



Analisis Laju Korosi Pada Baja Astm 36 Terhadap Variasi Ketebalan Coating Menggunakan Epoxy Dan Alumunium Oxide

Rohmat Romdhoni, Faisal Anggara, Ir. Ismail M.Sc.

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

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

email: dhoni,rohmat@gmail.com

ABSTRAK

Baja karbon rendah merupakan baja yang paling umum digunakan sebagai material penting dalam pembuatan kapal. Sebagai alat transportasi yang beroperasi di lingkungan laut yang korosif, perlindungan lapisan permukaan sangat diperlukan untuk meminimalkan terjadinya korosi. Pada pengujian ini, menggunakan baja ASTM A36 dengan proses coating. coating sengaja divariasikan ketebalannya pada waktu proses penyemprotan. Hal ini bisa mengacu pada ketahanan korosifitas suatu logam, dikarenakan pengerjaan coating dilakukan secara manual dan lingkungan terbuka. Variasi ketebalan coating yang diuji menggunakan variasi 1 lapis dan 3 lapis pada setiap spesimen dengan menggunakan lapisan cat epoxy dan campuran epoxy dengan alumunium oxide 10%, dan 20% ketentuan pengukuran dilakukan sesudah cat kering. Pengujian dan perhitungan laju korosinya kehilangan berat untuk metode yang di gunakan yaitu perendaman dengan larutan HCl 32% dan NaCl 10% dengan waktu perendaman selama 20 hari. Dari hasil perhitungan nanti dapat disimpulkan bahwa perbedaan ketebalan pengaplikasian coating dapat mempengaruhi suatu ketahanan suatu logam terhadap korosifitas, apabila Lapisan yang lebih tebal dan halus dapat menjadi tolok ukur keawetan lapisan tersebut. Pengujian ini dilakukan karena semakin tebal lapisan maka semakin besar pula resiko kegagalan lapisan, seperti hilangnya elastisitas, penyusutan atau pengeringan tidak sempurna

Kata kunci: Baja ASTM A36, Coating, Laju Korosi, Metode Perendaman.

ABSTRACT

Low carbon steel is the steel most commonly used as an important material in shipbuilding. As a means of transportation that operates in a corrosive marine environment, surface layer protection is very necessary to minimize the occurrence of corrosion. In this test, ASTM A36 steel was used with a coating process. The thickness of the coating is deliberately varied during the spraying process. This can refer to the corrosive resistance of a metal, because the coating work is done manually and in an open environment. Variations in coating thickness were tested using variations of 1 layer and 3 layers on each specimen using a layer of epoxy paint and a mixture of epoxy with 10% aluminum oxide, and 20%, provided that the measurements were carried out after the paint was dry. Testing and calculating the corrosion rate of weight loss for the method used, namely immersion in 32% HCl and 10% NaCl solutions with a soaking time of 20 days. From the results of the calculations, it can be concluded that differences in the thickness of the coating application can affect a metal's resistance to corrosivity, if a thicker and smoother coating can be a benchmark for the durability of the coating. This test is carried out because the thicker the layer, the greater the risk of layer failure, such as loss of elasticity, shrinkage or incomplete drying.

Keywords: ASTM A36 Steel, Coating, Corrosion Rate, Immersion Method.

PENDAHULUAN

Baja menjadi bahan bangunan utama pada abad ke-17 ketika ditemukan metode pembuatan baja karbon yang lebih efisien. Baja karbon rendah merupakan baja yang paling umum digunakan pada kapal laut seperti mobil, kapal laut, kereta api dan peralatan. Korosi adalah musuh utama baja. Biasanya terjadi akibat reaksi lingkungan yang merusak baja. Korosi logam juga dapat didefinisikan sebagai reaksi kebalikan dari pemurnian logam dan dapat menyebabkan penurunan kualitas logam, yang pada gilirannya menyebabkan baja menjadi rusak dan cepat rusak.

Salah satu cara untuk mencegah dan melindungi korosi adalah melalui proses penutup. Cara yang paling umum untuk mengatasi korosi adalah pelapisan atau coating. Pelapisan cair melapisi permukaan baja untuk melindunginya dari korosi. Pelapisan beton biasanya digunakan pada konstruksi, seperti gedung perkotaan.

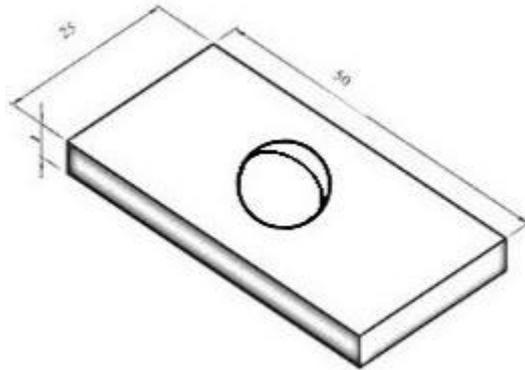
Pada pengujian ini, menggunakan baja ASTM A36 dengan proses coating. Sebelum proses coating baja akan di bersihkan permukaannya dengan metode sandblasting terlebih dahulu dengan grade sesuai permukaan material sebelum di blasting sampai sesuai dengan standar grade. Sebelum dilakukan laju korosi, bahan uji terlebih dahulu diberi proteksi korosi yaitu lapisan. Ketebalan lapisan sengaja divariasikan untuk setiap sampel yang diuji. Pengujian dan perhitungan laju korosi dengan metode perendaman dengan larutan HCl 32% dan NaCl 10%. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa ketebalan lapisan pelapis dapat mempengaruhi ketahanan korosi pada sampel, semakin tebal lapisan pelapis dapat menjadi tolak ukur ketahanan korosi pada material. Pengujian ini dilakukan karena semakin tebal lapisan maka semakin besar pula resiko kegagalan lapisan, seperti hilangnya elastisitas, penyusutan atau pengeringan tidak sempurna.

PROSEDUR EKSPERIMEN

✓ Pemotongan Spesimen

Pemotongan spesimen baja yang akan diuji sesuai ukuran. Memotong material digunakan sebagai spesimen sebanyak 38 spesimen untuk pengujian larutan HCl 18 spesimen, untuk

NaCl 18 spesimen dan 2 spesimen untuk pengujian tanpa coating dengan ukuran 25 x 50 x 10 (mm).



Gambar 3.14 Ukuran spesimen

✓ Persiapan lingkungan.

Dalam persiapan lingkungan ini, kelembapan suhu udara ruangan yang optimal adalah 40%-60%. Pastikan bahwa suhu udara pada lingkungan sekitar tidak lebih dari 60%.



Gambar 3.15 Persiapan Kelembaban Udara

✓ Persiapan Permukaan (Blasting)

Sebelum memulai proses blasting yang perlu dilakukan adalah marking spesimen supaya mudah untuk pengelompokan pada saat proses blasting, dengan ketentuan hasil sesuai standart ISO 8501-1 Grad B.



Gambar 3.16 Persiapan Permukaan Baja Sebelum Blasting

- ✓ Persiapan Proses manual sandblasting
Proses blasting sebelum dilakukan coating yakni spesimen terlebih dahulu dilakukan persiapan permukaan. Cara yang dilakukan dalam proses blasting yaitu dengan cara menyemprotkan material abrasif ke permukaan spesimen, untuk penyemprotanya dilakukan dengan waktu 30 detik pada saat



proses manual sandblasting dilakukan.

Gambar 3.17 Persiapan Proses manual sandblasting

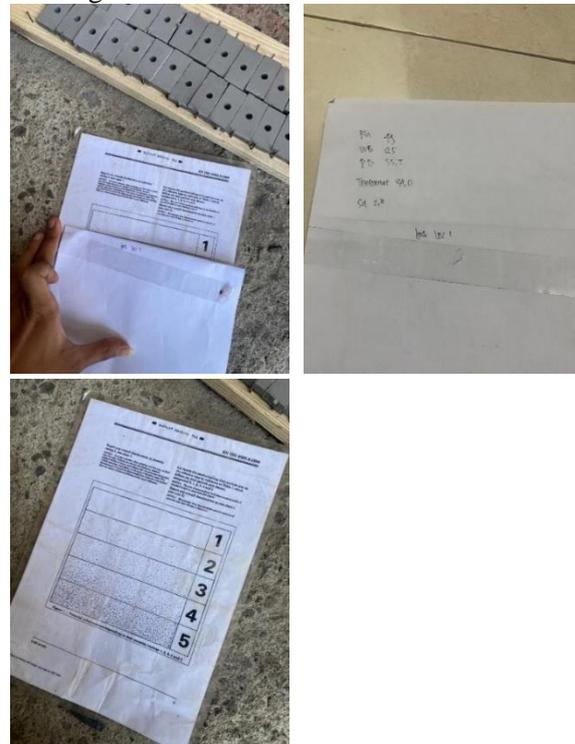
- ✓ Verifikasi hasil blasting
Setelah dilakukan blasting maka proses selanjutnya adalah inspeksi hasil blasting secara visual. Langkah ini dilakukan untuk material yang sudah diblasting dengan mengikuti standar ISO 8501-1 B Sa 3.



Gambar 3.18 Verifikasi Hasil Blasting

- ✓ Verifikasi debu setelah proses sandblasting
Sebelum memulai proses coating dilakukan verifikasi debu yang melekat pada specimen yang telah melakukan proses Blasting. Pengecekan dilakukan dengan menempelkan solasi bening pada permukaan specimen lalu mencabut solasi tersebut dan menyamakan dengan buku standard ISO 8502.

Gambar 3.19 Verifikasi Debu Sebelum Proses Coating



- ✓ Verifikasi kekasaran permukaan.
Proses ini dilakukan sebelum proses coating dan dilakukan pada permukaan spesimen menggunakan alat Elcometer.



Gambar 3.20 Verifikasi Kekasaran Permukaan

- ✓ Proses Persiapan Coating
Dalam tahapan ini spesimen yang sudah di blasting dan sudah sesuai dengan standart ISO 8501-1 Grad B. Selanjutnya proses pencampuran cat dengan perbandingan 3:1 (data sheet cat) pelapisan atau coating. Untuk pelapisnya yaitu menggunakan cat epoxy saja dan campuran epoxy dengan aluminium oxide 10% dan 20%. Aplikasikan kepada masing masing specimen dengan menggunakan metode spray dengan variasi 1 dan 3 lapisan/layer.



Gambar 3.21 Proses Persiapan Coating

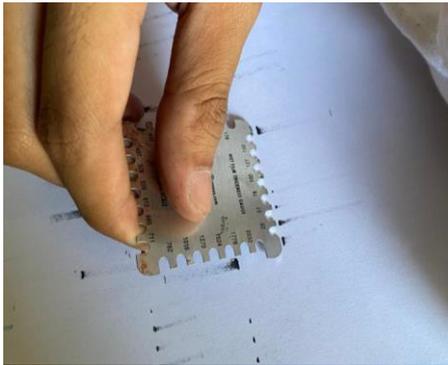
- ✓ Proses Coating
Setelah melewati tahap blasting dan persiapan alat bahan untuk coating sesegera mungkin untuk melakukan coating dengan menyemprot (spray) pada material baja ASTM36 sesuai dengan variasi lapisan coating yaitu 1 lapis dan



3 lapis.

Gambar 3.22 Proses Coating

- ✓ Pengukuran Ketebalan
Dalam proses pengukuran ketebalan ini ada 2 tahapan yaitu pengukuran ketebalan cat ketika basah dan cat ketika kering. Untuk pengukuran cat basah menggunakan alat wet film thickness gauge dan pengukuran ketebalan cat ketika kering menggunakan alat dry film thickness gauge. Untuk variasi ketebalannya yaitu di tentukan dengan variasi lapisan, dan variasi yang di gunakan yaitu 1 lapis dan 3 lapis coating. Dimana setiap variasi menggunakan 3 spesimen.
- ✓ Pengukuran ketebalan cat basah (Wet Film Thickness).
Ada saat proses coating ini tahapan pengukuran ketebalan cat basah menggunakan wet film thickness gauge dengan cara menempelkan alat ukur tersebut kepada semua spesimen dengan ukuran berbeda-beda di setiap lapisan coating variasi setelah itu spesimen di diamkan sampai cat benar-benar mengering rentang waktu sekitar 48 jam.



Gambar 3.23 Pengukuran Ketebalan Cat Basah

- ✓ Pengukuran ketebalan cat saat kering (Dry Film Thickness).

Setelah cat spesimen di diamkan dan dipastikan kering tahap selanjutnya adalah mengukur ketebalan lapisan coating pada saat kering dengan alat ukur dry film thickness gauge. Semua specimen harus benar benar kering sebelum melakukan pengukuran. Pengukuran dilakukan pada 3 titik yang berbeda pada setiap permukaan material setelah itu mencari rata-rata dari hasil pengukuran tiga titik.



Gambar 3.24 Pengukuran Ketebalan Cat Kering

- ✓ Persiapan Pengujian

Dalam penelitian ini pengujian yang akan di lakukan yaitu pengujian korosi kehilangan berat dengan metode perendaman menggunakan HCl 32% dan NaCl 10% yang dilarutkan dengan aquades sebagai media korosinya. Jadi persiapan alat dan bahan yang di perlukan yaitu timbangan digital dan larutan HCl 32% dan NaCl 10% yang dilarutkan dengan aquades.



Gambar 3.25 Alat Pengukuran Berat Material dan Proses Pelarutan NaCl 10%

- ✓ Penimbangan Awal

Setelah spesimen yang sudah melalui proses blasting, pelapisan dan pengukuran sesuai variasi ketebalan yang di tentukan maka spesimen sudah bisa di uji. Penimbangan awal ini adalah tahapan awal pengujian laju korosi metode perendaman sebelum proses perendaman di lakukan. Saat penimbangan awal ini hasil di masukkan kedalam data pengujian.



Gambar 3.26 Penimbangan Awal Spesimen

- ✓ Perendaman Spesimen

Proses perendaman ini di lakukan setelah spesimen di timbang. Dalam proses perendaman ini menggunakan larutan HCl 32% dan NaCl 10% selama 20 hari.



Gambar 3.27 (Perendaman HCl 32%)
(Perendaman NaCl 10%) (Proses Perendaman)

✓ Pengangkatan spesimen

Setelah pengujian selama 20 hari perendaman specimen tersebut di angkat, lalu di bersihkan menggunakan tisu kering. Langkah selanjutnya pengeringan pada specimen menggunakan kompor dengan waktu kurang lebih 10 menit dengan suhu 100°C agar specimen benar – benar mongering dan tidak ada sisa larutan korosif.



Gambar 3.28 Pengangkatan dan Pengeringan Spesimen

✓ Penimbangan Akhir

Penimbangan akhir ini di lakukan setelah waktu perendaman selesai. tahapan yang di lakukan yaitu pengangkatan specimen dan pengeringan specimen. Di karenakan specimen harus benar- benar kering dari sisa – sisa cairan yang menempel. Hasil dari penimbangan akhir ini di masukkan kedalam data untuk memperoleh selisih kehilangan berat setelah perendaman.



Gambar 3.29 Penimbangan Akhir Spesimen

✓ Perhitungan

Setelah data sudah di dapatkan maka hasil dari pengujian ini adalah selisih dari penimbangan awal dan penimbangan akhir yang nantinya akan di perhitungkan kembali dengan memakai rumus laju korosi rumus.

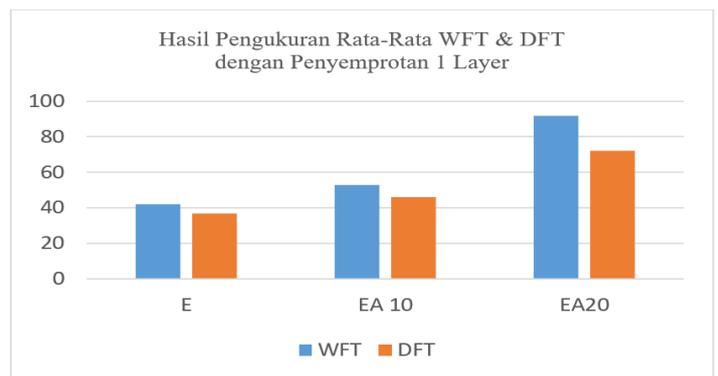
$$CR (mpy) \frac{K.W}{D.A.T} \dots$$

DATA DAN ANALISA

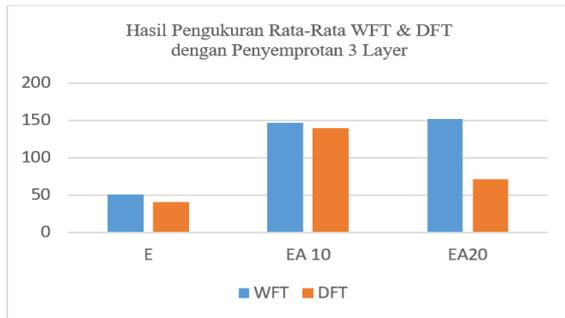
Hasil dari pengaruh variasi variasi ketebalan coating yang diuji menggunakan variasi 1 lapis dan 3 lapis pada setiap specimen dengan menggunakan lapisan cat epoxy dan campuran epoxy dengan alumunium oxide 10%, dan 20% ketentuan pengukuran dilakukan sesudah cat kering. Pengujian dan perhitungan laju korosinya kehilangan berat untuk metode yang di gunakan yaitu perendaman dengan larutan HCl 32% dan NaCl 10% dengan waktu perendaman selama 20 hari. Data hasil penelitian ini yakni pengujian laju korosi dan didapatkan hasil pengujian sebagai berikut:

Tabel 4.1 Kodefikasi Spesimen

No.	Kode Sampel	Coating Type (%)	Variasi Post Application	Wet Film Thickness Gauge (µm)	Dry Film Thickness Gauge (µm)
1	E1 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	1 Layer	42	37 µm
2	E1 (2)			42	37 µm
3	E1 (3)			42	37 µm
4	E3 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	3 Layer	51	41 µm
5	E3 (2)			51	41 µm
6	E3 (3)			51	41 µm
7	EA10 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	1 Layer	53	46 µm
8	EA10 1 (2)			53	46 µm
9	EA10 1 (3)			53	46 µm
10	EA10 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	3 Layer	147	140 µm
11	EA10 3 (2)			147	140 µm
12	EA10 3 (3)			147	140 µm
13	EA20 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	1 Layer	92	72 µm
14	EA20 1 (2)			92	72 µm
15	EA20 1 (3)			92	73 µm
16	EA20 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	152	146 µm
17	EA20 3 (2)			152	146 µm
18	EA20 3 (3)			152	146 µm
19	TANPA COATING				



Gambar 4.1 Diagram pengukuran rata-rata WFT dan DFT dengan Penyemprotan 1 layer



Gambar 4.2 Diagram pengukuran rata-rata WFT dan DFT dengan Penyemprotan 3 layer.

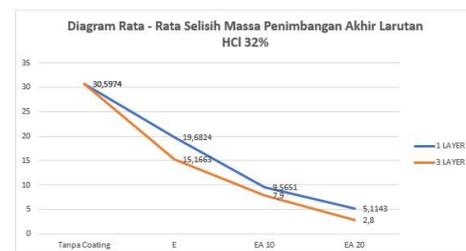
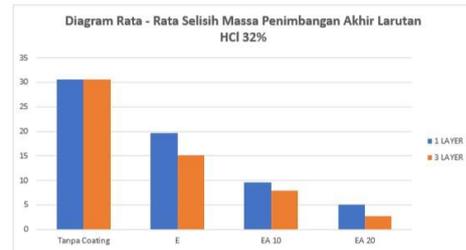
Keterangan kodifikasi:

- ❖ E1 = Spesimen dengan coating epoxy dengan variasi pengecatan 1 layer
- ❖ E3 = Spesimen dengan coating epoxy dengan variasi pengecatan 3 layer
- ❖ EA10 1 = Spesimen dengan coating epoxy dan aluminium oxide 10 gram dengan variasi pengecatan 1 layer
- ❖ EA10 3 = Spesimen dengan coating epoxy dan aluminium oxide 10 gram dengan variasi pengecatan 3 layer
- ❖ EA20 1 = Spesimen dengan coating epoxy dan aluminium oxide 20 gram dengan variasi pengecatan 1 layer
- ❖ EA20 3 = Spesimen dengan coating epoxy dan aluminium oxide 20 gram dengan variasi pengecatan 3 layer
- ❖ Tanpa Coating = Spesimen tanpa coating dan variasi

✓ Data Hasil Pengujian Perendaman
Data ini diperoleh dari perendaman dengan larutan HCL 32% dan NaCl 10% dengan batasan waktu 20 Hari. Data ini meliputi berat awal specimen, berat akhir specimen dan kehilangan berat specimen yang bertujuan untuk mengetahui laju korosinya. Berikut adalah data hasil kehilangan setelah perendaman sebagai berikut:

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Perendaman dengan larutan HCl 32%

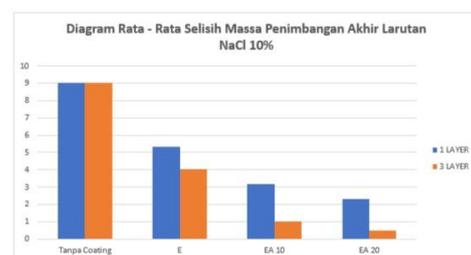
No.	Kode Sampel	Coating Type (%)	Variasi Post Application	Wet Film Thickness Oenge (µm)	Dry Film Thickness Oenge (µm)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)
1	E1 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	1 Layer	42	37 µm	95,2619	75,9625	19,2994
2	E1 (2)			42	37 µm	95,6156	76,9519	18,6637
3	E1 (3)			42	37 µm	95,9473	75,4932	20,4541
Rata-Rata								
4	E3 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	3 Layer	51	41 µm	97,5493	83,1662	14,3831
5	E3 (2)			51	41 µm	97,9773	82,0692	15,9081
6	E3 (3)			51	41 µm	98,4786	83,5707	14,9079
Rata-Rata								
7	EA10 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	1 Layer	53	46 µm	100,1122	90,8272	9,285
8	EA10 1 (2)			53	46 µm	100,8995	91,0547	9,7548
9	EA10 1 (3)			53	46 µm	100,2801	90,6444	9,6357
Rata-Rata								
10	EA10 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	3 Layer	147	140 µm	106,6756	99,1371	7,5374
11	EA10 3 (2)			147	140 µm	105,5993	96,2843	9,914
12	EA10 3 (3)			147	140 µm	105,5020	98,3533	7,1487
Rata-Rata								
13	EA20 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	1 Layer	92	72 µm	106,7077	101,8052	4,9025
14	EA20 1 (2)			92	72 µm	107,7999	101,7387	6,0612
15	EA20 1 (3)			92	73 µm	107,2419	102,6626	4,3793
Rata-Rata								
16	EA20 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	152	146 µm	112,1570	109,0311	3,1259
17	EA20 3 (2)			152	146 µm	112,5934	109,6839	3,0195
18	EA20 3 (3)			152	146 µm	113,0007	110,6978	2,3029
Rata-Rata								
19	tanpa COATING					93,2459	62,6478	30,5974

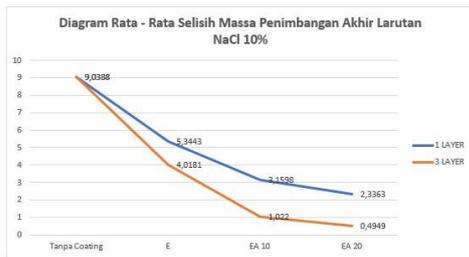


Gambar 4.3 Diagram rata-rata selisih massa penimbangan akhir dengan larutan HCl 32%

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Perendaman dengan larutan NaCl 10%

No.	Kode Sampel	Coating Type (%)	Variasi Post Application	Wet Film Thickness Oenge (µm)	Dry Film Thickness Oenge (µm)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)
1	E1 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	1 Layer	42	37 µm	95,6810	90,6722	5,0088
2	E1 (2)			42	37 µm	95,0165	90,0055	5,0110
3	E1 (3)			42	37 µm	95,6377	89,6246	6,0131
Rata-Rata								
4	E3 (1)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	3 Layer	51	41 µm	97,9985	93,9837	4,0148
5	E3 (2)			51	41 µm	98,4645	94,4448	4,0197
6	E3 (3)			51	41 µm	97,5035	93,4838	4,0198
Rata-Rata								
7	EA10 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	1 Layer	53	46 µm	100,2943	97,6429	3,1614
8	EA10 1 (2)			53	46 µm	100,9295	97,6166	3,3129
9	EA10 1 (3)			53	46 µm	101,0615	98,0585	3,0050
Rata-Rata								
10	EA10 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	3 Layer	147	140 µm	106,9036	104,8772	2,0264
11	EA10 3 (2)			147	140 µm	105,7747	104,7440	1,0307
12	EA10 3 (3)			147	140 µm	106,6795	105,6616	1,0089
Rata-Rata								
13	EA20 1 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	1 Layer	92	72 µm	107,8561	105,5215	2,3346
14	EA20 1 (2)			92	72 µm	107,5120	105,2449	2,2871
15	EA20 1 (3)			92	73 µm	107,9164	105,5093	2,4071
Rata-Rata								
16	EA20 3 (1)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	152	146 µm	112,0000	112,3690	0,3310
17	EA20 3 (2)			152	146 µm	113,8046	113,2789	0,5257
18	EA20 3 (3)			152	146 µm	112,9997	112,5678	0,4279
Rata-Rata								
19	tanpa COATING					93,1665	84,1277	9,0388





Gambar 4.4 Diagram rata-rata selisih massa penimbangan akhir dengan Larutan NaCl 10 %

✓ **Perhitungan dan Grafik**

Data dari tabel 4.3 akan dihitung laju korosi untuk mengetahui berapa besar korosi yang terjadi pada penelitian yang di lakukan. Untuk menghitung laju korosi menggunakan rumus di bawah ini :

• **Perhitungan laju korosi dan grafik laju korosi dengan larutan HCl 32%**

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{K.W}{D.A.T} \dots$$

Diketahui:

- Konstanta (K) : $3,45 \times 10^6$ (mpy)
- Kehilangan berat (W) : $95,2619 - 75,6925 = 19,5694$ gram
- Densitas (D) : $95,2619 \text{ gram/mm}^3$

$p = \text{massa jenis (gram / mm}^3\text{)}$
 $m = \text{massa (gram)}$
 $v = \text{volume (mm}^3\text{)}$

$$D = p = \frac{m}{v} = \frac{95,2619}{11,997}$$

$$= 7,9404 \text{ gram/ mm}^3$$

- Luas spesimen permukaan specimen

$$A \text{ balok} = P \times L \times t \text{ (mm}^3\text{)} = 50 \times 25 \times 10 = 12500 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$B \text{ tabung } \pi \times r^2 \times t \text{ (mm}^3\text{)} = 3,14 \times 4 \times 4 \times 10 = 502,4 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$\text{hasil akhir (A balok - B tabung)} = 12500 \text{ (mm}^3\text{)} - 502,4 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$= 11,997 \text{ (mm}^3\text{)}$$

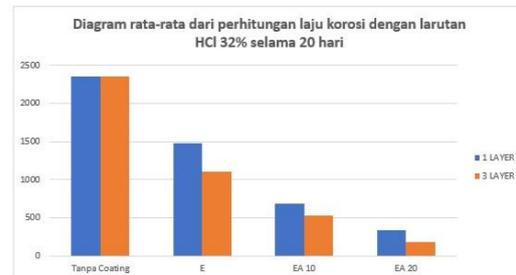
- Waktu perendaman (T) : 480 jam
Perhitungan pada media perendaman larutan HCl 32% dengan waktu 20 hari = 480 jam

Ditanya : laju korosi ?...

$$\begin{aligned} \text{➤ Laju korosi : CR (mpy)} &= \frac{K.W}{D.A.T} \dots \\ &= \frac{3.450.000 \times 19,5694}{7,9404 \times 11,997 \times 480} \\ &= \frac{67.514.430}{45725,7} \\ &= 1476,5 \text{ mmpy (mm/ tahun)} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Data Hasil Herhitungan Laju Korosi Perendaman Larutan HCl 32% Selama 20 Hari

No	Kode	Coating Type	Yarn	Wet Film Thickness Gauge (mil)	Dry Film Thickness Gauge (mil)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Selisih Massa (gram)	Laju Korosi (mpy)
1	E1 (1)	BAMA ASTM A16-Epoxy	1 Layer	42	37	95,2619	75,6925	19,5694	1476,5
2	E1 (2)			42	37	95,6156	76,5919	19,0237	1430,5
3	E1 (3)			42	37	95,6475	75,4932	20,1543	1502,2
Rate-Rata								19,0824	1479,7333
4	E3 (1)	BAMA ASTM A16-Epoxy	3 Layer	51	41	97,8491	83,1662	14,6829	1079,5
5	E3 (2)			51	41	97,9773	82,0092	15,9681	1140,2
6	E3 (3)			51	41	98,4730	83,4707	14,9923	1088
Rate-Rata								15,16836607	1102,3333
7	EA10 (1)	BAJA ASTM A16 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	1 Layer	53	46	100,1322	90,8272	9,305	667,9
8	EA10 (2)			53	46	100,2099	91,0547	9,1552	656,4
9	EA10 (3)			53	46	100,2891	90,6444	9,6447	653,8
Rate-Rata								9,465166607	682,36667
10	EA20 (1)	BAJA ASTM A16 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	147	140	108,0745	99,1371	8,9374	697,8
11	EA20 (2)			147	140	109,3093	98,2953	9,014	675,2
12	EA20 (3)			147	140	109,5020	98,3533	7,1487	487,1
Rate-Rata								7,900033333	536,7
13	EA20 (1)	BAJA ASTM A16 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	1 Layer	92	72	106,7077	101,8052	4,9025	339,2
14	EA20 (2)			92	72	107,7999	101,5287	6,2712	406,1
15	EA20 (3)			92	72	107,2419	102,8620	4,3799	291,9
Rate-Rata								5,114333333	342,6
16	EA20 (1)	BAJA ASTM A16 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	152	146	112,2170	109,0531	3,1639	201,9
17	EA20 (2)			152	146	112,7034	109,6830	3,0204	195,4
18	EA20 (3)			152	146	113,0007	110,6078	2,3929	146,5
Rate-Rata								2,828433333	180,96667
19	BAMA COATING					93,2450	62,6476	30,5974	2158,4



Gambar 4.5 Diagram rata-rata dari perhitungan laju korosi dengan larutan HCl 32% selama 20 hari

• Perhitungan laju korosi dan grafik laju korosi dengan larutan NaCL 10%

$$CR \text{ (mpy)} = \frac{K.W}{D.A.T} \dots$$

Diketahui:

- Konstanta (K) : $3,45 \times 10^6$ (mpy)
- Kehilangan berat (W) : $95,6810 - 90,6722 = 5,0088$ gram
- Densitas (D) : $95,6810 \text{ gram/mm}^3$

$p = \text{massa jenis (gram / mm}^3\text{)}$

$m = \text{massa (gram)}$

$v = \text{volume (mm}^3\text{)}$

$$D = p = \frac{m}{v} = \frac{95,6810}{11,997} = 7,9754 \text{ gram/mm}^3$$

- Luas spesimen permukaan specimen

$$A \text{ balok} = P \times L \times t \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$= 50 \times 25 \times 10$$

$$= 12500 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$B \text{ tabung} = \pi \times r^2 \times t \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$= 3,14 \times 4 \times 4 \times 10$$

$$= 502,4 \text{ (mm}^3\text{)}$$

hasil akhir (A balok – B tabung)

$$= 12500 \text{ (mm}^3\text{)} - 502,4 \text{ (mm}^3\text{)}$$

$$= 11,997 \text{ (mm}^3\text{)}$$

- Waktu perendaman (T) : 480 jam
Perhitungan pada media perendaman larutan NaCL dengan waktu 20 hari = 480 jam

Ditanya : laju korosi ?...

- Laju korosi : $CR \text{ (mpy)} = \frac{K.W}{D.A.T} \dots$

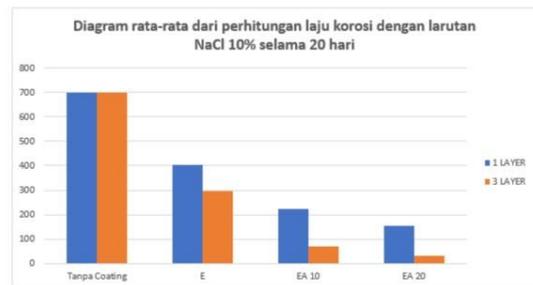
$$= \frac{3.450.000 \times 5,0088}{7,9754 \times 11,997 \times 480}$$

$$= \frac{17.277.600}{44757,6}$$

$$= 376,2 \text{ mmpy (mm/ tahun)}$$

Tabel 4.5 Data Hasil Herhitungan Laju Korosi Perendaman Larutan NaCL 10% Selama 20 Hari

No.	Kode Spesimen	Coating Type (%)	Variasi Post Application	Wet Film Thickness (µm)	Dry Film Thickness (µm)	Massa Awal (gram)	Massa Akhir (gram)	Seluruh Massa (gram)	Laju Korosi (mpy)
1	E1 (1)		1 Layer	42	37	95,6810	90,6722	5,0088	375,2
2	E1 (2)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	1 Layer	42	37	95,0165	90,0955	4,9210	379
3	E1 (3)			42	37	95,0277	89,6246	5,4031	411,9
4	E3 (1)		3 Layer	51	41	97,9985	93,9837	4,0148	294,4
5	E3 (2)	BAJA ASTM A36 +Epoxy	3 Layer	51	41	98,4345	96,4188	1,9957	295,1
6	E3 (3)			51	41	97,9786	96,6838	1,2948	286,2
7	EA10 (1)		1 Layer	53	45	100,2045	97,6629	2,5416	206,7
8	EA10 (2)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	1 Layer	53	46	100,0295	97,6186	2,4109	215,9
9	EA10 (3)			53	46	101,0615	98,0565	3,0050	213,7
10	EA10 (1)		3 Layer	147	149	105,9036	104,8772	1,0264	225,693000
11	EA10 (2)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 10 gr	3 Layer	147	149	105,7247	104,7480	1,0007	69,2
12	EA10 (3)			147	149	106,8798	105,8616	1,0000	67,0
13	EA20 (1)		1 Layer	92	72	107,8361	105,5215	2,3146	194,2
14	EA20 (2)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	1 Layer	92	72	107,5329	105,2189	2,3140	182,0000
15	EA20 (3)			92	73	107,8166	105,5092	2,3074	160,3
16	EA20 (1)		3 Layer	152	148	112,8000	112,5866	0,2134	149,766667
17	EA20 (2)	BAJA ASTM A36 + Epoxy & Al Oxide 20 gr	3 Layer	152	146	113,8046	113,7900	0,0146	33,2
18	EA20 (3)			152	148	112,8987	112,9478	0,0491	31,4
19	TANPA COATING					93,1665	84,1277	9,0388	697,3



Gambar 4.6 Diagram rata-rata dari perhitungan laju korosi dengan larutan NaCL 10% selama 20 hari

HASIL DAN PEMBAHASAN

✓ Pengujian Variasi Coating

Pengujian variasi coating ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketebalan cat pada baja ASTM A36 dengan variasi jenis coating epoxy murni, epoxy dengan aluminium oxide 10%, dan epoxy dengan aluminium oxide 20%. Ketebalan variasi coating adalah 1 dan 3 lapis dalam setiap variasi jenis coating. Dalam pengujian ini satuan yang digunakan untuk pengukuran ketebalan cat adalah mikrometer (µm). Dari tabel kodefikasi spesimen dapat dilihat bahwa penambahan Al-Oxide 10 gr mendapatkan nilai ketebalan yang lebih tinggi dibandingkan dengan spesimen tanpa Al-Oxide. Coating epoxy dengan 1 layer menghasilkan

dry film thickness (DFT) sebesar 37 μm , epoxy dengan 3 layer menghasilkan DFT sebesar 41 μm , epoxy dengan Al-oxide 10gr dengan 1 layer menghasilkan DFT sebesar 46 μm , epoxy dengan Al-oxide 10gr dengan 3 layer menghasilkan DFT sebesar 140 μm , epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 1 layer menghasilkan DFT sebesar 72 μm , dan epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 3 layer menghasilkan DFT sebesar 146 μm . Dari hasil ini menunjukkan bahwa semakin tebal lapisan coating maka semakin banyak nilai yang didapatkan saat pengukuran ketebalan coating pada waktu diukur menggunakan metode dry film thickness (DFT), semakin tipis lapisan coating maka semakin sedikit nilai yang didapatkan pada saat pengukuran ketebalan coating dengan metode DFT. Dapat disimpulkan juga meskipun dengan variasi penambahan bahan aluminium oxide dengan jumlah yang tidak terpaut jauh, dapat menghasilkan nilai laju korosi yang cukup signifikan antara variasi dengan aluminium oxide 10% dan aluminium oxide 20%.

✓ **Pengujian Laju Korosi**

- **HCl 32%**

Penggunaan larutan HCl 32% pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performa material dalam kondisi lingkungan ekstrem atau lingkungan yang sangat korosif dalam berbagai aplikasi industri. Target dalam pengujian ini adalah untuk mengetahui prediksi laju korosi dengan menggunakan metode perendaman pada larutan HCl 32% pada setiap spesimen setelah melalui proses blasting dan coating dengan variasi ketebalan coating dan penambahan aluminium oxide pada proses coatingnya. Pada gambar grafik menunjukkan bahwa lapisan coating epoxy dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 1479,7 mpy, epoxy dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 1102,2 mpy, epoxy dengan Al-oxide 10gr dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 682,3 mpy, epoxy

dengan Al-oxide 10gr dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 536,7 mpy, epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 342,6 mpy, dan epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 180,9 mpy. Spesimen tanpa coating menghasilkan nilai laju korosi yang lebih tinggi yaitu senilai 2358,5 mpy. Dari data ini menunjukkan bahwa semakin kecil lapisan coating maka semakin besar nilai laju korosi yang dihasilkan oleh spesimen, dan semakin besar lapisan coating maka semakin kecil pula nilai laju korosi yang dihasilkan oleh spesimen.

- **NaCl 10%**

Penggunaan larutan NaCl 10% pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui performa material dalam kondisi lingkungan yang cukup korosif dalam penggunaan pada umumnya atau penggunaan sehari-hari. Pengujian ini bermaksud untuk mengetahui prediksi laju korosi dengan menggunakan metode perendaman pada larutan NaCl 10% pada setiap spesimen setelah melalui proses blasting dan coating dengan variasi ketebalan coating dan penambahan aluminium oxide pada proses coatingnya. Pada gambar grafik menunjukkan bahwa lapisan coating epoxy dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 402,3 mpy, epoxy dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 294,7 mpy, epoxy dengan Al-oxide 10gr dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 225,4 mpy, epoxy dengan Al-oxide 10gr dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 69,1 mpy, epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 1 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 115,7 mpy, dan epoxy dengan Al-oxide 20gr dengan 3 layer menghasilkan nilai laju korosi dengan rata-rata 31,3 mpy. Spesimen tanpa coating menghasilkan nilai laju korosi yang lebih tinggi yaitu senilai 697,3 mpy. Dari data ini menunjukkan bahwa semakin kecil lapisan coating maka semakin besar nilai laju korosi yang dihasilkan oleh

spesimen, dan semakin besar lapisan coating maka semakin kecil pula nilai laju korosi yang dihasilkan oleh spesimen.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian pada judul “Analisis Laju Korosi Pada Baja Astm 36 Terhadap Variasi Ketebalan Coating Menggunakan Epoxy Dan Aluminium Oxide” maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pada pengujian ketebalan coating menggunakan metode Dry Film Thickness (DFT), penambahan aluminium oxide pada epoxy akan mempengaruhi tingkat ketebalan cat yang dihasilkan saat diaplikasikan pada spesimen yang akan diuji. Penambahan aluminium oxide meskipun dengan selisih yang tidak signifikan cukup mempengaruhi hasil dari laju korosi spesimen yang diuji, hal ini tentunya berpengaruh pada cost of production saat akan membuat suatu material dikarenakan nilai laju korosi antara 20 gr dan 10gr memiliki selisih yang cukup jauh.
2. Pada pengujian perendaman, kedua larutan yang digunakan mempunyai tingkat keasaman yang berbeda sebagai analogi penerapan penggunaan material pada lingkungan yang sangat korosif dan penerapan penggunaan material pada lingkungan yang cukup korosif, sehingga kedua larutan tersebut menghasilkan tingkat perbandingan performa material yang berbeda sesuai dengan hasil pengujian yang tertera pada data 4.1 hasil pengujian perendaman laju korosi. Dengan laju korosi pada larutan HCl 32% adalah 146,5 mpy dan laju korosi pada larutan NaCl 10% adalah 27,2 mpy. dimana jika mengacu pada tabel Comparison of mils penetration per year (mpy) with equivalent metric rate expressions (Fontana, 1987) maka rating specimen terbaik pada perendaman HCl 32% adalah “good” dan perendaman NaCl 10% adalah “excellent”.

REFERENSI

- ASCOATINDO (2014) “Coating Inspector Muda”, Bandung: Corrosion Care Indonesia. [Preprint].
- Erlandhi, D. and Ismail, I. (2020) ‘Analisis Laju Korosi Pada Permukaan Material Baja Komersil Dan Aluminium Dalam Media Air Laut Yang Agitasi’, Analisis Laju Korosi Pada Permukaan Material Baja Komersil Dan Aluminium Dalam Media Air Laut Yang Agitasi [Preprint].
- Farkhani, M.F., Purwanto, H. and Dzulfikar, M. (2020) ‘ANALISIS LAJU KOROSI PADA MATERIAL BAJA ASTM A36 AKIBAT PENGARUH SUDUT BENDING DAN ALIRAN MEDIA KOROSI H₂SO₄ 10%’, JURNAL ILMIAH MOMENTUM, 16(2). Available at: <https://doi.org/10.36499/mim.v16i2.3761>.
- Fauzie, M.I. (2023) ANALISIS PENGARUH VARIASI SUDUT BLASTING DENGAN COATING CAMPURAN EPOXY DAN ALUMINIUM OXIDE TERHADAP KEKUATAN ADHESI DAN LAJU KOROSI PADA BAJA ASTM A36 FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS 17 AGUSTUS 1945 SURABAYA.
- Gusti, A. (2017) “Analisis Pengaruh Material Abrasif dan Variasi Tekanan Coating Spray pada Pelat Baja ASTM A36 Terhadap Daya Lekat Cat”, Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember [Preprint].
- Kepada, D., Malang, U.M. and Cholis, N. (no date) ‘Analisa Korosi Baja St 45’.
- Muhammad Sulton Ali, Herman Praktikno, W.L.D. (2015) ‘Analisis Pengaruh Variasi Sudut Blasting Dengan Coating Campuran Epoxy dan Aluminium Serbuk terhadap Kekuatan Adhesi, Prediksi Laju Korosi, dan Morfologi pada Plat Baja ASTM A36’, Jurnal Teknik ITS, 4(2).
- Sabyantoro, W.K., Purwanto, H. and Dzulfikar, M. (2019) ‘Analisis Laju Korosi Dengan Aliran Media Korosi Hcl 10% Pada Material Baja Astm a36 Dengan Sudut Bending’, Jurnal Ilmiah Momentum, 15(1). Available at: <https://doi.org/10.36499/jim.v15i1.2661>.
- Utomo, B. (2009) JENIS KOROSI DAN PENANGGULANGANNYA.
- Wicaksono, S. A. (2017). PENGARUH PENAMBAHAN ALUMINIUM TERHADAP DAYA ADHESI DAN KETAHANAN KOROSI CAT EPOXY.

Turner, M. E. D. (1980). Corrosion Engineering and Corrosion Science. In *Materials Performance* (Vol. 19, Issue 10, pp. 51–52). <https://doi.org/10.5006/0010-9312-19.6.199>