

Analisa Perbandingan Laju Korosi SS304 Produksi Taiwan dan SS 304 Produksi Malaysia Dengan Metode Pengaliran Dengan menggunakan Air laut

Thomas Djunaedi^{1,*}, Yafid Effendi², Bambang Setiawan³

^{1,3}Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta, Jl. Cempaka Putih Tengah 27 Jakarta, Kode Pos 10510

²Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Tangerang, Jl. Perintis Kemerdekaan I No.33, Tangerang Kode Pos 15118

*thomas.djunaedi@umj.ac.id

ABSTRAK

Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Korosi pada material logam terjadi karena adanya kontak dengan air. Di Indonesia sendiri produk baja tahan karat 304 yang banyak digunakan adalah dari negara Malaysia dan Taiwan, sehingga perlu dilakukan penelitian berupa analisa perbandingan laju korosi SS 304 (Taiwan) dan SS 304 (Malaysia) dengan metode pengaliran menggunakan air laut dengan tujuan untuk mengetahui laju korosi pada plat baja tahan karat 304 Malaysia dan baja tahan karat 304 Taiwan dengan variasi kecepatan korosi yang berbeda-beda. Dalam penelitian ini diharapkan bisa memberikan gambaran laju korosi dan karakteristik korosi air laut terhadap plat baja tahan karat 304 Malaysia dan stainless steel 304 Taiwan. Sehingga dapat melakukan pemilihan produk stainless steel yang lebih baik dari kedua negara tersebut. Dari penelitian laju korosi yang terjadi pada masing-masing plat baja tahan karat 304 Taiwan dan Malaysia. Nilai laju korosi pada baja tahan karat 304 Taiwan dengan kecepatan rata-rata 0,1 m/s adalah 0,0259 dan 0,2 m/s adalah 0,0569 dan 0,3 adalah 0,1027. Nilai kecepatan laju korosi pada baja tahan karat Malaysia dengan kecepatan rata-rata 0,1 m/s adalah 0,0787 dan 0,3 m/s adalah 0,0909 dan 0,3 adalah 0,1334. Dimana baja tahan karat Taiwan lebih kuat terhadap korosi jika dibandingkan dengan baja tahan karat Malaysia.

Kata kunci: Baja tahan karat, korosi, kecepatan, air laut, korosi

ABSTRACT

Corrosion is damage or degradation of metals due to redox reactions between a metal and various substances in its environment which produce compounds that are not desired. Corrosion to metal material occurs due to contact with water. In Indonesia, 304 stainless steel products that are widely used are from Malaysia and Taiwan, so it is necessary to conduct a study in the form of a comparison of the corrosion rates of SS 304 (Taiwan) and SS 304 (Malaysia) with the method of using sea water with the aim to determine the rate corrosion of 304 Malaysia stainless steel plate and Taiwan 304 stainless steel with varying corrosion speed variations. From this final project, it is expected to be able to provide an overview of the corrosion rate and characteristic of seawater corrosion on 304 Malaysia stainless steel plates and stainless steel 304 Taiwan. So that it can make better selection of stainless steel products from the two countries. From the study of corrosion rates that occurred on each stainless steel plate 304 Taiwan and Malaysia. Corrosion rate value of 304 stainless steel Taiwan with an average speed of 0.1 m / s is 0.0259 and 0.2 m / s is 0.0569 and 0.3 is 0.1027. The rate of corrosion rate velocity in Malaysian stainless steel with an average speed of 0.1 m / s is 0.0787 and 0.3 m / s is 0.0909 and 0.3 is 0.1334. Where Taiwan stainless steel is stronger against corrosion when compared to Malaysia stainless steel

Keywords: stainless steel, corrosion, speed, sea water

1. PENDAHULUAN

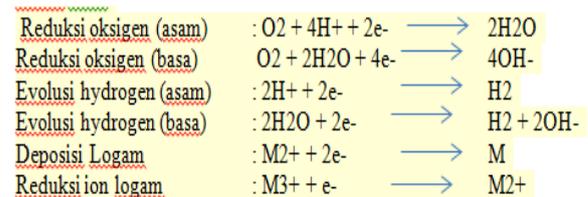
Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat reaksi redoks antara suatu logam dengan berbagai zat di lingkungannya yang menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak dikehendaki. Pada peristiwa korosi, logam mengalami oksidasi, sedangkan oksigen (udara) mengalami reduksi. Korosi pada material logam terjadi karena adanya kontak dengan air. Pada material logam tersebut ada yang menjadi anode dan katode. Korosi dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain: air dan kelembapan udara, elektrolit, permukaan logam yang tidak rata, terbentuknya sel elektrokimia. Contoh peristiwa korosi antara lain karat pada besi, pudarnya warna mengkilap pada perak, munculnya warna kehijauan pada tembaga. Pada perkembangannya proses terjadinya korosi dapat dicegah dengan menggunakan cara seperti berikut: Menggunakan lapisan pelindung untuk mencegah kontak langsung, menggunakan perlindungan katode.

Dalam perkembangan teknologi penggunaan jenis material stainless steel 304 mulai digunakan pada dunia industri, kimia, kilang minyak, pengolahan limbah cair. Dalam hal ini jenis material stainless steel 304 banyak digunakan dalam dunia industri, karena memiliki beberapa keunggulan dalam berbagai aspek. Di Indonesia sendiri produk stainless steel 304 yang ada di pasaran di suplai dari negara Malaysia dan Taiwan, dan untuk penggunaannya stainless steel 304 buatan Taiwan lebih banyak di aplikasikan dalam dunia konstruksi dan industri, utamanya pada daerah pesisir pantai. Dalam hal ini diperlukan penelitian lebih lanjut dan fariatif agar mendapatkan informasi yang lebih spesifik secara teknik sehingga akan berdampak lebih besar dan tepat sasaran pada penggunaannya.

Korosi merupakan degradasi dari suatu material akibat interaksi dengan lingkungan melalui proses elektrokimia pada saat suatu logam di ekspos ke lingkungannya, maka akan terjadi interaksi diantara keduanya. Timbulnya korosi ini akan sangat merugikan karena akan dapat menimbulkan kerusakan, penurunan penampakan, ongkos

maintenance membesar, konstamina produk, serta keamanan berkurang. Korosi yang biasa terjadi dilapangan memiliki berbagai macam jenis antara lain, galvanis, uniform, crevic, pitting, intergranular, selectif leaching, erosion corrosion, stress corrosion cracking. Factor-faktor yang harus ada dalam korosi antara lain anoda, katoda, konduktor, dan elektrolit Untuk menyebabkan terjadinya korosi maka ada beberapa syarat komponen yang harus dipenuhi seperti :

Adanya katoda, yang suatu material yang mengalami reaksi reduksi karena memiliki potensial yang lebih positif jika diukur dengan perhitungan potensial (Unene). Reaksi katodik pada korosi logam antara lain :



Adanya anoda, yaitu suatu material yang mengalami reaksi oksidasi dan mengalami kehilangan material (material loss) karena memiliki potensial yang lebih negative jika diukur dengan penghitungan potensial. Media elektrolit (ionic), sebagai media penghantar arus listrik. Adanya arus listrik antara anoda dan katoda. Korosi dapat dikelompokkan menjadi dua berdasarkan jenis materialnya, yaitu korosi pada logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia dan korosi pada keramik dan plastik yang disebabkan oleh pelarutan oleh material lain. Korosi pada logam atau secara awam lebih dikenal dengan istilah pengkaratan merupakan fenomena kimia pada bahan-bahan logam yang terjadi pada berbagai macam kondisi lingkungan.

Penyelidikan tentang sistem elektrokimia telah banyak membantu menjelaskan mengenai korosi ini, yaitu reaksi kimia antara logam dengan zat-zat yang ada di sekitarnya atau dengan partikel-partikel lain yang ada di dalam matrik logam itu sendiri. Jadi dilihat dari sudut pandang kimia, korosi pada

dasarnya merupakan reaksi logam menjadi ion pada permukaan logam yang kontak langsung dengan lingkungan berair dan oksigen. Untuk metode penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada flowchart

2. METODE PENELITIAN

Berdasarkan tema yang diangkat dalam penelitian ini harus direncanakan lebih awal langkah-langkah yang harus dilakukan dalam proses penelitian yang harapannya dapat memberikan kemudahan dalam proses penelitian yang telah dilakukan. Adapun langkah langkah dalam penelitian ini , sebagai berikut



3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada proses penelitian ini baja yang digunakan dalam pengujian adalah plat *stainless steel* 304 Taiwan dan plat *stainless steel* 304 Malaysia dimana plat di uji dengan media korosi air laut dengan cara dialirkan didalam aquarium. Pengujian dilakukan dengan kecepatan dan waktu yang divariasikan. Pada penelitian ini perhitungan laju kecepatan aliran fluida. Hasil perhitungan laju kecepatan aliran fluida didapatkan seperti tabel dibawah ini.

Table 1 Perhitungan kecepatan laju aliran

	volume 1 liter	healt meter
variabel 1	54 detik	0.64 meter
variabel 2	30 detik	0.54 meter
variabel 3	21 detik	0.46 meter

Sebelum melakukan perhitungan laju korosi pada plat *stainless steel* 304, terlebih dahulu kita tentukan laju kecepatan aliran fluida yang akan kita gunakan untuk melakukan pengujian. Hasil kecepatan aliran fluida divariasikan sebesar 0,1 m/s, 0,2 m/s, 0,3 m/s untuk setiap masing – masing pengujian. Setelah menentukan variasi kecepatan aliran fluida, kemudian dilakukan pengujian dengan waktu yang juga divariasikan selama 168 jam, 336 jam, 504 jam.

Analisa Laju Korosi Hasil Pengujian

Setelah dilakukan pengujian pada *stainless steel* 304 produk Taiwan dan Malaysia dengan metode eksperimental yang sudah divariasikan parameter – prameter pengujiannya, data hasil pengujian didapatkan hasil seperti tabel di bawah berikut

No	Taiwan		Malaysia	
	Bobot Awal	Bobot Akhir	Bobot Awal	Bobot Akhir
1	11015,1	11013,3	11102,4	11096,0
2	10799,3	10795,2	11342,0	11332,3
3	10287,5	10281,7	10230,7	10219,7
1	11054,1	11048,5	11654,4	11644,8
2	10635,2	10627,0	11535,0	11521,8
3	10571,2	10558,9	11197,2	11181,5
1	10867,5	10853,1	11061,7	11052,0
2	11762,8	11742,6	10124,4	10110,0
3	10942,0	10917,4	11039,9	11019,2

Dari tabel hasil penelitian diatas kemudian dilakukan perhitungan untuk mencari nilai kecepatan laju korosi pada tiap-tiap spesimen penelitian yang sudah divariasikan parameter – parameter nya. Untuk mengetahui laju korosi yang dihasilkan maka saya menggunakan persamaan sebagai berikut

Perhitungan Laju Kecepatan Korosi Spesimen

Perhitungan laju korosi untuk spesimen *stainless steel* 304 Taiwan dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,1 m/s dan waktu pengaliran selama 168 jam.

- Diketahui:

$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(11015,1 \text{ mg} - 11013,3 \text{ mg})}{(11,52 \text{ cm}^2 \times 7 \text{ hari})} = 0,0223 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen *stainless steel* 304 Taiwan dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,2 m/s dengan waktu pengaliran selama 336 jam.

- Diketahui:

Bobot awal plat (W_o) = 10799,3 mg
Bobot akhir plat (W_f) = 10795,2 mg
Luas penampang plat (A) = 11,02 cm²

$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(10799,3 \text{ mg} - 10795,2 \text{ mg})}{(11,02 \text{ cm}^2 \times 14 \text{ hari})} = 0,0279 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen *stainless steel* 304 Taiwan dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,3 m/s dengan waktu pengaliran selama 504 jam

- Diketahui:

Bobot awal plat (W_o) = 10287,5 mg
Bobot akhir plat (W_f) = 10281,7 mg
Luas penampang plat (A) = 10,02 cm²

$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(10287,5 \text{ mg} - 10281,7 \text{ mg})}{(10,02 \text{ cm}^2 \times 21 \text{ hari})} = 0,0276 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen *stainless steel* 304 Malaysia dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,1 m/s dengan waktu pengaliran selama 168 jam.

- Diketahui:

Bobot awal plat (W_o) = 11102,4mg
Bobot akhir plat (W_f) = 11096 mg
Luas penampang plat (A) = 11,08cm²

$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(11102,4 \text{ mg} - 11096 \text{ mg})}{(11,08 \text{ cm}^2 \times 7 \text{ hari})} = 0,0825 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen *stainless steel* 304 Malaysia dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,2 m/s dengan waktu pengaliran selama 336 jam.

- Diketahui:

Bobot awal plat (W_o) = 10230,7mg
Bobot akhir plat (W_f) = 10219,7 mg
Luas penampang plat (A) = 10,84cm²

$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(10230,7 \text{ mg} - 10219,7 \text{ mg})}{(10,84 \text{ cm}^2 \times 14 \text{ hari})} = 0,0725 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Perhitungan laju korosi pada spesimen *stainless steel* 304 Malaysia dengan variasi kecepatan aliran fluida 0,3 m/s dengan waktu pengaliran selama 504 jam.

- Diketahui:

Bobot awal plat (W_o) = 11039,9 mg
Bobot akhir plat (W_f) = 11019,2 mg
Luas penampang plat (A) = 12,14cm²

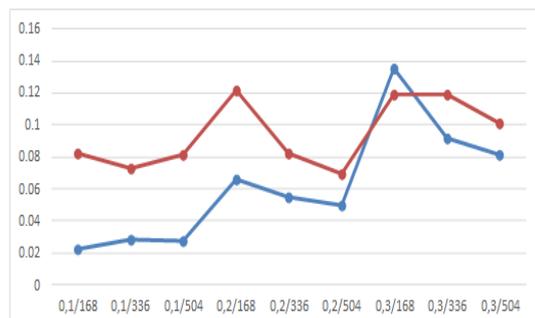
$$CR = \frac{W_o - W_f}{A \times t}$$
$$CR = \frac{(11039,9 \text{ mg} - 11019,2 \text{ mg})}{(12,14 \text{ cm}^2 \times 21 \text{ hari})} = 0,0812 \text{ mg/cm}^2 \text{ hari}$$

Dari hasil perhitungan spesimen hasil pengujian laju korosi pada pelat *stainless steel* 304 produk Taiwan dan Malaysia, hasil perhitungan dibuat tabel seperti berikut ;

Tabel 3 hasil perhitungan kecepatan laju korosi pada pelat *stainless steel* 304 produk Taiwan dan Malaysia

No	waktu(t,jam)	Taiwan	Malaysia
		Laju Korosi (CR, mg/cm ² hari)	Laju Korosi (CR, mg/cm ² hari)
1	168	0,0223	0,0825
2	336	0,0279	0,0725
3	504	0,0276	0,0812
4	168	0,0657	0,1214
5	336	0,0552	0,0822
6	504	0,0497	0,0690
7	168	0,1356	0,1801
8	336	0,0913	0,1189
9	504	0,0812	0,1012

Dari tabel hasil perhitungan diatas kemudian dapat dibuat grafik hasil perhitungan sebagai berikut;



Gambar 1 hasil perhitungan laju korosi pelat *stainless steel* 304 Taiwan dan Malaysia

Grafik diatas menunjukkan hasil perhitungan laju korosi pada *stainless steel* 304 produk taiwan dan malaysia dengan parameter waktu dan kecepatan pengaliran yang berbeda.

Data Hasil Perhitungan Rata-Rata Laju Aliran Korosi

Data hasil pengujian penelitian laju aliran korosi pada *stainless steel* 304 produk Taiwan dan Malaysia, dengan parameter penelitian yang bervariasi. Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan kemudian dilakukan perhitungan rata-rata sebagai berikut.

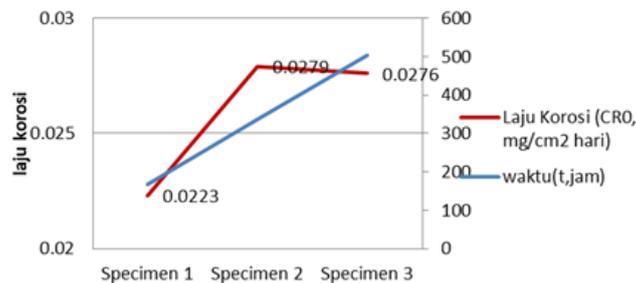
Tabel 4. Hasil pengujian pelat *stainless steel* 304 Taiwan dengan Kecepatan pengaliran 0,1 m/s

No	Waktu (t,jam)	Bobot Awal Besi (W, mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persenta se laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR, mg/cm ² hari)
1	168	11015,1	11013,3	0,0163	11,52	0,0223
2	336	10799,3	10795,2	0,0379	11,02	0,0279
3	504	10287,5	10281,7	0,0583	10,02	0,0276
Rata-Rata						0,0259

Tabel 5. Hasil pengujian pelat stainless steel 304 malaysia dengan kecepatan pengaliran 0.1 m/s

No	Waktu (t, jam)	Bobot Awal Besi (W _o , mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persentase laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR _o , mg/cm ² hari)
1	168	11102,4	11096	0,0570	11,08	0,0825
2	336	11342,0	11332,3	0,0855	12,14	0,0725
3	504	10230,7	10219,7	0,1075	10,84	0,0812
Rata-Rata						0,0787

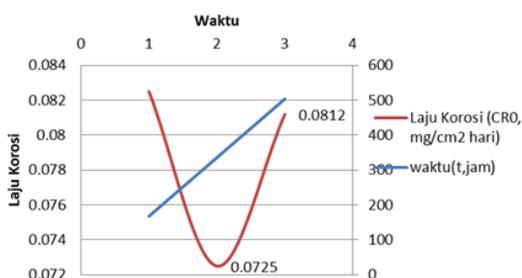
Grafik Laju Korosi SS 304 Taiwan



Gambar 2. Grafik laju korosi ss 304 Taiwan

Dari garafik di atas di jelaskan bahwa ketika proses pengujian pengujian pertama 168 jam pelat SS 304 Taiwan mengalami korosi sebesar 0.0223, ketika pengujian kedua pada 336 jam mengalami korosi sebesar 0.079, dan di pengujian ketiga pada 504 jam mengalami korosi sebesar 0.027.

Grafik Laju Korosi SS 304 Malaysia



Gambar 3. grafik laju korosi SS 304 Malaysia

Dari garafik di atas di jelaskan bahwa ketika proses pengujian pengujian pertama 168 jam plat SS 304 Malaysia mengalami korosi sebesar 0.0825, ketika pengujian kedua pada 336 jam mengalami korosi sebesar 0.0725, dan di pengujian ketiga pada 504 jam mengalami korosi sebesar 0.0812

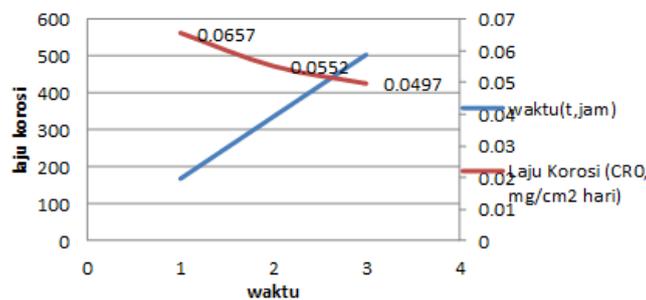
Table Hasil pengujian plat stainless steel 304 Taiwan dengan Kecepatan pengaliran 0.2 m/s

No	Waktu (t, jam)	Bobot Awal Besi (W _o , mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persentase laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR _o , mg/cm ² hari)
1	168	11054,1	11048,5	0,0560	12,18	0,0657
2	336	10635,2	10627	0,0771	10,62	0,0552
3	504	10571,2	10558,9	0,1163	11,78	0,0497
Rata-Rata						0,0569

Tabel Hasil pengujian plat stainless steel 304 Malaysia dengan Kecepatan pengaliran 0.2 m/s

No	Waktu (t,jam)	Bobot Awal Besi (W _o , mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persentase laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR _o , mg/cm ² hari)
1	168	11654,4	11644,8	0,0823	11,3	0,1214
2	336	11535,0	11521,8	0,1144	10,9	0,0822
3	504	11197,2	11181,5	0,1384	10,84	0,0690
Rata-Rata						0,0909

Grafik Laju Korosi SS 304 Taiwan



Gambar 4. grafik laju korosi ss 304 Taiwan

Dari grafik di atas di jelaskan bahwa ketika proses pengujian pengujian pertama 168 jam plat SS 304 Taiwan mengalami korosi sebesar 0.0657, ketika pengujian kedua pada 336 jam mengalami korosi sebesar 0.0552, dan di pengujian ketiga pada 504 jam mengalami korosi sebesar 0.0497.

Gambar 5. grafik laju korosi SS 304 Malaysia

Dari garafik di atas di jelaskan bahwa ketika proses pengujian pengujian pertama 168 jam plat SS 304 Malaysia mengalami korosi sebesar 0.0825, ketika pengujian kedua pada 336 jam mengalami korosi sebesar 0.0725, dan di pengujian ketiga pada 504 jam mengalami korosi sebesar 0.0812.

Grafik Laju Korosi SS 304 Malaysia

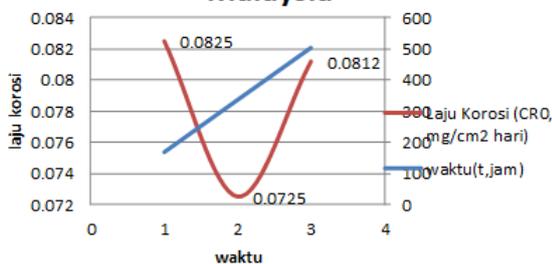


Table. Hasil pengujian plat stainless steel 304(Taiwan) dengan Kecepatan pengaliran 0.3 m/s

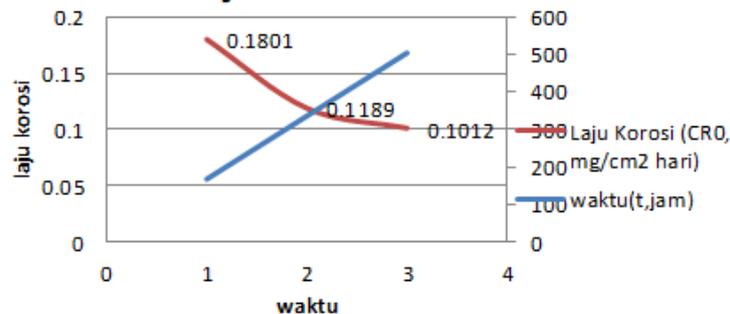
No	Waktu (t,jam)	Bobot Awal Besi (W _o , mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persentase laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR _o , mg/cm ² hari)
1	168	10867,5	10853,1	0,1345	11,42	0,1801

2	336	11762,8	11742,6	0,1717	12,14	0,1189
3	504	10942,0	10917,4	0,2248	11,58	0,1012
					Rata-Rata	0,1334

Table 4.8. Hasil pengujian plat stainless steel 304(Malaysia) dengan Kecepatan pengaliran 0.3 m/s

No	Waktu (t, jam)	Bobot Awal Besi (W _o , mg)	Bobot Akhir Besi (W _f , mg)	Persentase laju korosi (%)	Luas Permukaan (A, cm ²)	Laju Korosi (CR _o , mg/cm ² hari)
1	168	11061,7	11052	0,0876	10,22	0,1356
2	336	10124,4	10110	0,1422	11,26	0,0913
3	504	11039,9	11019,2	0,1875	12,14	0,0812
					Rata-Rata	0,1027

Grafik Laju Korosi SS 304 Taiwan



Gambar 6. grafik laju korosi ss 304 Taiwan

Dari garafik di atas di jelaskan bahwa ketika proses pengujian pengujian pertama 168 jam plat SS 304 Taiwan mengalami korosi sebesar 0.1801, ketika pengujian kedua pada 336 jam mengalami korosi sebesar 0,1189, dan di pengujian ketiga pada 504 jam mengalami korosi sebesar 0.1012.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan eksperimenstal dan analisa yang telah dilakukan pada material stainless steel 304 (Taiwan) dan Stainless steel 304 (Malaysia) dengan variasi kecepatan didapat hasil kesimpulan sebagai berikut :

1. Laju korosi (*Corotion Rate*) yang terjadi pada masing-masing plat *stainless steel* 304 (Taiwan) dan (Malaysia). Nilai *Corotion Rate* pada *sainless steel* 304 Taiwan dengan kecepatan rata - rata 0,1 m/s adalah 0,0259 mg/cm² per

hari dan 0,2 m/s adalah 0,0569 mg/cm² per hari dan 0,3 adalah 0,1027 mg/cm² per hari. Nilai *Corotion Rate* pada *Stainless steel* Malaysia dengan kecepatan rata-rata 0,1 m/s adalah 0,0787 mg/cm² per hari dan 0,2 m/s adalah 0,0909 mg/cm² per hari dan 0,3 adalah 0,1334 mg/cm² per hari. Dimana untuk *stainless steel* malaysia mengalami korosi lebih cepat jika dibandingkan dengan *stainless steel* taiwan.

2. Dari hasil penelitian kecepatan laju aliran fluida juga dapat mempercepat laju korosi (*Corotion Rate*), dari hasil penelitian dapat dilihat untuk kecepatan aliran 0,1 m/s adalah 0,0259 mg/cm² per hari dan untuk 0,2 m/s adalah 0,0569 mg/cm² per hari sedangkan untuk 0,3 m/s adalah 0,1027 mg/cm² per hari, dimana untuk

setiap penambahan kecepatan mengalami kenaikan laju aliran korosi (*Corotion Rate*).

stainless steel 304 pipa pendingin reaktor di dalam lingkungan air dan asam nitrat”

Riski Ornelasari, Marsudi (2015) “analisa laju korosi pada *stainless steel 304* menggunakan metode astm g31-72 pada media air nira aren

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih ini ditujukan kepada:

1. Rektor Universitas Muhammadiyah Jakarta
2. LPPM UMJ
3. Fakultas Teknik
4. Prodi Teknik Mesin

Terima kasih atas pendanaan dan fasilitas serta dukungan dalam pelaksanaan Penelitian internal UMJ di tahun 2023 ini , mudah mudahan program ini akan berkesinambungan .

(Kontrak Penelitian Internal Tahun Pelaksanaan 2023, Nomor 80/R-UMJ/VII/2023)

DAFTAR PUSTAKA

- Jaap Schijve, (2009) : Fatigue of Structures and Materials, Springer Science+Business Media, B.V, Netherlands.
- Gurun AP. Ayu SA, Dita rahma yani, dan Nindy EM,2015, perhitungan laju korosi didalam air laut dan air garam 3% pada paku dan besi ASTM A-36 , jurnal fisika FMIPA universitas Lampung,1-7.
- Johannes leonard (2015). “Distribusi tingkat karat dan laju korosi baja ST 37 dalam lingkungan air laut dan air tawar”.
- Kevin J. pattireuw, fentje A, rauf, romels lumintang, 2013, analisa laju korosi pada baja karbon dengan menggunakan media air laut dan H₂SO₄, Universitas Sam ratu lagit, Manado, 1-10.
- Muhammad zuchy M,(2017) Ramang magga, analisa laju korosi dengan pompa pada baja komersial dalam media air laut,FT universitas tadulgo, jurnal mekanisme, vol. 8 no.2.
- Nani mulyani nigsih, xander salah udin, priyot, soektrisno,(2014), analisa perbandingan laju korosi material SS 304 lapis NI-CR dengan SS 316 L terhadap pengaruh cairan tubuh, UGM Yogyakarta, 95-107.
- Ratmi herlani, hidayati, mujari (2008). “pengaruh laju korosi pada baja