



Analisis Pengaruh Salinitas Air dan Waktu Penyemprotan Sandblasting Terhadap Laju Korosi dengan Coating dan Tanpa Coating Pada Baja ST 60

Abdillah Ahmad Qusayyi¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa¹⁾, Wilma Amiruddin¹⁾

¹⁾Laboratorium Kapal – Las dan Material Kapal

Departemen Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

*e-mail :abdillahaq@students.undip.ac.id

Abstrak

Korosi menyebabkan penurunan kualitas baja. Faktor-faktor yang memengaruhi laju korosi meliputi salinitas, pH, suhu, dan konsentrasi oksigen. Pencegahan korosi bisa dilakukan dengan coating, yang memerlukan tahap sandblasting untuk meningkatkan daya rekat cat. Penelitian ini mempelajari pengaruh salinitas dan waktu sandblasting pada baja ST 60 dengan dan tanpa coating. Baja ST 60 diuji dengan sandblasting menggunakan aluminium oxide dan steel grit selama 20, 45, dan 90 detik. Cat yang digunakan adalah polyurethane setebal 250 μm . Pengujian korosi dilakukan dengan metode elektrokimia dalam larutan salinitas 32 ‰ dan 38 ‰. Hasil menunjukkan bahwa waktu sandblasting 90 detik menghasilkan kekasaran tertinggi 88 μm dan laju korosi terendah terjadi pada penyemprotan 20 detik di larutan salinitas 32 ‰ 0,0035453 mmpy, sementara laju korosi tertinggi terjadi pada penyemprotan 45 detik di larutan salinitas 38 ‰ 0,045502 mmpy. Kesimpulannya, lapisan coating efektif menghambat korosi, dan variasi salinitas mempengaruhi laju korosi.

Kata Kunci : Korosi, Sandblasting, ST 60, Salinitas air, Coating

1. PENDAHULUAN

Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Secara umum korosi meliputi hilangnya logam secara ionic pada bagian yang terepose lingkungan. Korosi terjadi dalam berbagai macam bentuk, mulai dari korosi merata pada seluruh permukaan logam sampai dengan korosi yang terkonsentrasi pada bagian tertentu saja. Korosi merupakan penurunan mutu logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya. Secara umum korosi meliputi hilangnya logam secara ionic pada bagian yang terepose lingkungan. Korosi terjadi dalam berbagai macam bentuk, mulai dari korosi merata pada seluruh permukaan logam sampai dengan korosi yang terkonsentrasi pada bagian tertentu saja [1].

Terdapat beberapa faktor yang dapat memengaruhi terjadinya korosi, seperti tingkat salinitas, nilai pH, suhu, dan konsentrasi oksigen

dalam lingkungan korosi. Lalu, lingkungan laut yang sangat korosif juga menyebabkan kerusakan yang signifikan yang disebabkan oleh korosi laut [2].

Salinitas air memiliki pengaruh signifikan terhadap laju korosi material. Semakin tinggi kadar garam dalam air, semakin agresif sifat korosifnya terhadap logam. Ion klorida yang terdapat dalam air asin mempercepat proses korosi dengan menembus lapisan pelindung alami yang terbentuk pada permukaan logam, seperti oksida besi, dan merusaknya [3]. Studi menunjukkan bahwa peningkatan salinitas menyebabkan peningkatan laju korosi, terutama pada material seperti baja karbon dan paduannya. Dalam kondisi salinitas tinggi, mekanisme korosi seperti *pitting* dan *crevice corrosion* menjadi lebih dominan, menyebabkan kerusakan yang lebih parah dan lebih cepat [4]. Penelitian ini penting untuk industri maritim, pengolahan air, dan infrastruktur pantai,

di mana pemahaman tentang pengaruh salinitas dapat membantu dalam memilih material yang tepat dan metode perlindungan yang efektif untuk memperpanjang umur layanan struktur dan peralatan.

Ada fokus yang berkembang pada korosi yang dipengaruhi secara mikrobiologis (MIC) yang berkaitan dengan korosi yang disebabkan oleh mikroorganisme [5]. Salah satu varian dari logam, seperti baja ST 60, termasuk dalam kategori baja karbon rendah. Komposisi dari baja ini adalah 0,46 C, 0,27Si, 0,65Mn, 0,23Cr, 0,16Cu, 0,021 S, 0,011 P, dan sisanya adalah Fe. Permukaan dari spesimen nya sendiri mengalami nanokristalisasi dengan menggunakan teknik *high-energy shot peening* yang memiliki keunggulan dalam hal pemrosesan yang cepat, ukuran butiran yang dapat dikontrol, dan biaya rendah [6]. Biasanya, baja ini digunakan dalam pembuatan tangki, konstruksi jembatan, poros propeller kapal, dan bahkan dalam permesinan. Namun, baja ini memiliki kerentanan terhadap korosi, terutama jika berada di sekitar lingkungan yang memiliki sifat korosif. Penggunaan material logam baru hasil produksi untuk menggantikan logam yang terkorosi setiap tahunnya mencapai kisaran 13% [7].

Korosi berdampak buruk pada material yang terpengaruh, namun ada beberapa langkah yang bisa diambil untuk mencegah kerusakan akibat korosi. Metode pencegahan korosi yang diterapkan biasanya disesuaikan dengan jenis peralatan, lingkungan, atau lokasi yang rentan terhadap korosi. Salah satu metode pencegahan korosi pada baja yang sering digunakan adalah melapisi baja dengan lapisan pelindung, atau yang dikenal dengan sebutan *coating* [8]. *Coating* bekerja dengan mengisolasi permukaan baja dari sekitarnya dan menghasilkan efek penghalang terhadap korosi [9]. Berbagai macam pelapis telah digunakan oleh para ilmuwan untuk mencegah korosi baja karbon sedang dalam larutan agresif [10]. Namun, penggunaan senyawa sintesis tidak disukai publik dikarenakan harga yang tinggi dan bisa menjadi ancaman bagi sekitar. Untuk langkah-langkah keamanan, sumber-sumber alami senyawa telah berkembang menjadi pilihan yang disukai untuk pencegahan korosi karena harganya yang layak dan tidak berbahaya bagi kesehatan [11].

Salah satu metode yang paling efisien dan cepat untuk menghilangkan karat atau korosi adalah dengan menggunakan teknik pengeboran pasir *sandblasting*. *Sandblasting* adalah metode di mana bahan abrasif seperti pasir silika atau steel grit disemprotkan pada permukaan dengan tekanan tinggi. Tujuannya adalah untuk mengubah karakteristik permukaan material menjadi lebih

kasar atau lebih halus. *Sandblasting* umumnya digunakan karena lebih efisien dalam membersihkan korosi dibandingkan dengan menggunakan larutan asam atau sikat kawat [12]. Selain itu, *sandblasting* juga mampu menciptakan profil atau permukaan logam yang lebih kasar, sehingga cat yang diterapkan akan lebih baik menempel. Proses *sandblasting* menguntungkan untuk meningkatkan luas permukaan dan kekuatan ikatannya dapat membersihkan permukaan, menghilangkan kotoran, memperbesar kekasaran dan keterbatasan untuk kualitas mekanik [13]. Dikarenakan waktu bervariasi akan menghasilkan tingkat kekasaran permukaan yang berbeda-beda pula [14].

Eksperimen sebelumnya dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh kadar salinitas air laut terhadap laju korosi pada baja ST 60 dengan variasi waktu perendaman selama 7 jam, 14 jam, dan 28 jam. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa waktu perendaman mempengaruhi nilai laju korosi. Laju korosi specimen baja ST 60 paling cepat adalah laju dengan lama waktu perendaman 7 jam [15].

Penelitian sebelumnya melakukan pengujian korosi di pesisir Baltik Selatan menunjukkan bahwa salinitas air laut berdampak signifikan pada laju korosi baja. Di laut dengan salinitas rendah, seperti di garis pantai Teluk Gdansk (salinitas rata-rata 0,7%), risiko korosi lebih rendah, dengan laju korosi baja rata-rata 0,0585 mm/tahun. Namun, dekat muara Sungai Vistula, agresivitas korosi meningkat, menyebabkan laju korosi baja struktural menjadi 0,08 mm/tahun di Teluk Gdansk dan 0,1 mm/tahun di muara sungai. Penemuan ini penting untuk perencanaan infrastruktur pesisir, karena variasi lokal dalam salinitas air mempengaruhi umur dan integritas material [16].

Penelitian sebelumnya yang menguji pengaruh waktu penyemprotan pasir *sandblasting* terhadap kekasaran permukaan pada baja ST 60 dengan ukuran 40 mm dan tebal 10 mm, menggunakan durasi penyemprotan selama 30, 60, dan 90 detik dengan tekanan 8 bar, dapat disimpulkan bahwa pada durasi penyemprotan 30 detik menghasilkan nilai kekasaran sebesar 11,928 μm , durasi penyemprotan 60 detik menghasilkan nilai kekasaran 22,564 μm , dan durasi penyemprotan 90 detik menghasilkan nilai kekasaran 31,844 μm . jadi semakin lama durasi penyemprotan maka nilai kekasaran permukaan akan semakin tinggi [17].

Hasil dari penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *sandblasting* meningkatkan ketahanan korosi pada tulangan baja dalam larutan pori yang terkontaminasi klorida. Tidak ada korosi aktif yang teramati pada spesimen yang disandblasting selama 15 menit. Spesimen yang di

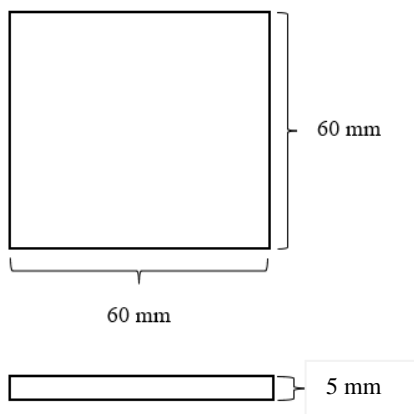
sandblasting selama 10 menit dan 5 menit, juga menunjukkan peningkatan ketahanan korosi dibandingkan dengan spesimen yang diterima tetapi kurang dari spesimen *sandblasting* 15 menit [18].

Berdasarkan penelitian sebelumnya disimpulkan bahwa penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kadar salinitas dan waktu penyemprotan *sandblasting* terhadap laju korosi. Proses penyemprotan *sandblasting* menggunakan pasir *steel grit* dan *aluminium oxide* grit 25 dengan durasi penyemprotan 20, 45, dan 90 detik untuk mengetahui nilai kekasaran dari permukaan material baja ST 60. Untuk pengujian laju korosi menggunakan satu metode, yaitu metode elektrokimia dengan tiga sel elektroda.

2. METODE

2.1. Objek Penelitian

Objek yang digunakan dalam penelitian ini adalah baja karbon menengah, yang memiliki kandungan karbon antara 0,30% - 0,60%, salah satunya adalah baja ST 60 [19]. Penelitian ini menggunakan spesimen berukuran 60mm x 60mm x 5mm, dengan total 24 spesimen untuk menguji waktu penyemprotan *sandblasting*, lalu digunakan untuk pengujian elektrokimia. Sebelum dilakukan metode elektrokimia, spesimen dilapisi dengan coating setelah pengujian waktu penyemprotan sandblasting. Coating yang digunakan adalah *Polyurethane Umeguard SX-HS*. Media korosi yang digunakan adalah air bersalinitas 32‰ dan 38‰. Gambar 1. menunjukkan bentuk spesimen yang akan menjalani proses *sandblasting* sebelum pelapisan *coating*.



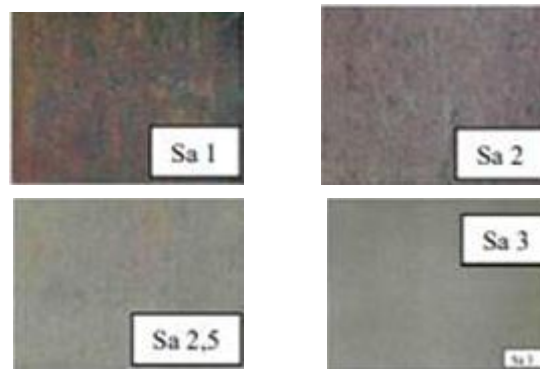
Gambar 1. Spesimen uji

Berdasarkan gambar 1. Spesimen dengan ukuran 60mm x 60mm x 5mm akan menjalani proses sandblasting dengan durasi yang bervariasi, yaitu 20 detik, 45 detik, dan 90 detik, sebelum dilapisi dengan coating. Proses sandblasting bertujuan untuk membersihkan permukaan spesimen dari kontaminan dan menciptakan kekasaran yang diperlukan untuk memastikan adhesi yang kuat antara permukaan dan lapisan

coating. Setelah proses sandblasting, spesimen akan dilapisi *coating* dan kemudian diuji dalam kondisi salinitas yang bervariasi, yaitu 32‰ dan 38‰. Pengujian dengan variasi salinitas ini bertujuan untuk mengevaluasi ketahanan korosi dari *coating* pada berbagai tingkat kadar garam, serta untuk menilai efektivitas durasi *sandblasting* yang berbeda terhadap daya tahan *coating* dalam kondisi korosif.

2.2. Proses Surface Preparation

Baja ST 60 yang telah dipotong sesuai dengan dimensi yang diperlukan akan disiapkan untuk proses *sandblasting*. Tahap ini disebut *surface preparation*, yang bertujuan untuk mempersiapkan spesimen uji agar memenuhi standar yang berlaku dan menghasilkan kualitas yang baik. Dalam penelitian ini, metode *sandblasting* digunakan dengan tingkat kebersihan SA 3 (ISO 8501-1), menggunakan material abrasif berupa *aluminium oxide* grit 25 dan *steel grit*, serta tekanan nozzle 6-7 bar. Berdasarkan Gambar 2. ditunjukkan standar kebersihan sesuai dengan ISO 8501-1, yaitu SA 1, SA 2, SA 2.5, dan SA 3 [20].



Gambar 2. ISO 8501-1 Cleanliness

Berdasarkan gambar 2. penelitian ini menggunakan standar kebersihan SA 3 karena mengharuskan permukaan baja bebas dari semua kontaminan, sehingga terlihat seperti logam abu-abu putih yang seragam. Standar ini digunakan dalam aplikasi kritis seperti industri minyak, gas, dan kelautan, di mana kinerja maksimal dari coating sangat penting. Mencapai tingkat kebersihan SA 3 memastikan adhesi dan ketahanan *coating* terhadap korosi, memperpanjang umur dan keandalan struktur.

2.3. Sandblasting

Hasil perhitungan *Dew Point* dan RH memenuhi rekomendasi yang disarankan, proses dilanjutkan ke material untuk *sandblasting*. Standar yang akan digunakan dalam proses ini adalah SA 3, yang merujuk pada ISO 8501-1 tentang *Preparation of steel substrates before application of paints and related products*.

Sandblasting baja ST 60 menggunakan material abrasif berjenis *aluminium oxide* dan *steel grit* dengan ukuran mesh 25 μm . Setelah memasukkan material abrasif ke dalam alat, atur kompresor pada tekanan 7 bar, dan kemudian gunakan perlengkapan keselamatan seperti pakaian pelindung, Sepatu *safety*, helm pelindung, dan masker. Lakukan proses *sandblasting* pada jarak yang aman yaitu 15-25 cm, setelah itu amati Tingkat kebersihan dari material sesuai dengan standar yang diinginkan.

2.4. Proses Surface Roughness

Setelah spesimen diinspeksi secara visual untuk menilai tingkat kebersihannya, kekasaran permukaan spesimen diuji dengan alat *roughness meter*. Pengujian kekasaran ini dilakukan sesuai dengan standar ASTM D4417, yang memberikan pedoman dan metode pengujian untuk mengukur kekasaran permukaan material, memastikan bahwa kekasaran sesuai dengan persyaratan yang telah ditetapkan. Oleh karena itu, proses ini memastikan kualitas dan persiapan yang tepat sebelum penerapan cat atau produk pelapis lainnya [21]. Cara penggunaannya yaitu alat didirikan diatas permukaan material, kemudian nilai kekasarannya akan terlihat dan setelah itu dicoba dilakukan pada beberapa titik tertentu lalu diambil nilai rataannya. Berdasarkan Gambar 3, ditunjukkan alat *roughness meter*.



Gambar 3. Alat *roughness meter*

Berdasarkan gambar 3. surface roughness pada sandblasting meningkatkan adhesi coating dengan memperluas area kontak dan mencegah pengelupasan. Kekasaran yang tepat juga meningkatkan ketahanan korosi dan keausan, memperpanjang umur material. Mengontrol kekasaran permukaan setelah sandblasting penting untuk memastikan performa optimal lapisan pelindung.

2.5. Coating

Salah satu cara untuk mencegah korosi pada permukaan material adalah dengan menggunakan *coating* atau pelapisan cat [22].

Dalam proses ini, satu jenis cat polyurethane digunakan adalah cat umeguard SX-HS polyurethane. Proses pelapisan yang digunakan adalah konvensional spray, dan nilai DFT diuji pada ketebalan 250 μm . Spesimen sebelumnya akan dilapisi dengan cat dasar yang memenuhi syarat minimum yang tertulis sesuai dengan rules BKI VOL. II. *Coating* tanpa anti fouling tebal minimum yang harus digunakan minimal 250 μm [23].

2.6. Pengujian WFT dan DFT

Pengujian WFT dilakukan saat cat masih basah untuk mengetahui ketebalan cat pada kondisi tersebut. Pengujian ini menggunakan alat *wet film comb*. Pengukuran ketebalan film basah dilakukan sesuai dengan standar ASTM D4414 – *Standard Practice for Measurement of Wet Film Thickness by Notch Gages* [24]. Untuk melakukan pengujian WFT, permukaan alat terlebih dahulu dibersihkan. Setelah itu, sesuaikan angka ketebalan yang akan digunakan. Selama pengujian, sudut harus tegak lurus. Tekan alat pengukur ke permukaan kertas untuk memastikan ketebalan cat sesuai dengan yang ditentukan. Setelah material dicat dan cat mengering sesuai rekomendasi dari *technical data sheet* cat, langkah selanjutnya adalah menguji DFT. Alat yang digunakan untuk mengukur DFT adalah *dry film thickness gauge*. Pengukuran ketebalan dalam kondisi kering ini dilakukan berdasarkan standar ASTM D7091 – *Standard Method for Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means* [25]. Pengujian ini bertujuan untuk mengukur kondisi cat saat sudah kering. Rumus yang digunakan adalah :

$$DFT = \frac{WFT \times \text{Volume Solid } \%}{100 + \text{Persen Pelarut} \% \text{ by Volume}} \quad (1)$$

$$WFT = \frac{DFT}{\text{Volume Solid}}$$

2.7. Pengujian Laju Korosi Elektrokimia

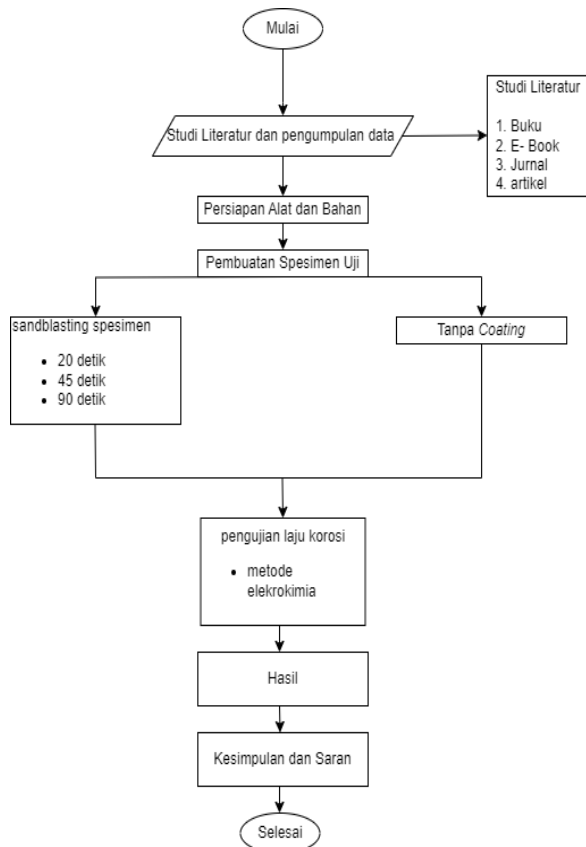
Pengujian ini dilakukan setelah pengecekan DFT dari material yang telah dilapisi *coating*. Dalam penelitian ini, pengujian bertujuan untuk menilai dan menganalisis masuknya air ke dalam lapisan, dengan demikian daya tahan sifat penghalangnya [26]. Media pengkorosi yang digunakan adalah air dengan kadar salinitas yang telah diatur. Metode ini menggunakan sel tiga elektroda sesuai dengan standar ASTM G102 - *Standard Practice for Calculation of Corrosion Rates and Related Information from Electrochemical Measurements* [27]. Perhitungan laju korosi dilakukan menggunakan *single channel potentiostat* Corrtest dengan perangkat lunak CS

Studio 5. Beberapa komponen dari sel tiga elektroda melibatkan;

- Elektroda kerja berfungsi sebagai benda uji (anoda) yang dicelupkan ke dalam fluida kerja.
- Elektroda bantu berfungsi untuk memberikan potensial pada elektroda kerja dan mengangkut arus listrik yang timbul akibat reaksi korosi.
- Sebagai elektroda pembanding untuk acuan pengukuran potensial yang diberikan kepada elektroda kerja, arus yang mengalir melalui elektroda ini harus sekecil mungkin sehingga dapat diabaikan.
- Larutan elektrolit berfungsi sebagai penghantar arus ionik dalam reaksi korosi. Jumlah larutan yang diperlukan dalam pengujian ini tergantung pada ukuran elektroda yang digunakan, dan penting untuk memastikan bahwa semua elektroda tercelup sepenuhnya ke dalam larutan elektrolit.

Pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia dapat dilakukan di Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material, Program Studi Teknik Metalurgi, ITS Surabaya.

2.8. Diagram Alir (Flowchart) Penelitian



Gambar 4. Flowchart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN.

3.1. Hasil Pengujian Surface Preparation

Prosedur *surface preparation* diperlukan untuk menyiapkan material sebelum proses *coating*. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa spesimen uji memenuhi standar yang telah ditetapkan untuk proses *coating* dan juga untuk meningkatkan daya rekat material selama proses pelapisan. Persiapan yang baik ini sangat penting karena akan mempengaruhi hasil akhir dari pelapisan yang akan mencapai standar maksimal yang diinginkan sesuai dengan rekomendasi pabrik cat.



Gambar 5. Material Sebelum Proses Sandblasting

Berdasarkan gambar 5. Material baja ST 60 sebelum menjalani proses *sandblasting* ditampilkan. Proses *sandblasting* dilakukan dengan tekanan 6-7 bar menggunakan jenis pasir *aluminium oxide* dan *steel grit*. Proses ini bertujuan untuk mencapai tingkat kekasaran dan kebersihan sesuai dengan standar ISO 8501-1. *Sandblasting* dilaksanakan oleh teknisi dari CV. Cipta Agung Surabaya yang telah memiliki sertifikasi khusus dan keahlian dalam bidang ini. Dilihat dari Gambar 6. merupakan proses pengecekan *cleanliness* spesimen uji setelah dilakukan proses *sandblasting*.



Gambar 6. Inspeksi Visual Sandblasting

Berdasarkan gambar 6. Inspeksi visual sandblasting telah dilakukan dan hasilnya sesuai dengan standar kebersihan ISO 8501. Permukaan bebas dari kontaminan seperti karat, cat lama, dan

kerak, memastikan kesiapan untuk pelapisan selanjutnya.

3.2. Hasil Pengujian *Surface Roughness*

Proses pengujian *surface roughness* dilakukan setelah *cleanliness* spesimen uji sudah sesuai dengan standar ISO 8501-1. Pada tahap ini, digunakan alat yang disebut *surface profile gauge*, yang berfungsi untuk mengukur tingkat kekasaran material setelah proses *sandblasting*. Pada proses ini, diukur sampel kekasaran sebesar 60 μm dan nilai *dust level* berada pada level A, yang berarti tidak ada kotoran atau debu yang menempel pada material. Untuk hasil dari pengukuran *surface roughness* pada tiap spesimen dapat dilihat di tabel 1. dan proses pengukuran dapat dilihat di gambar 7.

Tabel 1. Hasil pengukuran *surface roughness*

Nama Spesimen	Kadar Salinitas	<i>Roughness</i> (μm)	Standar Deviasi	Rata Rata (μm)
Tanpa Coating	32‰	64	1,41	62
		61		
		61		
	38‰	63	3,56	60
		55		
		62		
20 Detik Penyemprotan Sandblasting	32‰	61	0,47	61,3
		62		
		61		
	38‰	64	2,05	61,3
		59		
		61		
45 Detik Penyemprotan Sandblasting	32‰	70	1,63	70,0
		72		
		68		
	38‰	79	5,73	72,3
		73		
		65		
90 Detik Penyemprotan Sandblasting	32‰	85	2,62	88,7
		91		
		90		
	38‰	90	1,25	88,3
		87		
		88		



Gambar 7. Pengecekan *surface roughness*

Berdasarkan gambar 7. dan tabel 1. ditampilkan proses pengecekan *surface roughness* dan nilai *roughness* pada material baja ST 60. Dimana dari tiga titik yang diambil pada masing-masing permukaan material diambil rata-ratanya. Sehingga menghasilkan nilai *roughness* berada di nilai 55 – 65 μm .

3.3. Proses Dew Point dan Relative Humidity

Proses terjadinya korosi pada material biasanya dipengaruhi oleh sifat mekanis dari material dan efektivitas dari pelapisan (*coating*). Namun, faktor lain yang signifikan adalah iklim dan lingkungan di sekitar material. Dalam proses ini, tujuannya adalah untuk mengukur *relative humidity* dan *dew point temperature*. Pengukuran ini penting untuk mengoptimalkan proses pelapisan *coating*. Proses tersebut menggunakan alat yang disebut *Spychrometer*, yang digunakan untuk mengukur kondisi mikro lingkungan, seperti yang diperlihatkan dalam gambar 8.



Gambar 8. Pengoperasian *spychrometer*

Hasil pengujian suhu *dry bulb* dan *wet bulb* kemudian dimasukkan ke dalam tabel perbandingan temperature *dry bulb - wet bulb*. Data dari tabel tersebut dapat dilihat sebagai berikut :

- *Dew Point* : 24 °C
- RH : 62%

Hasil yang didapatkan dikatakan bagus dan dapat dilanjutkan apabila sudah sesuai dengan rekomendasi dari *technical data sheet* dari cat nya yang mana hasil untuk uji lingkungan sendiri dapat dilihat di Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Lingkungan

Keterangan	Hasil	Rekomendasi	Kondisi
<i>Wet Bulb</i>	26 °C	>5	Memenuhi
<i>Dry Bulb</i>	32 °C	>5	Memenuhi
<i>Relative Humidity</i>	62 %	<85% Rh	Memenuhi
Suhu Material	36,1 °C	>5	Memenuhi
<i>Dew Point</i>	24 °C	< Suhu Baja -3 °C	Memenuhi

Tabel 2. Menunjukkan hasil dari pengujian lima komponen uji dan kondisi lingkungan dimana hasilnya menunjukkan bahwa spesimen sudah memenuhi syarat untuk melanjutkan ke proses *coating*.

3.4. Proses *Coating*

Proses ini merupakan tahap penting setelah semua prosedur telah sesuai dengan standar dan rekomendasi. Tahap pengecatan dapat dimulai setelah memperhatikan beberapa hal, seperti menyesuaikan data terkait *mixing ratio* dan *curing time* yang harus sesuai dengan *technical data sheet*. *Coating* harus dilakukan dalam rentang waktu 2-3 jam setelah proses *sandblasting*. Dikarenakan pada saat material didiamkan terlalu lama akan mengakibatkan penempelan debu yang bisa menyebabkan penurunan daya rekat dari cat.

Gambar 9. Proses *coating*

Berdasarkan gambar 9. Proses ini penting untuk memastikan bahwa spesimen dilindungi dengan baik menggunakan lapisan cat *polyurethane* yang memiliki ketebalan yang tepat 250 μm , sehingga dapat memberikan perlindungan optimal terhadap korosi dan kerusakan lainnya.

3.5. Hasil Pengukuran WFT

Proses selanjutnya adalah pengecekan nilai *Wet Film Thickness* dari material yang telah dilapisi dengan cat. Proses ini bertujuan untuk mengevaluasi ketebalan cat yang sudah diterapkan

sesuai dengan persyaratan yang tertera dalam *technical data sheet*. Pengecekan ini dilakukan saat cat masih basah, menggunakan alat yang disebut *wet film comb*. Untuk mengukur nilai *Wet Film Thickness*, *wet film comb* ditempelkan ke permukaan material yang masih basah setelah dilapisi cat, kemudian dipindahkan ke kertas atau permukaan datar lainnya untuk menentukan apakah ketebalan cat sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan. Detail perhitungan WFT dan perencanaannya dapat ditemukan pada gambar 10 dan tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengukuran WFT

Durasi <i>Sandblasting</i>	Jenis Cat	DFT (μm)	WFT (μm)
Tanpa <i>Coating</i>	<i>Non Coating</i>	-	-
20 Detik	<i>Polyurethane</i>	250	325
45 Detik	<i>Polyurethane</i>	250	325
90 Detik	<i>Polyurethane</i>	250	325



Gambar 10. Perhitungan WFT

3.6. Hasil pengukuran DFT

Proses DFT pada material yang telah di *coating* menggunakan alat *thickness gauge*. Untuk menggunakan alat ini, ujungnya ditempelkan ke permukaan material dan kemudian nilai ketebalan cat akan muncul. Kemudian, lakukan hal yang sama di beberapa lokasi lain untuk mendapatkan nilai rata-rata DFT. Hasil DFT yang direncanakan terdapat pada tabel 4. Dan gambar 11. sebagai berikut :

Tabel 4. Hasil DFT

Durasi <i>Sandblasting</i>	Jenis Cat	DFT (μm)	DFT (μm)
		249	
20 Detik	<i>Polyurethane</i>	254	252,5
		261	
45 Detik	<i>Polyurethane</i>	246	251,25
		257	
		263	
		239	
90 Detik	<i>Polyurethane</i>	263	250,33
		249	



Gambar 11. Perhitungan DFT

Berdasarkan tabel 4. dan gambar 11. Hasil pengujian DFT menunjukkan bahwa semua spesimen memenuhi standar yang ditetapkan. Ketebalan *coating* merata dan konsisten sesuai spesifikasi teknis, memastikan perlindungan optimal terhadap korosi. Kepatuhan ini menjamin kinerja maksimal dan umur panjang bagi material yang dilapisi.

3.7. Hasil Pengujian Laju Korosi Elektrokimia

Pengujian untuk menentukan laju korosi dilakukan menggunakan metode elektrokimia dengan sel tiga elektroda, dan hasilnya diberikan secara otomatis dalam waktu singkat. Pengujian ini menghasilkan data mengenai laju korosi spesimen dan komponen lainnya. Laboratorium Korosi dan Kegagalan Material di Fakultas Teknik Metalurgi Institut Teknologi Sepuluh November merupakan tempat di mana pengujian ini dilakukan.

Selain menggunakan salinitas air sebagai variabel media pengkorosi, penelitian ini dibantu dengan perangkat lunak Corrtest untuk menganalisis hasil uji. Berdasarkan penelitian sebelumnya, ditemukan bahwa laju korosi untuk baja SS 400 yang dilapisi cat polyurethane adalah $5, E-03$ mmpy pada ketebalan $250 \mu m$, $2, E-03$ mmpy pada ketebalan $350 \mu m$, dan $2, E-04$ mmpy pada ketebalan $450 \mu m$. Ketiga ketebalan ini masuk dalam kategori "*outstanding*", menunjukkan bahwa semakin tinggi salinitas air, grafik laju korosi cenderung meningkat. Namun, semakin tebal lapisan coating pada material akan menyebabkan penurunan nilai laju korosi [28]. Pengujian ini menggunakan alat metode elektrokimia yang ditunjukkan pada gambar 12.



Gambar 12. Pengujian Laju Korosi

a. Pengujian laju korosi

Pengujian laju korosi dilakukan menggunakan metode elektrokimia dengan polarisasi dari potensial korosi bebas. Dalam proses ini, laju korosi dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang berdasarkan pada Hukum Faraday. Hukum Faraday menghubungkan jumlah material yang teroksidasi atau tereduksi pada elektroda dengan jumlah listrik yang digunakan, memungkinkan perhitungan yang akurat dari laju korosi. Dengan demikian, pendekatan ini memberikan metode yang efisien dan tepat untuk mengukur dan menganalisis laju korosi pada berbagai material dalam berbagai kondisi lingkungan.

$$CR = K \frac{a.i}{n.D} mmpy \quad (2)$$

Keterangan:

- K = Konstanta (0,129 mpy, 0,00327 mmpy)
- a = Berat atom logam terkorosi (gram/mol)
- i = Kerapatan arus ($\mu A/cm^2$)
- n = elektron yang dilepas pada logam terkorosi
- D = Densitas logam terkorosi ($gram/cm^3$)

i.corr merupakan parameter penting dalam pengujian metode elektrokimia yang digunakan untuk menentukan laju korosi suatu material. Fungsi utama *i.corr* adalah memberikan informasi kuantitatif mengenai kecepatan korosi pada permukaan material. Nilai *i.corr* diperoleh melalui teknik polarografi atau Tabel *extrapolation*. Nilai *i.corr* yang lebih rendah menunjukkan material dengan ketahanan korosi yang lebih baik. Dengan mengetahui *i.corr*, para peneliti dapat mengevaluasi efektivitas metode perlindungan korosi seperti penggunaan inhibitor, *coating*, atau perubahan komposisi material. Untuk nilai dari *i.corr* tiap specimen dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Nilai *I.Corr* Spesimen

Durasi Sandblasting	Kadar Salinitas	<i>I.Corr.</i> ($\mu A/cm^2$)
Tanpa <i>Coating</i>	32‰	2.83E-04
	38‰	7.19E-04
20 Detik	32‰	2,04E-03
	38‰	3,11E-03
45 Detik	32‰	2.06E-03
	38‰	3,98E-02
90 Detik	32‰	1,91E-03
	38‰	1,92E-02

b. Laju Korosi *Coating* dan Tanpa *Coating*

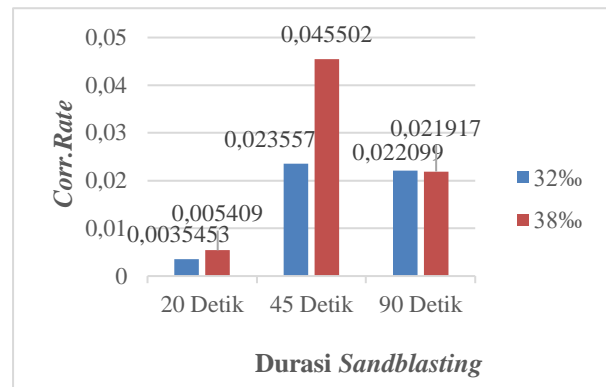
Penelitian ini menggunakan salinitas 32‰ dan 38‰ sebagai variabel media pengkorosi untuk menguji nilai laju korosi bahan tertentu. Selain salinitas, faktor *coating* juga berpengaruh terhadap besarnya nilai laju korosi dalam penelitian ini. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki bagaimana kedua faktor tersebut mempengaruhi nilai laju korosi. Berikut adalah hasil dari pengujian laju korosi dengan *coating* dan tanpa *coating* dapat dilihat dari tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian Laju Korosi

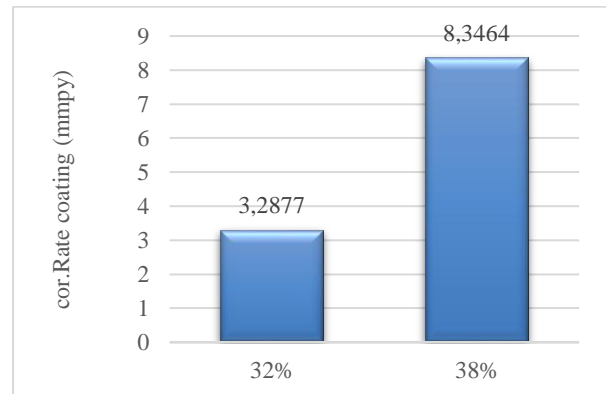
Durasi Sandblasting	Kadar Salinitas	Ketebalan Coating (µm)	Corr.Rate (mmpy)
Tanpa Coating	32‰	0	3,2877
	38‰	0	8,3464
20 Detik	32‰	250	0,003545
	38‰	250	0,005409
45 Detik	32‰	250	0,023557
	38‰	250	0,045502
90 Detik	32‰	250	0,022099
	38‰	250	0,021917

Berdasarkan tabel 6. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang telah mengalami proses sandblasting selama 20 detik dan kemudian diuji dalam kondisi dengan kadar salinitas sebesar 32‰ memiliki tingkat korosi yang sangat rendah, yaitu sebesar 0,003545 mmpy. Nilai ini jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan spesimen yang tidak diberi lapisan pelindung atau *coating*.

Temuan ini menegaskan bahwa *sandblasting* dengan durasi 20 detik dapat secara signifikan meningkatkan ketahanan terhadap korosi dalam lingkungan dengan salinitas tinggi, sehingga memberikan perlindungan yang lebih efektif dibandingkan dengan spesimen yang tidak *coating*. Sementara itu, penggunaan cat epoxy menghasilkan nilai laju korosi sebesar 3,E-03 mmpy dan cat alkyd memiliki nilai laju korosi 1,E-03 mmpy [29]. Dapat dilihat bahwa grafik yang menunjukkan pengujian laju korosi pada spesimen yang dilapisi *coating* memiliki nilai terendah dengan durasi *sandblasting* yang optimal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13. dibandingkan tanpa *coating* yang ditunjukkan pada gambar 14.



Gambar 13. Laju Korosi dengan *Coating*



Gambar 14. Laju Korosi Tanpa *Coating*

c. Perbandingan Nilai Laju Korosi

Dalam penelitian ini nilai laju korosi pada pengaruh salinitas air dan pengaruh waktu penyemprotan *sandblasting* dengan *coating* dan tanpa *coating* dibandingkan, tujuan dilakukan untuk membandingkan nilai laju korosi kedua variabel tersebut dan untuk menentukan apakah efek *coating* dapat mengurangi nilai laju korosi dalam penelitian ini menggunakan metode elektrokimia.

Berdasarkan tabel 6, gambar 13, dan gambar 14 dapat disimpulkan bahwa pengaruh waktu penyemprotan *sandblasting* dapat berpengaruh kualitas *coating* yang menyebabkan hasil yang berbeda-beda dan pengaruh pengaplikasian *coating* pada material memperlambat nilai laju korosi dibandingkan dengan tanpa *coating*.

4. KESIMPULAN

Penelitian menunjukkan bahwa durasi penyemprotan *sandblasting* mempengaruhi kekasaran material semakin lama penyemprotan, semakin kasar material, dengan 90 detik menghasilkan kekasaran tertinggi 88 µm. Jenis material abrasif *aluminium oxide* dan *steel grit* juga mempengaruhi kekasaran. Durasi penyemprotan mempengaruhi daya rekat *coating* dan laju korosi setelah *coating*. Kadar salinitas larutan pengkorosi signifikan mempengaruhi laju korosi semakin tinggi salinitas semakin tinggi korosi.

Penggunaan cat *coating* efektif mengurangi laju korosi, dengan material ber-*coating* menunjukkan laju korosi lebih rendah dibandingkan yang tidak. Material tanpa *coating* memiliki laju korosi 3,2877 mmpy pada salinitas 32‰ dan 8,3464 mmpy pada salinitas 38‰, sementara material ber-*coating* hanya 0,0035453 mmpy. Semakin tinggi kadar salinitas, laju korosi meningkat, namun *coating* yang lebih tebal menurunkan laju korosi. *Coating* penting dalam industri konstruksi untuk mengurangi korosi pada material.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Darmawi, T. Dewi, Kurnia, H. Alian, and K. Ginting, "Ahli Korosi Dasar," *Univ. Sriwij.*, 2022.
- [2] M. Liu, S. Luo, H. Zhang, and H. Chen, "Effect of CO₂ and H₂S on the corrosion resistance of FV520B steel in salinity water," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 14, no. 5, pp. 4838–4851, 2019, doi: 10.20964/2019.05.61.
- [3] S. Hua, J. Hu, L. Peng, H. Li, and X. Zhong, "Salinity effect on corrosion inhibition of 2-mercaptopyrimidine as an inhibitor in CO₂-containing solution," *Corros. Sci.*, vol. 236, no. July, p. 112280, 2024, doi: 10.1016/j.corsci.2024.112280.
- [4] S. Kumar Rai, I. Pandey, and G. Ji, "Coating of ethanolic extracts of grape stems on mild steel by drop casting and the investigation of its corrosion behavior in saline water," *Mater. Today Proc.*, no. February, pp. 3–8, 2024, doi: 10.1016/j.matpr.2024.05.132.
- [5] M. Fu, J. Yin, L. Lai, S. Chen, and G. Liu, "Adhesion of different types of extracellular polymeric substances from *Pseudomonas aeruginosa* to enhance/inhibit corrosion of EH40 steel in simulated seawater," *Corros. Sci.*, vol. 235, no. June, p. 112205, 2024, doi: 10.1016/j.corsci.2024.112205.
- [6] Q. Li *et al.*, "Investigation on triboelectrification behavior of surface nanocrystallization of medium carbon steel," *Tribol. Int.*, vol. 192, no. November 2023, p. 109281, 2024, doi: 10.1016/j.triboint.2024.109281.
- [7] D. A. Wibowo and A. Ghofur, "Pengaruh Kadar Salinitas Air Terhadap Laju Korosi Baja St 60," *Jtam Rotary*, vol. 3, no. 2, pp. 145–158, 2021, doi: 10.20527/jtam_rotary.v3i2.4136.
- [8] F. Gapsari, "Pengantar Korosi," 2017.
- [9] V. Tripathi, S. Rai, and G. Ji, "Coating of ethanolic extract of mint leaves, with and without addition of NiO nanoparticles, on mild steel for its corrosion prevention in saline water," *Mater. Today Proc.*, no. February, pp. 3–7, 2024, doi: 10.1016/j.matpr.2024.05.133.
- [10] N. Karthik, Y. R. Lee, and M. G. Sethuraman, "Hybrid sol-gel/thiourea binary coating for the mitigation of copper corrosion in neutral medium," *Prog. Org. Coatings*, vol. 102, pp. 259–267, 2017, doi: 10.1016/j.porgcoat.2016.10.024.
- [11] S. Pal, G. Ji, H. Lgaz, I. M. Chung, and R. Prakash, "Lemon seeds as green coating material for mitigation of mild steel corrosion in acid media: Molecular dynamics simulations, quantum chemical calculations and electrochemical studies," *J. Mol. Liq.*, vol. 316, p. 113797, 2020, doi: 10.1016/j.molliq.2020.113797.
- [12] J. Stubbendieck, C. D. Schmidt, H. L. Hillhouse, and L. M. Landholt, "Influences of wind and sandblasting on the endangered blowout penstemon," *Endanger. Species Res.*, vol. 9, no. 2, pp. 99–104, 2009, doi: 10.3354/esr00246.
- [13] A. R. Alao, "Optimization of surface roughness, phase transformation and shear bond strength in sandblasting process of YTZP using statistical machine learning," *J. Mech. Behav. Biomed. Mater.*, vol. 150, no. October 2023, p. 106245, 2024, doi: 10.1016/j.jmbbm.2023.106245.
- [14] R. Reno, "kesehatan dan keselamatan kerja pada proses sandblasting," *Univ. binawan*, 2018.
- [15] A. S. Hutami and D. H. Sutjahjo, "Analisis Laju Korosi Baja ST 60 sebagai Spesimen Poros Propeller Kapal Menggunakan Media Air Laut dari Berbagai Tempat terhadap Variasi Waktu, Kecepatan dan Salinitas Air Laut," *J. Tek. Mesin*, vol. 6, no. 2, pp. 69–76, 2018.
- [16] K. Zakowski, M. Narozny, M. Szocinski,

- and K. Darowicki, "Influence of water salinity on corrosion risk - The case of the southern Baltic Sea coast," *Environ. Monit. Assess.*, vol. 186, no. 8, pp. 4871–4879, 2014, doi: 10.1007/s10661-014-3744-3.
- [17] D. S. Vidiapratama, D. Kasir, and S. S. Budi, "Pengaruh Waktu Penyemprotan Pasir Sandblasting Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Baja Karbon St 60," <http://eprints.poltektegal.ac.id/801/1/2.%20Laporan%20TA%20Dimas%20Satrio%20VVP.pdf>, no. 71, pp. 1–6, 2021.
- [18] L. Ding and A. Poursae, "The impact of sandblasting as a surface modification method on the corrosion behavior of steels in simulated concrete pore solution," *Constr. Build. Mater.*, vol. 157, pp. 591–599, 2017, doi: 10.1016/j.conbuildmat.2017.09.140.
- [19] N. Effendi, "Studi pengaruh heat input terhadap ketangguhan impact las SMAW posisi vertikal baja ST 60 temper," *Traksi*, vol. 9, no. 2, pp. 10–16, 2009.
- [20] I. S. Organization, "ISO 8501-1 Pictorial Standards of Cleanliness," *Iso - 8501*, vol. 27, no. 0, pp. 1–23, 1994, [Online]. Available: www.satactics.com
- [21] J. Jeon and P. Yun, "Effectiveness of Different Surface Roughness of Sandblasted With Large-Grit and Acid-Etched Implants," *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.*, vol. 52, pp. 143–144, 2024, doi: 10.1016/j.ijom.2023.10.397.
- [22] Z. Zhao, S. Sun, C. Li, and S. Hu, "In situ growth of micro-nano structured black oxide coating on steel with excellent superhydrophobicity and corrosion resistance," *Compos. Struct.*, vol. 344, no. June, p. 118338, 2024, doi: 10.1016/j.compstruct.2024.118338.
- [23] Biro Klasifikasi Indonesia, "RULES FOR CLASSIFICATION AND SURVEYS Consolidated Edition 2022," vol. I, 2022.
- [24] R. Coatings, J. D. Keane, J. A. Bruno, R. E. F. Weaver, S. Structures, and P. Council, "Standard Test Methods for Field Measurement of Surface Profile of Blast Cleaned-D4417 – 11," pp. 1–3, 2013, doi: 10.1520/D4417-11.3.
- [25] American Society for Testing and Materials (ASTM), "Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Nonmagnetic Coatings Applied to Ferrous Metals and Nonmagnetic, Nonconductive Coatings Applied to Non-Ferrous Metals (Standard Practice D7091-22)," pp. 1–7, 2022, [Online]. Available: <http://www.ansi.org>.
- [26] S. Trujillo, R. Reyes-Riverol, F. R. Garcia-Galvan, and S. Fajardo, "New electrochemical method for the determination of the barrier properties of corrosion protective coatings," *Prog. Org. Coatings*, vol. 190, no. March, p. 108390, 2024, doi: 10.1016/j.porgcoat.2024.108390.
- [27] E. Corro-, P. Anodic, and P. Measurements, "Standard Practice for from Electrochemical Measurements 1," vol. 89, no. Reapproved 2010, pp. 1–7, 2014, doi: 10.1520/G0102-89R15E01.2.
- [28] F. A. Noormansyah, S. Jokosisworo, and W. Amiruddin, "Analisis Pengaruh Salinitas Terhadap Laju Korosi Merata Baja SS 400 Dengan Variasi Ketebalan Coating," vol. 11, no. 3, pp. 25–38, 2023.
- [29] O. M. Jihan Alldzi Khoir, Untung Budiarto, "Analisa Pengaruh Penerapan Coating dan Variasi Ukuran Grit Aluminium Oxide pada Proses Blasting Terhadap Ketahanan Laju Korosi dan Daya Rekat Adhesi," *Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, p. 84, 2020.