



Pengaruh Variasi NaCl Terhadap Laju Korosi dan Struktur ikro Pelat Baja SS41 Dengan Metode Anoda Korban

Marianus Mahendra Putra Umbu Zaza, Maula Nafi, S.T, M.T.

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: mohmesin@untag-sby.ac.id

ABSTRAK

Proteksi katodik merupakan salah satu tata cara pengendalian laju korosi secara termodinamika dengan metode memperlakukan struktur logam selaku katoda. Tata cara ini dicoba dengan cara merendam pelat baja kedalam larutan elektrolitik. Proteksi katodik dengan metode anoda korban dilakukan pada pelat baja SS41 dengan variasi larutan NaCl dengan waktu perendaman 336 s/d 432 jam dengan anoda korban Al6061. Dari hasil analisa dengan metode kehilangan berat, anoda Al6061 mampu menurunkan laju korosi pelat baja sampai dengan 78 %.

Kata kunci : *Proteksi katodik, anoda korban*

PENDAHULUAN

Korosi air laut adalah salah satu penyebab paling umum kerusakan lempeng laut, dan juga salah satu yang paling berbahaya. Sampai saat ini, besi dan baja adalah bahan bangunan utama untuk kapal, dan hal ini tetap terjadi. Memang benar bahwa penggunaan besi dan baja untuk pembuatan kapal sudah mencukupi baik dari segi biaya maupun kekuatan struktur. Besi dan baja, di sisi lain, adalah logam yang sangat reaktif yang memiliki kecenderungan tinggi untuk menimbulkan korosi saat terkena udara laut. Sesuai dengan konstruksi pelat kapal, pelat lambung kapal adalah area kapal yang pertama kali diserang oleh air laut. Bagian bawah maskapai dan bagian atas wilayah udara sangat rentan terhadap korosi di wilayah ini.

Apabila pelat lambung kapal mengalami korosi, dapat mengakibatkan penurunan kekuatan dan umur layanan kapal, penurunan kecepatan kapal, serta penurunan keselamatan dan keamanan kargo dan penumpang. Akibat korosi udara, pelat lambung memerlukan perlindungan korosi secara teratur, meningkatkan jumlah uang yang dihasilkan. Sampai saat ini, tiga cara pembangkitan pemicu korosi, proteksi pasif, dan proteksi aktif dengan metode proteksi katodik masih digunakan untuk mengamankan pelat kapal dari korosi udara laut. Sistem anoda korban adalah teknologi proteksi katodik yang paling umum digunakan; di sisi lain, sistem arus berdiri (arus tekan) lebih jarang digunakan (BKI, 2006).

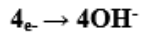
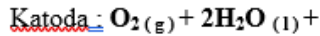
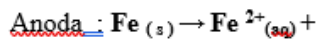
Proteksi anoda korban memiliki keuntungan karena lebih sederhana untuk diterapkan dan membutuhkan lebih sedikit perawatan berkelanjutan (Tsai, 1996). Paduan seng dan paduan aluminium adalah dua bahan anoda korban yang paling sering ditemui (BKI,

2006). Ketersediaan dua jenis anoda korban yang berbeda menawarkan kepada pengguna kemungkinan untuk mencocokkan jenis anoda korban dengan kebutuhan spesifik mereka. Pemilihan anoda korban yang tepat berdasarkan pertimbangan kinerja dari dua kategori anoda korban dirinci di bawah ini. Pertimbangan kinerja meliputi: kategori massa, potensi proteksi, tegangan dorong, kapasitas, dan efisiensi konsekuen. (Anggono, 2000).

TINJAUAN PUSTAKA

Seperti yang didefinisikan oleh Organisasi Internasional untuk Standardisasi, korosi adalah kualitas logam yang disebabkan oleh respons elektrokimia terhadap lingkungannya (Trethewey, 1991). Berikut ini adalah aspek terpenting dari definisi ini:

1. Korosi berkaitan dengan logam, serupa persamaan berikut:



2. Lewat pemakaian sebutan degradasi ataupun penyusutan kualitas, korosi adalah Logam yang mengalami perubahan bentuk, perusakan atau penipisan permukaan.
3. Selain reaksi kimia, degradasi logam juga dikendalikan oleh reaksi elektrokimia, yaitu transfer elektron antar logam yang bersangkutan (elektrokimia). Sebab elektron bermuatan negatif, hingga pengangkutannya memunculkan arus listrik, sebab reaksinya dipengaruhi potensial listrik.
4. Tempat Tinggal juga sangat mempengaruhi degradasi logam, contohnya air dan kelembaban udara. Kombinasi antara udara lembab dan uap air akan mengakibatkan terjadinya proses karat.

Unsur pokok yang mempengaruhi proses terjadinya korosi adalah :

- Anoda adalah istilah yang mengacu pada sepotong logam yang digunakan sebagai konduktor (tempat terjadinya reaksi oksidasi)
- Katoda adalah salah satu jenis elektroda (tempat terjadinya reaksi reduksi)
- Elektrolit adalah zat kimia yang memiliki kemampuan untuk menghantarkan listrik (lingkungan dimana katoda dan anoda terpapar)

2.2 Jenis jenis korosi

Korosi yang dapat terjadi pada pelat baja kapal dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yaitu sebagai berikut (Caridis, 1995):

1. Korosi umum (general corrosion) terjadi ketika semua permukaan pelat terkena korosi, yang paling sering terjadi pada bagian pelat yang berada di atas jalur suplai udara.
2. Pitting Corrosion (korosi pitting) adalah jenis korosi di mana lubang-lubang muncul di permukaan suatu pelat yang terus berkembang panjangnya tetapi tidak dalam, dan akhirnya menembus pelat tersebut.
3. Korosi konektor (stress corrosion), korosi pelat di bawah beban berat adalah semua kemungkinan.
4. Erosi Ini adalah korosi (erosion corrosion) ketika suatu bahan terkena dampak partikel cair yang bergerak dengan kecepatan tinggi dan mengembangkan korosi.
5. Korosi celah (crevice korosi) adalah korosi yang menjebak hewan dan tumbuhan kecil di celah-celah, daerah jepit, sambungan, dan daerah lain di mana korosi terkonsentrasi.

2.3 Lingkungan air laut

Salah satu metode yang kerap digunakan untuk mengukur isi faktor-faktor dalam air laut merupakan dengan metode memastikan salinitasnya.

Salinitas didefinisikan sebagai jumlah rasa asin atau kandungan garam yang ada dalam satu kilogram air yang diukur dalam gram garam organik per kilogram air (jika faktor klorida dan semua faktor karbonat diganti dengan jumlah faktor oksida yang sesuai). Setidaknya seribu salinitas terlihat di udara. (0/00).

2.4 Korosi Pelat Baja Lambung Kapal

Kapal baja adalah kapal yang seluruh komponen strukturnya terbuat dari baja paduan dengan komposisi kimia yang memenuhi persyaratan standar pembuatan kapal yang dikeluarkan oleh biro klasifikasi kapal (standar: ABS, BKI, DNV, RINA, GL, LR, BV, Baja untuk konstruksi kapal sering dipisahkan menjadi tiga kategori: baja konstruksi kapal biasa, baja konstruksi kapal tarik tinggi, dan baja tempo. Baja konstruksi kapal biasa adalah jenis baja yang paling umum digunakan dalam konstruksi kapal.

Baja untuk konstruksi kapal memiliki watak mekanis yang telah menemukan persetujuan dari BKI. Konsumsi pelat baja untuk bangunan kapal mempunyai efek kehancuran yang besar, paling utama Caridis (1995) menemukan bahwa terbentuknya korosi pada pelat baja disebabkan oleh adanya air laut yang memiliki resistivitas rendah sebesar 25 Ohm-cm jika dibandingkan dengan resistivitas air tawar sebesar 4.000 Ohm-cm, dan lokasi pelat pada lambung kapal bertepatan dengan pembentukan korosi.

a) Dichelupkan ke dalam air setiap saat (pelat strip dasar, pelat strip lambung kapal, dan juga pelat strip samping untuk draft minimum).

b) Baik di dalam maupun di luar air (pelat samping kapal dari draft minimum hingga draft air maksimum).

c) Tidak terendam air dengan cara apa pun (pelat lajur samping dari draft maksimum ke dek utama).



2.5 Perlindungan Korosi dengan Anoda Korban

Ada dua jenis metode proteksi katodik: metode anoda korban dan pendekatan arus terkesan. Kedua metode tersebut efektif. Jika dibandingkan dengan arus berdiri, anoda korban relatif terjangkau dan mudah dipasang. Perlu juga disebutkan fakta bahwa tidak ada persyaratan untuk peralatan listrik yang mahal, dan tidak ada salah arah dalam aliran listrik (Trethewey, 1991).

Aturan utama sel korosi basah adalah jika anoda sel terkorosi, katoda sel tidak terkorosi; oleh karena itu, katoda terkorosi. Anoda korban adalah anoda yang menyerang struktur untuk memberikan pencegahan korosi yang efisien. Kita dapat memanfaatkan pemahaman kita tentang seri galvanik untuk membantu kita memilih bahan yang akan digunakan sebagai anoda. Seng dan aluminium adalah dua anoda korban yang paling sering digunakan di daerah pesisir (Trethewey, 1991).

Aluminium rentan terhadap korosi pitting di air asin dalam kondisi normal karena akumulasi katodik oksida yang terakumulasi ketika logam dibiarkan terpapar ke atmosfer. Untuk menjaga agar faktor oksida total tidak terjadi, dapat ditambahkan paduan yang terhubung dengan aman dan melindungi sehingga aktivitas galvanik berlanjut. Untuk mencapai tujuan ini, paduan aluminium yang mengandung seng dan merkuri atau seng dan indium sedang dikembangkan. Logam seperti paduan aluminium memiliki energi listrik

yang lebih tinggi untuk rasio berat daripada paduan seng, dan penggunaannya dalam beberapa aplikasi niche di industri lepas pantai mulai melebihi penggunaan paduan seng dalam beberapa kasus (Trethewey, 1991).

2.6. Penghitungan Laju Korosi Pelat Baja dengan Perlindungan Anoda Korban

Penghitungan laju korosi perlu diperhatikan juga dengan luas relatif dari anoda dan katoda, karena ketika katoda sudah mulai terkorosi, itu artinya anoda telah terkorosi habis. Jadi fungsi dari penghitungan ini adalah untuk memperkirakan penggantian anoda. Berikut adalah Pengamatan kinerja anoda korban dalam pengamanan baja karbon antara lain sebagai berikut:

1. Untuk menentukan kapasitas anoda untuk berat anoda yang diberikan, pertama-tama tentukan jumlah arus yang diperoleh untuk satu satuan waktu.

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung kapasitas sebenarnya dari anoda:

$$\text{Kapasitas} = \frac{i \cdot t}{w}$$

dimana:

i = arus galvanic (ampere)

t = waktu pencelupan (jam)

w = kehilangan berat anoda (kg)

2. Tingkat konsumsi anoda menunjukkan penurunan berat rata-rata anoda, yang penting karena melindungi katoda dari korosi.

Menghitung laju debit menggunakan persamaan anoda korban adalah sebagai berikut:

$$\text{Laju konsumsi} = \frac{w}{i \cdot t}$$

3. Ini mengukur persentase kapasitas anoda teoretis yang dicapai dalam praktik, yang disebut "efisiensi anoda."

Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung efisiensi anoda korban:

$$\text{Efisiensi} = \frac{\text{kapasitas nyata}}{\text{kapasitas teoritis}}$$

4. Waktu yang dibutuhkan anoda untuk membangkitkan potensial katoda normal pada nilai potensial proteksi disebut sebagai waktu induksi anoda. Sekarang perlu untuk mempolarisasi logam yang dilindungi agar menjadi katodik.
5. Selama periode waktu tertentu, potensi proteksi, yaitu potensi yang disediakan oleh pertukaran data, melebihi perilaku proteksi anoda terhadap katoda dalam hal proteksi.

Pola korosi anoda, yang menyiratkan bahwa anoda harus memiliki kecenderungan korosi parasit yang kecil, yang berarti bahwa anoda harus memiliki pola korosi yang seragam, adalah penting.

Persamaan berikut digunakan untuk menghitung laju korosi anoda dan katoda:

$$\text{Laju Korosi} = \frac{K \times W}{D \times A \times T} \text{ mpy}$$

dimana :

K = Konstanta Laju Korosi

A = Luas permukaan sampel (in^2)

W = Kehilangan berat sampel (gr)

T = Waktu pencelupan (jam)

D = Berat jenis sampel (gram/cm^3)

Contoh Perhitungan Laju korosi specimen waktu 84 jam

$$\text{Densitas baja } \rho = 7,86 \text{ gr}/\text{cm}^3$$

Luas Permukaan spesimen

$$L = p \times l = 17 \times 4 = 68 \text{ cm}^2$$

$$= 26,77 \text{ in}^2$$

$$M\text{mpy} = \frac{534 \cdot W}{D \cdot A \cdot T}$$

$$= \frac{534 \times 2,112}{7,86 \times 26,77 \times 84}$$

$$= 0,030 \text{ mpy}$$

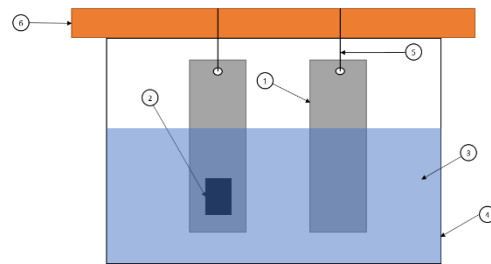
Jadi laju korosi specimen dengan larutan NaCl 3% dengan waktu 84 jam adalah 0,063 mpy.

252	54,832	3,519	0,035
288	53,777	2,758	0,024
324	53,199	1,968	0,015
336	52,271	2,561	0,019
384	51,916	1,861	0,012
432	50,308	2,891	0,016

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterangan :

1. Specimen pelat baja
2. Anoda korban
3. Larutan NaCl
4. Bak/wadah
5. Kawat
6. Kayu



Specimen yang sudah dipersiapkan masing-masing dibersihkan dahulu dan di pisahkan agar tidak tertukar saat dilakukan penimbangan berat. Setelah di lakukan penimbangan specimen di urutkan sesuai penomoran, tujuan dari penomoran ini agar specimen tidak tertukar sehingga tidak berpengaruh dalam perhitungan laju korosi. Setelah itu specimen yang sudah di timbang beratnya didata hasilnya. Hasil dari pengukuran berat tersebut yang hendak digunakan selaku informasi dini buat menghitung laju korosi.

Tabel 4.12 Laju korosi specimen tanpa anoda korban larutan NaCl 3%

Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang (gr)	Laju Korosi (mpy)
84	53,310	3,582	0,108
96	58,682	2,864	0,075
108	58,352	3,561	0,083
168	54,853	2,457	0,037
192	55,096	3,586	0,047
216	55,699	2,653	0,031
252	52,007	2,846	0,028
288	52,738	2,358	0,020
324	52,534	3,165	0,024
336	48,521	3,486	0,026
384	49,174	3,564	0,023
432	49,881	2,653	0,015

Tabel 4.12 Laju korosi specimen dengan anoda korban larutan NaCl 3%

Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang (gr)	Laju Korosi (mpy)
84	60,623	2,112	0,063
96	58,127	3,145	0,083
108	58,131	2,753	0,064
168	58,351	2,272	0,034
192	56,535	1,592	0,021
216	55,167	2,964	0,034

Tabel 4.13 Laju korosi specimen dengan anoda korban larutan NaCl 5%

Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang	Laju Korosi (mpy)
84	60,623	2,112	0,063
96	58,127	3,145	0,083
108	58,131	2,753	0,064
168	58,351	2,272	0,034
192	56,535	1,592	0,021
216	55,167	2,964	0,034

		Hilang (gr)	
84	57,647	3,865	0,116
96	58,693	3,672	0,097
108	56,903	4,645	0,109
168	54,190	3,457	0,052
192	55,125	3,568	0,047
50216	52,950	3,953	0,046
252	52,569	3,956	0,039
288	53,777	1,348	0,011
324	49,722	3,228	0,025
336	46,035	3,569	0,026
384	51,291	2,486	0,016
432	45,111	4,611	0,027

Tabel 4.14 Laju korosi specimen tanpa anoda korban larutan NaCl 5%

Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang (gr)	Laju Korosi (mpy)
84	60,087	2,647	0,079
96	57,778	2,685	0,070
108	57,085	3,787	0,088
168	56,525	3,562	0,053
192	54,216	3,562	0,047
216	53,310	3,775	0,044
252	52,569	3,956	0,039
288	52,720	1,496	0,013
324	50,853	2,457	0,019
336	50,101	2,468	0,018
384	49,152	3,568	0,023
432	49,199	1,654	0,009

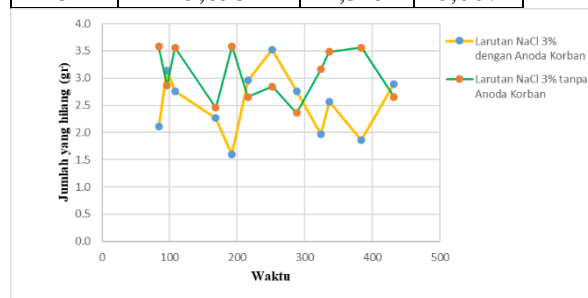
Tabel 4.15 Laju korosi specimen dengan anoda korban larutan NaCl 7%

Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang (gr)	Laju Korosi (mpy)
84	67,765	3,752	0,113
96	56,912	4,526	0,119
108	56,928	4,683	0,110
168	52,928	4,837	0,073
192	49,969	6,943	0,091
216	53,199	3,729	0,043
252	51,401	1,527	0,015
288	45,711	4,258	0,037
324	50,032	3,167	0,024

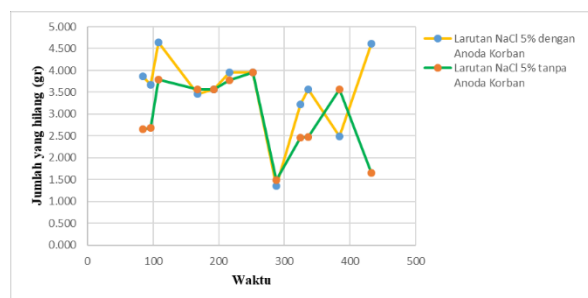
336	47,933	3,468	0,026
384	41,735	3,976	0,026
432	47,438	2,594	0,015

Tabel 4.16 Laju korosi specimen tanpa anoda korban larutan NaCl 7%

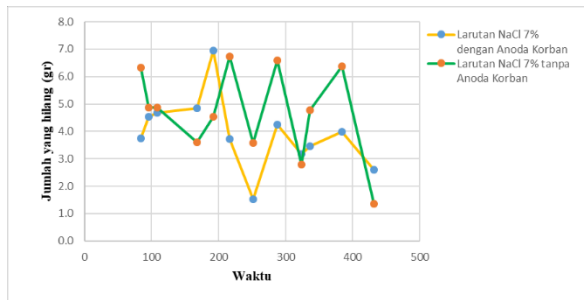
Waktu (jam)	Pengurangan Berat Spesimen	Jumlah yang Hilang (gr)	Laju Korosi (mpy)
84	55,136	6,325	0,191
96	56,573	4,862	0,128
108	56,767	4,861	0,114
168	51,542	3,594	0,054
192	52,035	4,538	0,059
216	50,035	6,732	0,079
252	47,974	3,568	0,035
288	45,437	6,598	0,058
324	47,242	2,793	0,021
336	43,211	4,763	0,035
384	39,058	6,379	0,042
432	45,893	1,349	0,007



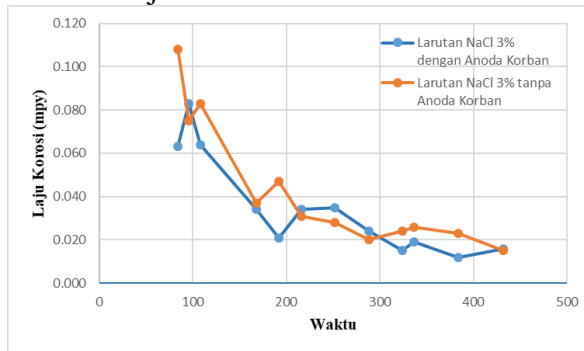
Merupakan grafik perbandingan berat yang hilang pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 3%. Nilai berat yang hilang tertinggi dengan anoda korban 3,519 gr pada waktu 252 jam, sedangkan tanpa anoda korban 3,586 gr pada waktu 192 jam.



Merupakan grafik perbandingan berat yang hilang pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 5%. Nilai berat yang hilang tertinggi dengan anoda korban 4,645 gr pada waktu 108 jam, sedangkan tanpa anoda korban 3,956 gr pada waktu 252 jam.

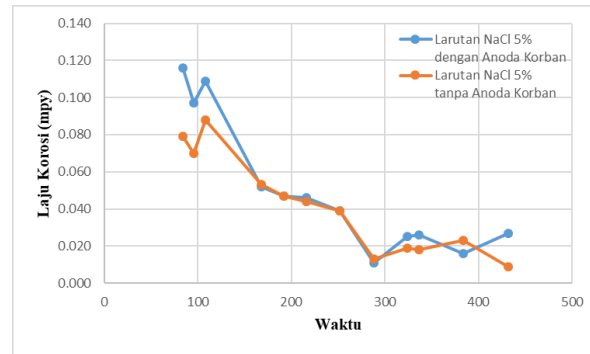


Merupakan grafik perbandingan berat yang hilang pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 7%. Nilai berat yang hilang tertinggi dengan anoda korban 6,943 gr pada waktu 192 jam, sedangkan tanpa anoda korban 6,732 gr pada waktu 216 jam.

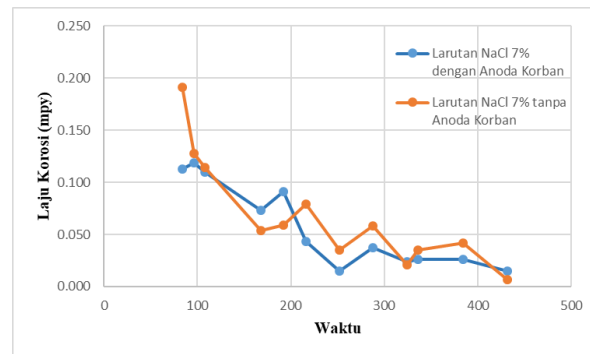


Gambar 4. 11 Grafik Laju Korosi Larutan NaCl 3%

Merupakan grafik laju korosi pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 3%. Nilai laju korosi dengan anoda korban yang hilang tertinggi terdapat pada 0,083 mpy, dan 0,108 mpy tanpa anoda korban.

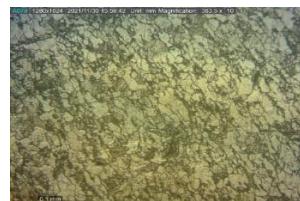


Merupakan grafik laju korosi pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 5%. Nilai laju korosi dengan anoda korban yang hilang tertinggi terdapat pada 0,116 mpy, dan 0,088 mpy tanpa anoda korban.

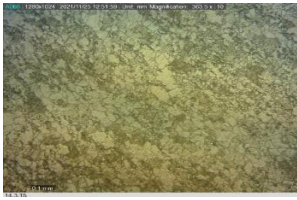


Merupakan grafik laju korosi pada specimen baja karbon SS41 dengan dan tanpa anoda korban Al 6061 yang dilakukan pengujian pada larutan NaCl 7%. Nilai laju korosi dengan anoda korban yang hilang tertinggi terdapat pada 0,119 mpy, dan 0,191 mpy tanpa anoda korban.

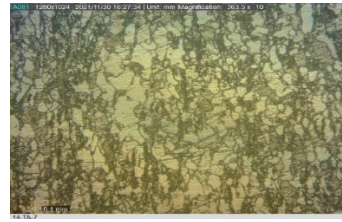
4.6.1 Gambar Struktur mikro Pelat Baja SS41 dan anoda korban Al6061 larutan NaCl 3%



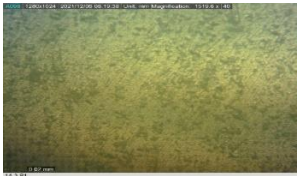
Gambar 4. 2 (a) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 tanpa anoda larutan NaCl 3%



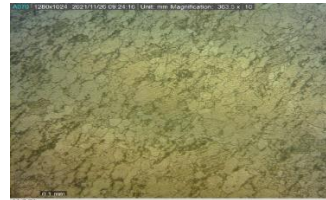
Gambar 4. 28 (b) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 dengan anoda larutan NaCl 3%



Gambar 4. 4 (a) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 Tanpa anoda larutan NaCl 7%

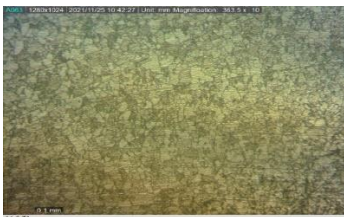


Gambar 4. 28 (c) Gambar struktur mikro anoda larutan NaCl 3%

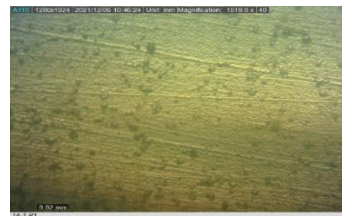


Gambar 4. 30 (b) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 dengan anoda larutan NaCl 7%

4.6.2 Gambar Struktur Mikro Pelat Baja SS41 dan Anoda Korban Al 6061 larutan NaCl 5%



Gambar 4. 3 (a) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 tanpa anoda larutan NaCl 5%



Gambar 4. 30 (c) Gambar struktur mikro anoda larutan NaCl 7%



Gambar 4. 29 (b) Gambar struktur mikro pelat baja SS41 dengan Anoda Larutan NaCl 5%

Dari gambar diatas terlihat bahwa ferit sangat mendominasi permukaan dengan ukuran dan jumlah yang lumayan besar ketika tidak diberikan anoda korban, sedangkan kita tau bahwa ferit sangat lembut dan magnetik karena zat karbon dan zat besinya sangat sedikit atau bahkan tidak ada. Akan tetapi ketika diberikan anoda korban ukurannya dan jumlahnya berubah menjadi lebih kecil.



Gambar 4. 29 (c) Gambar struktur mikro anoda larutan NaCl 5%

Ketika ferit mengecil maka perlit membesar, ini adalah sesuatu yang baik karena sifat perlit yang kuat, keras, dan ulet bisa menjadikan material lebih awet. Dari hasil penelitian juga, baja karbon tanpa anoda korban lebih korosif daripada baja karbon yang dilapisi anoda korban, sehingga bisa disimpulkan penggunaan anoda korban sangat berperan penting dalam proses menghambat laju korosi.

4.6.3 Gambar Struktur Mikro Pelat Baja SS41 dan Anoda Korban Al6061 larutan NaCl 7%

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah dilakukan studi tentang laju korosi pelat baja SS41 ketika terkena larutan NaCl, hasilnya disajikan. Dalam rentang waktu 336 jam, 384 jam, dan 432 jam dengan variasi tingkat persentase (%) larutan 3%, 5%, dan 7% dapat di Tarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada Larutan 3%

- Pada kehilangan berat dengan anoda korban tertinggi 3,519 gr, waktu 252 jam.
- Pada kehilangan berat tanpa Anoda korban tertinggi 3,586 gr, waktu 192 jam.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata - rata sebesar 0,035 mpy dengan anoda korban.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata - rata sebesar 0,041 mpy tanpa anoda korban.

2. Pada Larutan 5%

- Pada kehilangan berat dengan anoda korban tertinggi 4,645 gr, waktu 108 jam.
- Pada kehilangan berat tanpa Anoda korban tertinggi 3,956 gr, waktu 252 jam.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata - rata sebesar 0,050 mpy dengan anoda korban.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata - rata sebesar 0,041 mpy tanpa anoda korban.

3. Pada larutan 7%

- Pada kehilangan berat dengan anoda korban tertinggi 6,943 gr, waktu 192 jam.
- Pada kehilangan berat tanpa Anoda korban tertinggi 6,732 gr, waktu 216 jam.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata – rata sebesar 0,057 mpy dengan anoda korban.
- Pada nilai laju korosi mempunyai nilai rata - rata sebesar 0,068 mpy tanpa anoda korban.

4. Dari hasil pengujian struktur mikro paduan ferit dan perlit dipengaruhi oleh presentase dan lamanya waktu perendaman, hal ini bisa dilihat dari gambar hasil struktur mikro. Pada struktur mikro baja karbon SS41 dengan anoda korban struktur mikro yang dihasilkan kerusakannya lebih kecil di dibandingkan tanpa menggunakan anoda korban.

Saran

1. Bisa dibayangkan untuk menggunakan modifikasi solusi yang berbeda dan perubahan waktu yang lebih lama dalam penelitian berikut untuk membuatnya lebih tahan terhadap bahan tertentu.
2. Butuh diadakan riset lanjutan dengan memakai material lain selaku anoda serta katoda guna mengenali tingkatan laju korosi yang dihasilkan tiap material logam..

REFERENSI

- Anggaretno., Gita., Imam Rochani., Heri, S. 2012. "Analisa Pengaruh Jenis Elektroda Terhadap Laju Korosi Pada Pengelasan Pipa API 5L Grade X65 dengan Media

- Korosi FeCl₃". **Jurnal Teknik ITS Vol. 1, No. 1. Surabaya, G-124 – G-128**
- Eko, J, S., 2010. "Efektivitas Penggunaan Anoda Korban Paduan Aluminium Pada Pelat Baja Kapal AISI E 2512 Terhadap Laju Korosi Di Dalam Media Air Laut [Tesis]".Semarang(ID): Universitas Diponegoro Semarang
- Anggono., Juliana., Soejono, T., Victor, R., P. 2004."Studi Perbandingan Kinerja Anoda Korban Paduan Aluminium Dengan Paduan Seng dalam Lingkungan Air Laut". **Jurnal Teknik Mesin Vol. 1 No. 2. Surabaya, 89 - 99**
- ASTM-G31-72. (2004). Standard Practice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals. **American Society for Testing and Materials,72**
- ASTM Internasional. (2005). Corrosion Test and Standar: Application and Interpretation. **Second Edition. ASTM International.**
- ASTM-G01-03.(2011). **Standard Practice for Preparing,Cleaning,and Evaluating Corrosion Test Specimens.** Annual Book of ASTM Standards, 1-9.
- Alfin, A. Hakim.(2011). "Pengaruh Inhibitor Korosi Berbasis Senyawa Fenolik Untuk Proteksi Pipa Baja Karbon pada Lingkungan 0.5, 1.5, 2.5, 3.5 % NaCl yang Mengandung Gas CO₂". **Departemen Metalurgi dan Material, Universitas Indonesia.**
- Amanto, Hari., Daryanto. (1999). **Ilmu bahan.** Jakarta : Bumi aksara.
- Bayuseno,A.P,Handoko E.D.2012."Analisa Korosi Erosi Pada Baja Karbon Rendah dan Baja Karbon Sedang Akibat Aliran Air Laut". **Jurusan Teknik Mesin Universitas Diponegoro**
- Firdausi, Agung.(2012). "Penyebab Korosi dan Laju Korosi" (Tanggal 25 juni 2021 <http://www.agungfirdausi.my.id/2012/04/faktor-faktor-yangmempengaruhi-korosi.html>)
- Fontana, Mars G.(1986) **Corrosion Engineering Third Edition,** New York : Mc GrawHill
- Furqan, M. (2021, Juni 25). "Corrosion Engineer : macam-macam bentuk korosi":<http://m10mechanicalengineering.blogspot.co.id/2013/11/macammacam-bentuk-korosi.htm>
- Irwanto Deddy,yuslan basir,muhni pamuji.(2013). "studi Korosi Pada Pipa Menggunakan Metode Impressed Current Di Petrochina International Jambi.Ltd" **Jurnal Desiminasi Teknologi, Volume 1, No. 2**
- Jones, Denny.(1992). **Principles and Prevention of Corrosion.** New York: Macmillan Publishing Company
- Kumar, N., Singh, A. K., Ajit, K And Sushi, Pp. (2014). Corrosion Behaviour Of Austenitic Stainless Steel Grade 316 In Strong Acid Solution. **International Journal Of Advanced Research.**
- Mulyono. (2006). Kamus Kimia Edisi Pertama. Jakarta : Bumi Aksara. Roberge,Pierre R.(2008). Corrosion Engineering Principles And Practice.
- International Book.**
- Schweitzer, Philip A.(2010). Fundamental Of Corrosion. **International Standrat Book.**
- Surbakti,Yani Cordoba. (2017). Skripsi. "Analisa Laju Korosi Pada Pipa Baja Carbon Dan Pipa Galvanis Dengan Metode Kehilangan Berat".Surabaya: institute teknologi sepuluh nopember.
- Trethewey, K.R., J, Chamberlain. (1991). **Korosi, Edisi Pertama**[diterjemahkan oleh Widodo T.K]. Jakarta: Gramedi Pustaka Utama.
- Yudha Kurniawan Afandi, Irfan Syarif, Admiaji .(2012). "Analisa Laju Korosi Pada Pelat Baja Karbon Dengan Variasi Ketebalan Coating", Jurusan T.Sistem