

# ANALISIS PERLINDUNGAN KOROSI GEARBOX PADDLE WHEEL AERATOR DENGAN PELAPISAN NIKEL MENGGUNAKAN METODE ELEKTROPLATING

Abu Zamani<sup>1\*</sup>, Priyambodo Nur Ardi Nugroho<sup>2</sup>, Widya Emilia Primaningtyas<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Pemesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Jl. Teknik Kimia, Keputih, Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

[E-mail : abuzamani17@student.ppns.ac.id](mailto:abuzamani17@student.ppns.ac.id)

## Abstrak

Korosi pada gearbox paddle wheel aerator adalah faktor utama yang memengaruhi kinerja aerator tersebut di tambak udang. Untuk menjaga performanya, perlindungan dari korosi pada gearbox diperlukan. Penelitian ini fokus pada pengaruh pelapisan nikel dengan elektroplating terhadap laju korosi. Elektroplating adalah cara melapisi logam dengan arus listrik. Variasi yang digunakan adalah arus dan waktu elektroplating, lalu analisisnya menggunakan uji kehilangan berat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelapisan paling tebal terjadi pada variasi 4A dan 30 menit, sekitar 1,03 mm. Pelapisan paling tipis terjadi pada variasi 1A dan 10 menit, yaitu 0,10 mm. Laju korosi terendah ada pada variasi 4A dan 30 menit, yaitu sekitar 0,1655 mmpy. Laju korosi tertinggi ada pada variasi 1A dan 10 menit, yaitu sekitar 0,4246 mmpy. Semakin besar arus dan waktu elektroplating, masa pakai pelapisan semakin meningkat. Kesimpulan penelitian ini adalah pelapisan nikel dengan elektroplating bisa mengurangi laju korosi pada gearbox aerator sekitar 92%, karena laju korosi pada yang dilapisi lebih rendah daripada yang tidak dilapisi.

**Kata Kunci :** Arus, Elektrolisis, Immersion test, Laju korosi, Paddle wheel aerator, waktu

## Abstract

*Corrosion of paddle wheel aerator gearboxes is a major factor affecting their performance in shrimp farms. To maintain its performance, protection from corrosion of the gearbox is necessary. This study focuses on the effect of nickel electroplating on corrosion rate. Electroplating is a way of coating metals with electric current. The variations used were electroplating current and time, then analyzed using the weight loss test. The results showed that the thickest coating occurred in the variation of 4A and 30 minutes, about 1.03 mm. The thinnest coating occurred in the 1A and 10 minutes variation, which was 0.10 mm. The lowest corrosion rate is at variation 4A and 30 minutes, which is about 0.1655 mmpy. The highest corrosion rate was in the 1A and 10 min variation, which was about 0.4246 mmpy. The greater the electroplating current and time, the more the service life of the coating increases. The conclusion of this research is that nickel plating by electroplating can reduce the corrosion rate of the aerator gearbox by about 92%, because the corrosion rate of the coated one is lower than the uncoated one.*

**Keywords:** Current, Electrolysis, Immersion test, Corrosion rate, Paddle wheel aerator, time

<sup>1\*</sup> Abu Zamani



## **1. Pendahuluan**

Paddle wheel aerator merupakan alat penghasil oksigen dengan memanfaatkan gerak putar kincir dipermukaan air, perputaran kincir menghasilkan percikan air yang terdorong keudara kemudian jatuh kembali kedalam air yang menyebabkan terbentuknya gelembung – gelembung udara didalam air. Paddle wheel dinilai alat paling efektif dalam mencapai proses aerasi ditambah, tetapi dengan durasi penggunaan paddle wheel yang relatif lama yaitu 24 jam perhari dan percikan air yang dihasilkan cukup banyak dapat menyebabkan terjadinya korosi pada bagian – bagian paddle wheel yang terbuat dari logam.

Seperti yang telah terjadi pada paddle wheel aerator yang beroperasi di Balai Perikanan Budidaya Air Payau Situbondo di Instalasi Pasuruan mengalami korosi pada bagian gearbox yang sangat parah dalam kurun waktu selama 2 tahun, hal ini menyebabkan kerugian material yang dimana bagian pada paddle wheel dapat bertahan sealama lebih dari 4 tahun sedangkan gearbox hanya 2 tahun dan perlu penggantian material agar paddle wheel aerator dapat berfungsi dengan normal kembali.

Korosi tidak dapat dihilangkan sepenuhnya karena termasuk proses spontan dari lingkungan, namun hal tersebut dapat dikendalikan dengan cara memperlambat laju korosinya. Beberapa metode yang dapat dilakukan untuk mengendalikan dan mencegah terjadinya korosi diantaranya seperti pengubahan media disekitarnya, pemilihan material yang tepat, proteksi katodik, proteksi anodik, menggunakan penambahan zat inhibitor korosi, dan pelapisan (coating).

Elektroplating didefinisikan sebagai proses pelapisan logam dengan menggunakan bantuan arus listrik dan senyawa kimia tertentu guna memindahkan partikel logam pelapis ke material yang hendak dilapisi. Pelapisan logam dapat berupa lapis seng (zink), galvanis, perak, emas, brass, tembaga, nikel dan krom.” (Prayogo, A. S., & Sakti, A. M. 2019). Dalam teknologi pengerjaan logam proses electroplating/proses lapis listrik termasuk ke dalam proses pengerjaan akhir (metal finishing), Electroplating juga bertujuan untuk menambah keindahan tampak luar suatu benda atau produk. Selain itu dari pelapisan ini akan didapatkan sifat khusus permukaan seperti sifat kekerasan, tahan keausan dan tahan suhu tinggi.(Sumpena & Wardoyo, 2020).

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan diatas, akan dilakukan penelitian tentang analisis perlindungan korosi gearbox paddle wheel aerator dengan pelapisan nikel menggunakan metode elektrolisis dengan variasi besar arus listrik dan waktu pencelupan. Besar arus yang dipakai adalah 1A, 2A, 4A dan waktu pencelupan yang dipakai 10, 20, 30 menit. Dan akan di analisa laju korosinya dengan metode immersion test weight loss (kehilangan beban). Metode kehilangan berat adalah suatu pendekatan untuk menghitung laju korosi dengan mengukur reduksi berat yang disebabkan oleh korosi. Metode ini melibatkan pengukuran berat benda uji (objek yang ingin diketahui laju korosinya) pada awal percobaan, dan kemudian mengukur kembali beratnya setelah periode penelitian tertentu untuk mendapatkan jumlah kehilangan berat akibat korosi. Setelah diperoleh nilai kekurangan berat (selisih antara berat awal dan berat setelah korosi), nilai tersebut dimasukkan kembali ke dalam rumus untuk menghitung laju kehilangan beratnya (Fontana, 1986).s

## **2. METODOLOGI**

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode elektroplating untuk menganalisis pengaruh pelapisan nikel terhadap laju korosi pada gearbox paddle wheel aerator. Metode elektroplating adalah teknik pelapisan logam yang melibatkan penggunaan arus listrik. Dalam penelitian ini, variasi yang digunakan adalah besaran arus dan waktu proses elektrolisis sebagai faktor eksperimental. Untuk mengevaluasi hasilnya, dilakukan analisis dengan mengukur kehilangan berat pada spesimen yang telah dilapisi nikel. Berikut langkah-langkah metodologi penelitian :

### **2.1 Persiapan Apparatus**

#### **2.1.1 Pembuatan Spesimen**

Dalam penelitian ini, digunakan spesimen yang sesuai dengan jenis material gear box paddle wheel aerator, yaitu besi tuang. Material besi tuang awal berbentuk batang dengan ukuran panjang 475 mm, lebar 50 mm, dan tebal 5 mm. Kemudian, material tersebut dipotong menjadi spesimen uji yang berbentuk coupon dengan ukuran panjang 50 mm, lebar 30 mm, dan tebal 5 mm. Total ada 27 spesimen coupon yang dibuat untuk mengikuti jumlah percobaan yang dilakukan. Setiap variabel diuji sebanyak 3 kali repetisi untuk memastikan data yang diperoleh lebih beragam dan hasilnya lebih valid. Berikut adalah gambaran material mentah dan spesimen coupon yang digunakan dalam penelitian ini. Kemudian spesimen diberi tanda untuk setiap variabel agar tidak mengalami kesalahan. Berikut tabel tanda yang mewakili setiap variabel.

Tabel 2.1 kode spesimen

I	10 menit	20 menit	30 menit
1A	A	B	C
2A	D	E	F
4A	G	H	I



Gambar 2. 1Material mentah dan spesimen yang sudah dipotong

Spesimen berbentuk coupon akan dipoles menggunakan gerinda untuk meratakan permukaannya. Setelah itu, spesimen akan dipoles dengan menggunakan abrasi kertas agar permukaannya menjadi halus. Tujuan dari proses ini adalah untuk memastikan bahwa lapisan pada spesimen dapat menempel dengan baik dan tidak mudah mengelupas. Selain itu, proses ini juga bertujuan untuk menghilangkan terak korosif dan kotoran yang ada di permukaan spesimen sesuai dengan prosedur yang diatur dalam ASTM G31-72. Berat dan dimensi awal spesimen diukur dan hasilnya dicatat dalam tabel berikut.

Tabel 2.2 Massa Spesimen Sebelum Dilapisi

		Massa Awal (gram)		
I t		10 menit	20 menit	30 menit
1	50,03	50,65	53,15	
2	56,81	44,31	53,43	
3	50,95	45,27	50,42	
1	48,49	50,51	48,79	
2	53,43	46,41	46,23	
3	53,74	45,07	55,31	
1	47,17	45,2	46,82	
2	55,15	54,08	51,98	
3	49,42	49,87	50,72	

Tabel 2.3 Dimensi Awal Spesimen

		Dimensi Awal (mm)								
I	t	10 menit			20 menit			30 menit		
		P	L	T	P	L	T	P	L	T
1A	1	50,45	31,35	3,2	50,8	30,9	3,2	50,8	31,35	3,15
	2	50,5	30,9	3,35	50,75	30,3	3,05	50,95	31,6	3,45
	3	50,35	30,5	3,3	50,9	30,4	3,1	50,6	30,9	3
2A	1	50,65	30,8	3,2	50,75	30,35	3,2	51,05	30,6	2,65
	2	50,85	31,6	3,15	50,35	30,1	2,75	50,85	29,7	2,7
	3	51,3	31,8	3,15	50,4	29,75	2,65	51,3	31,25	3,1
4A	1	50,55	30,35	2,85	50,1	29,85	2,5	49,95	29,55	2,3
	2	51,05	31,6	3,6	50,55	30,85	2,75	50,45	30,5	2,45
	3	50,85	31	3,3	50,4	31,15	2,8	50,2	30,2	2,5

**1.1.1 Pembuatan Larutan Elektrolit**

Larutan elektrolit adalah larutan yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik. Dalam penelitian ini, larutan elektrolit yang digunakan terdiri dari campuran nikel sulfat, nikel klorida, dan aquades. Keputusan untuk menggunakan bahan-bahan tersebut didasarkan pada kesamaan kandungan ion dengan material yang akan digunakan untuk pelapisan, yaitu nikel. Larutan ini disiapkan dengan perbandingan 1:1:1 antara masing-masing komponen. Inilah larutan elektrolit yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. 2 nikel sulfat dan nikel kloride

### 2.1.2 Pembuatan Wadah Uji Immersion Test

Menurut ketentuan ASTM G31-72, diperlukan wadah yang mampu sepenuhnya merendam spesimen, dan harus terbuat dari bahan non- logam agar tidak menyebabkan korosi pada wadah dan spesimen. Dalam penelitian ini, digunakan wadah yang terbuat dari potongan aquarium dan galon bekas. Spesimen direndam secara terpisah untuk setiap variabelnya guna mencegah terjadinya reaksi korosi.

### 2.1.3 Larutan Uji Immersion Test

Larutan yang digunakan untuk merendam spesimen adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau asam sulfat dengan tingkat kemurnian 98% dengan berat 1,5 kg, dan dicampur dengan 5 liter air. Jadi untuk molaritas dari larutan uji immersion test dihitung dengan persamaan

2.4 Jadi untuk molaritas larutan :

$$M = \frac{1500}{98} \times \frac{1000}{5000} M = 15,31 \times 0,2$$

$$M = 3 M$$



Gambar 2. 3 Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Proses Electroplating

Setelah peralatan dan bahan yang dibutuhkan sudah lengkap selanjutnya melakukan proses electroplating. Berikut tahap – tahap electroplating :

- 3 spesimen yang sudah dibersihkan dicelupkan pada larutan elektrolit dengan waktu 10 menit dengan variasi 1A, 2A, 4A.
- 3 spesimen berikutnya dicelupkan pada larutan elektrolit dengan waktu 20 menit dengan variasi arus 1A, 2A, 4A.
- 3 spesimen berikutnya dicelupkan pada larutan elektrolit dengan waktu 30 menit dengan variasi arus 1A,2A,4A.
- Setelah proses selesai spesimen diangkat.
- kemudian spesimen dibilas menggunakan air dan dikeringkan agar sisa air tidak mengendap dipermukaan spesimen.

Setelah penyelesaian proses pelapisan, langkah berikutnya adalah melakukan pengukuran dimensi dari spesimen yang telah dilapisi. Informasi yang dihasilkan dari pengukuran ini merupakan data sekunder yang akan digunakan untuk menganalisis pengaruh besar arus dan waktu pencelupan terhadap ketebalan lapisan yang terbentuk.

### 2.1.4 Pengujian Immersion Test

Setelah electroplating selesai, langkah berikutnya adalah mengukur berat spesimen sebagai data awal yang akan dikurangi dengan berat setelah proses perendaman. Setelah data awal tercatat, langkah selanjutnya adalah melakukan Immersion Test Weight Loss. Pengujian ini dilakukan dengan cara merendam spesimen dalam larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 30 hari. Setelah itu, spesimen diangkat dan bobotnya diukur.

### 2.1.5 Pengambilan Data

Setelah penyelesaian proses perendaman, berat spesimen diukur, dan data ini merupakan data sekunder dari proses perendaman yang akan digunakan untuk menghitung selisih berat awal setelah proses pelapisan dan berat akhir setelah proses perendaman. Perhitungan tersebut akan menggunakan metode immersion test untuk mengukur kehilangan beban.

### 2.1.6 Analisa Dan Pembahasan

Tahap analisa pertama, dilakukan perbandingan ketebalan yang dihasilkan dari proses pelapisan, yaitu dimensi setelah pelapisan dikurangi dimensi sebelum pelapisan. Selanjutnya, dilakukan pembahasan tentang pengaruh besar arus dan waktu pencelupan terhadap ketebalan yang dihasilkan.

Sementara itu, pada tahap analisa kedua, perbandingan dilakukan terhadap perhitungan laju korosi pada setiap variabel yang digunakan. Tujuannya adalah untuk mengetahui pengaruh besar arus dan waktu pencelupan dalam proses elektroplating terhadap laju korosi yang terjadi.

**2.1.7 Kesimpulan Dan Saran**

Kesimpulan didapat dari hasil analisa dan pembahasan. Pada penelitian ini dilakukan analisa laju korosi pada gearbox paddle wheel aerator pada proses electroplating dengan material anoda nikel (Ni), apakah dapat menambah masa pakai paddle wheel aerator.

**3. Hasil dan Pembahasan**

**3.1 Analisa Hasil Elektroplating**

Setelah melakukan elektroplating pada berbagai variasi arus dan waktu, didapat data massa dan dimensi spesimen yang telah dilapisi sebagai data awal sebelum proses pengujian peredaman dilakukan. Berikut adalah tabel yang berisi hasil pengukuran massa dan dimensi dari spesimen-spesimen tersebut.

Tabel 3.1 massa setelah dilapisi

I		Massa (gram)					
		t	10	se lis ih m m as sa	20	se lis ih m m as sa	30
1 A	1	50,17	0,1	50,87	0,2	53,51	0,3
	2	56,91	0,1	44,55	0,2	53,78	0,3
	3	51,07	0,1	45,53	0,2	50,79	0,2
2 A	1	48,94	0,3	51,24	0,2	49,94	1,1
	2	53,9	0,4	47,16	0,2	47,73	1,5
	3	54,24	0,5	45,85	0,2	57,01	1,7
4 A	1	49,45	2,2	48,4	3,2	51,31	4,4
	2	57,65	2,5	57,38	3,3	56,68	4,7
	3	52,32	2,9	53,27	3,4	55,52	4,8

Dari data massa setelah dilapisi terdapat penambahan massa pada setiap spesimen. Pada pelapisan yang menggunakan waktu 10 menit pada arus masing – masing 1A, 2A, dan 4A mengalami peningkatan dengan selisih nilai massa sebelum dilapisi sebesar 0,12 gram, 0,47 gram 2,56 gram. Kemudian pada spesimen yang menggunakan waktu 20 menit pada arus 1A, 2A, dan sebesar 0,24 gram, 0,75 gram, dan 3,3 gram. Pada spesimen menggunakan waktu 30 menit pada arus masing – masing 1A, 2A, 4A mengalami peningkatan dengan selisih nilai massa sebelum dilapisi sebesar 0,36 gram, 1,45 gram dan 4,66 gram.

Penambahan massa paling besar pada arus 4A dan waktu 30 menit yaitu sebesar 4,66 gram, dan yang terendah pada arus 1A dengan waktu 10 menit yaitu sebesar 0,12 gram. Hal ini diindikasikan semakin besar arus dan waktu yang digunakan maka akan semakin banyak ion-ion nikel yang menempel pada spesimen besi tuang. Peningkatan massa paling signifikan dipengaruhi oleh perubahan besar arus hal ini terlihat dari selisih nilai massa pada waktu pencelupan yang sama dengan perubahan arus mengalami perubahan yang cukup besar, tetapi pada penggunaan arus yang sama dengan perubahan waktu mengalami peningkatan massa tidak terlalu besar. 4A mengalami peningkatan dengan selisih nilai massa sebelum dilapisi.

Dari data pada lampiran 2. Data hasil pelapisan yang diambil dari hasil pengukuran, maka berikut merupakan ringkasan dari data ketebalan hasil pelapisan.

Tabel 3.2 ketebalan hasil pelapisan

I		10 menit		20 menit		30 menit	
		Teb al Lap is an ( m m m )	$\Delta L$	Teb al Lap is an ( m m m )	$\Delta L$	Teb al Lap is an ( m m m )	$\Delta L$
1 A	1	0,15	0,1	0,2	0,18	0,4	0,3
	2	0,1	±	0,1	±	0,3	±
	3	0,1	0,03	0,2	0,03	0,3	0,0
2 A	1	0,2	0,23	0,6	0,6	0,6	0,6
	2	0,2	±	0,5	±	0,6	±
	3	0,3	0,06	0,6	0,05	0,6	0,0
4 A	1	0,4	0,42	0,8	0,8	1	1,0
	2	0,45	±	0,8	±	1,1	±
	3	0,4	0,03	0,8	3,00E-01	0,8	0,1

Pada tabel 3.2 terdapat masing – masing ketebalan dari hasil pengukuran dan perhitungan. Pada spesimen yang menggunakan besar arus 1A dan waktu masing – masing 10, 20, 30 menit memiliki ketebalan 0,10mm, 0,18 mm, dan 0,37mm. Sedangkan pada spesimen yang menggunakan besar arus 2A dan waktu masing – masing 10, 20, 30 menit memiliki ketebalan 0,23 mm, 0,60 mm, dan 0,63 mm. Dan pada spesimen yang menggunakan besar arus 4A dan waktu masing – masing 10, 20, 30 menit memiliki ketebalan 0,42 mm, 0,80 mm, dan 1,03 mm. Dari data ketebalan yang didapat dapat disimpulkan semakin besar arus dan waktu yang digunakan, semakin tebal lapisan yang dihasilkan dari proses pelapisan tersebut. Dari data tersebut disajikan grafik hubungan arus dan waktu terhadap ketebalan yang dihasilkan.

grafik ketebalan hasil elektroplating, garis biru merupakan grafik ketebalan hasil elektroplating menggunakan arus 1A menunjukkan bahwa ketebalan hasil elektroplating mengalami kenaikan secara linier yang ditunjukkan dari garis grafik. Dengan besar arus yang sama dan waktu yang berbeda memiliki ketebalan yang berbeda. Semakin lama waktu pencelupan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan. Lapisan terendah dihasilkan dari pelapisan 1A dan waktu 10 menit yaitu sebesar 0,1 mm dan terbesar pada pelapisan 1A dan waktu 30 menit yaitu sebesar 0,37 mm. Hal tersebut terjadi karena semakin lama waktu pencelupan maka semakin banyak ion-ion nikel yang menempel pada spesimen yang dilapisi.

Garis merah merupakan grafik ketebalan hasil elektroplating menggunakan arus 2A menunjukkan bahwa ketebalan hasil elektroplating mengalami kenaikan secara linier yang ditunjukkan dari garis grafik. Dengan besar arus yang sama dan waktu yang berbeda memiliki ketebalan yang berbeda. Semakin lama waktu pencelupan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan. Lapisan terendah dihasilkan dari pelapisan 2A dan waktu 10 menit yaitu sebesar 0,23mm dan terbesar pada pelapisan 2A dan waktu 30 menit yaitu sebesar 0,63 mm. Hal tersebut terjadi karena semakin lama waktu pencelupan maka semakin banyak ion-ion nikel yang menempel pada spesimen yang dilapisi.

Garis hijau merupakan grafik ketebalan hasil elektroplating menggunakan arus 4A menunjukkan bahwa ketebalan hasil elektroplating mengalami kenaikan secara linier yang ditunjukkan dari garis grafik. Dengan besar arus yang sama dan waktu yang berbeda memiliki ketebalan yang berbeda. Semakin lama waktu pencelupan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan. Lapisan terendah dihasilkan dari pelapisan 4A dan waktu 10 menit yaitu sebesar 0,42mm dan terbesar pada pelapisan 4A dan waktu 30 menit yaitu sebesar 1,03 mm. Hal tersebut terjadi karena semakin lama waktu pencelupan maka semakin banyak ion-ion nikel yang menempel pada spesimen yang dilapisi.

Dari Gambar 3.1 grafik ketebalan hasil elektroplating dapat dilihat semakin besar arus dan waktu yang digunakan maka ketebalan hasil elektroplating semakin meningkat, dapat dilihat dari garis pada grafik untuk pengaruh besar arus yang digunakan sangat signifikan, dari arus 1A dan 2A mengalami peningkatan ketebalan sebesar 1,2%, dari arus 2A dan 4A mengalami peningkatan sebesar 0,5% dan dari 1A dan 4A mengalami peningkatan sebesar 1,8%. Sedangkan peningkatan ketebalan dengan perubahan waktu dan arus tetap mengalami peningkatan tapi tidak terlalu banyak dibandingkan dengan perubahan arus. Dari waktu 10 menit dan 20 menit ketebalan meningkat sebesar 1,1%, kemudian dari waktu 20 menit dan 30 menit mengalami peningkatan sebesar 0,3 persen, dan dari 10 menit dan 30 menit mengalami peningkatan sebesar 1,7 persen. Jadi untuk ketebalan hasil elektroplating yang lebih besar pengaruhnya adalah besar arusnya karena semakin besar arus maka semakin cepat aliran perpindahan ion – ion nikel yang teroksidasi pada proses elektroplating, menyebabkan reaksi reduksi atau proses ion – ion nikel menempel pada spesimen semakin banyak. Dari sembilan variasi yang ada untuk ketebalan hasil elektroplating yang paling tebal adalah menggunakan besar arus 4A dan waktu 30 menit, yaitu mengalami penambahan ketebalan sebesar 1,03 mm dari tebal sebelum proses elektroplating.

## 3.2 Pengujian Immersion TEST

### 3.2.1 Perendaman Spesimen

Berdasarkan ASTM G31-72 waktu perendaman yang umum digunakan adalah 48 hingga 168 jam (2 hingga 7 hari). Pada penelitian ini perendaman dilakukan selama 30 hari agar korosi yang dihasilkan lebih maksimal. Perendaman dilakukan menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> karena bersifat korosif terhadap logam serta bersifat asam.

### 3.2.2 Pembersihan Spesimen

Setelah proses perendaman menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> telah dilakukan selama batas waktu yang ditentukan selesai, yaitu 30 hari.

Spesimen diangkat dan dibersihkan. Pembersihan spesimen dilakukan dengan cara merendam pada larutan HCL selama 15 menit untuk menghilangkan terak – terak korosi akibat proses perendaman.

#### 3.1.1 Pengukuran Massa Dan Dimensi Spesimen Setelah Perendaman

Tabel 3.3 Massa Spesimen Setelah Immersion Test

I t		Massa (gram)					
		10 menit	Selisih mas sa	20 menit	Selisih mas sa	30 me nit	Selisih mas sa
1A	1	49,22	0,3	49,96	0,91	52,74	0,7
	2	55,96	0,9	43,77	0,78	53,04	0,7
	3	50,14	0,3	44,68	0,85	50,06	0,7
2A	1	48,23	0,7	50,55	0,69	49,29	0,6
	2	53,15	0,7	46,57	0,59	47,14	0,5
	3	53,56	0,6	45,22	0,63	56,33	0,6
4A	1	48,85	0,6	47,86	0,54	50,37	0,4
	2	57,03	0,6	56,84	0,54	56,27	0,4
	3	51,75	0,5	52,78	0,49	55,25	0,2

Tabel diatas adalah hasil pengukuran massa setelah proses perendaman selama 30 hari. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh proses pelapisan dengan arus 1A, 2A, 4A mempengaruhi perubahan massa akibat korosi. Pada spesimen yang menggunakan waktu 10 menit pada masing-masing arus 1A, 2A dan 4A mengalami perubahan massa sebesar 1,8%, 1,4% dan 1,1% . dan pada spesimen yang menggunakan waktu pencelupan 20 menit mengalami penurunan massa pada masing-masing arus 1A, 2A, 4A sebesar 1,8%, 1,3%, 1% dari massa setelah dilapisi. Dan spesimen yang menggunakan waktu 30 menit mengalami penurunan massa pada masing – masing arus 1,4%,1,1%, dan 0,7% . Besar arus dan waktu yang digunakan dalam proses pelapisan mempengaruhi kekuatan lapisan yang dihasilkan untuk menahan korosi. Semakin besar arus maka semakin kuat lapisan yang dihasilkan menahan korosi yang terjadi.

**3.2 Hasil Perhitungan laju korosi**

Tabel 3. 4 laju korosi spesimen tanpa pelapis

No	Spesimen	Laju korosi (mm py)	$\bar{X}CR$
1	1	1,9186	2,1056
2	2	1,9496	±
3	3	2,4485	0,2974

Tabel hasil laju korosi ini menyajikan data perbandingan laju korosi dari beberapa spesimen yang telah dilapisi menggunakan nikel dengan variasi besar arus dan waktu yang digunakan pada proses elektroplating. Data tersebut menggambarkan kecepatan korosi dari masing-masing logam dan memberikan informasi tentang tingkat ketahanan korosi mereka dalam lingkungan asam. Pada spesimen dengan waktu pencelupan 10 menit dan besar arus masing – masing 1A, 2A, dan 4A nilai laju korosinya sebesar 0,4258 mmpy, 0,3128 mmpy, dan 0,2601 mmpy. pada spesimen dengan waktu pencelupan 20 menit dan besar arus masing – masing 1A, 2A, 4A nilai laju korosinya 0,3842 mmpy, 0,2859 mmpy, dan 0,2303 mmpy. pada spesimen yang menggunakan waktu pencelupan 30 menit dsn besar arus masing – masing 1A, 2A, dan 4A nilai laju korosinya 0,3249 mmpy, 0,2728 mmpy, 0,1655 mmpy.

Laju korosi adalah hasil perhitungan dari selisih massa spesimen setelah pengkorosian dan sebelum pengkorosian, penelitian ini memperlihatkan pengaruh besar arus dan waktu proses pelapisan terhadap laju korosi, besar arus dan waktu sangat berpengaruh pada lapisan yang dihasilkan. Dari tabel hasil laju korosi terlihat semakin besar arus dan waktu proses pelapisan maka semakin kecil nilai laju korosinya, hal tersebut dipengaruhi oleh ketebalan lapisan yang dihasilkan semakin tebal lapisan maka semakin kecil laju korosinya. Kesimpulannya semakin besar arus dan waktu yang digunakan maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan dan semakin kecil laju korosinya.

**3.3 Perbandingan Laju Korosi**

grafik perbandingan laju korosi dari spesimen control dan spesimen dengan pelapisan. Garis biru adalah grafik nilai laju korosi dari hasil pelapisan menggunakan besar arus 1A. spesimen control adalah spesimen tanpa pelapis memiliki nilai laju korosi sebesar 2,1056 mmpy. sedangkan pada spesimen dengan arus 1A dan waktu masing- masing 10, 20, 30 menit, memiliki nilai laju

korosi sebesar 0,4258 mmpy, 0,3842 mmpy dan 0,3249 mmpy. bedasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan hasil ketebalan dari proses elektroplating berpengaruh terhadap nilai laju korosi yang dihasilkan. Garis merah merupakan grafik laju korosi dari spesimen control dan spesimen dengan pelapisan 2A dan waktu masing 10, 20 , dan 30 menit. Dari garis grafik dapat dilihat penurunan nilai laju korosi dari hasil pelapisan menggunakan besar arus 2A. spesimen

control adalah spesimen tanpa pelapis memiliki nilai laju korosi sebesar 2,1056 mmpy. sedangkan pada spesimen dengan arus 2A dan waktu masing- masing 10, 20, 30 menit, memiliki nilai laju korosi sebesar

0,3128 mmpy, 0,2859 mmpy dan 0,2728 mmpy. penurunan nilai laju korosi dihasilkan dari ketebalan lapisan yang dihasilkan dari proses elektroplating. berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan hasil ketebalan dari proses elektroplating berpengaruh terhadap nilai laju korosi yang dihasilkan. Semakin tebal lapisan yang dihasilkan maka semakin kecil laju korosi yang dihasilkan.

Garis hijau merupakan grafik laju korosi dari spesimen control dan spesimen dengan pelapisan 4A dan waktu masing 10, 20 , dan 30 menit. Dari garis grafik dapat dilihat penurunan nilai laju korosi dari hasil pelapisan menggunakan besar arus 4A. spesimen control adalah spesimen tanpa pelapis memiliki nilai laju korosi sebesar 2,1056 mmpy. sedangkan pada spesimen dengan arus 4A dan waktu masing- masing 10, 20, 30 menit, memiliki nilai laju korosi sebesar

0,2601 mmpy, 0,2303 mmpy dan 0,1655 mmpy. penurunan nilai laju korosi dihasilkan dari ketebalan lapisan yang dihasilkan dari proses elektroplating. berdasarkan grafik tersebut dapat disimpulkan hasil ketebalan dari proses elektroplating berpengaruh terhadap nilai laju korosi yang dihasilkan. Semakin tebal lapisan yang dihasilkan maka semakin kecil laju korosi yang dihasilkan.

Dari Gambar 4.2 grafik perbandingan laju korosi spesimen kontrol dan spesimen yang dilapisi dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus dan waktu yang digunakan maka semakin menurun nilai laju korosinya atau bisa dikatakan nilai laju korosi yang dihasilkan berbanding terbalik dengan besar arus dan waktu yang digunakan. Nilai laju korosi yang paling rendah terdapat pada spesimen dengan arus 4A dan waktu 30 menit, yaitu sebesar 0,1655 mmpy

### 3.4 Perkiraan Masa Pakai

Perkiraan masa pakai material digunakan untuk mengetahui berapa lama material tersebut menahan korosi. Pada penelitian ini estimasi masa pakai dihitung dari asumsi batas maksimal kelonggaran pada rumah bearing yaitu ditentukan 2mm karena dapat mempengaruhi gerakan putar poros roda kincir tidak pada titik yang seharusnya. Dari batas maksimal tersebut masa pakai dapat diketahui melalui perhitungan sebagai berikut :

$$\text{masa pakai} = \frac{\text{batas maksimal kelonggaran bearing}}{\text{laju korosi}}$$

Contoh pada Spesimen A1 :

- Diketahui :

batas maksimal kelonggaran bearing = 2 mm Laju korosi spesimen A = 0,4258 mmpy

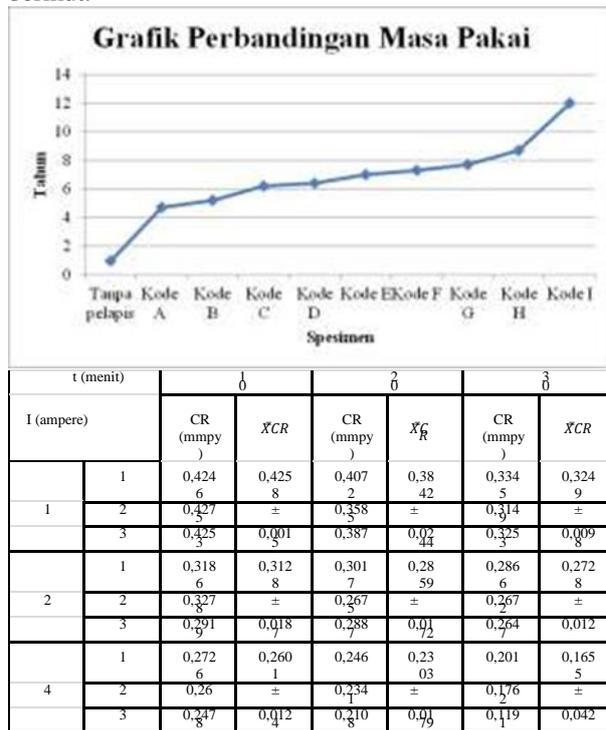
- Maka :

Jadi untuk mencapai batas maksimal kelonggaran rumah bearing yang ditentukan. Spesimen A memerlukan waktu 4,7 tahun. Data perhitungan masa pakai pada seluruh variasi besar arus dan waktu berdasarkan lampiran 2. Data perhitungan masa pakai terdapat pada tabel berikut.

Tabel 3. 6 masa pakai

N o	Spesi men	M as a pa ka i (tahun)
1	Ta npa pela pis	0,9 5
2	Kode A	4 7
3	Kode B	5 2
4	Kode C	6 2
5	Kode D	6 4
6	Kode E	7
7	Kode F	7 3
8	Kode G	7 7
9	Kode H	8 7
10	Kode I	1 2

Pada tabel 3.6 terdapat nilai hasil perhitungan masa pakai yang dimiliki oleh masing – masing spesimen dengan variasi yang berbeda. Pada spesimen tanpa pelapis mampu bertahan selama 0,95 tahun. Pada spesimen kode A dengan variasi Arus 1A dan waktu 10 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 4,7 tahun. Pada spesimen kode B dengan variasi Arus 1A dan waktu 20 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 5,2 tahun. Pada spesimen kode C dengan variasi Arus 1A dan waktu 30 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 6,2 tahun. Pada spesimen kode D dengan variasi Arus 2A dan waktu 10 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 6,4 tahun. Pada spesimen kode E dengan variasi Arus 2A dan waktu 20 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 7 tahun. Pada spesimen kode F dengan variasi Arus 2A dan waktu 30 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 7,3 tahun. Pada spesimen kode G dengan variasi Arus 4A dan waktu 10 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 7,7 tahun. Pada spesimen kode G dengan variasi Arus 4A dan waktu 20 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 8,7 tahun. Pada spesimen kode I dengan variasi Arus 4A dan waktu 30 menit nilai masa pakai spesimen menahan korosi adalah 12 tahun. Dari tabel data tersebut dapat dibuat grafik hubungan antara besar arus dan waktu terhadap masa pakai. Seperti pada grafik berikut.



Gambar 3. 3 Grafik Perbandingan Masa Pakai

Pada gambar3.3 grafik hubungan arus dan waktu terhadap masa pakai dapat dilihat spesimen tanpa pelapis memiliki nilai masa pakai terendah diantara spesimen yang lain, sedangkan nilai masa pakai spesimen yang paling lama terdapat pada spesimen dengan kode I. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar arus dan waktu yang dipakai pada proses elektrolisis maka semakin lama masa pakai spesimen menahan korosi.

**4. Kesimpulan**

**4.1 Kesimpulan**

Bedasarkan analisa data dan pembahasan yang telah dilakukan,maka dapat disimpulkan:

1. Pengaruh proses elektroplating dengan material nikel terhadap laju korosi pada gearbox paddle wheel aerator mampu menurunkan nilai laju korosi. dapat dilihat dari hasil perbandingan laju korosi spesimen tanpa pelapisan dengan spesimen yang telah dilapisi.
2. Laju korosi semakin menurun seiring bertambahnya arus atau bisa dikatakan berbanding terbalik dengan arus. Dimana nilai laju korosi terkecil dengan arus 4A yaitu sebesar 0,1655 mmpy. Dan terbesar pada arus 1A yaitu 0,4246 mmpy. Hal tersebut karena arus yang dipakai mempengaruhi ketebalan yang dihasilkan. Semakin besar arus maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan, tebal lapisan mempengaruhi kecepatan laju korosi yang terjadi. Semakin tebal maka semakin kecil laju korosinya.
3. Waktu pencelupan pada proses elektroplating mempengaruhi hasil ketebalan yang dihasilkan. Semakin lama waktu yang dipakai maka semakin tebal lapisan yang dihasilkan. Hal tersebut berpengaruh juga terhadap laju korosinya semakin lama waktu yang dipakai maka semakin kecil nilai laju korosinya. Sama seperti pengaruh besar arus yang dipakai tetapi perubahannya tidak terlalu besar dibandingkan dengan penggunaan arus.

### Daftar Pustaka

- Aisyah, I. S., & Putra, D. A. M. (2016). Characterization of Copper Deposit on Electroplating of AISI 1024 Steel. 144–151.  
[https://www.researchgate.net/publication/327248370\\_Characterization\\_of\\_Copper\\_Deposit\\_on\\_Electroplating\\_of\\_AISI\\_1024\\_Steel](https://www.researchgate.net/publication/327248370_Characterization_of_Copper_Deposit_on_Electroplating_of_AISI_1024_Steel)
- Alphanoda, A. F. (2016). Pengaruh Jarak Anoda- Katoda dan Durasi Pelapisan Terhadap Laju Korosi pada Hasil Electroplating Hard Chrome. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.31544/jtera.v1.i1.2016.1-6>
- Bayuseno, A. P. (2009). Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk Material Kapal Dengan Dan Tanpa Perlindungan Cat. *Rotasi*, 11(3), 32–37.
- Fontana, M., & Greene, N. (1987). Mars Fontana- Corrosion Engineering ([www.iranidata.com](http://www.iranidata.com)).pdf (p. nationalll).
- Kamarul, A. (2019). PERAWATAN GEARBOX DI MV/SI-024 PT.PELINDO I CABANG SEI PAKNING RIAU. AMNI Perpustakaan Semarang.
- Khoirunika, S. (2019). PENGARUH VARIASI VOLTASE TERHADAP BESAR BUTIR DAN KETEBALAN PELAPISAN HASIL ELEKTROPLATING KUNINGAN (Cu-Zn) PADA BAJA KARBON SA 516. [1] U. M. MALANG, “Elektroplating,” Vol. 53, No. 9, P. 34, 2019., 53(9), 34.
- Marwati, S. (2013). Pengaruh Agen Pereduksi dalam Proses Elektrodeposisi terhadap Kualitas Seposit Cu dan Ag. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, Dan Penerapan MIPA*, 1– 8.
- NURHAMZAH, T. P. (2011). STUDI LAJU KOROSI PADA SAMPEL PIPA BAJA API 5L X-52 DENGAN PENGARUH VARIASI KECEPATAN PUTARAN DAN GAS CO2 PADA PH 6 DALAM LARUTAN NaCl 3.5%.
- Prayitno, D., & Firdaus, A. F. (2018). Pengaruh Kehadiran Tembaga Terhadap Laju Korosi Besi Tuang Kelabu. *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah Lembaga Penelitian Universitas Trisakti*, 3(1), 59–65. <https://doi.org/10.25105/pdk.v3i1.2475>
- Raharjo, S. (2010). Pengaruh Variasi Tegangan Listrik Dan Waktu Proses Electroplating Terhadap Sifat Mekanis Dan Struktur Mikro Baja Karbon Rendah Dengan Krom Samsudi. *Jurnal.Unimus.Ac.Id*, 296–308.
- Sumpena, & Wardoyo. (2020). Analisa Kuat Arus Listrik dan Waktu Electroplating Nickel-Chrome terhadap Kekerasan dan Ketebalan Lapisan Permukaan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur Dan Material*, 4(2), 96– 102.
- Surbakti, Y. C. (2017). Analisa Laju Korosi pada Pipa Baja Karbon dan Pipa Galvanis dengan Metode Elektrokimia. *Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya*, 1– 138. <http://repository.its.ac.id/44852/>

