

ANALISA LAJU KOROSI PADA KOMPONEN DAUN KEMUDI (*RUDDER BLADE*) PERAHU BERMOTOR NELAYAN TRADISIONAL

Alifni Maulana¹, Azwar², Marzuki²

¹Mahasiswa Prodi D-IV Teknologi Rekayasa Manufaktur

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jl. Banda Aceh-Medan Km.280 Buketrata

Email: Alifnimaulana@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk Mengetahui parameter laju korosi yang terjadi Pada komponen daun kemudi (*rudder blade*) perahu nelayan dan mencari metode pencegahan Korosi pada daun kemudi perahu nelayan. Korosi yang terjadi pada daun kemudi perahu nelayan adalah korosi seragam, korosi sumuran dan korosi biologi. Pengaruh waktu perendaman sangat berpengaruh dalam hal terjadinya laju korosi yang tinggi, itu terbukti dari penelitian laju korosi yang dilakukan selama tiga bulan. Pengaruh salinitas juga sangat berpengaruh dalam hal terjadinya laju korosi, semakin besar kadar salinitas yang dikandung dalam air laut maka laju korosi yang terjadi semakin besar. Metode pelapisan spesimen dengan menggunakan komposit FRP (*fiber resin polyester*) dinilai sangat bagus digunakan dalam hal menghambat laju korosi yang terjadi pada sebuah material dan dikira sangat cocok digunakan sebagai pelindung daun kemudi perahu nelayan dari terjadinya korosi.

Kata Kunci : Laju korosi, Daun kemudi, Salinitas,.

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perahu adalah alat transportasi yang digunakan oleh nelayan untuk mengarungi lautan ketika mencari ikan. Dengan semakin berkembangnya teknologi perahu yang digunakan oleh nelayan pun semakin berkembang dan *modoren*. [1]

Pada sebuah perahu tentunya ada beberapa komponen yang sangat penting, salah satunya adalah kemudi (*rudder*) perahu tersebut. Kemudi (*rudder*) pada sebuah perahu merupakan salah satu komponen yang penting, karena dengan kemudi (*rudder*) inilah perahu dapat dikendalikan sesuai dengan arah yang diinginkan. Pada saat dioperasikan gaya gaya daun kemudi (*rudder blade*) diteruskan kepada bagian bagian instalasi kemudi, salah satunya adalah poros kemudi (*rudder stock*).[2]

Daun kemudi (*rudder blade*) yang berfungsi mengubah arah perahu dengan mengubah arah cairan yang mengakibatkan perubahan arah perahu tersebut itu berada dibagian bawah belakang perahu. Daun kemudi (*rudder blade*) berada dibagian bawah perahu tersebut terkontaminasi langsung dengan air laut yang mengandung garam sebesar 3-4% yang setara dengan salinitas 30 – 40 ‰, Sedangkan suhu permukannya berkisar antara 0 – 30 °C. [3]

Korosi juga dapat terjadi pada daun kemudi (*rudder blade*) perahu nelayan, yang pada umumnya terbuat dari baja karbon rendah. Apalagi nelayan yang biasanya melaut dengan tempo waktu kurang lebih 12 jam perhari akan sangat cepat terjadinya korosi dibagian daun kemudi (*rudder blade*).[4]

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Korosi Logam

Korosi adalah proses pengrusakan logam akibat reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungannya.[5]

Secara garis besar ada 6 jenis elektrokimia korosi yang sangat umum.

1. Korosi Seragam (*uniform corrosion*)

Korosi seragam atau sering disebut *uniform attack* yaitu reaksi kimia atau elektrokimia terjadi pada seluruh permukaan logam secara merata atau pada daerah yang luas dan menyebabkan kerusakan logam dalam skala yang luas, Korosi ini biasa terjadi pipa, tangki-tangki penyimpanan dan bejana tekan. [6]



Gambar 2. 1 Korosi seragam pada bangkai kapal (sumber: *salim 2019*)

2. Korosi celah

Korosi celah adalah korosi lokal yang terjadi dalam celah dan daerah tersembunyi pada permukaan logam. Korosi celah merupakan serangan yang terjadi karena sebagian permukaan logam terhalang atau terasing dari lingkungan dibandingkan bagian logam lainnya yang menghadapi elektrolit dalam jumlah besar. [7]



Gambar 2. 2 Korosi celah pada sambungan pipa (*Cramer dan Bernard, 2003*)

3. Korosi erosi (*erosion corrosion*)

Korosi erosi adalah korosi yang disebabkan oleh kecepatan aliran fluida yang bersifat korosif didalam pipa dimana kerusakan logam timbul ketika terjadi gerakan relatif antara elektrolit dan permukaan logam.korosi erosi tersebut biasa terjadi pada pipa bagian dalam dan biasa juga dapat kita liat pada bagian impeler pompa.[8]



Gambar 2. 3 korosi erosi pada impeler pompa (Sumber : *Utomo, 2019*)

4. Korosi sumuran (*pitting corrosion*)

Korosi sumuran adalah korosi lokal yang secara selektif menyerang bagian tertentu dari permukaan logam. Permukaan logam yang terserang korosi sumuran ditandai dengan adanya lubang. Korosi ini lebih sulit diamati dibandingkan jenis korosi seragam. Korosi retak tegang dan korosi lelah merupakan awal terbentuknya korosi sumuran.[9]



Gambar 2. 4 Korosi sumuran pada daun kemudi perahu

5. Korosi Galvanik (*galvanic corrosion*)

Korosi galvanic adalah korosi yang disebabkan karena adanya dua logam yang tak sejenis komposisinya terhubung (*coupled*) dan berada dalam lingkungan elektrolit yang korosif.[10]

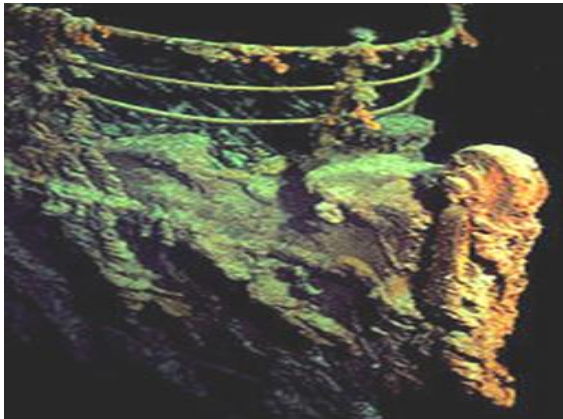


Gambar 2. 1 korosi galvanis pada penyambungan pipa (*Utomo, 2019*)

6. Korosi Biologi (*biological corrosion*)

Korosi biologi adalah korosi yang disebabkan atau ditimbulkan oleh mikroorganisme (bakteri). Korosi ini dapat

terjadi pada material logam dan material non-logam. Peristiwa ini kadang juga disebut sebagai bio-corrosion. Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur alga dan protozoa.[11]



Gambar 2. 2 korosi biologi pada lambung kapal titanic (sumber : *Try karyono, dkk 2017*)

7. Korosi kapitasi

Korosi kapitasi adalah korosi yang disebabkan oleh perbedaan tekanan pada pipa sehingga menimbulkan gelembung gas. Gelembung gas tersebut yang nantinya pecah dan menimbulkan hilangnya lapisan yang bersifat anodik.[12]



Gambar 2.8 Korosi Kapitasi pada baling baling perahu

1.3 Metode Pengendalian Korosi

Secara prinsip pengendalian korosi dapat dilakukan dengan berbagai cara, yaitu: modifikasi rancangan komponen, modifikasi lingkungan, pemilihan material, dan pemberian lapisan pelindung.[13]

1.4 Laju Korosi

Laju korosi merupakan kecepatan merambatnya proses korosi terhadap waktu pada suatu material. Secara eksperimen, laju korosi dapat diukur menggunakan beberapa metode yaitu, metode pengurangan massa, metode elektrokimia, Metode pengurangan berat merupakan metode pengukuran laju korosi paling sederhana. Massa sampel sebelum dan setelah dilakukan uji ditimbang untuk mengetahui selisih massanya.[14]

Menurut ASTM International (2005) pengukuran laju korosi dengan metode pengurangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$CR = \frac{KW}{AT\rho} \quad (2.1)$$

Keterangan:

CR = Laju korosi (mm/tahun)

K = Konstanta

W = Selisih massa (gram)

A = Luas permukaan (cm²)

T = Waktu perendaman (jam)

ρ = Massa jenis baja (gram/cm³)

Laju korosi didefinisikan sebagai jumlah logam yang hilang atau dilepaskan dari wilayah anoda atau jumlah logam yang mengendap (*plating*) pada wilayah katoda.

2.5 Bahan Kemudi Perahu

Dalam observasi lapangan yang telah dilakukan terlihat ada berapa jenis yang bahan kemudi yang digunakan oleh nelayan desa setempat yang digunakan untuk bahan pembuatan daun kemudi tersebut, bahan yang biasa digunakan untuk pembuatan daun kemudi tersebut adalah baja karbon, stainless steel, plastik talenan dan papan kayu.[15]

2.6 Air Laut

Air laut adalah air yang berasal dari laut atau samudera yang memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, artinya dalam 1 liter air laut terdapat 35 gram garam. Perbedaan utama antara air laut dan air tawar adalah, adanya kandungan garam dalam air laut, sedangkan pada air tawar tidak mengandung garam.

3 Metodologi

3.1 Waktu dan Tempat

Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan benda kerja dilakukan di bengkel las Alfa Teknik Gandapura.
2. Proses pelapisan spesimen dengan cat (*cuting*) di lakukan di bengkel cat San Cat Gandapura..
3. Proses pelapisan spesimen dengan *fiber resin polyester* dilakukan di di Laboratorium Kimia Dasar Politeknik Negeri Lhokseumawe.
4. Pengujian kehilangan berat/massa dan pengujian korosi dari spesimen tersebut dilakukan di Laboratorium Kimia Dasar Politeknik Negeri Lhokseumawe.
5. Pengujian *tensile test* dilakukan di Laboratorium Uji Bahan Politeknik Negeri Lhokseumawe.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Alat potong (Gerinda potong)
2. Mesin bor
3. Timbangan digital analitik (0,1 g)
4. Jangka sorong
5. *Refraktrometer portabel*
6. Sikat kawat
7. Toples / wadah untuk perendaman
8. Tali / kawat penggantung

3.2.2 Bahan

Adapun bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Spesimen uji.
 - Plat baja karbon rendah lembaran
 - Plat *stainless steel* lembaran
2. Air laut murni
3. Air laut buatan
 - Dengan Variasi salinitas yang digunakan adalah 38 PPT dan 43 PPT
4. Cat *epoxy*
5. *Resin polysiler*
6. Kertas amplas

7. Garam dapur
8. Cat
9. Wadah celup

3.3 Proses Produksi

Adapun prosedur yang dilakukan pada penelitian adalah sebagai berikut:

3.4.1 Proses Persiapan Spesimen Uji

3.4.2 Pembuatan Sampel Spesimen Uji

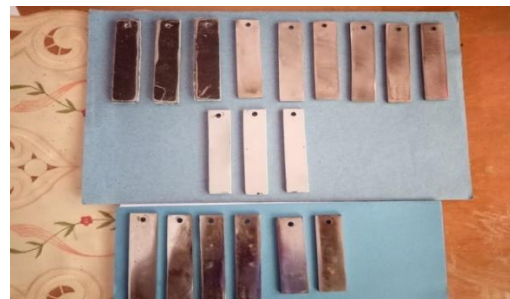
Persiapan specimen yang dipersiapkan adalah karbon rendah dan *stainless steel*. Plat (*Stainless Steel* dan Plat baja karbon rendah) yang memiliki dimensi 300 x 90 x 4 mm dilakukan pemotongan dengan menggunakan mesin gerinda tangan menjadi 100 x 25 x 4 mm sebanyak 18 plat (12 potongan pelat baja karbon rendah dan 6 potongan pelat *stainless steel*).



Gambar 3. 1 Gambar spesimen uji

3.4.2 Persiapan Sampel Uji Korosi

Spesimen dibuat sebanyak 18 sampel (12 sampel baja karbon rendah dan 6 sampel *stainless steel*) dengan dimensi mengacu pada standar ASTM G 31-72 *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal* dengan ukuran 100 mm x 25 mm x 4 mm seperti yang dijelaskan pada tabel 3.2.



Gambar 3. 2 Gambar spesimen uji korosi

3.4.3 Pembuatan larutan (media perendaman)

Berikut ini adalah langkah langkah yang dilakukan dalam proses pembuatan larutan.

1. Langkah pertama adalah persiapan air laut murni, air laut diambil langsung dari laut daerah setempat dengan jarak pengambilan air dari daratan sekitar 300 m – 350 m dari pinggir.
2. Air laut yang diambil tersebut dituangkan ke dalam wadah yang telah disiapkan dengan volume tampung wadah tersebut adalah 7 liter.
3. Dalam pembuatan larutan ini di persiapkan 3 buah wadah yang nantinya akan berbeda beda salinitasnya, wadah pertama untuk air laut murni, wadah kedua dengan salinitas 38 ‰ dan wadah ketiga dengan salinitas 43 ‰.
4. Setelah semua selesai media perendaman tersebut bisa langsung digunakan untuk media perendaman uji korosi.

3.4.4 Penentuan Laju Korosi (ASTM G31-72)

Pengujian didasarkan pada standar ASTM G31-72 (*Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal*) dengan menggunakan prinsip kehilangan berat (*weight gain loss*). Adapun langkah-langkah pengujian korosi adalah sebagai berikut:

1. Membersihkan specimen uji
2. Memberikan label penomoran atau kode pada setiap sampel.
3. Penimbangan awal benda uji sebelum direndam dalam larutan (W_0).
4. Menyiapkan wadah dan media perendaman berupa air laut buatan dan air laut murni.
5. Perendam sampel uji.
Perendaman dilakukan selama 30 hari, 60 hari dan 90 hari kedalam wadah berisi air laut buatan.
6. Setelah waktu perendaman tercapai, mengangkat sampel dari uji rendam, selanjutnya dilakukan proses *pickling* pada sampel yang mengalami korosi untuk menghilangkan korosi yang melekat pada benda kerja.
7. Penimbangan berat akhir sampel (W_1).

Sampel ditimbang menggunakan timbangan digital untuk mengetahui berat akhir setelah perendaman. Fungsi penimbangan akhir ini adalah untuk mengetahui selisih berat setelah dilakukan perendaman ($W_0 - W_1$).

8. Perhitungan nilai laju korosi menggunakan metode *weight loss* berdasarkan ASTM G 31 72.
9. Analisa hasil laju korosi.

3.5 Sifat Mekanik Dari Bahan Uji

Sifat mekanik yang dimiliki oleh material uji yang diperoleh dari hasil uji pengujian tarik yang dilakukan di LABORATORIUM UJI BAHAN JURUSAN TEKNIK MESIN POLITEKNIK NEGERI LHOKSEUMAWE hasil.



Gambar 3.3 Sepesimen hasil dari pengujian tarik

Setelah dilakukannya pengujian tarik di lab uji bahan POLITEKNIK NEGERI LHOKSEUMAWE dengan menggunakan mesin uji tarik GALDA BINI maka diperoleh hasil bahwa plat yang biasa digunakan oleh para nelayan untuk daun kemudi perahu nelayan baja karbon rendah dan stainless steel patahan atau putus yang berbeda antara keduanya, yang mana spesimen baja karbon mengalami putus ulet dan spesimen stainless steel mengalami putus getas.

3.6 Penentuan Laju Korosi Metode kehilangan berat

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Pengujian ini sesuai dengan standar ASTM G 31-72 *Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metal*. Untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi digunakan rumus sebagai berikut:

$$mmpyr = \frac{87600 \cdot W}{D \cdot A \cdot T} \quad (2.2)$$

Dimana :

mpy = Laju korosi

W = berat yang hilang($W_0 - W_1$), (mg)

D = densitas specimen, (g/cm^3)

A = luas spesimen, (cm^2)

T = waktu (hour)

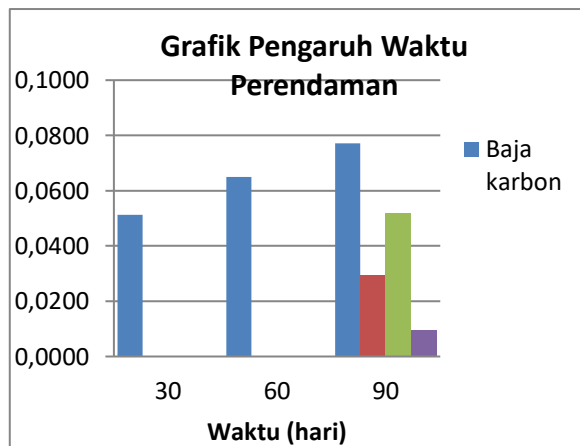
Metode ini adalah mengukur kembali berat awal dari benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosi yang terjadi padanya), kekurangan berat dari pada berat awal merupakan nilai kehilangan berat. Kekurangan berat dikembalikan kedalam rumus untuk mendapatkan laju kehilangan beratnya. Metode ini bila dijalankan dengan waktu yang lama dan *suistainable* dapat dijadikan acuan terhadap kondisi tempat objek diletakkan (dapat diketahui seberapa korosif daerah tersebut) (ASTM G31-72, 2004).

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengaruh Waktu Perendaman Terhadap Laju Korosi

Adapun pengaruh waktu perendaman terhadap laju korosi adalah sebagai berikut :

1. Media perendaman dengan Salinitas 33 PPT (part per thousand)



Gambar 4. 1 Grafik Pengaruh Media Perendaman Terhadap Laju Korosi

Dari gambar 4.4 dapat dilihat bahwa laju korosi yang terjadi pada wadah perendaman dengan salinitas 33 PPT semakin lama waktu perendaman semakin besar pula laju korosi yang dialami oleh spesimen uji tersebut, itu terbukti dari grafik spesimen baja karbon menunjukkan laju korosi yang terjadi semakin lama semakin naik. Laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon tersesut pada bulan pertama sebesar

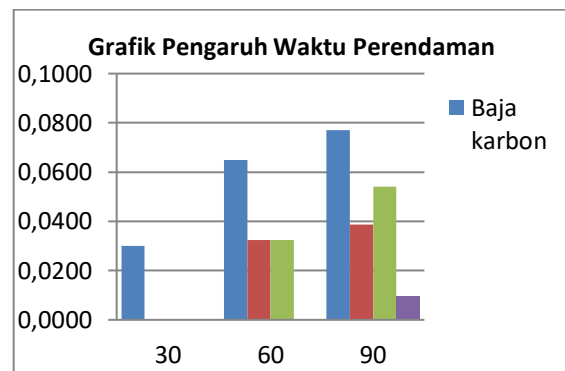
0,0513 mppy, bulan ke dua sebesar 0,0649 mppy dan bulan yang ke tiga sebesar 0,0771 mppy. Laju korosinya pada spesimen nampak meningkat setelah terjadinya korosi.

Penampakan spesimen baja karbon yang di uji korosi dengan masa perendaman selama 30, 60 dan 90 hari.



Gambar 4. 2 spesimen baja karbon perendaman ke 30, 60 dan 90 hari

2. Media perendaman dengan Salinitas 38 PPT (part per thousand)

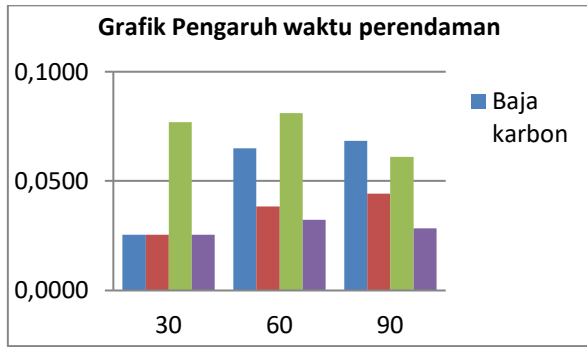


Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh media perendaman terhadap Laju korosi

Laju Korosi yang terjadi baja karbon untuk bulan pertama adalah 0.0300 mppy, 0,0569 mppy untuk bulan ke dua dan 0,0776 mppy untuk bulan yang ke tiga. dan laju korosi untuk spesimen stailess steel adalah 0.0324 mppy untuk masa perendaman 60 hari dan 0,0386 mppy untuk masa perendaman bulan ke 3. spesimen yang dilapisi dengan cat laju korosi mulai terbaca pada bulan kedua yaitu sebesar 0,0324 mppy dan 0,0541 untuk bulan yang ke tigayaitu sebesar 0,095 mppy.

Namun untuk spesimen staileen steel korosi lebih dominan terjadi pada daerah sisi bagian samping dari spesimen tersebut. Seperti yang terlihat pada gambar di bawah ini.

3. Media perendaman dengan Salinitas 43 PPT (part per thousand)



Gambar 4. 3 Grafik Pengaruh media perendaman terhadap Laju korosi.

Laju korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon untuk bulan pertama adalah 0,0256 mmpy, 0,0649 mmpy untuk bulan kedua, 0,0684 mmpy untuk bulan yang ke 3. Sedangkan untuk spesimen stainless steel pada bulan pertama mengalami laju korosi sebesar 0,0256 mmpy, 0,0386 mmpy untuk bulan yang ke dua, dan 0,0443 mmpy untuk bulan yang ke tiga.

korosi yang terjadi pada spesimen baja karbon yang dilapisi dengan cat pada bulan pertama sebesar 0,0770 mmpy, 0,0811 mmpy untuk bulan ke dua dan laju korosi yang pada bulan ke 3 sebesar 0,0612 mmpy. Begitu pula dengan spesimen yang dilapisi dengan resin polyester pada bulan pertama 0,0256 mmpy, bulan ke dua 0,0324 mmpy dan bulan ke tiga 0,0285 mmpy.

Dibawah ini adalah penampakan dari spesimen baja karbon yang dilapisi dengan cat tersebut.

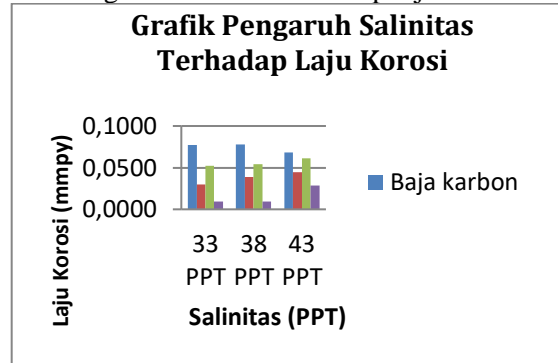


Gambar 4. 4 Gambar spesimen yang mengalami korosi paling tinggi di wadah 43 PPT

Laju korosi yang paling rendah terjadi pada wadah tersebut terjadi pada spesimen spesimen baja karbon, stainless steel dan baja karbon yang dilapisi dengan resin polyester pada

masa perendaman bulan yang pertama yaitu sebesar 0,0256 mmpy.

4 Pengaruh Salinitas terhadap laju korosi



Gambar 4. 5 Grafik pengaruh salinitas.

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa laju korosi yang paling tinggi untuk baja karbon yang diakibatkan oleh pengaruh salinitas adalah 0,0776 mmpy. Laju korosi yang dialami oleh spesimen stainless steel pada wadah salinitas 43 PPT atau paling tinggi sebesar 0,0443 mmpy, 0,0612 mmpy untuk spesimen yang dilapisi dengan cat dan 0,0285 mmpy untuk spesimen baja karbon yang dilapisi dengan resin polisiler. Berikut adalah gambaran dari spesimen spesimen yang mengalami laju korosi yang paling tinggi yang diakibatkan oleh pengaruh salinitas.



Gambar 4. 4 Gambar Spesimen yang mengalami korosi paling parah (a.Baja karbon b.Stainless steel c.Baja karbon yang dilapisi dengan cat d.baja karbon yang dilapisi dengan resin poliester).

Dari penampakan spesimen di atas bahwa dapat dilihat, pengaruh FRP tersebut sangat berpengaruh dalam hal menghambat laju korosi pada spesimen uji tersebut.

4.2.3 Analisa Umur Pakai Kemudi Perahu

Dalam logika suatu materia dikatakan rusak atau tidak dapat digunakan lagi jika kondisi lagi jika sudah mencapai kondisi dibawah 50%,

berarti jika laju korosi yang terjadi pada spesimen uji yaitu 0,6579 maka umur pakai yang bisa digunakan adalah dalam tempo waktu 4 tahun.

4.2.4 Pencegahan Korosi Pada daun kemudi

Untuk mencegah korosi atau menghambat laju korosi yang terjadi pada komponen daun kemudi perahun nelayan adalah dengan cara di lapisi / dicuting dengan komposin FRP (resin polyester). Itu ditunjukkan juga dari semua grafik, spesimen yang di lapisi / dicuting dengan komposin FRP (resin polyester) menunjukkan angka laju korosi yang sangat minim dibandingkan dengan spesimen lain yang menunjukkan angka laju korosi yang tinggi.

5. Kesimpulan dan saran

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari pengujian ini adalah sebagai berikut :

1. Korosi yang terjadi pada daun kemudi perahu nelayan adalah korosi sumuran dan korosi biologi.
2. Laju korosi yang terjadi pada spesimen uji baja karbon dan akibat pengaruh waktu perendaman adalah 0,0513 mmpy, 0,0649 mmpy dan 0,0771 mmpy. Sedangkan untuk stailess steel adalah 0,0256 mmpy, 0,0385 mmpy, dan 0,0443 mmpy.
3. Prediksi umur pakai daun kemudi perahun nelayan adalah kurang lebih 4 tahun.
4. Metode pencegah korosi yang baik adalah dengan cara dilapisi dengan komposit *FRP*.
5. Pelapisan dengan komposit FRP (*resin polysiler*) terbukti bisa menghambat laju korosi dan melindungi baja karbon terhadap korosi yang terjadi.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat penulis berikan adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian selanjutnya untuk waktu perendamannya bisa dibuat lebih lama untuk bisa melihat lebih jelas korosi yang terjadi.
2. Untuk larutan perendaman bisa divariasikan lagi tingkat kadar salinitasnya.

3. Jumlah dan jenis spesimen bisa ditambah atau divariasikan lagi agar bisa diketahui laju korosi yang terjadi.
4. Lakukan pengujian sesuai dengan standar dan ketentuan yang berlaku.
5. Penelitian selanjutnya bisa menggunakan standard ASTM G 31 72

Daftar Pustaka

- [1]Azwar, “*Korosi Logam dan Pengendaliannya: Artikel Review*”. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe. Vol. 9 No. 1, 2011.
- [2]Budi Utomo, “*Jenis Korosi dan Penanggulangannya*”. Skripsi Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro. Juni 2006.
- [3]Eko Julianto Nugroho, “*Sistem Kemudi Kapal*”. Skripsi Teknik Perkapalan.
- [4]Nani Mulyaningsih, Hadyan, “*Pemamfaatan Sakarin Sebagai Alternatif Pengendalian Korosi Baling Baling kapal*”. Jurusan Teknik Mesin, Universitas Tidar, Journal of Mechanical Engineering, Vol. 2, No. 1, Maret 2018
- [6]Salim, “*Pencegahan Korosi Kapal Dengan Metode Pengecatan*”. Majalah Ilmiah Bahari Jogja. Vol. 17 No. 2. Juli 2019.
- [7]Satria Nova M.K., M. Nurul Misbah, “*Analisis Pengaruh Salinitas dan Suhu Air Laut Terhadap Laju Korosi Baja A36 pada Pengelasan SMAW*”. JURNAL TEKNIK ITS Vol. 1, (Sept, 2012).
- [8] Tri Karyono, Budianto, dkk, “*Analisis Teknik Pencegahan Korosi Pada Lambung Kapal Dengan Variasi System Pencegahan ICCP Dibandingkan Dengan SACP*”. Jurnal Pendidikan Profesional. Vol. 6 No. 1, April 2017.