



Analisa Pengaruh Salinitas Dan Derajat Keasaman (pH) Air Laut Di Pelabuhan Jakarta Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal

Asman Ala¹, Yuni Mariah², Diah Zakiah³, Denny Fitrial⁴

^{1, 2, 3} Program Studi Ketatalaksanaan dan Kepelabuhanan, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta

⁴ Program Studi Nautika, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran, Jakarta

Jl. Marunda Makmur No. 1 Cilincing, Jakarta Utara. Jakarta 14150

disubmit pada : 19/8/18

direvisi pada : 02/9/18

diterima pada : 05/10/18

Abstrak

Baja telah lama digunakan secara luas didalam industri kapal sebagai komponen plat utama didalam badan maupun lambung kapal. Disatu sisi material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material kapal. Derajat keasaman atau pH adalah jumlah ion H^+ yang terdapat di dalam sistem perairan atau biasa dikenal tingkat keasaman. Air laut umumnya mempunyai pH yang rendah (cenderung asam) sehingga menyebabkan korosi yang cepat di bagian bagian terbuka pada lambung kapal akibat cat lambung kapal yang tergores. penelitian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar faktor salinitas dan derajat keasaman (pH) mempengaruhi laju korosi terhadap baja pada material kapal dan mengidentifikasi air laut yang laju korosinya tinggi di lihat dari pengaruh faktor derajat keasaman dan salinitas air laut. Hasil penelitian ini yaitu dapat mengkonfirmasi dan membuktikan pengaruh kadar salinitas dan pH air laut terhadap laju korosi. Semakin tinggi salinitas maupun pH, semakin tinggi juga laju korosinya.

Copyright © 2018, **METEOR STIP MARUNDA**, ISSN:1979-4746

Kata Kunci : Korosi, Baja Material Kapal, Air Laut

1. PENDAHULUAN

Salah satu sumber kerusakan terbesar pada kapal laut adalah disebabkan oleh korosi air laut. Sampai saat ini penggunaan besi dan baja sebagai bahan utama pembuatan kapal masih dominan. Dari segi biaya dan kekuatan, penggunaan besi dan baja untuk bangunan kapal memang cukup memadai. Tetapi besi dan baja sangat reaktif dan mempunyai kecenderungan yang besar untuk terserang korosi air laut. Korosi merupakan suatu proses degradasi dari suatu logam yang dikarenakan terjadinya reaksi kimia antara logam tersebut dengan lingkungannya.

Pada dasarnya korosi adalah peristiwa pelepasan elektron-elektron dari logam (besi atau baja) yang berada di dalam larutan elektrolit misalnya air laut. Sedangkan atom-atom yang bermuatan positif dari logam (Fe^{+3}) akan bereaksi dengan ion hydroxyl (OH^-) membentuk ferri hidroksida [$Fe(OH)_3$] yang dikenal sebagai karat. Berdasarkan segi konstruksi pada kapal laut, pelat lambung kapal adalah daerah yang pertama kali terkena air laut. Pada daerah lambung ini bagian bawah air ataupun daerah atas air rentang terkena korosi. Korosi pada pelat badan kapal dapat mengakibatkan turunnya kekuatan dan umur pakai kapal, mengurangi kecepatan kapal serta mengurangi jaminan keselamatan dan keamanan muatan barang dan penumpang.

*) Penulis Korespondensi :

Email : asman_ala@dephub.go.id

Baja telah lama digunakan secara luas didalam industri kapal sebagai komponen plat utama didalam badan maupun lambung kapal. Di dalam lingkungan industri perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal, mesin utama maupun mesin bantu kapal. Disatu sisi material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material kapal. Dampak ancaman korosi pada kapal dengan material baja juga dapat memperburuk penampilannya dan memperpendek usia pakai dari kapal baja tersebut.

Laut merupakan wilayah yang paling luas di permukaan dunia, dengan luas mencapai 70% dari seluruh permukaan dunia dan mempunyai kemampuan mengkorosi logam secara cepat karena terdiri berbagai kandungan material (garam-garaman, zat terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut).

Air laut yang bersifat elektrolit cenderung bersifat asam dan mengandung garam merupakan media yang baik untuk melangsungkan transfer muatan yang akan mempercepat proses elektrokimia yang dapat menyebabkan korosi.

Derajat keasaman atau pH adalah jumlah ion H^+ yang terdapat di dalam sistem perairan atau biasa dikenal tingkat keasaman. Air laut umumnya mempunyai pH yang rendah (cenderung asam) sehingga menyebabkan korosi yang cepat di bagian bagian terbuka pada lambung kapal akibat cat lambung kapal yang tergores. Laju korosi pada kondisi asam dengan $pH < 7$ semakin besar karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katoda menyebabkan lebih banyak atom logam yang teroksidasi sehingga laju korosi pada permukaan logam semakin besar.

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Air laut mengandung garam-garam chlorida dan garam-garam lain dengan kadar salinitas air laut berkisar 3 - 4 %. Keberadaan elektrolit seperti garam pada air laut dapat mempercepat laju korosi dengan menambah terjadinya reaksi tambahan. Konsentrasi elektrolit yang besar dapat meningkatkan laju aliran elektron sehingga laju korosi meningkat.

Air laut yang bersifat elektrolit mengandung garam-garam dan cenderung bersifat asam dapat mempercepat laju korosi. Tingkat keasaman dan salinitas air laut yang beragam menyebabkan laju

korosi terhadap baja material kapal juga berbeda-beda, sehingga peneliti tertarik untuk melakukan penelitian analisa pengaruh salinitas dan derajat keasaman (pH) air laut di pelabuhan Jakarta terhadap laju korosi plat baja material kapal.

Beberapa kondisi air laut mempengaruhi terjadinya korosi pada material kapal, antar lain:

- a. Salinitas
- b. Keasaman (pH)
- c. Suhu atau temperatur
- d. Zat dan partikel terlarut

Pada penelitian ini hanya akan dilakukan seberapa besar faktor salinitas dan derajat keasaman (pH) mempengaruhi laju korosi terhadap baja pada material kapal dan mengidentifikasi air laut yang laju korosinya tinggi di lihat dari pengaruh faktor derajat keasaman dan salinitas air laut.

Berdasarkan identifikasi masalah tersebut, maka dapat dirumuskan masalah yaitu :

1. Berapa laju korosi di ketiga pelabuhan (Tanjung Priuk, Muara Angke, Sunda Kelapa)?
2. Bagaimana pengaruh salinitas dan derajat keasaman pH air laut terhadap laju korosi di ketiga pelabuhan (Tanjung Priuk, Muara Angke, Sunda Kelapa)?

Adapun tujuan dari penelitian adalah :

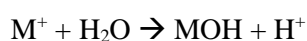
1. Untuk mengetahui laju korosi di ketiga pelabuhan (Tanjung Priuk, Muara Angke, Sunda Kelapa)?
2. Untuk mengetahui pengaruh salinitas dan derajat keasaman pH air laut terhadap laju korosi di ketiga pelabuhan (Tanjung Priuk, Muara Angke, Sunda Kelapa)?

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberi masukan tentang tingkat salinitas dan keasaman (pH) air laut yang mempengaruhi laju korosi kapal dengan material baja.

NACE (*National Association of Corrosion Engineer*) mendefinisikan korosi sebagai penurunan mutu suatu material (biasanya baja) atau sifat-sifatnya yang diakibatkan oleh reaksi dengan lingkungannya. Korosi juga merupakan penurunan mutu baja akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya [1]. Selanjutnya *ASM Materials Engineering Dictionary* menyatakan korosi sebagai reaksi kimia atau elektrokimia antara anoda dan katoda baja dengan lingkungan elektrolit yang berakibat pada penurunan mutu material dan sifat kimianya.

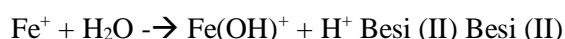
Pada dasarnya semua baja tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan lingkungannya, dengan membentuk senyawa oksida atau karbonat yang bersifat stabil. Kecenderungan baja untuk melepaskan elektron pada saat terjadi proses reaksi elektro-kimia dalam membentuk korosi, menunjukkan sifat keaktifan dari baja yang bersangkutan.

Korosi adalah suatu reaksi antara logam dengan lingkungannya. Hal-hal yang mempengaruhi laju korosi tersebut misalnya temperature, kandungan oksigen, konsentrasi larutan, pH, perbedaan aerasi dan beberapa pengaruh lainnya. Secara umum peningkatan nilai dari faktor-faktor penyebab korosi tersebut akan meningkatkan pula laju korosi pada logam. Korosi secara elektrokimia dapat diilustrasikan dengan reaksi antara ion logam dan molekul air. Mula-mula akan terjadi hidrolisis yang menyebabkan keasaman meningkat. Hal ini dapat diterangkan dengan persamaan berikut.

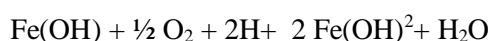


Persamaan ini menggambarkan reaksi hidrolisis yang umum, dimana pada elektrolit yang sebenarnya akan terdapat peran klorida yang penting tetapi akan menjadi rumit untuk diuraikan.

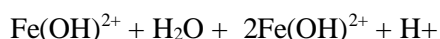
Kecendrungan yang rendah dari klorida untuk bergabung dengan ion-ion hydrogen dalam air mendorong menurunnya pH larutan elektrolit. Persamaan reaksi jika reaksi diatas adalah ion besi dan molekul air adalah sebagai berikut :



Kemudian reaksi ini dapat berlanjut dengan terjadinya reaksi oksidasi oleh kehadiran oksigen terhadap besi (II), sehingga akan terbentuk ion-ion besi (III). Persamaan reaksi tersebut dapat diuraikan sebagai berikut.



Reaksi-reaksi selanjutnya dimungkinkan, yang menyebabkan larutan semakin asam :



Untuk selanjutnya dapat diuraikan reaksi dari unsur-unsur ionik kompleks sehingga terbentuk hasil korosi utama yaitu magnetit dan karat,

berturut-turut dinyatakan dengan Fe_3O_4 dan $FeO(OH)$.

Air laut yang bersifat elektrolit cenderung bersifat asam dan mengandung garam merupakan media yang baik untuk melangsungkan transfer muatan yang akan mempercepat proses elektrokimia yang dapat menyebabkan korosi.

Derajat keasaman atau pH adalah jumlah ion H^+ yang terdapat di dalam sistem perairan atau biasa dikenal tingkat keasaman. Air laut umumnya mempunyai pH yang rendah (cenderung asam) sehingga menyebabkan korosi yang cepat di bagian bagian terbuka pada lambung kapal akibat cat lambung kapal yang tergores. Laju korosi pada kondisi asam dengan $pH < 7$ semakin besar karena adanya reaksi reduksi tambahan yang berlangsung pada katoda menyebabkan lebih banyak atom logam yang teroksidasi sehingga laju korosi pada permukaan logam semakin besar.

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air. Air laut mengandung garam-garam chlorida dan garam-garam lain dengan kadar salinitas air laut berkisar 3 - 4 %. Keberadaan elektrolit seperti garam pada air laut dapat mempercepat laju korosi dengan menambah terjadinya reaksi tambahan. Konsentrasi elektrolit yang besar dapat meningkatkan laju aliran elektron sehingga laju korosi meningkat.

Air laut yang bersifat elektrolit mengandung garam-garam dan cenderung bersifat asam dapat mempercepat laju korosi. Tingkat keasaman dan salinitas air laut yang beragam menyebabkan laju korosi terhadap baja material kapal juga berbeda-beda

Baja telah lama digunakan secara luas didalam industri kapal sebagai komponen plat utama didalam badan maupun lambung kapal. Di dalam lingkungan industri perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapa, mesin utama maupun mesin bantu kapal. Disatu sisi material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material kapal. Dampak ancaman korosi pada kapal dengan material baja juga dapat memperburuk penampilannya dan memperpendek usia pakai dari kapal baja tersebut.

3. METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia STIP Jakarta. Waktu penelitian dimulai dari bulan Oktober sampai dengan November 2017. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya:

1. Material Uji

Spesimen (benda uji) untuk proses penelitian ini dipilih plat baja ST-40 yang memiliki sifat hampir sama dengan plat untuk kapal.

Larutan air laut yang digunakan dibuat di laboratorium kimia dengan salinitas 3,3%, 3,5% dan 3,8% dengan pH masing-masing 6,5 dan 4 dan sampel air laut dari pelabuhan tanjung priuk, muara anke dan sunda kelapa.

2. Pengujian Derajat Keasaman Dan Salinitas

Untuk menguji derajat keasaman larutan uji air laut digunakan alat pH meter dan untuk menguji salinitas digunakan alat Refraktometer.

3. Pengujian Korosi (*Immersion Test*)

Pengujian korosi (*Immersion Test*) untuk spesimen benda uji plat baja material kapal. Metode ini biasa digunakan untuk mengetahui ketahanan material (pelapis) pada kondisi yang mirip dengan lingkungan sebenarnya yaitu ketahanan terhadap larutan asam dan garam. Larutan yang digunakan pada pengujian ini adalah air laut dengan salinitas salinitas 3,3%, 3,5% dan 3,8% dengan pH masing-masing 6,5 dan 4.

Sebelum pengujian ini, spesimen ditimbang dahulu untuk mengetahui berat awal sebelum pengujian. Spesimen ini ditimbang dengan menggunakan alat timbang Electronic Analytical Balance merk OHAUS, suhu dan kelembapan ruangan. Pemilihan ini semata-mata berdasarkan pertimbangan ekonomis. Dengan menghitung Luas rata-rata spesimen yang direndam, bisa diketahui jumlah volume air laut yang dibutuhkan untuk merendam spesimen. Durasi pengujian selama 1 minggu.

Laju korosi dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{MPY} = \frac{534 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (1)$$

$$\text{Mm/yr} = \frac{87,6 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (2)$$

dengan

W = massa yang hilang akibat terkorosi, milligram (mg);

D = rapat massa, gram per sentimeter kubik (gr/cm^3); 7, 8 mgr/m³ atau 490 lb/ft³;

A = luas permukaan, square inches (in^2);

T = lama pengujian (jam).

Atribut-atribut dalam penelitian ini adalah variabel independen (variabel laten) yaitu Derajat keasaman dan Salinitas. Kemudian sebagai variabel dependen (variable konstruk) adalah laju korosi plat baja material kapal. Analisis data yang digunakan adalah korelasi dan regresi.

Analisis statistic regresi adalah studi mengenai ketergantungan variabel dependen (terikat) dengan satu atau lebih variabel independen (bebas), dengan tujuan untuk mengestimasi dan atau memprediksi rata-rata populasi atau nilai rata-rata variabel dependen berdasarkan nilai variabel independen yang diketahui. Pusat perhatiannya adalah pada upaya menjelaskan dan mengevaluasi hubungan antara suatu variabel dengan satu atau lebih variabel independen. Dalam penelitian ini, persamaan regresinya adalah :

$$\hat{Y} = a + b_1X_1 + b_2X_2 \quad (3)$$

dengan

Y = Variabel tidak bebas (Laju Korosi)

X₁ = Variabel bebas (Salinitas)

X₂ = Variabel bebas (Derajat Keasaman)

a = harga Y bila X₁ dan X₂ = 0 (harga konstan)

b₁ = koefisien regresi variabel Salinitas, besarnya nilai pembanding nilai taksir Y jika X₁ berubah 1 satuan dan X₂ konstan.

b₂ = koefisien regresi variabel Derajat Keasaman, besarnya nilai pembanding nilai taksir Y jika X₂ berubah 1 satuan dan X₁ konstan.

Uji Hipotesis yaitu untuk menguji keberartian model regresi atau menilai *goodness of Fit*. Hal ini setidaknya dapat diukur dari nilai koefisien determinasi, nilai statistik F atau nilai statistik t. Perhitungan statistik disebut signifikan secara statistik apabila nilai uji statistiknya berada dalam daerah kritis (daerah dimana H₀ ditolak). Sebaliknya disebut tidak signifikan bila nilai uji statistiknya berada dalam daerah dimana H₀ diterima.

1) Koefisien Determinasi

Koefisien determinasi (R²) pada intinya mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam

menerangkan variasi variabel dependen. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu. Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel-variabel independen dalam menjelaskan variasi variabel dependent amat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel-variabel independen memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel dependen.

2) Uji Signifikansi Parameter Individual (Uji Statistik t)

Uji statistik t pada menunjukkan seberapa jauh pengaruh satu variabel penjelas/independen secara individual dalam menerangkan variasi variabel dependen. Hipotesis nol (H_0) yang hendak diuji adalah apakah suatu parameter (β_i) sama dengan nol, atau:

$$H_0 : \beta_i = 0$$

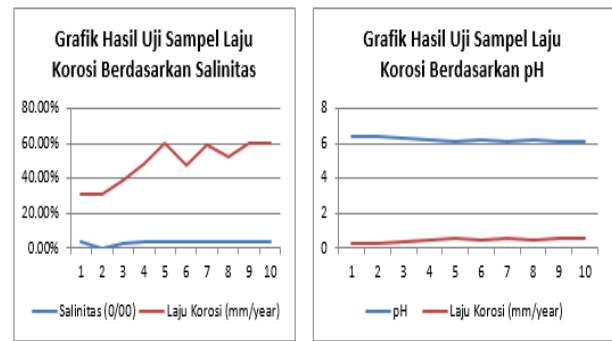
Artinya, apakah suatu variabel independen bukan merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel dependen. Hipotesis alternatifnya (H_a) parameter suatu variabel tidak sama dengan nol, atau:

$$H_a : \beta_i \neq 0$$

Artinya, variabel tersebut merupakan penjelas yang signifikan terhadap variabel dependen. Salah satu cara melakukan uji t adalah dengan membandingkan nilai statistik t dengan titik kritis menurut tabel. Apabila nilai statistik t hasil perhitungan lebih tinggi dibandingkan nilai t tabel, berarti menerima hipotesis alternatif yang menyatakan bahwa suatu variabel independen secara individual mempengaruhi variabel dependen. Signifikansi hubungan antar variabel juga dapat dilihat dari nilai probabilitas (p-value). Jika nilai p-value $< 0,05$ berarti hipotesis nol ditolak dan menerima hipotesis alternatif. Sebaliknya jika p-value $> 0,05$ berarti hipotesis nol diterima dan menolak hipotesis alterantif.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji laboratorium untuk sampel air laut di Pelabuhan Tanjung Priok, diperoleh grafik sebagai berikut.



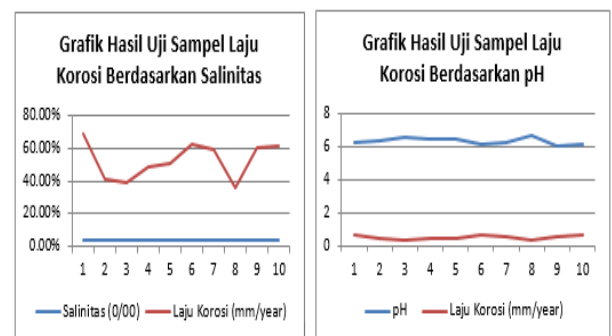
Gambar 1. Grafik Laju Korosi Plb. Tj. Priok

Kemudian untuk data hasil uji laboratorium diperoleh tabel berikut:

Tabel 1. Data hasil uji Lab 1.

No. Uji Sampel ke-n	Salinitas (‰)	pH	Laju Korosi (mm/year)
1	3,4%	6,3	0,501
2	3,5%	6,4	0,498
3	3,5%	6,4	0,491
4	3,4%	6,5	0,452
5	3,3%	6,7	0,447
6	3,5%	6,4	0,489
7	3,4%	6,5	0,452
8	3,5%	6,4	0,497
9	3,5%	6,4	0,497
10	3,6%	6,2	0,512

Kemudian untuk pelabuhan Muara Angke diperoleh grafik sebagai berikut.



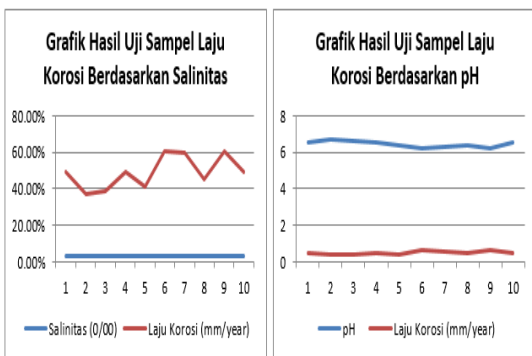
Gambar 2. Grafik Laju Korosi Muara Angke

Kemudian untuk data hasil uji laboratorium diperoleh tabel berikut.

Tabel 2. Data hasil uji Lab 2.

Uji Sampel ke-n	Salinitas (‰)	pH	Laju Korosi (mm/year)
1	3,5%	6,4	0,449
2	3,5%	6,4	0,448
3	3,4%	6,5	0,435
4	3,7%	6,3	0,457
5	3,6%	6,2	0,501
6	3,6%	6,2	0,512
7	3,7%	6,4	0,448
8	3,8%	6,1	0,621
9	3,7%	6,4	0,447
10	3,8%	6,2	0,514

Untuk pelabuhan Sunda Kelapa diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 3. Grafik Laju Korosi Sunda Kelapa Kemudian untuk data hasil uji laboratorium diperoleh tabel berikut.

Tabel 3. Data Uji Hasil Lab. 3

Uji Sampel ke-n	Salinitas (‰)	pH	Laju Korosi (mm/year)
1	3,4%	6,5	0,491
2	3,3%	6,7	0,374
3	3,3%	6,7	0,385
4	3,4%	6,5	0,492
5	3,4%	6,5	0,475
6	3,6%	6,2	0,605
7	3,5%	6,4	0,522
8	3,5%	6,4	0,501
9	3,6%	6,3	0,545
10	3,4%	6,5	0,475

Berdasarkan grafik ketiga lokasi pelabuhan Tanjung Priok, Muara Angke dan Sunda Kelapa terlihat bahwa tingkat laju korosi secara linier dipengaruhi oleh tingkat salinitas dan nilai pH air laut. Dari ketiga lokasi tersebut, Nampak tidak memiliki perbedaan yang tajam kecuali pelabuhan Muara Angke, dimana laju korosi sedikit tinggi dipengaruhi oleh tingkat keasaman air laut.

Dari hasil pengujian menggunakan alat analisis statistik mengenai pengaruh tingkat keasaman dan pH terhadap Laju Korosi pada Plat Baja Material Kapal di 3 (tiga) tempat pelabuhan Jakarta Utara, maka hasilnya seperti terungkap dalam tabel berikut:

Tabel 4. Pengaruh Salinitas dan Derajat Keasaman (pH) Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal (Pelabuhan Tanjung Priok)

Variabel *)	Koefisien Regresi	Koefisien Beta	t hitung	P-value
Salinitas	0,384	0,496	3,994	0,001
Derajat Keasaman (pH)	-0,515	-0,534	-5,128	0,001

Berdasarkan Tabel 4 di atas menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Salinitas terhadap Laju Korosi dapat dilihat pada Koefisien Beta yaitu sebesar 0,496 atau 49,6%, hal ini dibuktikan dari nilai statistik t hitung $3,994 > t$ tabel 1,812 ($n=10$, $\alpha=5\%$, one tailed) dengan tingkat kesalahan pengukuran yang rendah di bawah 5% (p-value 0,001). Adapun koefisien regresi mengartikan bahwa bila angka salinitas naik 1 satuan maka hal ini akan meningkatkan laju korosi yang diukur sebesar 0,384.

Demikian pula derajat keasaman (pH) dengan Koefisien Beta -0,534 atau 53,4%. Tanda minus disini mengartikan ada hubungan negatif antara nilai pH dengan laju korosi. Semakin rendah nilai pH maka laju korosi semakin naik. Signifikansi pengaruh derajat keasaman pH ini dibuktikan dari nilai statistik t hitung $-5,128 > 1,812$ dengan tingkat kesalahan pengukuran yang rendah (p-value 0,001). Adapun koefisien regresi mengartikan bahwa bila angka pH turun 1 satuan maka hal ini akan menaikkan laju korosi yang diukur sebesar -0,515.

Tabel 5 Pengaruh Salinitas dan Derajat Keasaman (pH) Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal (Pelabuhan Muara Angke)

Variabel *)	Koefisien Regresi	Koefisien Beta	t hitung	P-value
Salinitas	0,203	0,657	3,030	0,000
Derajat Keasaman (pH)	-0,398	-0,872	-4,032	0,000

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Salinitas terhadap Laju Korosi dapat dilihat pada Koefisien Beta yaitu sebesar 0,657 atau 65,7%, hal ini dibuktikan dari nilai statistik t hitung $3,030 > t$ table 1,812 ($n=10$, $\alpha=5\%$, one tailed) dengan tingkat kesalahan

pengukuran yang rendah (p-value 0,000). Adapun koefisien regresi mengartikan bahwa bila angka salinitas naik 1 satuan maka hal ini akan meningkatkan laju korosi yang diukur sebesar 0,203.

Demikian pula derajat keasaman (pH) dengan Koefisien Beta -0,872 atau 87,2% laju korosi dipengaruhi oleh nilai pH. Tanda minus disini mengartikan ada hubungan negatif antara nilai pH dengan laju korosi. Semakin rendah nilai pH maka laju korosi semakin naik. Signifikansi pengaruh derajat keasaman pH ini dibuktikan dari nilai statistik t hitung $-4,032 > t$ table 1,812 dengan tingkat kesalahan pengukuran yang sangat rendah (p-value 0,000). Adapun koefisien regresi mengartikan bahwa bila angka pH turun 1 satuan maka hal ini akan menaikkan laju korosi yang diukur sebesar -0,398.

Tabel 6
Pengaruh Salinitas dan Derajat Keasaman (pH) Terhadap Laju Korosi Plat Baja Material Kapal (Pelabuhan Sunda Kelapa)

Variabel *)	Koefisien Regresi	Koefisien Beta	t hitung	P-value
Legend	0,379	0,595	3,805	0,002
Derajat Keasaman (pH)	-0,684	-0,665	-4,375	0,000

Berdasarkan Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa besarnya pengaruh Salinitas terhadap Laju Korosi seperti dapat dilihat pada Koefisien Beta yaitu sebesar 0,595 atau 59,5%, hal ini didukung dengan data nilai statistik t hitung $3,805 > t$ table 1,812 (n=10, $\alpha=5\%$, one tailed) dengan tingkat kesalahan pengukuran yang rendah dari batas 5% (p-value 0,001). Dari nilai koefisien regresi 0,379 mengartikan bahwa bila angka salinitas naik 1 satuan maka akan meningkatkan laju korosi yang diukur sebesar 0,379.

Demikian pula derajat keasaman (pH) dengan Koefisien Beta -0,665 atau 66,5% laju korosi dipengaruhi oleh nilai pH. Tanda minus menunjukkan ada hubungan negatif antara nilai pH dengan laju korosi. Semakin rendah nilai pH maka laju korosi semakin naik. Signifikansi pengaruh derajat keasaman pH ini diperkuat juga dari nilai statistik t hitung $-4,375 > t$ table 1,812 dengan tingkat kesalahan pengukuran yang rendah (p-value 0,000). Sedangkan, nilai koefisien regresinya -0,684 menunjukkan bila angka pH turun 1 satuan maka hal ini akan meningkatkan laju korosi sebesar 0,684.

Berdasarkan hasil pengujian pengaruh salinitas dan derajat keasaman (pH) terhadap laju korosi pada plat baja material kapal yang ada di 3 (tiga) lokasi pelabuhan yaitu Pelabuhan Tanjung Priok, Muara Angke dan pelabuhan Sunda Kelapa, maka memberi gambaran pengaruh salinitas dan derajat keasaman yang paling besar terjadi adalah di Pelabuhan Muara Angke, disusul pelabuhan Sunda Kelapa dan terendah di Pelabuhan Tanjung Priok. Efek pH (Derajat Keasaman) ini adalah banyaknya ion H^+ atau ion OH^- di sekitar perairan pelabuhan yaitu nilainya $< 0,7$ sehingga akan memengaruhi laju korosi pada plat baja material kapal disekitar pelabuhan tersebut.

Menurut Mackereth *et al.*, (1989), kondisi pH berkaitan erat dengan karbondioksida (CO_2) dan alkalinitas. Alkalinitas secara umum menunjukkan konsentrasi basa atau bahan yang dapat menetralkan keasamaan dalam air. Semakin tinggi nilai pH, maka semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah kadar karbondioksida (CO_2) yang bebas. Selain alkalinitas, konsentrasi DIC (*dissolved inorganic carbon*) dan temperatur juga merupakan faktor yang penting dalam mengatur pH air laut. Nilai DIC yang tinggi akan mengakibatkan bertambahnya ion hidrogen sehingga nilai pH air laut kecil (asam). Temperatur secara tidak langsung juga akan mempengaruhi besarnya nilai pH, yakni nilai DIC besar saat temperatur rendah, sehingga temperatur yang rendah akan mengakibatkan pH air laut yang rendah pula. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung variasi pH laut perairan Indonesia dalam kurun waktu 18 tahun terakhir, mengetahui pengaruh kondisi musiman, antar tahunan dan dinamika perairan terhadap pH laut perairan Indonesia, serta melihat hubungan parameter kimia dan fisika laut terhadap konsentrasi pH laut.

Pada umumnya perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif lebih stabil dan berada dalam kisaran yang sempit, biasanya berkisar antara 7,6 – 8,3 yang berarti bersifat basa atau disebut alkali [5]. Namun dalam kondisi tertentu nilainya dapat berubah menjadi lebih rendah sehingga menjadi bersifat asam. Perubahan nilai pH yang demikian dapat berpengaruh terhadap kualitas perairan yang pada akhirnya akan berdampak terhadap kehidupan biota didalamnya. Banyaknya buangan yang berasal dari rumah tangga, industri-industri kimia, dan bahan bakar fosil ke dalam suatu perairan dapat

mempengaruhi nilai pH di dalamnya. Menurut standar baku mutu KMN-KLH PP No.1 Tahun 2010 tentang tata laksana pengendalian pencemar air, nilai parameter pH yang termasuk kategori normal yaitu berkisar antara 6 – 9.

4. PENUTUP

Penelitian ini berhasil mengkonfirmasi dan membuktikan pengaruh kadar salinitas dan pH air laut terhadap laju korosi. Semakin tinggi salinitas maupun pH, semakin tinggi juga laju korosinya. Kerusakan karena serangan korosi (karat) merupakan permasalahan umum yang menyebabkan degradasi material sebagai interaksi dengan lingkungannya; sehingga tidak hanya memperburuk penampilannya namun juga memperpendek usia pakai dari baja tersebut.

Ada beberapa prinsip pencegahan korosi yang telah berkembang; yang umumnya disesuaikan dengan jenis peralatan, tempat, maupun jenis lingkungan yang korosif. Pencegahan korosi pada baja yang cukup luas dikenal adalah dengan cara melapisi baja dengan lapisan penghalang (*coatings*).

- [6] A. G. D. d. F. J. Millero, *A comparison of the equilibrium constants for the dissociation of carbonic acid in seawater media. Deep-Sea Res.*, 1987.
- [7] Musnasir, *A comparison of the equilibrium constants for the dissociation of carbonic acid in seawater media. Deep-Sea Res.*, Yogyakarta: Universitas Yogyakarta, 2009.
- [8] P. R. Roberge, *Corrosion Engineering Principles and Practice*, New York, McGraw Hill, 2008, pp. 309, 725.
- [9] I. K. S. d. Suarsana, *Laju korosi pipa baja karbon A106 sebagai fungsi temperature dan konsentrasi NaCl pada fluida yang tersaturasi CO₂ Vol. 1 No 1*, 2007.
- [10] K. R. T. & Chamberlain, *Korosi Untuk Mahasiswa Sains dan Rekayasa*, Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama, 1991.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Abas, *Manajemen Transportasi*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2008.
- [2] M. Abdulkadir, *Hukum Pengangkutan Niaga*, Bandung: PT. Citra Aditya Bakti, 2008.
- [3] S. A.G, *Analisis Kebijakan Publik, Konsep, Teori dan Aplikasi*, Yogyakarta: Pustaka BA Pelajar, 2010.
- [4] B. Burhan, *Analisis Data Penelitian Kualitatif*, Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada, 2008.
- [5] D. T. E. M. Brotowijoyo M.D, *Pengantar Lingkungan Perairan dan Budidaya Air*, Yogyakarta: Liberty, 1995.