

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Korosi Dan pengaruhnya

Korosi adalah perusakan atau penurunan mutu dari material akibat bereaksi dengan lingkungan, dalam hal ini adalah interaksi secara kimiawi, Pada dasarnya korosi tidak bisa dicegah secara menyeluruh, tapi masih memungkinkan untuk mengurangi laju korosi dan akibat yang bisa ditimbulkan oleh korosi. Sumber yang menyebabkan kerusakan terbesar pada lambung kapal laut adalah disebabkan oleh korosi air laut. Seperti yang terjadi pada kapal KM. Sweet Istanbul [2]

Korosi pada logam terjadi akibat interaksi antara logam dan lingkungan yang bersifat korosif, yaitu lingkungan yang lembap (mengandung uap air) dan diinduksi oleh adanya gas O_2 , CO_2 , atau H_2S [1].

Korosi didefinisikan sebagai kehancuran (kerusakan) material karena reaksi dengan lingkungannya, korosi terjadi akibat adanya proses transfer elektron dari logam ke lingkungannya. Logam bertindak sebagai anoda dan lingkungannya sebagai penerima elektron. Proses korosi terjadi alami dan tidak dapat dicegah, tetapi dapat dikendalikan dengan cara memperlambat laju korosi. dalam proses ini menyebabkan sebagian Logam akan “hilang”, membentuk senyawa yang lebih stabil. pada dasarnya logam berbentuk senyawa di alam, sehingga proses korosi membuat kembalinya bentuk logam menjadi senyawa. Proses ini berbeda dengan proses ekstraksi logam yang merupakan pemurnian logam dari senyawa, korosi dianggap merugikan karena hilangnya hasil pemurnian logam.

Korosi merupakan reaksi kimia yang dihasilkan dari dua reaksi setengah sel yang melibatkan elektron sehingga menyebabkan suatu reaksi elektrokimia. Dua Reaksi setengah sel tersebut berupa reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi oksidasi pada anoda dan reaksi reduksi pada katoda. Terjadinya pertukaran elektron menunjukkan hubungan antara massa yang dibebaskan dengan arus listrik. Hal ini menunjukkan proses elektrokimia yang terjadi disisi anoda dan katoda menunjukkan adanya perpindahan muatan. proses ini sama dengan Hukum Faraday yang menjadi acuan sel elektrolisis. Berdasarkan jumlah muatan listrik yang digunakan, maka dapat dihitung banyaknya zat yang bereaksi pada sel elektrolisis.

Hukum Faraday Menggunakan Prinsip dasar sebagai berikut :

- Massa zat yang diendapkan berbanding lurus dengan banyaknya muatan dalam sel elektrokimia.
- Massa ekuivalen zat yang diendapkan pada elektroda akan setara dengan muatan listrik yang dialirkan ke dalam sel.

Berdasarkan Hukum Faraday ini pulalah dapat dikembangkan ilmu elektrokimia dalam metode pelapisan. Jumlah zat yang digunakan dalam pelapisan akan dapat ditentukan .[4]

2.1.1 Jenis – Jenis Korosi Dan Pencegahannya

Jenis Korosi

Uniform attack (korosi seragam) Adalah korosi yang terjadi pada permukaan logam akibat reaksi kimia karena pH air yang rendah dan udara yang lembab, sehingga makin lama logam makin menipis. Biasanya ini terjadi pada pelat baja atau profil, logam homogen. Korosi jenis ini bisa dicegah dengan cara Diberi lapis lindung yang mengandung inhibitor seperti lemak.

- Untuk lambung kapal diberi proteksi katodik
- Pemeliharaan material yang tepat
- Untuk jangka pemakaian yang lebih panjang diberi logam berpaduan tembaga 0,4%

Mekanisme korosi menyeluruh yaitu dengan distribusi seragam dari reaktan katodik atas seluruh permukaan logam yang bersinggungan Pada lingkungan asam ($\text{pH} < 7$), terjadi reduksi ion hidrogen dan pada lingkungan basa ($\text{pH} > 7$) atau netral ($\text{pH} = 7$), terjadi reduksi oksigen. Kedua berlangsung secara "seragam" dan tidak ada lokasi preferensial atau lokasi untuk reaksi katodik atau anodik. Katoda dan anoda terletak secara acak dan bergantian dengan waktu [12].

- Korosi Galvanik (Galvanic Corrosion)

Galvanik atau bimetalic corrosion adalah jenis korosi yang terjadi ketika dua macam logam yang berbeda berkontak secara langsung dalam media korosif. Korosi galvanik terjadi apabila berada dalam lingkungan lembab dan ada cairan elektrolit. Jika tembaga dan besi diletakkan pada daerah lembab dan ada elektrolit, maka akan terjadi aliran arus dari besi ke tembaga. Dalam hal ini korosi galvanik telah berlangsung, logam yang kurang mulia akan menjadi anoda karbon, Korosi ini dapat dicegah dengan cara :

- Beri isolator yang cukup tebal hingga tidak ada aliran elektolit
- Pasang proteksi katodik

– Penambahan anti korosi inhibitor pada cairan

- **Korosi Selektif (Selective Leaching Corrosion)**

Korosi selektif adalah terdiri dari satu atau lebih komponen dari paduan larutan padat. Hal ini juga disebut pemisahan, pelarutan selektif atau serangan selektif. Mekanisme korosi selektif yaitu logam yang berbeda dan paduan memiliki potensial yang berbeda (atau potensial korosi) pada elektrolit yang sama. Paduan modern mengandung sejumlah unsur paduan berbeda yang menunjukkan potensial korosi yang berbeda. Akibat dari korosi selektif ini, permukaan logam paduan tereduksi dan membuat bagian yang terkorosi menjadi spongy material yang memiliki kekuatan mekanis yang lemah dan akan pecah jika dikenai tekanan (getas).

- **Korosi Celah (Crevice Corrosion)**

Korosi celah mengacu pada serangan lokal pada permukaan logam pada, atau berbatasan langsung dengan, kesenjangan atau celah antara dua permukaan bergabung. Kerusakan yang disebabkan oleh korosi celah biasanya dibatasi pada satu logam di wilayah lokal dalam atau dekat dengan permukaan yang bergabung. Sebuah logam stainless steel di masukkan ke dalam air laut dalam waktu yang cukup lama sehingga pada permukaan logam yang semularata dan bersih tidak ada karat akan menjadi bergelombang pada permukaannya dan berkarat, hal itu mencerminkan bahwa terjadi perbedaan konsentrasi zat asam antara logam dan air laut, Korosi ini dapat dicegah dengan cara :

- Isolator
- Dikeringkan bagian yang basah
- Dibersihkan kotoran yang ada

- **Korosi Sumuran (Pitting Corrosion)**

Korosi sumuran adalah korosi lokal dari permukaan logam yang dibatasi pada satu titik atau area kecil, dan membentuk bentuk rongga. Untuk material bebas cacat, korosi sumuran disebabkan oleh lingkungan kimia yang mungkin berisi spesies unsur kimia agresif seperti klorida. Klorida sangat merusak lapisan pasif (oksida) sehingga pitting dapat terjadi pada dudukan oksida. Lingkungan juga dapat mengatur perbedaan sel

aerasi (tetesan air pada permukaan baja, misalnya) dan pitting dapat dimulai di lokasi anodik (pusat tetesan air), Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- Pilih bahan yang homogen
- Diberikan inhibitor
- Diberikan coating dari zat agresif

- Erosion Corrosion (korosi erosi)

Korosi yang terjadi karena keausan dan menimbulkan bagian – bagian yang tajam dan kasar, bagian – bagian inilah yang mudah terjadi korosi dan juga diakibatkan karena fluida yang sangat deras dan dapat mengikis film pelindung pada logam. Korosi ini biasanya terjadi pada pipa dan propeller. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- Pilih bahan yang homogen
- Diberi coating dari zat agresif
- Diberikan inhibitor
- Hindari aliran fluida yang terlalu deras

- Korosi mikrobiologi

Korosi yang terjadi karena mikroba Mikroorganisme yang mempengaruhi korosi antara lain bakteri, jamur, alga dan protozoa. Korosi ini bertanggung jawab terhadap degradasi material di lingkungan. Pengaruh inisiasi atau laju korosi di suatu area, mikroorganisme umumnya berhubungan dengan permukaan korosi kemudian menempel pada permukaan logam dalam bentuk lapisan tipis atau biodeposit. Lapisan film tipis atau biofilm. Pembentukan lapisan tipis saat 2 – 4 jam pencelupan sehingga membentuk lapisan ini terlihat hanya bintik-bintik dibandingkan menyeluruh di permukaan. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- Memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya
- Memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya
- Memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif
- Perlindungan secara elektrokimia dengan anoda korban atau arus tandingan.
- Memperbaiki konstruksi agar tidak menyimpan air, lumpur dan zat korosif lainnya.

- Fatigue corrosion (korosi lelah)

Korosi ini terjadi karena logam mendapatkan beban siklus yang terus berulang sehingga semakin lama logam akan mengalami patah karena terjadi kelelahan logam. Korosi ini biasanya terjadi pada turbin uap, pengeboran minyak dan propeller kapal. Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- Menggunakan inhibitor
- Memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi.
- Memilih bahan yang tepat atau memilih bahan yang kuat korosi.

- Stress corrosion (korosi tegangan)

Terjadi karena butiran logam yang berubah bentuk yang diakibatkan karena logam mengalami perlakuan khusus (seperti diregang, ditebuk dll.) sehingga butiran menjadi tegang dan butiran ini sangat mudah bereaksi dengan lingkungan, Mekanisme korosi retak tegang yaitu terjadi akibat adanya hubungan dari 3 faktor komponen, yaitu (1) Bahan rentan terhadap korosi, (2) adanya larutan elektrolit (lingkungan) dan (3) adanya tegangan. . Korosi jenis ini dapat dicegah dengan cara :

- Diberi inhibitor
- Apabila ada logam yang mengalami streses maka logam harus direlaksasi [12]

2.1.2 Hal – hal yang mempengaruhi terjadinya korosi

1. Temperatur, semakin tinggi temperatur maka reaksi kimia akan semakin cepat maka korosi akan semakin cepat terjadi
2. Kecepatan aliran, jika kecepatan aliran semakin cepat maka akan merusak lapisan film pada logam maka akan mempercepat korosi karena logam akan kehilangan lapisan.
3. pH, pada pH yang optimal maka korosi akan semakin cepat (mikroba).
4. Kadar Oksigen, semakin tinggi kadar oksigen pada suatu tempat maka reaksi oksidasi akan mudah terjadi sehingga akan mempengaruhi laju reaksi korosi [12].
5. Kelembaban udara

2.1.3 Pencegahan Korosi

1. Memilih logam yang tepat untuk suatu lingkungan dengan kondisi-kondisinya
2. Memberi lapisan pelindung agar lapisan logam terlindung dari lingkungannya
3. Memperbaiki lingkungan supaya tidak korosif
4. Perlindungan secara elektrokimia dengan anoda korban atau arus tandingan

5. Memperbaiki konstruksi agar tidak menyimpan air, lumpur dan zat korosif lainnya.
6. Pencegahan Korosi dengan metode Coating (Pengecatan) :
 - Lapisan pertama Pada lapisan pertama, jenis cat yang dipakai adalah jenis cat dasar. Fungsi cat dasar adalah untuk melindungi permukaan logam agar tidak berkarat atau rusak.
 - Lapisan Kedua Pada lapisan kedua, jenis cat yang digunakan adalah jenis cat Anti Corrosion (AC), berfungsi sebagai penebal agar serangan yang datang dari luar (excess) dapat dicegah dan untuk mencegah terjadinya korosi.
 - Lapisan Ketiga Pada lapisan ketiga atau lapisan terluar, jenis cat yang digunakan adalah jenis cat Anti Fouling (AF). Cat jenis ini berfungsi untuk mencegah binatang laut agar tidak menempel pada badan kapal [3]

2.2 Thermogravimetri

Thermogravimetri adalah suatu metode atau Jenis Pengujian yang dilakukan pada sampel untuk menentukan kadar air dengan menunjukkan perubahan berat susut (weight loss) dan kaitannya dengan perubahan suhu . dalam metode ini ada 3 pengukuran yakni : Berat , suhu dan perubahan suhu .[16]

TGA (Thermogravimetri Analyst) dilakukan dengan cara mencelupkan lalu mengeringkan bahan oleh karena itu thermogravimetri sering disebut sebagai metode pengeringan

Thermogravimetri memiliki beberapa aplikasi dalam menjalankan analisis nya yaitu :

- Desolvasi
- Dekomposisi
- Kompatibilitas

Penjelasan yang disederhanakan dari penilaian sampel TGA dapat dijelaskan sebagai berikut. Sampel ditempatkan dalam wadah sampel TGA tercelup yang pada air yang mengandung asam. Pemegang sampel TGA kemudian dikeringkan .

Alat keseimbangan mengukur berat sampel pertama pada suhu air dan kemudian secara terus-menerus memantau perubahan berat sampel (kehilangan atau keuntungan) saat dikeringkan diterapkan pada sampel. Tes TGA dapat dilakukan dalam beberapa mode terkontrol, mode pemanasan atau isothermal.

Profil penurunan berat yang khas dianalisis untuk jumlah atau persentase penurunan berat pada suhu apa pun, jumlah atau persentase residu yang tidak terbakar pada beberapa suhu akhir, dan suhu berbagai proses peluruhan sampel.

TGA adalah teknik yang berguna untuk mengevaluasi keefektifan sampel pengeringan polimer sampel yang dipanaskan. Penguapan pelarut residu biasanya dikaitkan dengan proses penurunan berat badan awal dalam pemanasan TGA.

Dalam beberapa kasus, kelembaban yang diserap dapat dilepaskan dalam kisaran suhu yang sama. Setelah proses penurunan berat pelarut (atau kelembaban) awal, profil TGA biasanya akan menyebar ke beberapa tingkat berat konstan sampai kisaran suhu dekomposisi polimer tercapai. Sekarang fraksi berat pelarut (atau uap air) dan suhu peluruhan penurunan kecepatan awal dan maksimum mudah ditentukan oleh TGA.

Kandungan serat gelas dari sampel komposit juga mudah dianalisis dengan TGA. Resin polimer terdegradasi dan terbakar ketika memanaskan sampel komposit sedemikian hingga suhu tinggi di atmosfer udara. Serat kaca tahan api tertinggal sebagai residu. Rasio berat serat gelas dalam komposit ditentukan menggunakan rutin analisis residu TGA.[16]

2.3 Perhitungan Laju Korosi

Pengujian laju korosi dilakukan dengan pengumpulan informasi mengenai laju korosi yang terjadi pada pelat dasar lambung kapal sehingga memperoleh gambaran penelitian menggunakan alat yang didesain untuk mensimulasikan kecepatan pada saat kapal melaju dengan menggunakan thickness dan salinitas air kemudian kecepatan pada saat kapal melaju .Setelah proses pengambilan data dilakukan maka akan didapatkan hasil kehilangan berat yang terjadi yang kemudian laju korosi dihitung untuk efisiensi pemakaian kedepan menggunakan rumus :

- Rumus Laju Korosi :

$$\text{Corrosion rate} = \frac{w.k}{D.A.T} = \text{corrosionrate (mp/y, mmp/y)} [1]$$

K = Konstanta (mm/y)

W = Beban Yang Hilang (gr)

D = Densitas spesimen (gr/cm³)

A = Luas Permukaan (cm²)

T = Lama Perendaman (T)

- Rumus Umur Pakai :

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} = (mp/y) [2]$$

$$x = \frac{Ot - MRT}{i} = (y) [3]$$

Keterangan :

i = Laju Korosi (mm/y)

$\sum n$ = Jumlah Tahun (y)

$\sum Ot$ = Ukuran pelat awal (m)

$\sum Mt$ = Ukuran pelat akhir (m)

2.4 Hasil Salinitas dan pH pada Media Air laut Untuk Laju korosi baja & aluminium

Hasil dari pengujian yang dilakukan pada semua media air laut Gresik mendapatkan hasil yang terdapat pada tabel (1). Dari data diatas salinitas terjadi pada air laut Gresik yang memiliki salinitas awal sebesar 25 % dan salinitas akhir sebesar 33 %. Kemudian, terdapat hasil weight loss yaitu dengan metode menghitung nilai berat awal ,

$$\text{Rumus Kehilangan Berat : } \Delta W = W_{\text{Awal}} - W_{\text{Akhir}} = (g) [4]$$

Spesimen sebelum dan sesudah diuji menggunakan semua media air laut dengan variasi waktu dan kecepatan yang sudah ditentukan. Hasil dari kehilangan berat setelah dilakukan perendaman terjadi selisih berat seperti yang ditampilkan pada tabel berikut : Setelah itu Terdapat Hasil Dari perhitungan corrosion rate dari penelitian sebelumnya di perairan Gresik Pada tabel berikut :

tabel 2. 1 Hasil Salinitas dan PH pada Media Air Laut Gresik

Hasil Salinitas dan pH pada Media Air Laut					
No	Air Laut	Hasil	Salinitas	pH	TDS (ppm)
1	Gresik	Awal	25	7,5	930

		Akhir	33	7,9	1284
--	--	-------	----	-----	------

2.5 Perbandingan Baja & Aluminium

2.5.1 Kapal Baja dan Aluminium

Perawatan Kapal Baja

apabila sebuah kapal telah mengalami penurunan kualitas atau kerusakan yang dapat mengganggu aktivitas transportasi, maka kapal tersebut harus mengalami perawatan yang semestinya oleh para ahli perawatan kapal.

Selain kapal kayu, kapal baja juga membutuhkan perawatan. Caranya pun tentu berbeda. Perawatan kapal baja harus dilakukan dengan benar agar kapal baja yang kuat ini tetap dapat berfungsi dengan baik untuk waktu yang lama.

Proses perbaikan dan perawatan kapal baja terbagi atas tiga macam yaitu *sailing repair*, *floating repair*, *docking repair*. *Sailing repair* merupakan kegiatan perbaikan dan perawatan kapal besi yang dilakukan saat kapal berlayar, biasanya pemilik kapal cukup menyewa sub kontraktor dan perbaikan hanya pada bagian kapal yang tidak terendam air. *Floating repair* merupakan kegiatan perbaikan saat kapal berada dalam air sebelum maupun sesudah naik dock. *Docking repair* adalah kegiatan memperbaiki kapal saat kapal naik dok baik *floating dock* atau *graving dock*. Perbaikan kapal yang dilakukan oleh beberapa perusahaan galangan kapal adalah *floating repair* dan *docking repair* [14].

perbaikan kapal baja terdiri atas beberapa item seperti :

1. Prosedur Umum.
2. Pembersihan lambung.
3. Sea chest dan Sea valve.
4. Jangkar, rantai dan bak rantai.
5. Zine Anode.
6. Ultrasonic test dan gambar.
7. Baling-baling dan poros baling-baling.
8. Kemudi dan tongkat kemudi.
9. Replating plat lambung.

Sedangkan Untuk Pemeliharaan kapal aluminium pada umumnya sama seperti pada pemeliharaan kapal baja. Pemeliharaan kapal aluminium dilakukan secara berkala sesuai dengan penjadwalan dari Sistem Pemeliharaan terencana atau Planned Maintenance System. Perbedaan pemeliharaan kapal aluminium dengan kapal baja terletak pada pemeliharaan pelat lambung dimana material aluminium tidak perlu dilakukan pengecatan. Pada umumnya material aluminium mempunyai ketahanan terhadap korosi yang sangat baik, maka tidak diperlukan pengecatan pada lambung kapal[15]

Kapal dengan konstruksi aluminium apabila dirancang dan dipelihara dengan tepat dapat beroperasi dengan baik selama bertahun-tahun dengan minimum permasalahan yang muncul. Ada banyak kapal dengan konstruksi aluminium telah beroperasi lebih dari 30 tahun atau lebih beroperasi dengan baik dengan bukti sedikit timbulnya korosi ataupun retak pada struktur kapal. Namun ada beberapa jenis aluminium *alloy* yang lebih rentan terhadap korosi maka diperlukan pelapisan untuk melindungi lambung kapal.

Beberapa kapal aluminium di bagian atas garis air (*waterline*) dilakukan pengecatan untuk tujuan estetika, untuk pengecatan di bagian bawah garis air bertujuan untuk melindungi dari *fouling*. Pengecatan juga dilakukan pada tangki-tangki dengan konstruksi aluminium, contohnya *sewage tank* dan *gray water tanks*, ini bertujuan untuk melindungi dari korosi yang berasal dari sifat alami cairan yang ada di tangki tersebut. Walaupun jenis aluminium alloy dengan kode seri 5000 umumnya tidak perlu dilakukan pengecatan untuk menghindari korosi, apabila dikehendaki dilakukan pengecatan maka harus dilakukan dengan tepat jika tidak tepat akan menimbulkan korosi.

Mengutip dari rules badan klasifikasi asing *Bureau Veritas – Hull in Aluminium Alloys, Design Principles, Construction and Survey – December 2017*, perlindungan terhadap korosi pada kapal aluminium tidak termasuk cakupan Badan Klasifikasi Kapal. Ini merupakan kewajiban dari pemilik kapal dan pembuat kapal untuk memastikan perlindungan material terhadap berbagai macam jenis korosi pada konstruksi aluminium *alloy* di perairan laut.

Prinsip dasar yang dapat diikuti untuk pemeliharaan kapal aluminium yang bertujuan memastikan perlindungan terhadap korosi diantaranya :

- Pemilihan material aluminium *alloy* yang tepat
- Desain structural yang menghindari adanya air laut yang terjebak (contohnya *drain hole, wells*, dsb)

- Kontrol dari resiko *galvanic corrosion*
- Pengeringan air laut yang menggenang dan *humidity retention zones*
- Inspeksi rutin pada zona yang sensitif seperti pada letak baterai, sambungan *heterogeneous*, dsb)
- Perawatan rutin pada *protective anodes*

Sesuai dengan peraturan, lapisan pelindung korosi diminta untuk struktur aluminium *alloy* dengan seri 6xxx pada daerah yang kontak langsung dengan air laut untuk menghindari resiko korosi.

Namun demikian, material aluminium dapat sangat rentan terhadap retak akibat *fatigue*. Retak pada struktur dapat terjadi terutama pada kapal material baja yang menggunakan material aluminium sebagai konstruksi *deck house*. Banyak sumber penyebab korosi dalam aluminium, terutama *galvanic corrosion*, yang cenderung cepat dan terkonsentrasi, umumnya membutuhkan tindakan segera untuk mengembalikan kekuatan struktural.

Secara umum ada 3 penyebab dari munculnya retak pada konstruksi aluminium diantaranya:

- Retak pada sambungan las
- Retak yang disebabkan *fatigue* yang dikarenakan konsentrasi tegangan atau detail dari struktur yang buruk
- Korosi

Apabila terjadi retak pada konstruksi lambung maka dilakukan perbaikan kapal aluminium dengan cara melakukan pengelasan pada area retak ataupun dengan memberi *doubling plate*. Hampir sama dengan perbaikan kapal baja, hal-hal yang perlu diperhatikan dalam perbaikan kapal aluminium diantaranya :

Pada saat struktur lambung kapal yang termasuk dalam cakupan klasifikasi yang mengalami perbaikan, pekerjaan perbaikan kapal yang dilakukan harus dibawah pengawasan surveyor dari badan klasifikasi kapal.

- Perbaikan kapal harus dilakukan di bengkel, galangan atau personel yang harus dapat menunjukkan kemampuannya untuk melakukan perbaikan lambung kapal sesuai dengan standar mutu yang disyaratkan oleh badan klasifikasi kapal.
- Perbaikan kapal harus dilakukan di kondisi akses yang tepat, cukup pencahayaan dan ventilasi yang baik. Proses pengelasan harus terlindung dari hujan, salju atau angin.

- Pengelasan struktur lambung dilakukan oleh welder berkualitas, sesuai dengan prosedur pengelasan dan *welding consumable* yang disetujui oleh badan klasifikasi kapal. Pengerjaan pengelasan harus diawasi dengan tepat oleh pihak galangan.[15]

Material Baja & Aluminium memiliki perbandingan di tingkat kualitas nya yakni untuk kekuatan korosi Baja Lebih Rentan Terhadap Korosi Dibandingkan Aluminium Dari Kedua Bahan tersebut Jika Tidak Diberikan Pelindung Atau pelapisan zinc anode , pengecatan dll Akan Tetapi Baja Memiliki Nilai Ekonomis Tersendiri dikarenakan harga untuk Pelat Baja sendiri relatif murah Terhadap Aluminium Sedangkan Untuk Aluminium Memiliki Nilai Teknis yakni Umur pelat yang lebih lama dibandingkan dengan bahan material Baja.

2.6 Teknik Analisa Data

Metode analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif. Sehingga analisis data dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dari eksperimen dimana hasilnya berupa data kuantitatif dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafik. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan data tersebut dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan .sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang telah diteliti.

Berikut Data Kapal Baja dan Aluminium :

- Data Kapal Baja Dan Kapal Aluminium



Gambar 2. 1 Kapal Tugboat Subali II (Baja) ,Sumber : Jetty Gresik

SUBALI II (TUG BOAT)

Tabel 2. 2 Data Kapal Tugboat SUBALI II PT Pelindo III (PERSERO)

Length Over All (LOA)	27.5 m
Breadth Moulded (B)	8.60 m
Depth Moulded (D)	3.5 m
Draft (d)	2. 7m
Speed	10 knot
Crews	10 person
Material	BAJA
Wilayah Perairan	JETTY GRESIK

ASTM SPECIFICATIONS

Tabel 2. 3 BAJA ASTM A36 SPECIFICATIONS

SPECIFICATION	A36	A36	A36	A36	A36
Type of steel	Carbon	Carbon	Carbon	Carbon	Carbon
Requirements for Delivery	A6	A6	A6	A6	A6
Tensile Strength (ksi)	58/80	58/80	58/80	58/80	58/80
Yield Strength (min,ksi) (Yield point if Designated YP)	36YP	36YP	36YP	36YP	36YP 4 – 8' inci 32 over 8'
Spec. Thickness (Max.in)	$\frac{3}{4}$	$>\frac{3}{4}$ to1 $\frac{1}{2}$	$>1\frac{1}{2}$ to2 $\frac{1}{2}$	$>2\frac{1}{2}$ to4	over 4
ISG Plate Thickness (Max.in)	$\frac{3}{4}$	$>\frac{3}{4}$ to1 $\frac{1}{2}$	$>1\frac{1}{2}$ to2 $\frac{1}{2}$	$>2\frac{1}{2}$ to4	18
Chemical Composition (%)	Unless a range is specified , individual values are maximums				
Carbon	25	25	26	27	29
Manganese	-	80/1.20**	80/1.20**	80/1.20**	80/1.20**
Phosphorus	04	04	04	04	04
Sulfur	05	05	05	05	05
Silicon	40	40	15/40	15/40	15/40
Chromium	-	-	-	-	-
Nickel	-	-	-	-	-
Mo lyb denum	-	-	-	-	-
Co pp er	20 M When Specified	20 M When Specified	20 M When Specified	20 M When Specified	20 M When Specified
Other Elements	-	-	-	-	-
Heat Treatment Required	-	-	-	-	-



Gambar 2. 2 Kapal Jos 901 (Aluminium)

JOS 901 (PATROL BOAT)

Tabel 2. 4 Data Kapal Patrol Boat PT Orela Shipyard

Length Over All (LOA)	11 m
Breadth Moulded (B)	2.7 m
Depth Moulded (D)	2 m
Draft (d)	0,6 m
Speed	15 knot
Crews	6 person
Material	ALUMINIUM 5083 Tebal Plat 6mm
Wilayah Perairan	PT .Orela shipyard Gresik

ALUMINIUM SPECIFICATIONS

Tabel 2. 5 AUMINIUM 5083 SPECIFICATIONS

ELEMENT	% Present
Magnesium (Mg)	4.00 – 4.90
Manganese (Mn)	0.40 – 1.00
Iron (Fe)	0.40 Typical
Silicon (Si)	0.0 – 0.40
Titanium (Ti)	0.05 – 0.25
Chromium (Cr)	0.05 – 0.25
Copper (Cu)	0.10 Typical
Others (Total)	0.0 – 0.15
Zinc (Zn)	0.0 – 0.10
Other (Each)	0.0 – 0.05
Aluminium (Al)	67 .68
GENERIC PHYSICAL PROPERTIES	Value
Density	265g/m ³
Melting Point	570 °c
Thermal Expansion	25 x10 ⁻⁶ /k
Modulus of Elasticity	72 GPa
Thermal Conductivity	121 W/m.K
Electrical Resistivity	0.058 x10 ⁻⁶ Ω. m
MECHANICAL PROPERTIES	Value
Proof Stress	125 Min MPa
Tensile strength	275 – 350 MPa
Hardness Brinell	75HB

2.7 Analisis Teknis Dan Ekonomis

Analisis Teknis Dilakukan Melalui perbandingan nilai laju korosi yang telah didapatkan pada pengujian laju korosi Thermogravimetri air laut gresik. Nilai laju korosi yang telah didapatkan dibuatkan nilai rata-rata untuk setiap material uji Dan Juga melakukan analisis perhitungan estimasi umur material berdasarkan laju korosi tiap material uji dan safety factor pengurangan ketebalan pelat untuk menentukan waktu pergantian pelat kapal.

Analisis Ekonomis dilakukan perhitungan akumulasi efisiensi biaya pergantian pelat dan reparasi kapal dengan material baja dan aluminium. Akumulasi pergantian pelat tersebut kemudian dibandingkan untuk menentukan material mana yang lebih ekonomis.

2.8 Batas Ketebalan Minimum pelat

Berdasarkan peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), keausan maksimum yang diijinkan pada lambung kapal bagian pelat dasar (bottom plate) adalah 20 % dari ketebalan awal pelat, yang artinya laju korosi yang terjadi belum melebihi batasan maksimal atau masih dalam kondisi baik. Sementara itu, untuk mengetahui perkiraan laju korosi yang terjadi pertahunnya dihitung dengan menggunakan rumus [13].

Tabel 2. 6 Batas Minimum Korosi Plat BKI

Bagian Badan Kapal	Safety Factor
Pelat Kulit Lambung :	
1. Keel Plate , Bottom Plate , Bilge Plate	20 %
2. Side Plate	20%
3. Sheer strake	20%
Tank Top dan Margin Plate	20 %
Main Deck :	
1. Stringer plate dan lajur pelat antara geladak antara lambung dengan ambang palkah	20 % 30 %
2. Pelat geladak antara lubang palkah	30 %
Geladak bangunan atas dan rumah geladak	30%
Dinding sekat memanjang dan melintang	