



ISSN 2338-0322

# JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

## Analisis Pengaruh Tekanan dan Jarak *Air Spray* Terhadap Ketebalan *Coating* dan Laju Korosi Pada Baja A36

Ahmad Kenteurachmat<sup>1)</sup>, Parlindungan Manik<sup>1)</sup>, Ari Wibawa<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Laboratorium Teknologi Material dan Produksi Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

\*e-mail :ahmadkenteu@students.undip.ac.id

### Abstrak

*Coating* merupakan salah satu metode yang digunakan untuk melindungi material dari kerusakannya akibat lingkungan. Metode *air spray* pada *coating* dianggap sebagai metode paling optimal dalam melindungi material. Namun banyak faktor yang dapat merubah hasil dalam penggunaannya, salah satunya tekanan dan jarak. Tujuan dari penelitian ini adalah mencari nilai optimal penggunaan *air spray* terhadap ketebalan *coating* dan laju korosi. Metode penelitian menggunakan variasi tekanan 3,5, dan 7 bar dan jarak 15, 20, 25 cm, untuk pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia yaitu larutan NaCl 3,5%. Hasil penelitian nilai laju korosi paling rendah didapatkan pada tekanan 7 bar dan jarak 25 dengan hasil 0.0396 mm/year dan ketebalan 182.7  $\mu\text{m}$ . Untuk hasil laju korosi tertinggi didapatkan pada tekanan 3 bar dan jarak 25 cm dengan nilai laju korosi 0.1085 mm/year dan nilai ketebalan 169.3  $\mu\text{m}$ . Sehingga pada penelitian ini didapatkan dengan menggunakan jarak 15, 20, 25 cm dan tekanan 3, 5, 7 bar masih mendapatkan nilai hasil laju korosi dengan hasil yang dinilai baik dan optimal dalam perlindungannya. Untuk pengaruhnya terhadap ketebalan dibutuhkan tekanan dan jarak optimal untuk mendapatkan hasil yang sesuai.

Kata Kunci : *Coating*, Tekanan *Air spray*, Jarak *Air Spray*, Laju Korosi

### 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim, sehingga dunia perkapalan sangat digunakan dalam berbagai aspek. Logam terutama baja atau besi menjadi bahan yang sangat banyak digunakan untuk bahan dari berbagai macam peralatan konstruksi dan kendaraan [1]. Penggunaan baja menjadi sangat penting dalam proses pembuatan kapal. Baja yang sering digunakan adalah baja karbon rendah yang mempunyai spesifikasi *tensile strength* sebesar 400-550 Mpa, *yield strength* sebesar 250 Mpa, dan regangan yang bisa mencapai 23% [2].

Klasifikasi korosi dibagi menjadi dua yaitu Korosi kering dan korosi basah. Korosi basah terjadi saat *liquid* dapat terlihat sehingga melibatkan larutan air atau elektrolit yang berjumlah besar, contohnya seperti korosi pada baja dengan air. Sedangkan untuk korosi kering biasanya terjadi dikarenakan temperatur yang

tinggi, contohnya seperti serangan pada baja dengan gas tungku [3].

Karena lambung kapal baja selalu terendam air laut, maka lambung perlu dilindungi untuk meminimalkan risiko korosi. Dalam hal ini, pencegahan mempertahankan kualitas dari material baja pada kapal untuk memperpanjang usia dari pemakaian material tersebut. Salah satu metode yang digunakan adalah pelapisan (*coating*) yakni melapisi material dengan tujuan melindungi dari proses korosi yang terjadi akibat lingkungan.

*Coating* mempunyai beberapa cara untuk pengaplikasiannya, yaitu *spray*, kuas, dan *roll*. Dengan mengacu terhadap penelitian sebelumnya yang melakukan analisa terkait pengaruh metode variasi *coating* kemudian dilakukan pengujian pada hasil laju korosi, kekuatan daya rekat, dan dampak. Menggunakan metode *coating* kuas, *roll*, dan *spray* didapatkan metode menggunakan *spray* adalah metode paling efektif dalam menahan laju korosi sebesar 0.00029799 mmpy, untuk kuas 0.00069233 mmpy dan *roll* 0.0043177 mmpy [4].

*Air spray gun* adalah jenis semprot yang sudah umum digunakan untuk pengecatan. Metode *spray* menggunakan *air spray gun* adalah proses cat dicampurkan dan dipercahkan menjadi kabut dengan udara. Pengkabutan ini menggunakan *nozzle* dan kompresor sebagai sumber tekanan udara. *Nozzle* yang berfungsi untuk mengatur penyebaran penyemprotan cat di udara.

Pada penelitian sebelumnya yang menganalisa hasil laju korosi akibat dari ketebalan lapisan hasil *coating*. Menggunakan variasi sistem tiga lapis dengan cat *epoxy* dan dua lapis dengan cat *alkyd*. Dengan hasil ketebalan 971, 643, dan 616  $\mu\text{m}$  menggunakan cat *epoxy* dan 332, 248, dan 229  $\mu\text{m}$  menggunakan cat *alkyd*. Pada pengujian laju korosi nilai pada ketebalan 643  $\mu\text{m}$  mendapatkan nilai paling baik dalam menahan laju korosi. Dan untuk cat *alkyd* nilai tertinggi pada laju korosi berada pada ketebalan 248  $\mu\text{m}$  yang sebesar 0.020262 mm/yr, dan untuk cat *epoxy* dengan nilai laju korosi 0.00011677 mm/yr berada pada ketebalan 971  $\mu\text{m}$ . Sehingga ketebalan pada *coating* tidak mempengaruhi baik atau buruknya pada laju korosi, dikarenakan adanya cacat saat melakukan *coating* [5].

Menurut penelitian sebelumnya yang menganalisa dari perubahan hasil material dengan variasi jenis abrasif dan tekanan saat *coating* kemudian diuji laju korosi dan uji impak. Menggunakan variasi abrasif saat proses *sandblasting* yaitu *steel grit* dan *silica* dengan variasi dari tekanan *spray* saat melakukan *coating* yaitu 2.5 bar, 3.5 bar, dan 4.5 bar. Didapatkan kesimpulan dengan menggunakan jenis *steel grit* dan tekanan *spray* 4.5 bar menghasilkan nilai laju korosi paling rendah yaitu 0.00124 mm/yr. Sehingga untuk mendapatkan nilai laju korosi yang baik diperlukan jenis abrasif yang kasar, bertujuan untuk membuat kekasaran pada material yang lebih agar hasil dari *coating* dapat melekat dengan baik pada material sendiri [6].

Mengacu pada penelitian sebelumnya mengenai tekanan dan jarak pada *spray gun* terhadap kualitas cat bahan dasar air. Dengan menggunakan variabel jarak yaitu 10, 15, 20 cm dan tekanan 1.5, 2, 2.5 bar dengan sistem 2 lapisan pada spesimen kemudian dikeringkan dengan udara terbuka dan oven selama 25 menit. Didapatkan hasil yang paling baik untuk tingkat kekilapan yaitu pada tekanan 2 bar dan jarak 15 cm dengan menghasilkan 92.77 GU. Karena dengan tekanan dan jarak yang sesuai menghasilkan atom dari cat yang menyalurkan atau melindungi permukaan dengan baik, sehingga mendapatkan nilai terbaik. Sebaliknya untuk nilai terendah, didapatkan pada tekanan 1.5 bar dan jarak 20 cm yang mendapatkan hasil 78.77 GU. Mendapatkan

nilai paling rendah karena tekanan yang dinilai terlalu kecil sehingga *droplet* dari cat terlalu lama sampai ke permukaan material. Akibatnya cat tidak memberikan kualitas terbaik [7].

Kemudian pada penelitian tentang parameter yang tepat untuk mendapatkan ketebalan lapisan cat untuk permukaan tidak merata. Dengan memperhatikan faktor penting dari pemakaian *spray gun* seperti jarak, sudut, kecepatan langkah ayun, pola tumpang tindih. Menggunakan variabel jarak (200, 150, 100 mm), tekanan *spray gun* (10 dan 12 Psi), tekanan tabung (20 dan 25 Psi), serta kecepatan langkah ayun (0.381 dan 0.448 m/s). Mendapatkan kesimpulan bahwa variabel berpengaruh untuk memberikan variasi dari ketebalan pada cat. Dengan hasil ketebalan 0.1 mm menggunakan jarak 100 mm, tekanan 12 Psi, tekanan tabung 20 Psi, dan kecepatan langkah ayun yaitu 0.381 m/s. Namun pada penelitian ini menemukan faktor yang paling sangat berpengaruh dalam penggunaan *spray gun* ialah jarak penyemprotan [8].

Pada penelitian pengaruh variasi jumlah pelapisan dan jarak pelapisan *spray coating* pada baja AISI 1020 terhadap kekasaran dan laju korosi. Menggunakan variabel 1, 2, dan 3 lapisan pada cat serta variasi jarak pelapisan 10, 15, 20 cm. Didapatkan hasil kekasaran yang tinggi berada pada variabel 3 lapis dengan jarak 10 cm, untuk hasil laju korosi didapatkan nilai paling rendah pada variabel 20 cm pada 3 lapisan dengan nilai 2.376 mpy. Pada pengaplikasian *coating* diperlukan jarak yang optimal agar cat tidak terlalu jauh atau dekat terhadap spesimen. Dengan menambah lapisan pada material, maka semakin baik dalam menghambat laju korosinya [9].

Pada penelitian sebelumnya, melakukan penelitian pengaruh jarak semprot dengan menggunakan variasi tipe *spray gun* merk meiji dan kentaro untuk mendapatkan hasil cat yang *solid*. Dengan variabel jarak yaitu 10, 14, 18, 22 cm dan tekanan 3 bar. Mendapatkan hasil perbedaan dari *spray gun* mempengaruhi hasil dari kekilapan, dibuktikan merk Meiji dapat memberikan hasil pengkabutan yang lebih halus dibanding merk kentaro. Pada *spray gun* merk Meiji hasil yang didapatkan pada jarak yang sudah ditentukan, semakin tinggi jarak yaitu 22 cm semakin baik juga hasil kekilapan, mendapatkan hasil 71.4 GU. Sedangkan merk Kentaro hasil justru berbeda, dimana hasil terbaik didapatkan pada jarak 18 cm dengan nilai 64.3 GU. Pada penelitian ini semakin tinggi jarak penyemprotan permukaan, cat lebih baik memberikan hasil kekilapan [10].

Berdasarkan dari penelitian sebelumnya maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai metode paling baik dalam pengaplikasian *coating*

menggunakan *air spray*. Faktor yang mempengaruhi penggunaannya antara lain tekanan (*air spray*, kompresor), *nozzle* (jarak, diameter, sudut), durasi waktu penyemprotan. Pada penelitian ini hanya menganalisa mengenai tekanan *air spray* dan jarak *nozzle* terhadap baja A36. Agar bisa mendapatkan hasil *coating* yang optimal dalam mengurangi laju korosi.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Objek Penelitian

Baja karbon merupakan logam yang paling banyak digunakan dalam berbagai hal, seperti untuk konstruksi dan lainnya. Dengan banyaknya jenis dari baja karbon sehingga mudah untuk disesuaikan dengan kebutuhan atau sesuai kondisi lingkungan. Baja karbon dibagi menjadi 4, yaitu

1. *Low Carbon*  
Kandungan karbon (< 0,15%)
2. *Mild Carbon*  
Kandungan karbon (0,30% - 0,29%)
3. *Medium Carbon*  
Kandungan karbon (0,30% - 0,59%)
4. *High Carbon*  
Kandungan karbon (0,60% - 1,70%)

Pada penelitian ini menggunakan baja karbon rendah A36 dengan kandungan seperti tabel 1.

Unsur	Komposisi
Karbon	0.26 %
Tembaga	0.20 %
Besi	99.0 %
Mangan	0.85 – 1.20 %
Fosfor	0.04 %
Sulfur	0.05 %

Menurut *American Standard Testing and Material* (ASTM) komposisi dan daya tahan baja A36 seperti tabel 2.

Keterangan	Daya
<i>Tensile Stress</i> (Mpa)	400-500
<i>Yield Strength</i> (Mpa)	250
<i>Elongation at break</i> (%)	23 %

### 2.2 Spesimen

Dengan menggunakan baja A36 untuk penelitian ini, kemudian baja dipotong sesuai dengan kebutuhan yaitu 50 mm x 50 mm x 3 mm sebanyak 10 spesimen. Gambar dari spesimen seperti gambar 1.



Gambar 1. Spesimen Penelitian

Pada penelitian ini digunakan nama spesimen untuk penjelasan tabel 3. Keterangan A menunjukkan keterangan tekanan (bar) pada *airspray*. Keterangan J untuk spesifikasi dari tekanan 3 bar. Keterangan K spesifikasi tekanan 5 bar. Keterangan L terhadap tekanan 7 bar. Kemudian nomor 1 menjelaskan spesifikasi jarak 15 cm. Nomor 2 untuk jarak 20 cm. Dan nomor 3 untuk jarak 25 cm.

Nama Spesimen	Tekanan (bar)	Jarak (cm)
RAW	-	-
AJ 1		15
AJ 2	3	20
AJ 3		25
AK 1		15
AK 2	5	20
AK 3		25
AL 1		15
AL 2	7	20
AL 3		25

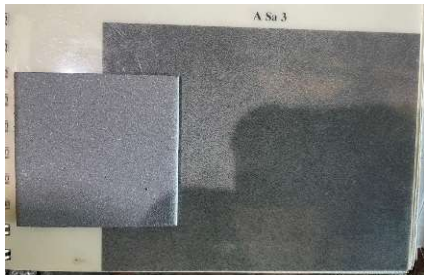
### 2.3 Surface Preparation

*Surface preparation* adalah tahapan pertama yang dilakukan dalam memberikan perlakuan terhadap material sebelum dilakukan penambahan lapisan lainnya [11]. Salah satunya untuk melakukan pembersihan permukaan ini adalah *sandblasting*. Proses *sandblasting* dilakukan untuk membersihkan material dari *mill scaled* dan karat. Proses pembersihan pada logam mempunyai beberapa metode seperti pengamplasan, sikat, bahan kimia berair, pelarut, dan media peledakan. Proses *sandblasting* ini menggunakan material abrasif seperti pasir, dengan melepaskan pasir dengan tekanan tinggi dari kompresor kepada ujung *nozzle sandblast*. Sehingga pasir akan membersihkan material dan membuat profil kekasaran dan kebersihan yang baru untuk cat akan menempel. *Sandblasting* dibagi menjadi 2 jenis yaitu *Dry Sandblasting* untuk logam yang tidak berpotensi percikan api. Dan *Wet Sandblasting* untuk logam yang mempunyai resiko bakar tinggi.

Tabel 4. Tingkat Standar Kebersihan

Deskripsi	SSPC-SP	ISO 8501-1
White Metal	SSPC – SP 5	Sa 3
Near White Metal	SSPC – SP 10	Sa 2.5
Commercial Blast	SSPC – SP 6	Sa 2
Power Tool Cleaning	SSPC – SP 3	St 3
Hand Tool Cleaning	SSPC – SP 2	St 2

Standar dari tingkat kebersihan dikeluarkan yaitu SSPC-SP dan ISO. Tingkat kebersihan ditunjukkan pada tabel 4. Pada penelitian ini menggunakan material abrasif jenis *steel grit 25 mesh* untuk mendapatkan hasil tingkat kebersihan Sa 3 sesuai dengan anjuran cat Bannoh 1500. Setelah dilakukan *sandblasting*, akan dilakukan inspeksi secara visual agar sesuai dengan standar.



Gambar 2. Cleanliness Spesimen

Hasil dari *cleanliness* spesimen ditunjukkan pada gambar 2. Untuk sifat kekasaran dari suatu material akan diukur menggunakan alat *Roughness Meter*. Bentuk alat seperti gambar 3.



Gambar 3. Roughness Meter

## 2.4 Coating

Pada proses *coating* menggunakan cat *epoxy* yaitu bannoh 1500, cat yang digunakan ini mempunyai standar atau kualitas yang baik dan digunakan dalam proses pengecatan kapal,

mempunyai daya rekat sangat baik pada permukaan dan daya tahan menahan laju korosi serta kuat saat terkena paparan sinar *ultraviolet* (UV) [12]. Dalam proses pengaplikasiannya menggunakan *air spray gun* dengan variabel jarak 15 cm, 20 cm, dan 30 cm dan tekanan 3 bar, 5 bar, dan 7 bar. Menggunakan 1 lapisan saat pengecatan dengan ketebalan yang diinginkan saat kering yaitu 180  $\mu\text{m}$ . Diameter *nozzle*, sudut penyemprotan, dan waktu dianggap sama. Alat yang digunakan adalah *Spray gun* Wipro F75G.



Gambar 4. Spray gun

Gambar 4. adalah alat *spray gun* yang digunakan untuk penelitian ini. Untuk kompresor menggunakan Wan Beardsley Compressor WZS-20AZ. Proses *coating* dilakukan di CV. Cipta Agung, Surabaya.

## 2.5 Wet & Dry film thickness

Proses ini penting untuk mengukur ketebalan dari setelah cat diaplikasikan dan saat cat sudah kering. Dengan mengacu pada standar, untuk *wet film thickness* mengukur ketebalan saat cat keadaan basah dengan aturan ASTM D4414 – *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages*. Untuk *dry film thickness* (DFT) mengukur ketebalan saat cat sudah kering sepenuhnya mengacu pada standar ASTM D4138 – *Standard Method Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means*. Pada penelitian ini ketebalan disesuaikan dengan memperhatikan data sheet dari cat bannoh 1500 yaitu dengan *volume solid* 73 %. Sehingga ketebalan saat cat basah setelah dari proses *coating* yaitu 250  $\mu\text{m}$  dan untuk ketebalan saat cat kering total yaitu 182.5  $\mu\text{m}$ .



## 2.6 Laju Korosi

Laju korosi atau laju perkembangan korosi adalah penurunan kualitas material yang dipengaruhi oleh beberapa faktor dan proses. Menggunakan satuan mpy (*mils penetration per year*, aturan *British*) atau mm/y (*milimeter per year*, aturan internasional). Nilai dari perbandingan dari ketahanan korosi dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5. Standar Ketahanan Laju Korosi**

Ketahanan Korosi	Nilai Satuan (mm/year)
<i>Outstanding</i>	<0,02
<i>Excellent</i>	0,02-0,1
<i>Good</i>	0,1-0,5
<i>Fair</i>	0,5-1
<i>Poor</i>	1-5
<i>Unacceptable</i>	>5

Nilai satuan yang digunakan untuk menghitung hasil laju korosi ditetapkan dan disetujui seperti tabel 5. Pada penelitian ini pengujian laju korosi dilakukan proses elektrokimia dengan media NaCl 3,5%, karena prosedur menghasilkan perbandingan valid pada perlakuan logam saat spesimen mendapatkan paparan dengan tingkat tinggi. Nilai laju korosi yang tinggi dapat menunjukkan ketahanan korosi dari suatu logam sangat rendah [13]. Besar dari laju korosi yang dipengaruhi oleh polarisasi linier dan teknik elektrokimia yang dinyatakan pada rapat arus. Perbandingan hasil dijadikan tingkat penetrasi dengan menggunakan *Faradays Law*, menghasilkan rumus berikut :

$$\text{corrosion penetration rate} = K \frac{ai}{nD} \quad (1)$$

Dimana K adalah konstanta dari penetrasi (0,00327 mm/yr) dan D adalah densitas (g/cm<sup>3</sup>), A adalah berat atom logam (gram), N adalah jumlah elektron hilang, I adalah kepadatan arus (μA/cm<sup>3</sup>).

Mengacu pada standar ASTM G102 – *Standard Practice for Corrosion Rates and Related Information From Electrochemical Measurement*, untuk sel 3 elektroda. Penelitian ini menggunakan aplikasi *software corrtest*, dan berlokasi di Laboraturium Korosi dan Kegagalan Material, Institut Sepuluh Nopember, Surabaya.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1. Analisa Hasil *Surface Preparation*

Hasil dari *surface preparation* mendapatkan 2 proses, yaitu *cleanliness* dan kekasaran permukaan. Metode *Surface Preparation* dengan

*sandblasting* menggunakan material abrasif jenis *steel grit 25 mesh*, mendapatkan tingkat kebersihan standar SA 3. Tingkat *Dust Level* yang didapat dari hasil *sandblasting* mendapatkan di level 1 dengan standar acuan ISO 8502-3. Hasil *sandblasting* membuat profil kekasaran yang baru, semakin besar untuk *steel grit* maka hasil permukaan akan membuat tingkat kekasaran material lebih tinggi. Menggunakan standar ASTM D4117, dalam mengukur kekasaran dilakukan pengukuran kepada 1 titik dan 3 pengulangan, agar hasil lebih akurat. Hasil dari kekasaran diberikan pada tabel 6.

**Tabel 6. Kekasaran Permukaan**

Nama Spesimen	Kekasaran (μm)
RAW	72
AJ 1	77
AJ 2	76
AJ 3	74
AK 1	75
AK 2	74
AK 3	71
AL 1	73
AL 2	75
AL 3	75

### 3.2 Analisa Hasil Kelembapan Lingkungan

Salah satu faktor yang mempengaruhi dari proses *coating* yaitu lingkungan. Lingkungan memiliki banyak faktor yang harus diperhatikan seperti *Dew Point* (DP), *Relative Humidity* (RH), suhu lingkungan kering dan basah dan suhu material. Dalam proses pengaplikasian *coating* diperlukan *Relative Humidity* <85% dan temperatur permukaan material harus diatas 3°C dari *Dew Point* [14].



Gambar 5. *Swing Hygrometer*

Dalam pengukuran *Dry Bulb* dan *Wet Bulb* menggunakan alat yang *Swing Hygrometer*. Gambar 5. adalah proses yang didapat membuat hasil kelembapan lingkungan terhadap material. Hasil yang didapat akan dibuat menjadi sebuah tabel. Hasil perhitungan dilihat pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil *Relative Humidity* dan *Dew Point*

Keterangan	Hasil	Standar	Validasi
<i>Steel Temperature</i>	36°C	>5°C	Terpenuhi
<i>Dry Bulb</i>	31°C	>5°C	Terpenuhi
<i>Wet Bulb</i>	25°C	>5°C	Terpenuhi
<i>Relative Humidity</i>	62%	<85%	Terpenuhi
<i>Dew Point</i>	23°C	<(Steel Temp. <3°C)	Terpenuhi

Melihat hasil dari tabel 7 dan *technical data sheet* pada cat bannoh 1500 yang akan digunakan yaitu suhu spesimen *dew point* + minimal 3 °C, dan maksimal kelembapan yaitu lebih kecil dari 85%. Sehingga spesimen sudah memenuhi standar untuk dilanjutkan pada proses selanjutnya.

### 3.3 Analisa Hasil *Coating*

Selanjutnya dari proses *surface preparation*, material dilakukan pengaplikasian *coating*. Transisi dari *surface preparation* ke *coating* tidak boleh terlalu lama, karena akan mengalami degradasi akibat pengaruh lingkungan terhadap material. Dengan cat Bannoh 1500 dicampurkan dengan *hardener* dan *thinner* perbandingan 4:1:1 pada volume campuran cat. Menggunakan alat *spray gun* Wipro F75G dengan kompresor WZS-20AZ dan diaplikasikan dengan sistem 1 lapisan. *Data sheet* cat Bannoh 1500 memiliki *volume solid* sebesar 73%. Maka ketebalan cat yang diinginkan saat cat masih basah atau *wet film thickness* yaitu 250 µm. Hasil pengaplikasian *coating* dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Spesimen Setelah *Coating*

### 3.4 Analisa Hasil *Dry Film Thickness*

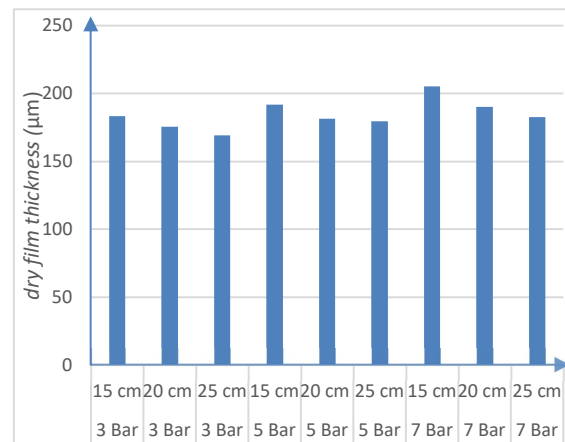
Spesimen yang sudah melewati proses *coating* diberikan pengukuran *wet film thickness* dengan menempelkan alat pengukur terhadap spesimen yang sudah di cat, sehingga mendapatkan angka dari ketebalan cat saat masih basah. Kemudian jika cat sudah diukur ketebalannya saat masih basah, spesimen dikeringkan sesuai anjuran dari *data sheet*, untuk cat menjadi *hard dry* diperlukan 4-5 hari. Setelah cat sudah mengalami *hard dry* dilakukan pengetesan untuk mengukur *dry film thickness* menggunakan alat *coating thickness gauge*. *Technical data sheet* cat Bannoh 1500 memiliki *volume solid* sebesar 73%. Maka ketebalan cat yang diinginkan saat cat masih basah

atau *wet film thickness* yaitu 250 µm, sehingga ketebalan optimal saat cat kering atau *dry film thickness* yaitu 182.5 µm. Hasil dari pengukuran *wet film thickness* dan *dry film thickness* dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Nilai *dry film thickness* (DFT)

Nama Spesimen	DFT (µm)	Rata-Rata DFT (µm)
AJ 1	180.4	183.3
	186.2	
	183.3	
AJ 2	176.1	175.7
	177.5	
	173.5	
AJ 3	170.8	169.3
	168.1	
	169.6	
AK 1	193.7	191.7
	191.4	
	190.0	
AK 2	179.9	181.4
	185.3	
	179.0	
AK 3	183.5	179.7
	179.1	
	176.5	
AL 1	210.5	205.4
	198.8	
	206.9	
AL 2	190.5	190.3
	191.9	
	192.1	
AL 3	184.7	182.7
	181.5	
	181.9	

Berdasarkan tabel 8. nilai ketebalan *coating* dipengaruhi oleh tekanan dan jarak pada hasilnya. Tekanan tinggi dan jarak dekat membuat ketebalan cat semakin tebal, begitupun sebaliknya jika jarak semakin jauh maka hasil ketebalan lebih sedikit. Hasil ketebalan terhadap tekanan dan jarak seperti gambar 7. berikut.



Gambar 7. Grafik Hasil Ketebalan *Coating*

### 3.5 Analisa Hasil Uji Korosi

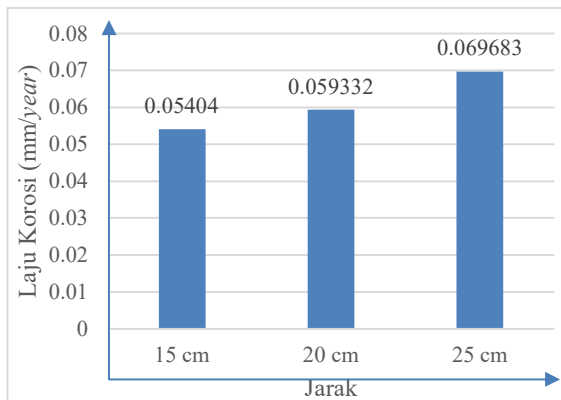
Laju korosi menggunakan elektrokimia dengan 3 sel elektroda yaitu metode yang menilai arus listrik yang timbul dengan analisa dari tingkat keausan logam dari reaksi metode antar logam dan elektrolit. Menggunakan larutan NaCl 3.5% sesuai regulasi ASTM G44 – *Standard Practice for Exposure of Metals and Alloys by Alternate Immersion in Neutral 3.5% Sodium Chloride Solution* [15]. Hasil pengujian laju korosi dilihat pada tabel 9.

Tabel 9. Hasil Laju Korosi

Nama Spesimen	Kuat Arus (A/cm <sup>2</sup> )	Laju Korosi (mm/year)	Ket.
RAW	9.89 x 10 <sup>-5</sup>	1.1473	P
AJ 1	4.97 x 10 <sup>-6</sup>	0.0540	E
AJ 2	5.63 x 10 <sup>-6</sup>	0.0593	E
AJ 3	6.15 x 10 <sup>-6</sup>	0.0696	E
AK 1	6.79 x 10 <sup>-6</sup>	0.0782	E
AK 2	4.36 x 10 <sup>-6</sup>	0.0484	E
AK 3	5.06 x 10 <sup>-6</sup>	0.0512	E
AL 1	8.75 x 10 <sup>-6</sup>	0.1085	G
AL 2	5.33 x 10 <sup>-6</sup>	0.0528	E
AL 3	3.17 x 10 <sup>-6</sup>	0.0396	E

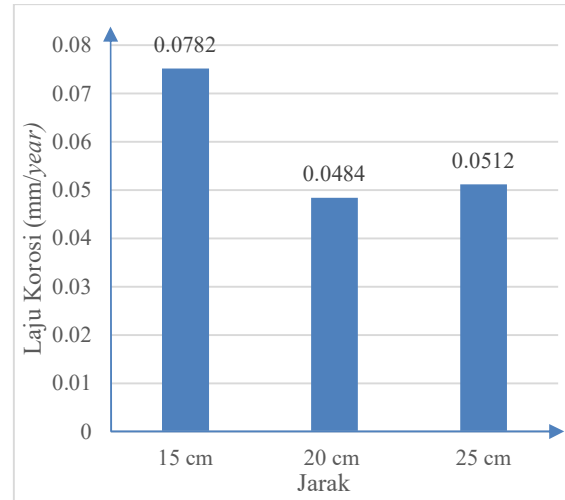
Dimana P adalah *Poor*, G adalah *Good* dan E adalah *Excellent*.

Dari hasil tabel 9, *coating* sangat memberikan dampak yang besar untuk melindungi material dari laju korosi. Seperti pada material yang tidak dilakukan *coating* mendapatkan keterangan '*poor*', sehingga dianggap tidak layak untuk digunakan dengan hasil nilai laju korosi sebesar 1.1473 mm/year. Melihat gambar 8. pada tekanan 3 bar, nilai dari laju korosi semakin naik bersamaan dengan tingginya dari jarak penyemprotan, hasil tekanan 3 bar pada jarak 25 cm mendapatkan nilai laju korosi sebesar 0.069683 mm/year, lalu pada jarak 20 cm mendapatkan nilai 0.059332 mm/year, untuk jarak 15 cm laju korosi tertinggi pada tekanan 3 bar yaitu senilai 0.05404 mm/year.



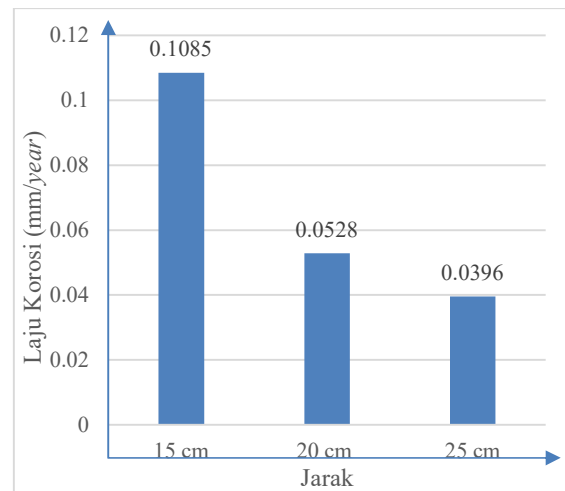
Gambar 8. Hasil Laju Korosi Tekanan 3 Bar

Kemudian melihat gambar 9. pada tekanan 5 bar mengalami *peak* pada grafik. Hasil jarak 15 cm mendapatkan nilai laju korosi 0.0782 mm/year, lalu pada jarak 20 cm mendapatkan nilai 0.0484 mm/year, untuk jarak 25 cm mendapatkan nilai 0.0512 mm/year. Dengan tekanan 5 bar jarak 15 cm mengalami kenaikan pada hasil laju korosi karena terjadi cacat pada cat yang membuat perlindungan tidak maksimal.



Gambar 9. Hasil Laju Korosi Tekanan 5 Bar

Untuk tekanan 7 bar semakin tinggi jarak penyemprotan mendapatkan nilai laju korosi lebih baik. Pada tekanan 7 bar dan jarak 25 cm mendapatkan nilai laju korosi sebesar 0.0396 mm/year, lalu untuk jarak 20 cm mendapatkan nilai 0.0528 mm/year, untuk jarak 15 cm mendapatkan nilai 0.1085 mm/year. Nilai dari hasil melalui grafik dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Hasil Laju Korosi Tekanan 7 Bar

Penelitian ini didapatkan dengan menggunakan variabel tekanan dan jarak dapat memaksimalkan proteksi cat kepada material guna

melindungi material terhadap laju korosi, didapatkan nilai paling optimal berada pada tekanan 7 bar dan jarak 25 cm dengan hasil yaitu 0.0396 mm/year. Sedangkan nilai laju korosi yang tertinggi didapatkan pada variabel 7 bar dan jarak 15 cm, karena mengalami kecacatan pada hasil cat.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil ketebalan pada cat sangat dipengaruhi oleh tekanan dan jarak. Hal ini bisa dilihat pada hasil DFT, semakin dekat jarak penyemprotan terhadap material maka cat akan semakin tebal dan akan mengurang bersamaan dengan jarak yang semakin tinggi. Hasil dari pengukuran DFT tertinggi berada pada tekanan 7 bar dengan jarak 15 cm yaitu 205.4  $\mu\text{m}$ . Dan untuk ketebalan paling rendah berada pada tekanan 3 bar dengan jarak 25 cm senilai 169.3  $\mu\text{m}$ .

*Coating* berhasil melindungi spesimen pada pengurangan nilai laju korosinya. Variasi dari tekanan dan jarak yang dilakukan pada penelitian mendapatkan kategori yang baik dalam perlindungannya terhadap laju korosi. Hasil pada spesimen yang tidak dilakukan *coating* mendapatkan nilai sebesar 1.1473 mm/year dengan melihat standarisasi pada hasil laju korosi, dihasilkan kategori sebagai 'poor'. Untuk material yang dilakukan *coating*, pada tekanan 3 bar didapatkan laju korosi paling rendah dengan nilai 0.5404 mm/year, didapatkan pada jarak 15 cm. Sedangkan pada tekanan 5 bar didapatkan hasil terendah pada jarak 20 cm menghasilkan nilai laju korosi 0.0484 mm/year. Begitupun dengan tekanan 7 bar ketahanan laju korosi paling baik pada jarak 25 cm nilai laju korosinya sebesar 0.0396 mm/year.

Analisis variasi paling optimal dalam menahan laju korosi yaitu dengan tekanan 7 bar pada jarak 25 cm, mendapatkan nilai sebesar 0.0396 mm/year, mengacu pada standar ISO dengan hasil yang didapat mendapatkan keterangan *excellent*. Untuk mendapatkan nilai paling rendah dalam hasil laju korosi diperlukan variasi tekanan dan jarak yang optimal. Hasil butiran cat yang akan menempel pada spesimen memerlukan nilai yang optimal beserta jaraknya, sehingga butiran dapat melindungi spesimen dengan baik. Kemudian nilai laju korosi paling tinggi didapatkan pada variabel tekanan 7 bar dengan jarak 15 cm dengan hasil 0.1085 mm/year. Hasil yang tinggi dikarenakan atomisasi dari cat tidak melindungi plat secara baik karena tekanan terlalu tinggi pada jarak yang dekat membuat hasil cat mengalami kecacatan, dibuktikan pada hasil nilai laju korosi yang tinggi.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses menyelesaikan penelitian tentunya melibatkan banyak pihak. Maka itu, penulis ingin berterimakasih terhadap pengurus Laboratorium Teknologi Material dan Produksi Kapal, Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro, Semarang, Pak Anto selaku pemilik dari bengkel CV. Cipta Agung, Surabaya. dan pengurus Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Teknik Metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. Suherman, *Ilmu Logam I*. Buku Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, 1987.
- [2] American Society for Testing and Materials, "ASTM: A 36/A 36M-05 Standard Specification for Carbon Structural Steel," *Standard*, pp. 1–4, 1977, [Online].
- [3] M. Fontana and N. Greene, "Corrosion Engineering." The Ohio University, New York, Published Book to National, 1987.
- [4] C. Debrita, "Analisa Pengaruh Variasi Metode Coating Pada Pelat Vaja ASTM A36 Terhadap Prediksi Laju Korosi, Kekuatan Adhesi, dan Ketahanan Impact," *Repository . Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, 2017, [Online].
- [5] Y. K. Afandi, and I. S. Arief, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *Jurnal Korosi*, vol. 4, no. 1, pp. 1–5, 2015.
- [6] H. Pratikno, B. S. W. Harsa, and S. Sholihin, "Analysis of Influence of Abrasive Material Variation and Spray Pressure Variation in Coating Epoxy of Astm A36 Steel Toward Impact Resistance and Corrosion Rate," *International Journal Offshore Coastal Engineering*, vol. 4, no. 2, p. 57, 2020, doi: 10.12962/j2580-0914.v4i2.9337.
- [7] M. H. Ajiban, H. Arizal, R. S. Hidayatullah, and F. Y. Utama, "The Effect of Air Pressure and Nozzle Distance on the Quality of Water-Based Painting Using a Gravity-Feed Spray Gun," *Jurnal Ilmu Rekayasa Inovasi*, vol. 6, pp. 19–28, 2024, doi: 10.35814/asiimetrik.v6i1.5187.
- [8] A. H. A. Rasyid, D. I. Santoso, and F. Y. Utama, "Pemilihan Parameter Pengecatan Untuk Mendapatkan Ketebalan Lapisan Cat Yang Tepat Untuk Permukaan Tidak



- Merata,” *Automotive Science Productive Educative Journal*, vol. 12, no. 2, p. 82, 2019, doi: 10.26740/otopro.v12n2.p82-87.
- [9] I. R. Setyawan and A. A. Rosidah, “Analisis Pengaruh Variasi jumlah Pelapisan dan Jarak Pelapisan Spray Coating Pada Baja AISI 1020 Terhadap Kekasaran dan Laju Korosi Dengan Media Air Garam,” *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, vol. 18, no. 2, pp. 10–14, 2023, doi: 10.36289/jtmi.v18i2.463.
- [10] M. Idra and Suwahyo, “Pengaruh Jarak Penyemprotan Spray Gun Merk Meiji dan Kentaro terhadap Kualitas Hasil Pengecatan dengan Tipe Cat Solid,” *Automotive Science Educative Journal*, vol. 9, no. 1, pp. 25–30, 2020, [Online].
- [11] C. Wei and G. Wang, “Surface preparation for coating life,” *Material Performance*, vol. 26, no. 3, Mar. 1987, pp. 63–66, *Published Book by Wiley*, 1987.
- [12] W. D. Callister Jr and D. G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering 10th Edition. Published Book by Elsevier*, 2018.
- [13] Z. Ahmad, *Principles of Corrosion Engineering and Corrosion Control. Published Book by Elsevier*, 2006.
- [14] American Society for Testing and Materials, “ASTM: G44 – Metals and Alloys by Alternate Immersion in Neutral 3.5 % Sodium Chloride Solution,” vol. 08, no. Reapproved 1989, pp. 3–4, 2021, doi: 10.1520/D4230-20.2.
- [15] American Society for Testing and Materials, “ASTM: D4230 – Standard Test Method for Measuring Humidity with Cooled-Surface Condensation (Dew-Point) Hygrometer,” vol. 83, no. Reapproved 1989, pp. 1–8, 2021, doi: 10.1520/C1709-18.