaitu dari buku, modul, artikel, jurnal dan melalui internet. Sehingga dapat mempelajari karakteristik material baja SS 400, faktor yang mempengaruhi korosi, laju korosi dan pengujian foto makro.

2.2 Identifikasi Variasi Penelitian

Dalam penelitian ini memiliki 3 variabel yaitu variabel kontrol, variabel manipulasi, dan variabel respon. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah dimensi spesimen yaitu diameter 14 mm dan ketebalan 3 mm yang direndam dalam media korosif selama 21 hari. Variabel manipulasi berupa media korosif yang digunakan yaitu air laut Bantul, air Laut Gunung Kidul, air laut Kulonprogo dan air laut Jepara. Variabel respon yaitu masa spesimen yang hilang selama penelitian berlangsung.

2.2 Prosedur Penelitian

Persiapan Penelitian

- a. Persiapan Alat :
 - Neraca Analitik 1/10.000 gram
 - Stereozoom Microscope
 - SEM (*scanning electron microscopy*)
 - TDS Salinity Meter
- b. Persiapan Bahan :
 - Logam Baja SS 400

Diameter : 14 mm
Ketebalan : 3 mm
Jumlah spesimen : 16 spesimen

c. Tempat dan Waktu Penelitian

- Lab Terpadu Universitas Diponegoro (7 Agustus 2019 – 23 September 2019)
- Lab Bahan Teknik Mesin Universitas Gadjah Mada (20 September 2019)

Pembuatan Spesimen.

Pembuatan spesimen dilakukan sebelum pengujian dilakukan. Dalam pengujian laju korosi ini spesimen yang digunakan adalah baja SS 400 berbentuk silinder dengan dimensi diameter 14 mm dan ketebalan 3 mm yang setelah dipotong spesimen dihaluskan menggunakan mesin surf grind.



Gambar 1. Bentuk Spesimen

Proses Pengujian Salinitas

Pengujian salinitas digunakan untuk mengetahui seberapa besar kadar garam yang terkandung dalam air laut [6]. Pengujian salinitas menggunakan alat bernama TDS Salinity dengan cara membuka tutup bawah dari alat kemudian menekan tombol on sampai alat menunjukkan angka 0. Alat dicelupkan pada air laut sesuai dengan batasan paling atas lalu baca nilai penunjukannya.

Penimbangan Berat Awal

Terlebih dahulu dilakukan penimbangan menggunakan timbangan analitik untuk mengetahui berat awal dari baja SS 400. Yang kemudian penimbangan berat awal ini digunakan untuk menentukan berat yang hilang dari spesimen.

Proses Perendaman/Pengujian dengan Media Air Laut

Penelitian ini menggunakan air laut sebanyak 1 liter. (ASTM G31-72)
Langkah yang dilakukan untuk uji perendaman adalah :

- Mempersiapkan wadah yang diisi dengan media pengujian air laut dari berbagai daerah (Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo, Jepara).

- Setiap wadah diisikan empat buah spesimen baja SS 400
- Memberi nama pada wadah sesuai dengan air laut di dalamnya
 - Wadah 1 berisi air laut Bantul
 - Wadah 2 berisi air laut Gunung Kidul
 - Wadah 3 berisi air laut Kulonprogo
 - Wadah 4 berisi air laut Jepara
- Mulai proses perendaman selama 3 minggu

Pengujian Fotomakro

Setelah spesimen direndam selama 3 minggu, spesimen diangkat dan dibersihkan menggunakan air bersih lalu dikeringkan dan dilakukan pengujian fotomakro untuk mengetahui struktur permukaan dari spesimen.

Proses Pembersihan Spesimen

Proses pembersihan spesimen adalah sebagai berikut :

- Setelah dilakukan pengujian fotomakro, spesimen dibersihkan dengan air biasa kemudian dikeringkan.
- Selanjutnya adalah pembersihan menggunakan larutan HCl selama 30 detik untuk membersihkan korosi yang menempel pada spesimen.
- Setelah dibersihkan dengan HCl spesimen dibersihkan sekali lagi menggunakan air aquades untuk menghilangkan larutan HCl yang menempel.
- Mengeringkan spesimen.

Penimbangan Berat Akhir

Spesimen ditimbang menggunakan timbangan neraca analitik untuk mendapatkan berat akhir dari spesimen setelah dilakukan perendaman.

Kemudian dilakukan perhitungan laju korosi yang sesuai dengan metode kehilangan berat pada ASTM G31-72 [7].

Rumus Kehilangan Berat :

$$\Delta W = W_{\text{Awal}} - W_{\text{Akhir}} \quad (1)$$

Laju Korosi :

$$\text{mpy} = \frac{k \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (2)$$

Dimana *mpy* adalah *mils per years (mmpy)*, *k* adalah konstanta, *W* adalah kehilangan berat (gram), *D* adalah Massa Jenis Aluminium

(*Density*), *A* adalah area permukaan (mm), *T* adalah waktu (jam) [8].

2.2 Teknik Penyajian Data

Penyajian data pada penelitian ini berupa tabel dan grafik untuk memperjelas dan didukung foto makro dari spesimen. Metode analisa data dengan deskriptif kuantitatif sehingga penelitian ini dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh dari eksperimen tersebut.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Baja SS 400

Komposisi Material Baja SS 400 adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Komposisi Baja SS 400

Komponen	Kandungan
Karbon (C)	0,20%
Silicon (Si)	0,14%
Mangan (Mn)	0,29%

3.2 Uji Salinitas

Pengujian salinitas air laut untuk mengetahui seberapa banyak kadar garam yang terkandung dalam air laut didapat data sebagai berikut:

Tabel 2. Salinitas Air Laut

Medium	Salinitas
Air Laut Bantul	23.700 ppm
Air Laut Gunung Kidul	22.750 ppm
Air Laut Kulonprogo	23.200 ppm
Air Laut Jepara	17.800 ppm

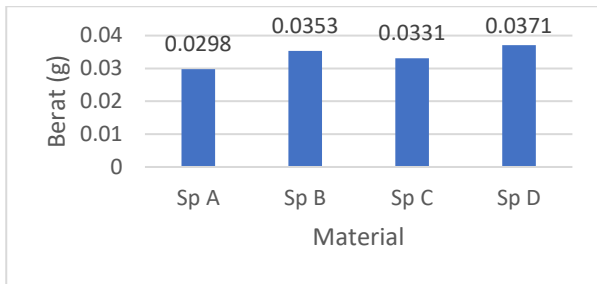
3.3 Laju Korosi

a. Laju Korosi Laut Bantul

Pada hasil penelitian untuk material baja SS 400 pada air laut Pantai Bantul sebanyak 1 liter selama 504 jam diperoleh data kehilangan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel dan grafik

Tabel 3. Kehilangan Berat Laut Bantul

Spesimen	Kehilangan Berat (g)
Spesimen A	0,0298
Spesimen B	0,0353
Spesimen C	0,0331
Spesimen D	0,0371



Gambar 3. Kehilangan Berat Laut Bantul

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan dapat diketahui data laju korosi keempat spesimen dan diambil rata-rata yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 4. Laju Korosi Laut Bantul

	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Hilang Massa (g)	Laju Korosi (mmpy)
Sp A	3,4569	3,4271	0,0298	0,15009371
Sp B	3,492	3,4567	0,0353	0,17779557
Sp C	3,5483	3,5152	0,0331	0,166714826
Sp D	3,5248	3,4877	0,0371	0,186861633
Rata-rata				0,170366435

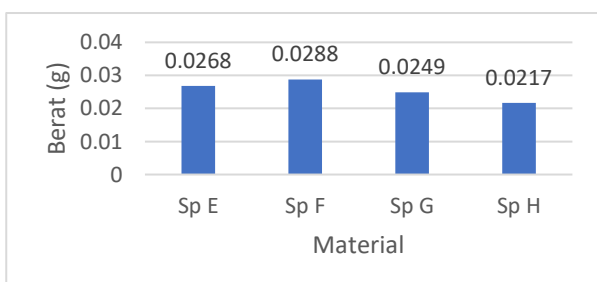
Laju korosi baja SS 400 dalam medium air laut Bantul dengan salinitas sebesar 23.700 ppm yang direndam selama 504 jam adalah 0,170366435 mmpy.

b. Laju Korosi Laut Gunung Kidul

Pada hasil penelitian untuk material baja SS 400 pada air laut Pantai Gunung Kidul sebanyak 1 liter selama 504 jam diperoleh data kehilangan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel dan grafik

Tabel 5. Kehilangan Berat Laut Gunung Kidul

Spesimen	Kehilangan Berat (g)
Spesimen E	0,0268
Spesimen F	0,0288
Spesimen G	0,0249
Spesimen H	0,0217



Gambar 4. Kehilangan Berat Laut Gunung Kidul

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan dapat diketahui data laju korosi keempat

spesimen dan diambil rata-rata yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 6. Laju Korosi Laut Gunung Kidul

	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Hilang Masa (g)	Laju Korosi (mmpy)
Sp E	3,4849	3,4581	0,0268	0,134983605
Sp F	3,5444	3,5156	0,0288	0,145057009
Sp G	3,5969	3,572	0,0249	0,125413872
Sp H	3,4865	3,4648	0,0217	0,109296427
Rata-rata				0,128687728

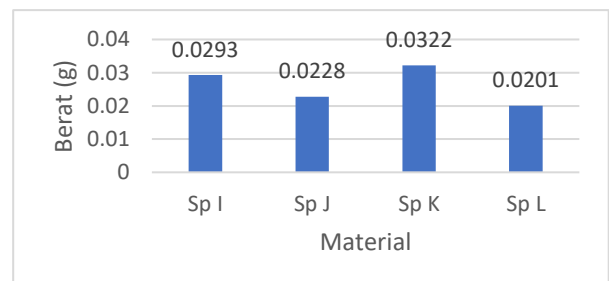
Laju korosi baja SS 400 dalam medium air laut Gunung Kidul dengan salinitas sebesar 22.750 ppm yang direndam selama 504 jam adalah 0,128687728 mmpy.

c. Laju Korosi Laut Kulonprogo

Pada hasil penelitian untuk material baja SS 400 pada air laut Pantai Kulonprogo sebanyak 1 liter selama 504 jam diperoleh data kehilangan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel dan grafik

Tabel 7. Kehilangan Berat Laut Kulonprogo

Spesimen	Kehilangan Berat (g)
Spesimen I	0,0293
Spesimen J	0,0228
Spesimen K	0,0322
Spesimen L	0,0201



Gambar 5. Kehilangan Berat Laut Kulonprogo

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan dapat diketahui data laju korosi keempat spesimen dan diambil rata-rata yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 8. Laju Korosi Laut Kulonprogo

	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Hilang Masa (g)	Laju Korosi (mmpy)
Sp I	3,4534	3,4241	0,0293	0,147575359
Sp J	3,5126	3,4898	0,0228	0,114836798
Sp K	3,4708	3,4386	0,0322	0,162181794
Sp L	3,4982	3,4781	0,0201	0,101237704
Rata-rata				0,131457914

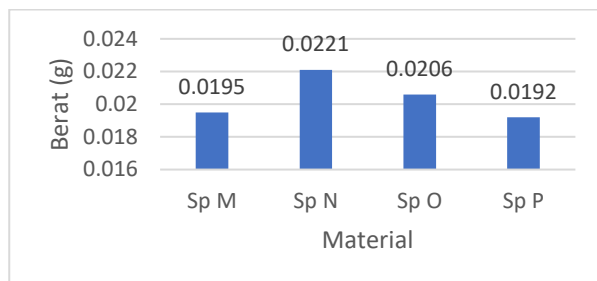
Laju korosi baja SS 400 dalam medium air laut Kulonprogo dengan salinitas sebesar 23.200 ppm yang direndam selama 504 jam adalah 0,131457914 mmpy.

d. Laju Korosi Laut Jepara

Pada hasil penelitian untuk material baja SS 400 pada air laut Pantai Kulonprogo sebanyak 1 liter selama 504 jam diperoleh data kehilangan berat. Hasil penelitian perubahan berat dapat dilihat pada tabel dan grafik

Tabel 9. Kehilangan Berat Laut Jepara

Spesimen	Kehilangan Berat (g)
Spesimen M	0,0195
Spesimen N	0,0221
Spesimen O	0,0206
Spesimen P	0,0192



Gambar 6. Kehilangan Berat Laut Jepara

Dari hasil perhitungan kehilangan berat yang dilakukan dapat diketahui data laju korosi dari keempat spesimen dan diambil rata-rata yang dapat dilihat pada tabel

Tabel 10. Laju Korosi Laut Jepara

	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Hilang Masa (g)	Laju Korosi (mmpy)
Sp M	4,0872	4,0677	0,0195	0,098215683
Sp N	4,257	4,2349	0,0221	0,111311107
Sp O	4,3988	4,3782	0,0206	0,103756055
Sp P	4,0549	4,0357	0,0192	0,096704672
Rata-rata				0,102496879

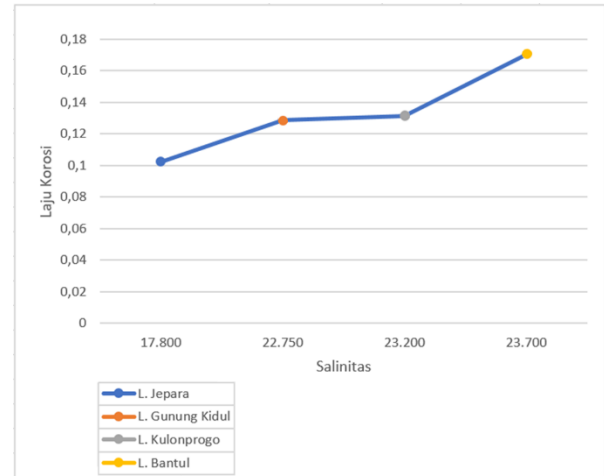
Laju korosi baja SS 400 dalam medium air laut Jepara dengan salinitas sebesar 17.800 ppm yang direndam selama 504 jam adalah 0,102496879 mmpy.

e. Hubungan Laju Korosi Baja SS 400 dengan Salinitas Air Laut

Berdasarkan salinitas dan laju korosi yang sudah diperhitungkan, didapatkan data sebagai berikut.

Tabel 11. Hubungan Salinitas dengan Laju Korosi

Medium	Salinitas	Laju Korosi
Laut Jepara	17.800	0,102496879
Laut Gunung Kidul	22.750	0,128687728
Laut Kulonprogo	23.200	0,131457914
Laut Bantul	23.700	0,170366435



Gambar 7. Hubungan Salinitas dengan Laju Korosi

Laju korosi baja SS 400 dengan perendaman selama 504 jam adalah sebesar 0,102496879 mmpy pada medium air laut Jepara dengan salinitas 17.800 ppm, 0,128687728 mmpy pada medium air laut Gunung Kidul dengan salinitas 22.750 ppm, 0,131457914 mmpy pada medium air laut Kulonprogo dengan salinitas 23.200 dan 0,170366435 mmpy pada medium air laut Bantul dengan salinitas 23.700 ppm. Maka dapat disimpulkan semakin besar salinitas dari medium korosi semakin cepat juga laju korosi yang terjadi.

3.4 Standar Deviasi

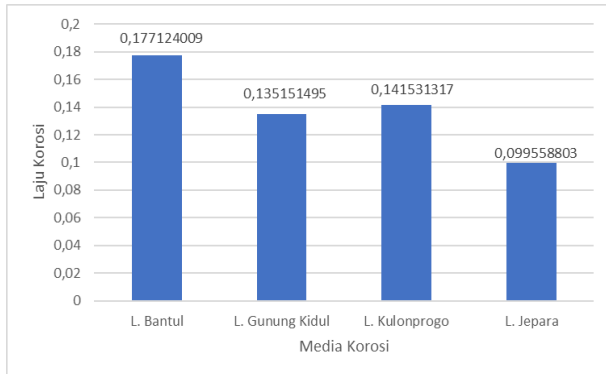
Standar Deviasi adalah nilai statistik yang digunakan untuk menentukan cara dalam hal menyebarkan data dalam sampel serta seberapa dekat titik data dari individu ke mean atau kata lain rata-rata pada nilai sampel [10].

Tabel 12. Standar Deviasi

Variabel	Sp	Standar Deviasi	Laju Korosi	Rata Rata
Laut Bantul	Sp 1*	0,0137	0,1500	0,1771
	Sp 2		0,1777	
	Sp 3		0,1667	
	Sp 4		0,1868	
Laut Gunung Kidul	Sp 1	0,0130	0,1349	0,1351
	Sp 2		0,1450	
	Sp 3		0,1254	

	Sp 4*		0,1092	
Laut	Sp 1	0,0245	0,1475	0,1415
Kulon	Sp 2		0,1148	
Progo	Sp 3		0,1621	
	Sp 4*		0,1012	
Laut	Sp 1	0,00572	0,0982	0,0967
Jepra	Sp 2*		0,1113	
	Sp 3		0,1037	
	Sp 4		0,0967	

Keterangan : (*) spesimen tidak memenuhi standar deviasi



Gambar 8. Standar Deviasi

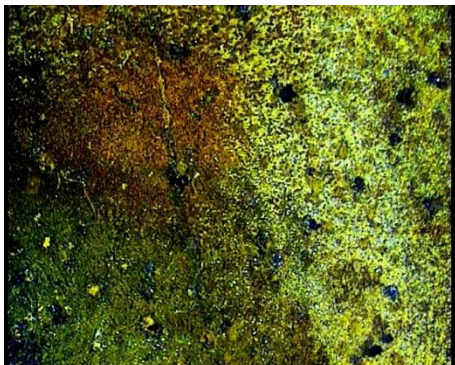
Berdasarkan perhitungan standar deviasi yang dilakukan terhadap hasil laju korosi maka diperoleh hasil seperti pada tabel. Nilai standar deviasi yang memiliki rentang yang kecil sehingga terdapat satu spesimen pada setiap medium korosi yaitu air laut Bantul, Gunung Kidul, Kulonprogo dan Jepra yang tereleminasi.

Namun tidak terjadi perubahan nilai rata-rata yang ekstrim.

3.5 Hasil Pengujian Foto Makro

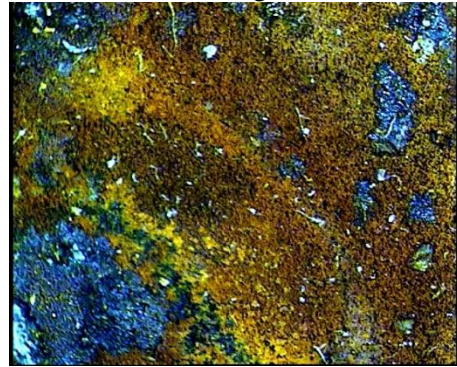
Hasil dari pengujian foto makro didapat beberapa hasil gambar sebagai berikut:

a. Fotomakro Laut Bantul



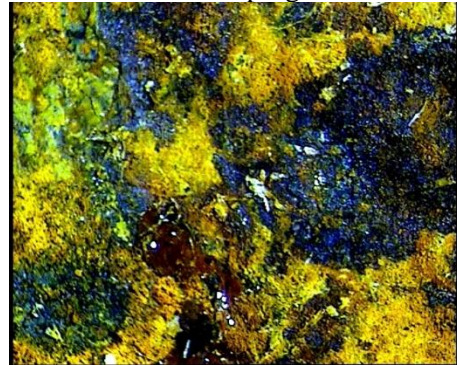
Gambar 9. Foto Makro Spesimen Laut Bantul

b. Fotomakro Laut Gunung Kidul



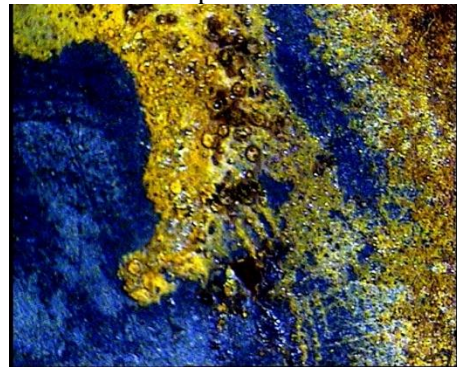
Gambar 10. Foto Makro Spesimen Laut Gunung Kidul

c. Fotomakro Laut Kulonprogo



Gambar 11. Foto Makro Spesimen Laut Bantul

d. Fotomakro Laut Jepra



Gambar 12. Foto Makro Spesimen Laut Jepra

Hasil pengujian fotomakro memperlihatkan bahwa baja SS 400 telah mengalami perubahan struktur asli dari baja itu sendiri. Dilihat dari permukaan keempat spesimen dapat disimpulkan bahwa baja SS 400 mengalami korosi menyeluruh atau korosi uniform. Warna kuning pada gambar menunjukkan permukaan korosi pada baja SS 400 sedangkan warna biru adalah permukaan spesimen. Kontak langsung antara baja dengan lingkungan korosif air laut inilah yang menyebabkan terjadinya korosi pada baja SS 400 secara menyeluruh. Korosi cukup tinggi dan menyebar secara merata terjadi pada lingkungan air laut Bantul. Hal ini dibuktikan

dengan adanya korosi yang tersebar pada seluruh permukaan spesimen, sedangkan spesimen pada air laut Gunung Kidul, Kulonprogo dan Jepara ada bagian spesimen yang tidak tertutup penuh oleh korosi.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah : 1) Dari hasil pengujian komposisi bahan baja SS 400 terdiri dari unsur aluminium dengan komponen Karbon (C) sebanyak 0,20%, Silicon (Si) sebanyak 0,14%, dan kandungan Mangan (Mn) sebanyak 0,29%. 2) Laju korosi baja SS 400 pada air laut Bantul dengan salinitas 23.700 ppm adalah sebesar 0,170366435 mmpy, pada air laut Gunung Kidul dengan salinitas 22.750 adalah sebesar 0,128687728 mmpy, pada air laut Kulonprogo dengan salinitas 23.200 adalah sebesar 0,131457914 mmpy, pada air laut Jepara dengan salinitas 17.800 adalah sebesar 0,102496879 mmpy. Maka air laut Bantul memiliki laju korosi lebih cepat 170% daripada air laut Jepara. Dapat disimpulkan semakin besar salinitas dari medium korosi semakin cepat juga laju korosi yang terjadi. 3) Hasil pengujian fotomakro dapat terlihat baja SS 400 mengalami korosi uniform. Korosi yang cukup tinggi pada baja SS 400 ditunjukkan dalam pengujian menggunakan medium air laut Bantul.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada laboran di Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro dan Laboratorium Bahan Universitas Gadjah Mada yang sudah banyak membantu dalam penyelesaian penelitian tugas akhir.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Bayuseno, "Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat," Vol. 11, No. Ii, Pp. 32–37, 2009.
- [2] Mavindra Ramadhana (2011), *Studi Eksperimen Laju Korosi Plat Body Automobiles Pada Larutan NaCl 5% (Air Laut) Dengan Cyclic Methode SAE J2334*, Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- [3] Sasono, E. J., 2010, "Efektifitas penggunaan anoda korban paduan aluminium pada plat baja kapal AISI 2512 terhadap laju korosi di dalam media air laut", tesis ilmiah Teknik Mesin Universitas Diponegoro .
- [4] Musnasir., 2009, "Laju Korosi Baja SC 42 Dalam Medium Air Laut dengan

- Metode Immers Total"; Tugas Akhir Jurusan Teknik Mesin, Universitas Gajah Mada.*
- [5] V. Malau, "Pengaruh Larutan Air Laut dan Asam Sulfat Terhadap Laju Korosi Baja Karbon dan Paduan Tembaga dengan Metode Polarisation," Pp. 147–152, 2011
- [6] Anam Khoirul. 1999. *Laju Korosi Aluminium Pada Kapal FPB 28 Dalam Larutan Media Korosi Air Laut*. Jurusan Teknik Perkapalan. Tugas Akhir yang tidak dipublikasikan. Surabaya : ITS
- [7] ASTM International ASTM G31-72 Standart Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. United states. 2004
- [8] Sumarji. 2013. *Komparasi Efisiensi Material Baja Karbon ST 37 Terhadap Laju Korosi di Media Air Muara Sungai dengan Metode Elektrokimia*. Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Universitas Jember.
- [9] Pattireuw, Kevin Jones, Fentje Abdul Rauf, dan Romels Cresano. 2013. *Analisis Laju Korosi pada Baja Karbon dengan Menggunakan Air Laut dan H2SO4*. Teknik Mesin. Manado : Universitas Sam Ratulangi.
- [10] Sofia Loren, B dan Febrianto. 2009. *Pengujian Mesin EDAQ untuk Mengukur Laju Korosi*
- [11] Andarany Kartika Sari, "Studi Karakterisasi Laju Korosi Logam Aluminium Dan Pelapisan Dengan Menggunakan Membran SellulosaA Asetat", Jurnal Teknik Mesin (JTM), Vol. 06, No. 1, Februari 2017