

PENGARUH VARIASI KELEMBABAN, TEMPERATUR DAN KETEBALAN CAT PADA MATERIAL A53 GRADE B TERHADAP LAJU KOROSI DI PT PJB UBJOM PACITAN STUDI KASUS PLTU 1 JATIM PACITAN

Andika Billy Ganesya^{1*}, Bambang Antoko², Bayu Wiro Karuniawan³

Program studi D-IV Teknik Perpipaan, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia^{1*}

Program studi D-IV Teknik Permesinan Kapal, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia²

Program studi D-IV Teknik Desain dan Manufaktur, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Indonesia³

Email : andikabillyganesya@gmail.com^{1*}, bambangantoko@gmail.com², bayuwira@yahoo.com³

Abstract - PT Rekadaya ElektriKA which has a long experience in carrying out engineering, procurement and construction (EPC) for petrochemical, cement, mineral oil, gas and energy sector projects. PT Rekadaya ElektriKA is working on fire fighting project in PT PJB UBJOM Pacitan. Fire fighting is very important and should work well in the fire. In corrosive environments such as seafront environments may result in corrosion processes. This is because the marine environment has high contains of salt (NaCl). This study used epoxy type of paint in experiment with three parameter test and each parameter consist of 4 variations are humidity, temperature and coating thickness, test as much as 128 times by using immersion test aims to determine the influence of humidity, temperature and the paint thickness to obtain prediction of humidity variation, temperature and thickness of paint precisely so that can optimize painting process. Immersion Test results show that the higher the humidity and temperature, the greater the corrosion rate, while the higher the thickness of the coating, the smaller the corrosion rate. The effect for humidity is 84.077%, temperature is 12.928% and coating thickness is 2.995%. So the humidity factor is the most influential factor on corrosion rate.

Keywords : CorroTion, Fire Fighting, Humidity, Immersion Test, Paint Thickness, Temperature.

Nomenclature

Cr	Corrosion Rate (mpy)
K	Konstanta 3,45 x 106
W	Weight Loss (Gram or gr)
D	Density of Speciment (gr/cm ³)
A	Area of Speciment (cm ²)
T	Eksposure Time (hours)
OD	Outside Diameter pipa (inch)

1. PENDAHULUAN

Setiap perusahaan yang bergerak di bidang Industri tentunya diharuskan melalui beberapa proses untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang maksimal, salah satunya adalah proses *painting*. Proses *painting* adalah salah satu proses *coating*/pelapisan terhadap suatu material yang berfungsi untuk melindungi benda tersebut dari proses karat. Bahan yang dibutuhkan dalam proses *painting* adalah cat. Cat adalah produk yang digunakan untuk melindungi dan memberikan warna pada suatu objek atau permukaan untuk melapisinya dengan lapisan berpigmen. Cat juga dapat diartikan sebagai cairan yang dapat dioleskan pada suatu permukaan dan setelah mengering

akan membentuk suatu lapisan yang tipis kering, lapisan berkoheSi dengan daya lekat yang baik pada permukaan (Kurniawan, Supomo dan Soejitno, 2013). Penelitian ini berfokus pada perhitungan laju korosi dengan menggunakan 3 variabel yaitu kelembaban, temperatur dan ketebalan cat sehingga didapat variasi proteksi terbaik untuk diterapkan kedalam sistem perpipaan yang sesuai dengan kondisi lapangan. Pada dasarnya prinsip proteksi korosi tersebut adalah untuk mencegah kontak *base metal* dengan lingkungan untuk meminimalisir terjadinya korosi, oleh karena itu kondisi lingkungan merupakan parameter yang diamati dalam penelitian ini nantinya akan dianalisis menggunakan metode desain faktorial, dimana kegunaan dari metode desain faktorial ini sebagai alat statistik untuk menganalisis data percobaan yang telah dilakukan agar dapat menghasilkan parameter yang tepat untuk menentukan parameter yang sesuai dengan data yang diinginkan. Sehingga penelitian ini akan membahas tentang analisis parameter kelembaban, ketebalan cat dan temperatur terhadap laju korosi dengan metode

desain faktorial melalui pengujian *immersion test*.

1.1 Definisi Korosi

Korosi didefinisikan sebagai penghancuran paksa zat seperti logam dan bahan bangunan mineral media sekitarnya, yang biasanya cair. Ini biasanya dimulai pada permukaan dan disebabkan oleh kimia dan dalam kasus logam, reaksi elektrokimia. Kehancuran kemudian dapat menyebar kebagian dalam materi. Organisme juga dapat berkontribusi pada korosi bahan bangunan. Selain itu korosi juga dapat diartikan sebagai penurunan mutu logam yang disebabkan oleh reaksi elektrokimia antara logam dengan lingkungan sekitarnya (Chamberlain, J., Trethewey, 1991). Kondisi lingkungan merupakan parameter yang berpengaruh terhadap laju korosi seperti kelembaban, oksigen, garam, temperatur dan polutan (Ascoatindo, 2007). Korosi adalah suatu peristiwa kerusakan atau penurunan kualitas suatu bahan yang disebabkan oleh terjadinya reaksi antara bahan dengan lingkungannya. Umumnya korosi diartikan sama dengan karat namun sebenarnya kedua kata tersebut memiliki arti yang berbeda, Karat merupakan korosi yang terjadi dan lebih dkhhususkan untuk logam besi (*ferrous*) sedangkan istilah korosi mempunyai cakupan yang lebih luas baik untuk material besi maupun selain besi. Beberapa hal yang dapat mempengaruhi daya rekat cat, antara lain adalah permukaan material, kondisi lingkungan, *surface preparation*, mutu / kualitas cat, pemilihan jenis cat, kombinasi cat, aplikasi pengecatan, ketebalan cat secara keseluruhan/*layer* (*Protective Coating Inspector-Training*, 2013).

1.2 Coating

Coating adalah lapisan penutup yang diterapkan pada permukaan sebuah benda dengan tujuan dekoratif maupun untuk melindungi benda tersebut dari kontak langsung dengan lingkungan. Pada sebuah pipa, *coating* merupakan perlindungan pertama dari korosi. *Coating* ini diaplikasikan untuk struktur bawah tanah, transisi pipa yang keluar dari tanah menuju permukaan dan untuk struktur pipa diatas tanah.

1.3 Prinsip Pengendalian Korosi

Prinsip dasar pengendalian korosi sebenarnya sederhana. Faktor-faktor yang mempengaruhi korosi dapat dibagi dalam dua kategori yaitu faktor logam (faktor dalam) dan

faktor lingkungan (faktor luar). Jumlah paduan logam maupun variasi lingkungan sangat banyak, sehingga dapat diperkirakan bahwa persoalan korosi tampaknya sangat kompleks. Tetapi dasar-dasar pengendaliannya dapat dibagi dalam 4 metode seperti berikut ini : membuat logam tahan korosi, membuat lingkungan menjadi tidak korosif, membalikkan arah arus korosi, memisahkan logam dari lingkungan.

1.4 Laju Korosi

Metode kehilangan berat adalah perhitungan laju korosi dengan mengukur kekurangan berat akibat korosi yang terjadi. Metode ini menggunakan jangka waktu penelitian hingga mendapatkan jumlah kehilangan akibat korosi yang terjadi. Standar yang digunakan untuk mengetahui jumlah kehilangan berat akibat korosi yaitu mengacu (ASTM G1) *Standard Practice for Preparing, Cleaning, and Evaluating Corrosion Test Specimen, American Society for Testing Material, U.S.A* maka digunakanlah rumus sebagai berikut :

$$Cr = \frac{K.W}{D.A.T}$$

Dimana :

Cr = Corrosion Rate (mpy)

K = $3,45 \times 10^6$

W = Weight Loss (Gram or gr)

D = Density of Speciment (gr/cm³)

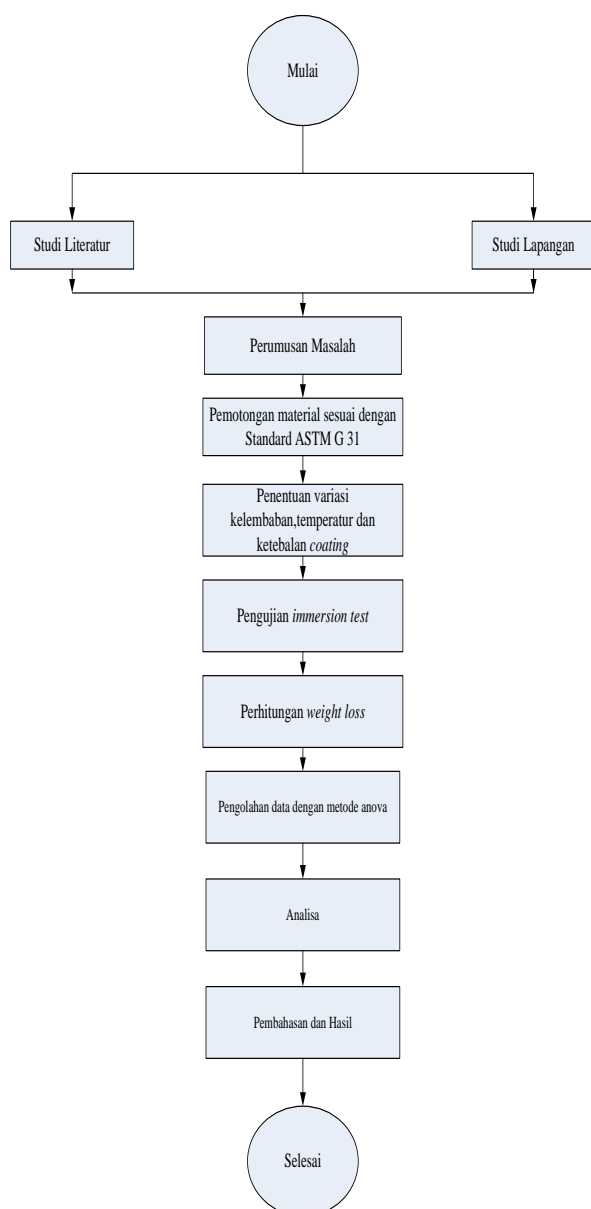
A = Area of Speciment (cm²)

T = Exposure Time (hours)

2. METODELOGI PENELITIAN

Pada awalnya spesimen yang berbentuk pipa diameter 8 inch dipotong dengan ukuran 50 mm x 25 mm x 3mm, kemudian spesimen dilakukan tahap persiapan *coating* dengan proses *blasting*. Setelah itu spesimen harus dilakukan proses *oven* untuk menentukan temperatur dan melakukan pengukuran kelembaban terlebih dahulu, lalu ketebalan cat ditentukan sesuai variasi. Sebelum dilaksanakan pengujian, spesimen ditimbang terlebih dahulu. Pengujian dilakukan selama 30 hari, setelah itu spesimen ditimbang kembali untuk mencari *weight loss* nya. Setelah didapat nilai laju korosi dengan perhitungan yang mengacu pada ASTM G1.

2.1 Diagram Alir



Gambar 1 diagram alir penelitian

3. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini, diperoleh hasil pengujian *Immersion Test*, meliputi *weight loss* material. Dari hasil tersebut kemudian dilanjutkan dengan menghitung laju korosi. kemudian data diolah menggunakan desain eksperimen (faktorial) menggunakan metode ANOVA dan Uji F.

Tabel 1 Rancangan Eksperimen

No	Kelembaban	Temperatur	Ketebalan
1	65	33	350
2	65	33	300
3	65	33	250
4	65	33	200
5	65	30	350
6	65	30	300
7	65	30	250
8	65	30	200
9	65	27	350
10	65	27	300
11	65	27	250
12	65	27	200
13	65	24	350
14	65	24	300
15	65	24	250
16	65	24	200
17	70	33	350
18	70	33	300
19	70	33	250
20	70	33	200
21	70	30	350
22	70	30	300
23	70	30	250
24	70	30	200
25	70	27	350
26	70	27	300
27	70	27	250
28	70	27	200
29	70	24	350
30	70	24	300
31	70	24	250
32	70	24	200
33	75	33	350
34	75	33	300
35	75	33	250
36	75	33	200
37	75	30	350
38	75	30	300
39	75	30	250
40	75	30	200
41	75	27	350
42	75	27	300
43	75	27	250
44	75	27	200
45	75	24	350
46	75	24	300
47	75	24	250
48	75	24	200
49	80	33	350
50	80	33	300
51	80	33	250
52	80	33	200
53	80	30	350
54	80	30	300
55	80	30	250
56	80	30	200
57	80	27	350
58	80	27	300
59	80	27	250
60	80	27	200
61	80	24	350
62	80	24	300
63	80	24	250
64	80	24	200

Tabel 2 nilai laju korosi

Berat Spesimen Awal	Berat Spesimen Akhir	Delta	Nilai laju korosi
48,343	48,341	0,003	0,062145517
47,594	47,591	0,003	0,062145517
44,385	44,382	0,003	0,062145517
47,635	47,632	0,001	0,020715172
46,136	46,133	0,002	0,041430344
46,446	46,442	0,002	0,041430344
45,837	45,834	0,002	0,041430344
40,214	40,211	0,001	0,020715172
46,306	46,303	0,001	0,020715172
48,244	48,241	0,001	0,020715172
47,745	47,742	0,001	0,020715172
48,012	48,008	0,001	0,020715172
48,785	48,781	0,002	0,041430344
45,586	45,581	0,002	0,041430344
45,314	45,307	0,001	0,020715172
46,575	46,571	0,001	0,020715172
48,126	48,123	0,001	0,020715172
48,013	48,011	0,002	0,041430344
45,015	45,013	0,003	0,062145517
47,837	47,831	0,003	0,062145517
47,402	47,395	0,001	0,020715172
46,585	46,582	0,001	0,020715172
47,643	47,64	0,002	0,041430344
45,302	45,299	0,002	0,041430344
46,803	46,802	0,001	0,020715172
46,654	46,65	0,002	0,041430344
47,245	47,243	0,002	0,041430344
45,807	45,801	0,001	0,020715172
45,146	45,143	0,001	0,020715172
48,205	48,201	0,002	0,041430344
46,822	46,815	0,002	0,041430344
45,104	45,096	0,001	0,020715172
44,912	44,906	0,003	0,062145517
46,527	46,523	0,005	0,103575861
47,023	47,02	0,004	0,082860689
45,521	45,519	0,006	0,124291033
46,656	46,652	0,004	0,082860689
45,153	45,149	0,003	0,062145517
47,734	47,731	0,003	0,062145517
49,695	49,691	0,002	0,041430344
46,097	46,09	0,003	0,062145517
45,728	45,725	0,002	0,041430344
46,144	46,139	0,003	0,062145517
47,113	47,108	0,003	0,062145517
48,865	48,862	0,003	0,062145517
45,766	45,762	0,002	0,041430344
48,153	48,151	0,002	0,041430344
47,684	47,678	0,003	0,062145517
46,892	46,89	0,012	0,248582066
49,723	49,72	0,012	0,248582066
46,405	46,403	0,02	0,414303444
46,284	46,282	0,02	0,414303444
48,846	48,842	0,004	0,082860689
45,384	45,378	0,007	0,145006205
45,725	45,718	0,007	0,145006205
48,303	48,302	0,01	0,207151722
47,032	47,028	0,006	0,124291033
48,803	48,795	0,006	0,124291033
48,324	48,321	0,007	0,145006205
47,405	47,403	0,01	0,207151722
48,154	48,151	0,005	0,103575861
47,665	47,659	0,006	0,124291033
45,536	45,534	0,008	0,165721378
46,087	46,084	0,01	0,207151722

tabel 2 menunjukkan percobaan 1 menggunakan variasi kelembaban 65, temperatur 33 dan ketebalan 350 menghasilkan nilai total 0,26144517 mpy

Tabel 3 perhitungan ANOVA

SUMBER	DF	SS	MS	F	FTABEL	KEPUTUSA
PERLAKUAN	63	0,8396	0,0133	77,9455	1,5152	TOLAK H0
KELEMBABAN	3	0,5362	0,1787	1045,46	2,7482	TOLAK H0
TEMPERATUR	3	0,0825	0,0275	160,752	2,7482	TOLAK H0
KETEBALAN	3	0,0191	0,0064	37,2484	2,7482	TOLAK H0
A X B	9	0,0902	0,01	58,5991	2,0298	TOLAK H0
A X C	9	0,0645	0,0072	41,902	2,0298	TOLAK H0
B X C	9	0,0128	0,0014	8,29847	2,0298	TOLAK H0
A X B X C	27	0,0344	0,0013	7,44444	1,6605	TOLAK H0
ERROR	64	0,0109	0,0002			
TOTAL	127	0,8505				

Semua parameter tersebut berpengaruh terhadap laju korosi. Nilai di dapat dari F hitung tiap parameter yang berpengaruh kemudian dibagi dengan jumlah parameter tersebut kemudian dikali 100%. Sehingga didapat nilai tiap parameter yang berpengaruh terhadap laju korosi.

$$\text{presentase variabel A: } \frac{1045,46}{(1045,46 + 160,752 + 37,2484)} \times 100 = 84,077 \%$$

$$\text{presentase variabel B: } \frac{160,752}{(1045,46 + 160,752 + 37,2484)} \times 100 = 12,928 \%$$

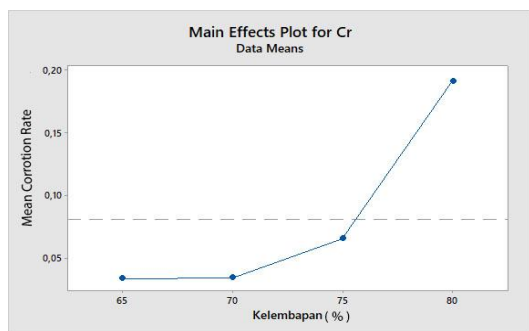
$$\text{presentase variabel C: } \frac{1045,46}{(1045,46 + 160,752 + 37,2484)} \times 100 = 2,995 \%$$

Hasil F hitung terhadap kelembaban, temperatur dan ketebalan *coating*, nilai kelembaban 84,077 %, nilai temperatur 12,928 % dan nilai ketebalan *coating* 2,995 %. Dari hasil tersebut didapatkan bahwa kelembaban memiliki pengaruh paling besar terhadap laju korosi.

Minitab menyediakan beberapa pengolahan data untuk analisis regresi, membuat ANOVA, membuat alat pengendali kualitas, membuat desain eksperimen (*factorial*). Hasil analisis di program Minitab dapat ditampilkan dalam histogram, plot dan angka dengan hanya memberikan satu atau dua perintah, bahkan dapat digabungkan dengan program pengolah data lain seperti Ms.Office dalam (Rosidah, 2015).

Grafik Laju Korosi

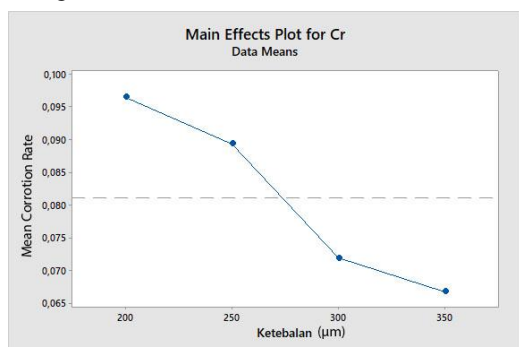
Pada Gambar 2 menunjukkan hubungan grafik antara kelembaban terhadap laju korosi sebagai berikut :



Gambar 2 Hubungan Nilai Kelembaban Dengan Laju Korosi

Peneliti mengasumsikan semakin tinggi nilai *mean*, maka semakin besar pula nilai laju korosi terhadap material. Dari hasil grafik kelembaban terhadap laju korosi, yang terdiri dari kelembaban 65%, 70%, 75% dan 80% dapat dilihat bahwa kelembaban 80% lebih besar nilai laju korosi. maka peneliti menyimpulkan bahwa menurut pengujian *Immersion test* kelembaban 65 % adalah yang paling optimal terhadap laju korosi.

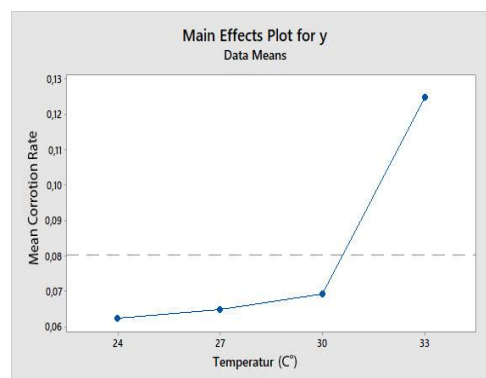
Pada Gambar 3 menunjukkan hubungan grafik antara temperatur terhadap laju korosi sebagai berikut :



Gambar 3 Hubungan Nilai temperatur Dengan Laju Korosi

Peneliti mengasumsikan semakin tinggi nilai *mean*, maka semakin besar pula nilai laju korosi terhadap material. Dari hasil grafik temperatur terhadap laju korosi, yang terdiri dari temperatur 24°C, 27°C, 30°C dan 33°C dapat dilihat bahwa temperatur 33°C lebih besar nilai laju korosinya. maka peneliti menyimpulkan bahwa temperatur 24°C ialah yang paling optimal terhadap nilai laju korosi terhadap material.

Pada Gambar 4 menunjukkan hubungan grafik antara ketebalan *coating* terhadap laju korosi sebagai berikut :



Gambar 4 Hubungan Nilai ketebalan coating Dengan Laju Korosi

Peneliti mengasumsikan semakin rendah nilai *mean*, maka semakin baik pula nilai laju korosi terhadap material. Dari hasil grafik kelembaban terhadap laju korosi, yang terdiri dari ketebalan 200 µm, 250 µm, 300 µm dan 350 µm dapat dilihat bahwa ketebalan 200 µm lebih besar nilai laju korosi terhadap material. maka peneliti menyimpulkan bahwa menurut pengujian *immersion test* ketebalan yang berpengaruh 350 µm adalah yang paling optimal terhadap nilai laju korosi.

4. KESIMPULAN

- Berdasarkan variasi kelembaban 65%, 70%, 75%, 80% diketahui bahwa semakin tinggi kelembaban maka semakin besar pula laju korosinya. Kelembaban memiliki hasil F hitung 84,077 % .
- Berdasarkan variasi temperatur 24°C, 27°C, 30°C, 33°C diketahui bahwa semakin tinggi kelembaban maka semakin besar pula laju korosinya. Temperatur memiliki hasil F hitung 12,928 % .
- Berdasarkan variasi ketebalan *coating* 200 µm, 250 µm, 300 µm, 350 µm diketahui bahwa semakin tinggi ketebalan *coating* maka semakin kecil pula laju korosinya. Ketebalan *coating* memiliki hasil F hitung 2,995 % .

Sehingga berdasarkan F hitung terhadap kelembaban, temperatur dan ketebalan *coating* diketahui jika kelembaban adalah faktor paling berpengaruh terhadap laju korosi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa dalam menyelesaikan jurnal ini tidak terlepas dari bimbingan dan juga motivasi oleh berbagai

pihak, penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

- a) Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan materil, motivasi, nasehat dan juga do'a bagi kelancaran penulis.
- b) Bapak Bambang Antoko, selaku dosen pembimbing 1 yang telah membantu

dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini.

- c) Bapak Bayu Wiro Karuniawan, selaku dosen pembimbing 2 yang telah membantu dengan memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyelesaian jurnal tugas akhir ini.

7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Admiaji. 2015. *Analisa laju korosi pada plat baja dengan variasi ketebalan coating*. Jurusan Teknik
- [2] Sistem Perkapalan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. ASCOATINDO. 2007. *Coating Inspektor Muda*. Bandung: Corrosion Care Indonesia.
- [3] ASTM G31-72.2004. *Standard Praticice for Laboratory Immersion Corrosion Testing of Metals*.
- [4] ASTM G1. 2011. *Standard Practice for Immersion Test*. Chamberlain,
- [5] J.,Trethewey, KR. 1991. *Korosi*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [6] Dzuhro. 2015. *Pengaruh variasi temperature dan waktu pencelupan pada proses phosphating terhadap laju korosi MILD STEEL ST 37*. Jurusan Teknik Mesin. Universitas Negeri Jember.
- [7] Faiq. 2016. *Analisa Daya Rekat Pada Proses Painting Dengan Variasi Jumlah Lapisan, Surface preparation dan Aplikator Pada Baja A36 Menggunakan metode Desain Faktorial*. Teknik Desain Manufaktur. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.
- [8] Kurniawan, A., H. Supomo, dan Soejitno. 2013. "Studi Pemilihan Jenis Coating Pada Komposit Bambu Laminasi Sebagai Material Lambung Kapal." *Jurnal Teknik Pomits* 2 (1): 1-5.
- [9] Rosidah, Ardila. 2015. *Analisis Kekasaran Permukaan Pada Proses Sand Blasting Dengan Variasi Jarak, Tekanan, dan Sudut Pada Pelat A36 Menggunakan Metode Box Behnken*. Jurusan Teknik Desain Manufaktur. Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya.