



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Variasi Ketebalan Serta Jenis *Coating* Pada Pelat Baja SS400 Terhadap Laju Korosi dan Uji Adhesi

Alfi Bayu Aji ¹⁾, Ari Wibawa Budi Santosa ¹⁾, Imam Pujo Mulyatno ¹⁾

¹⁾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 : alamalf7@students.undip.ac.id

Abstrak

Baja SS 400 merupakan material utama dalam industri perkapalan. Meskipun memiliki keunggulan, baja ini menghadapi masalah yang tidak dapat dihindari yakni korosi. Namun dapat diperlambat dengan melakukan pemberian pelapisan pada permukaan baja (*coating*). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan dan jenis *coating* yang berbeda terhadap pengujian adhesi dan laju korosi. Material yang digunakan adalah baja SS400 dengan menerapkan variasi ketebalan 75 μm , 125 μm , dan 250 μm , serta jenis *coating* alkyd dan epoxy sebagai primer *coating* menggunakan solvent thinner. Pengujian adhesi menggunakan metode pull-off-test dengan Standar ASTM D4541, sedangkan untuk pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia menggunakan sel tiga elektroda dengan software CorrTest sesuai standar ASTM G102. Pengujian dilakukan setelah pelapisan diaplikasikan dan cat benar-benar kering. Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai adhesi metode pull-off-test tertinggi diperoleh pada pelapis epoxy hempadur mastic 45881 dengan ketebalan 250 μm , yaitu 18,78 MPa. Sementara itu, laju korosi metode elektrokimia terbaik diperoleh pada *coating* epoxy hempadur mastic 45881 dengan ketebalan 125 μm menghasilkan nilai 0,016915 mmpy. Semakin tebal penerapan *coating* tidak selalu meningkatkan perlindungan terhadap laju korosi, tetapi justru dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya cacat *coating* yang dapat menurunkan perlindungan pada material.

Kata Kunci : Baja SS400, Kekuatan Adhesi, Laju Korosi, *Coating*.

1. PENDAHULUAN

Baja merupakan paduan besi memiliki kandungan karbon kurang dari 2%. Hal tersebut memberikan baja kekuatan, keuletan, dan kemampuan pembentukan yang baik. dalam industri perkapalan, Komponen utama konstruksi kapal adalah baja, baik untuk badan maupun lambung. Karena keuletan tinggi dan kemudahan prosesnya, baja karbon rendah adalah jenis baja yang paling sering digunakan dalam pembuatan kapal. Namun, kekurangan baja karbon rendah adalah mudah terkorosi dalam air yang mengandung unsur kimia korosif. Langkah pencegahan diperlukan untuk mencegah serangan korosi yang merugikan. Salah satu cara untuk mencegah dan melindungi baja dari korosi adalah dengan melapisi permukaannya dengan metode seperti yang dilakukan pada cat tradisional. Pelapisan *coating* digunakan untuk memisahkan

permukaan baja dari lingkungan sekitar, mengontrol kondisi mikro di permukaan baja, dan untuk tujuan estetika. [1].

Penelitian terdahulu menggunakan perhitungan metode elektrokimia untuk menghitung laju korosi: teknik ini menggunakan tiga sel elektroda dan menguji laju korosi dengan menggunakan polarisasi dibandingkan dengan potensial korosi bebas. Ini mempercepat proses perlakuan pada permukaan spesimen uji dan menghasilkan grafik yang membandingkan tingkat korosi masing-masing spesimen dengan waktu serta efek *coating* [2].

Studi terdahulu menunjukkan bagaimana perlakuan awal sandblasting pada material logam berdasarkan kondisi awal korosi permukaan yang berbeda berdasarkan ISO 8501-1 memengaruhi tingkat nilai laju korosi, kekuatan daya rekat pada lapisan permukaan, dan struktur mikro *material*

yang terlapisi. *Material* dilapisi dengan spray coating dengan tekanan konstan 3,5 bar. *Sandblasting* dilakukan dengan tekanan konstan 8,5 bar dan menghasilkan kekasaran permukaan SA 2,5. Interseal 670HS, Interchar 2060 (*fireproofing*), dan Interthane 990 termasuk dalam kelompok *finish fireproofing* dan *coating finish* berdasarkan jenis coating yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi awal korosi permukaan memengaruhi hasil uji adhesi dan laju korosi. coating. Dalam uji adhesi, pelapisan *coating finish* lebih penting daripada pelapisan pelindung api finish. Selain itu, pengujian SEM-EDX menunjukkan laju korosi dengan unsur klorin (Cl) [3].

penelitian sebelumnya Baja A36 dan metode preparasi permukaan termasuk pengamplasan dengan kertas pasir dan pembersihan dengan semprotan butiran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekasaran permukaan pada substrat baja akan meningkatkan kekuatan daya lekat (*bonding strength*) dan regangan maksimum (*fracture elongation*) sambungan epoxy [4].

Studi sebelumnya penerapan coating pada baja ASTM A36 untuk menguji kekuatan adhesi, laju korosi, dan uji impact dengan menggunakan cat polyurethane, alkyd, dan epoxy. Menurut hasil penelitian, material yang tidak dilapisi memiliki laju korosi yang paling tinggi dibandingkan dengan material yang sudah dilapisi, menunjukkan bahwa penerapan coating yang baik adalah cara yang efektif untuk mengontrol korosi pada material. Nilai yang dihasilkan pada material uji yang tidak dilapisi *coating* sebesar 2.2175 mmpy. Pada pengujian ini *coating* dengan jenis *polyurethane* memiliki nilai terbaik diantara *epoxy* dan *alkyd* dengan nilai laju korosi sebesar 1,E-03 mmpy[5].

Pada penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat laju korosi pada baja SS400 dengan pemberian beberapa jenis coating yang berbeda yakni alkyd dan epoxy. Dalam setiap proses pengecatan cat yang dikeluarkan secara resmi oleh manufaktur pasti akan dibekali dengan TDS(*technical data sheet*) yang merupakan panduan penting dalam proses pemberian *coating*. Merujuk pada rekomendasi ini penting untuk diperhatikan agar fungsi dari cat dapat maksimal. sehingga dapat mengetahui jenis dan ketebalan paling tepat. sehingga tujuan akhirnya adalah untuk mengetahui pengaruh baja SS400 dengan melapisi coating pada terhadap laju korosi dan uji adhesi dengan variasi ketebalan yang diberlakukan apakah akan berdampak terhadap tingkat efektifitas dan keoptimalan dalam tujuannya untuk menerpakan perlindungan korosi pada baja dengan media korosif air laut dengan

metode perhitungan laju korosi yang digunakan yakni metode elektrokimia. Pada penelitian ini terdapat variasi jenis *coating* primer dan dengan menetapkan standar ketebalan dengan diterapkan 75 μm , 125 μm , dan syarat minimum diterapkan oleh *rules* BKI, "*Consolidated Edition 2022*," BKI *Rules Hull Vol. II Tahun 2022*, vol. II, 2022. yaitu 250 μm [6]. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penerapan ketebalan dan jenis coating yang diaplikasikan pada Baja SS400 pada pengujian serta nilai Adhesi dan laju korosi

2. METODE

Metode penelitian yang dilakukan dalam kasus ini adalah metode elektrokimia untuk menghitung laju korosi akibat pengaruh dari pemberian coating dengan ketebalan yang berbeda-beda. Total spesimen digunakan dalam pengujian ini sebanyak 12 spesimen uji. Penulis melakukan studi tinjauan pustaka mengenai laju korosi dan *coating* dari berbagai sumber yakni buku, jurnal, artikel di internet maupun melakukan studi lapangan secara langsung. Penelitian ini menggunakan variasi dua jenis coating yakni *alkyd* dan *epoxy* dengan menggunakan merk Hempel. Adapun metode pengujian laju korosi yang digunakan yakni menggunakan metode elektrokimia dengan *corrtest single channel potensiostat*. Untuk pengujian Adhesi menggunakan metode *Pull-Off-Test*,

2.1 Identifikasi Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian adalah Variabel kontrol, Variabel manipulasi, Variabel Bebas dan variabel respon. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah dimensi spesimen uji yaitu dimensi 50 mm x 50 mm x 5 mm, durasi pengujian Laju korosi metode Elektrokimia adalah 7 hari, dan pengujian dengan Adhesi dengan durasi 1 hari yang dimana menunggu lem *adhesive* kering pada spesimen uji lalu dapat dilakukan pengujian Adhesi. Variabel bebas dalam penelitian ini yakni variasi Jenis dan ketebalan Coating, Variabel manipulasi berupa media korosif yang digunakan untuk pengujian Laju Korosi yakni menggunakan media korosif Air Laut Pantai Marina, Variabel respon berupa nilai Laju korosi dan nilai Daya kerekatan (Adhesi) selama penelitian berlangsung.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Persiapan Alat penelitian

1. Alat pemotong *specimen* (gerinda)
2. *Spychrometer* (alat ukur *wet* dan *dry bulb*)
3. Alat *Sandblasting*
4. *Wet film thickness gauge* (alat ukur WFT)
5. *Surface roughness meter* (alat ukur

- kekasaran material)
- 6. *Conventional air spray*
- 7. *Coating thickness gauge*
- 8. *Single channel potensiostat corrtest*
- 9. *Dolly*

2.2.2 Pesiapan Bahan Penelitian

1. Plat Baja SS400 (50mm x 50mm x 5mm)
2. Media pengkorosi air laut Pantai Marina, Semarang
3. Material abrasif *steel grit* Mesh 18
4. Coating epoxy dan alkyd
5. *Thinner*
6. Lem adhesi (araldhite)

2.2.3 Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan sebelum proses penelitian dilakukan. spesimen yang digunakan adalah Baja SS400 memiliki bentuk persegi dengan dimensi 50 mm x 50 mm x 5 mm . Setelah baja dipotong menggunakan metode pemotongan api, sisi spesimen dihaluskan dengan menggunakan mesin *surf grind*.

2.3 Baja

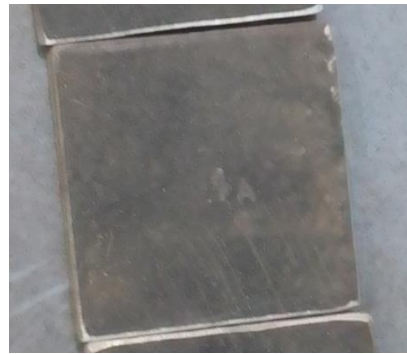
Baja adalah logam yang terdiri dari paduan besi dan karbon. Baja memiliki tingkat karbon antara 0,15% dan 2,1%. Unsur karbon, yang berfungsi sebagai penguat dan mencegah dislokasi berputar di dalam kisi kristal atom besi, sangat memengaruhi sifat baja karbon (paduan besi karbon). Sifat baja karbon biasa ditentukan oleh presentase karbon dan mikrostruktur. Baja memiliki kekuatan, kekerasan, dan kemudahan pembentukan dipengaruhi oleh kadar karbonnya.

2.4 Baja SS400 (JIS G3101)

Baja SS400 merupakan baja karbon rendah (mild steel) yang sesuai dengan standar ASTM A36 atau standard industri Jepang JIS G3101 (*Rolled Steel for General Structures*) [7]. Baja ini biasanya digunakan untuk membangun jembatan, tangki minyak, pelat kapal, dan lainnya. Baja SS400 karena termasuk dalam kategori baja paduan rendah memiliki komposisi kimia, berikut tabel 1 komposisi paduan yang terkandung dalam baja SS400:

Tabel 1 Paduan komposisi Baja SS400

NO	Kandungan	kadar (%)
1	Karbon (C)	0.17
2	Mangan (Mn)	1.4
3	<i>Silica</i> (Si)	0.149
4	<i>Phospor</i> (P)	0.045
5	Sulfur (S)	1.045



Gambar 1. Spesimen Baja SS400

2.5 Persiapan Permukaan

Sebelum memulai proses pelapisan pada permukaan baja, langkah penting yang harus diperhatikan adalah persiapan permukaan, juga dikenal sebagai persiapan permukaan. Tingkat keberhasilan penanggulangan korosi dengan menggunakan lapisan bergantung pada seberapa bersih dan keras permukaan material sebelum dilapisi [8]. Ketidaktepatan dalam persiapan permukaan, 85% kegagalan proses pengecatan karena proses ini sangat memengaruhi kemampuan material untuk mengikat lapisan coating. Tujuan utama persiapan permukaan adalah untuk menghilangkan semua jenis kotoran dari permukaan material serta menciptakan kekasaran pada permukaan material sehingga lapisan coating dapat melekat dengan baik.

2.6 Coating

Coating merupakan proses pemberian lapisan yang penerapannya dilakukan pada permukaan dari suatu benda. Terdapat beberapa tujuan dari penerapan coating ini, seperti sebagai bentuk meningkatkan nilai estetis, fungsional maupun keduanya. Pelapisan coating dibagi menjadi 2 jenis yakni *concrete coating* dan *liquid coating*. *Concrete coating* umumnya pelapisan dengan menggunakan beton, sedangkan *liquid coating* merupakan pelapisan dengan metode pengecatan (*painting*).

Pada penelitian ini menggunakan dua jenis bahan dasar *coating* yakni berbahan dasar epoxy dan alkyd. Penggunaan *coating* berbahan dasar epoxy sudah sangat luas digunakan sebagai media pelapisan material karena sifat-sifat dari epoxy sendiri, coating berbahan epoxy dikenal karena sifatnya yang baik terhadap ketahanan kimia, isolasi listrik, afinitas terhadap bahan heterogen [9]. Penggunaan pelapis berbahan dasar alkyd menggunakan pelarut konvensional telah banyak digunakan untuk melindungi logam dari korosi [10]. Kedua jenis bahan dasar ini merupakan bahan dasar yang sangat umum guna melakukan

pelapisan pada material. Metode *liquid coating* merupakan pelapisan yang diberikan pada permukaan benda, yang secara umum berfungsi secara dekoratif dan fungsional karena dapat melindungi permukaan benda dalam hal ini pada permukaan baja.

2.7 Pengujian Adhesi

Uji tarik lepas, juga dikenal sebagai uji tarik lepas, adalah cara untuk mengukur daya rekat (adhesi) coating pada substrat. Pengujian ini berdasarkan standar ASTM D4541-02 [11], menghitung gaya tarik yang diperlukan untuk melepaskan dolly (penyangga kecil) yang direkatkan pada permukaan cat. Semakin besar gaya tarik yang diperlukan untuk melepaskan dolly, semakin kuat adhesi cat pada substrat. Semakin kasar suatu permukaan material, semakin besar pula area kontak antara cat dengan substrat. Hal ini akan meningkatkan kekuatan adhesi cat/coating pada permukaan material. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai kekasaran permukaan, semakin kuat pula daya lekat adhesi yang diperoleh antara substrat dengan lapisan coating [12].

2.8 Laju Korosi

Laju korosi merupakan proses kecepatan penurunan kualitas dari suatu bahan persatuan waktu, atau kecepatan merambatnya korosi [5]. Penggunaan satuan untuk menentukan laju korosi beragam seperti mm/yr (standar internasional) maupun penggunaan satuan mpy (mill/year) yang merupakan satuan *British*. Menurut standar mm/yr nilai laju korosi berada dinilai 0.02-5 mm/yr. Pada penelitian ini pengujian laju korosi menggunakan metode elektrokimia. Penggunaan metode elektrokimia dalam pengukuran laju korosi adalah dengan mengukur perbedaan potensial dari objek sehingga didapatkan laju korosi. Adapun kelebihan dari penggunaan metode ini ialah dapat secara langsung mengetahui laju korosi sehingga pengukuran dapat dilakukan dengan lebih cepat dan efektif. elektrokimia lebih efektif karena dapat mengetahui nilai dari laju korosi secara langsung dan lebih cepat. Tingkat kecenderungan terjadi korosi pada logam dinyatakan dengan perubahan energi bebas sedangkan laju korosi ditentukan oleh atom logam agar terjadi korosi. Tingkat kecenderungan terjadi korosi pada logam dinyatakan dengan perubahan energi bebas sedangkan laju korosi ditentukan oleh atom logam agar terjadi korosi [13]. Dapat dilihat pada tabel 2 merupakan penggolongan tingkat ketahanan material berdasarkan laju korosi.

Tabel 2 Tingkat Ketahanan Korosi Berdasarkan Laju Korosi

Relative Corrosion Resistance	Approximate Metric Equivalent				
	Mpy	mm/yr	µm/yr	nm/yr	pm/sec
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
<i>Excellent</i>	1-5	0.02-0.1	25 - 100	2-10	1-5
<i>Good</i>	5-20	0.1- 0.5	100- 500	10- 50	5-20
<i>Fair</i>	20-50	0.5-1	500- 1000	50- 150	20-50
<i>Poor</i>	50- 200	1-5	1000 - 5000	150- 500	50- 200
<i>Unacceptable</i>	200+	5+	5000 +	500 +	200+

Tabel 2 merupakan parameter hasil pengujian Laju Korosi yang dimana setelah pengujian dapat menentukan *Relative Corrosion Resistance* pada pengujian Laju Korosi logam yang diberi dengan lapisan *Coating* pada permukaan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Proseses *Surface Preparations*

Surface Preparation merupakan proses yang diperlukan untuk mempersiapkan spesimen uji agar sesuai dengan standar saat nantinya akan diberlakukan proses *coating*. Tujuan dari proses *surface preparation* adalah untuk meningkatkan daya rekat dan meningkatkan efektifitas dari pelapisan *coating* dengan material uji. Dengan efektifitas yang baik maka perlindungan dari *coating* dapat meningkat sesuai dengan standar yang diberikan oleh pabrikan. Terdapat dua jenis metode *surface preparation* atau pembersihan yakni menggunakan metode mekanik atau kimia. Adapun metode yang digunakan pada pembersihan material adalah metode mekanik menggunakan metode *blasting*. Pembersihan material yang diberikan pada penelitian ini adalah sand blasting dengan standar SA 2.5 sesuai standar ISO 8501-1 [12]. Adapun nilai *rust grade material* adalah A dan *steel grit* GH-18 dengan mesh 1.2 mm. Setelah dilakukannya pembersihan permukaan material menggunakan metode sandblasting kemudian dilakukan lagi tahap analisa tingkat kekasaran material menggunakan *surface profile gauge*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kekasaran profil permukaan paska pemberian proses *sandblasting*. Adapun pada penelitian kali ini mendapatkan nilai tingkat kekasaran material dengan menggunakan 3 sampling specimen uji adalah 68 µm, 86 µm, 82 µm atau nilai rata-rata ialah dari pengujian *surface*

Roughness dengan nilai *dust level A* atau 1 dengan standar ISO 8502 – 3 [14].



Gambar 2 Spesimen uji pasca proses Sandblasting dengan SA 2.5 sesuai ISO 8501-1



Gambar 3 pengujian kekasaran permukaan material (*Surface Roughness*)

3.2 Hasil Perhitungan Kondisi Lingkungan

Proses penerapan *coating* selain faktor dari persiapan material atau substrat yang penting terdapat faktor lingkungan dan iklim yang juga mempengaruhi terjadinya korosi dan efektifitas dari proses pelapisan itu sendiri. Perlunya mengetahui *relative humidity* dan *dew point temprature*. *Swing Psychrometer* adalah alat untuk mengukur *dry* dan *wet bulb*. Tidak hanya lingkungan saja, kondisi suhu pada material sebelum dilakukan pengecatan juga perlu diketahui.. Berdasarkan data yang diperoleh dari tabel komparasi *dry –wet bulb temprature* sesuai Prosedure *Dew Point* sesuai *ASTM Standard E337-04* [15], diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3 Tabel Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan

Kandungan	Nilai
<i>Dry Bulb Temperature</i>	27° C
<i>Wet Bulb Temperature</i>	31° C

<i>Relative Humadity</i>	73 %
<i>Material Temperature</i>	34° C

Tabel 3 data yang di peroleh dari pengukuran *wet* dan *dry bulb*, suhu material. Pengurangan *dry bulb temprature* terhadap *Wet bulb temprature* mempunyai nilai $31 - 27 = 4$. Setelah angka pengurangan di dapat, kemudian dimasukkan ke dalam *Psychrometric Chart*. Lalu akan mendapatkan nilai RH.

3.3 Proses Coating

Beberapa pengecekan yang harus dilakukan sebelum memulai proses pelapis. seperti *product data sheet* cat yang mengandung perbandingan campuran dan waktu pencucian. Peralatan yang digunakan harus dalam kondisi baik dan dapat digunakan, seperti tekanan kompresor, *air spray gun*, dan selang-selang. Selain itu operator mengoperasikan harus memiliki keterampilan yang mumpuni agar hasil juga baik. Dalam penelitian kali ini menggunakan dua jenis cat primer coating yakni Alkyd Hempalin primer 12050 dan Epoxy Hempadur Maestic 45881. Untuk variasi yang diterapkan adalah ketebalan DFT 75 µm, 125 µm dan 250 µm dengan standar SSPC PA-2 [16] berikut ini adalah variasi yang digunakan pada penelitian kali ini :

Tabel 4 DFT Variasi Ketebalan dan Jenis Coating

Specimen	Jenis Coating	DFT (µm)
1 AK		75
1 AA		75
2 AK	Hempalin Primer 12050	125
2 AA		125
3 AK		250
3 AA		250
1 EK		75
1 EA		75
2 EK	Hempadur Mastic 45881	125
2 EA		125
3 EK		250
3 EA		250

Keterangan:

- AK : Spesimen berlapisan Alkyd untuk pengujian Korosi
- AA : Spesimen berlapisan Alkyd untuk pengujian Adhesi
- EK : Spesimen berlapisan Epoxy untuk pengujian Korosi

EA : Spesimen berlapisan Epoxy untuk pengujian Adhesi

Tidak disarankan untuk melapisi material setelah 2-3 jam setelah blasting. Ini karena jika dilakukan lebih dari 2-3 jam, material akan mengandung zat pengotor seperti debu dan uap air. Untuk menerapkan coating sendiri pada satu sisi, bagian belakang harus ditutup dengan sealant kaca atau solasi hitam. Pengujian ketebalan *wet film* selama proses aplikasi cat harus dilakukan menghasilkan ketebalan cat yang diinginkan.



Gambar 4 *Wet Film Comb*

Proses mengukur ketebalan cat dalam keadaan cat yang masih basah dikenal sebagai *wet film Thickness*. Untuk melakukan pengujian ini, alat yang digunakan adalah *Wet Film Comb*, dan rumus yang digunakan adalah :

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

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

DFT (µm) didapatkan dari WFT (µm) yakni kondisi ketika cat masih basah dikali dengan Vs (*volume solid*) (%), nilai volume solid ini berbeda tergantung jenis cat yang digunakan dan telah dijelaskan dalam rekomendasi *technical data sheet*, dibagi dengan 100+persen pelarut (%) *by volume*. Sehingga hasil perhitungan dapat

Tabel 5 Hasil Pengujian WFT

Specimen	Jenis Coating	WFT (µm)
1 AK		100
1 AA		100
2 AK	Hempalin Primer	175
2 AA	12050	175
3 AK		350
3 AA		350

1 EK		100
1 EA		100
2 EK	Hempadur Mastic	150
2 EA	45881	150
3 EK		300
3 EA		300



Gambar 5 mengaplikasikan *coating*

Pengujian ketebalan film kering (DFT) dilakukan untuk mengetahui ketebalan lapisan setelah spesimen kering dengan media udara. *Gauge* ketebalan lapisan digunakan untuk melakukan pengujian ini. Pada tabel 6 terdapat tiga titik di mana spesimen uji ditempatkan selama proses pengujian. sehingga hasil dari tiga uji ketebalan kering cat akan dirata-rata kemudian.

Tabel 6 Hasil Pengujian DFT

Specimen	Jenis Coating	DFT			Rata Rata (µm)
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
1 AK		83	78	72	78
1 AA		70	75	80	75
2 AK	Hempalin Primer	120	135	126	127
2 AA	12050	124	117	134	125
3 AK		270	239	262	257
3 AA		269	243	238	250
1 EK		81	70	75	75
1 EA		68	76	81	75
2 EK	Hempadur Mastic	115	138	130	128
2 EA	45881	122	132	136	130
3 EK		258	271	261	263
3 EA		246	252	265	254



Gambar 6 pengujian DFT

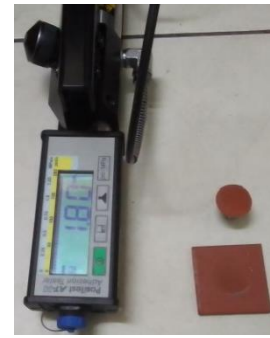
3.4 Hasil Pengujian Adhesi

Pengujian adhesi atau daya lekat cat dilakukan dengan metode *pull-off-test* sesuai dengan standar ASTM D 4541- 02 [11]. Alat yang digunakan untuk pengujian ini adalah *portable adhesive tester*. Prosedur dari pengujian ini adalah dengan menempelkan *dolly* dengan ukuran 20 mm pada permukaan spesimen yang sudah kering menggunakan lem khusus *araldite*. Sebelum menempelkan *dolly*, permukaan spesimen harus bersih dari debu atau kontaminan lainnya lalu diberikan lakban hitam pada *dolly* ke sisi specimen supaya tidak tergeser selama proses pengeringan.



Gambar 7 Penempelan *Dolly*

Dolly ditempelkan pada permukaan spesimen seperti pada gambar 7 tunggu hingga lem menempel sempurna pada permukaan spesimen. Setelah 24 jam pengeringan, bersihkan sisa *epoxy adhesive* dari sisi *dolly* dengan *dolly cutter*. Setelah itu pasang *portable adhesive tester* lalu memberikan tekanan agar *dolly* tertarik hingga lepas dari permukaan spesimen sehingga merusak permukaan cat.



Gambar 8 *pull-off-test*

Proses *pull-off test* ditampilkan pada gambar 8. Pada penelitian ini, dilakukan pengujian sebanyak 6 spesimen dengan rincian Dengan 2 Jenis Coating dan 3 Variasi Ketebalan , Tabel 7 merupakan hasil kuantitatif daya lekat atau adhesi dengan menggunakan *portable adhesive tester*.

Tabel 7 Hasil *Pull-of-Test*

Jenis Coating	No Ketebalan	Ketebalan (μm)	<i>Pull-off Strength</i> (MPa)
Alkyd	1	75	2.29
	2	125	1.8
	3	250	2.29
Epoxy	1	75	10.34
	2	125	15.34
	3	250	18.78

Bedasarkan data pada tabel 7 yang diperoleh setelah pengujian Adhesi dengan menggunakan metode *Pull-Off-Test*. Hasil pengujian dengan Variasi Jenis *Coating Epoxy* memiliki hasil lebih baik dibandingkan dengan jenis *Coating Alkyd*. untuk variasi Ketebalan yang diterapkan hasil pengujian terbaik pada jenis *coating epoxy* yakni pada ketebalan 250 μm dengan hasil 18.78 MPa. Sedangkan pada jenis *coating alkyd* yakni pada ketebalan 75 μm dan 250 μm dengan hasil 2.29 Mpa.

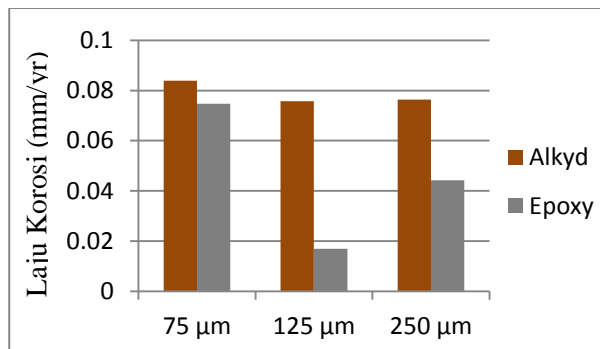
3.5 Hasil Laju Korosi

Pengujian ini memperoleh data dari pengujian sel tiga elektroda dan secara otomatis menunjukkan laju korosi, potensial arus dan grafik tafel tiap spesimen. Adapun media pengkorosi yang dipakai adalah air laut Pantai Marina, Semarang. Proses pengujian dilakukan di Laboratorium korosi dan kegagalan material, teknik metalurgi, Institut Teknologi Sepuluh November. Hasil dari proses pengujian laju korosi adalah berupa grafik tabel yang memuat informasi seperti *icorr*, elektroda potensial. Ditampilkan dalam Tabel 8 Hasil laju korosi berikut ;

Tabel 8 Hasil Pengujian Laju Korosi

Jenis Coating	Ketebalan	i_0 (A/cm ²)	Nilai Laju Korosi (mmpy)	Relative Corrosion Resistance
Alkyd	75 μ m	7.33E-06	8.38E-02	Excellent
	125 μ m	6.62E-06	7.58E-02	Excellent
	250 μ m	6.68E-06	7.64E-02	Excellent
Epoxy	75 μ m	6.53E-06	7.47E-02	Excellent
	125 μ m	1.48E-06	1.69E-02	Outstanding
	250 μ m	3.87E-06	4.43E-02	Excellent

Potensial pada kerapatan arus dan laju korosi berbeda untuk setiap spesimen, seperti yang ditunjukkan dalam data Tabel 8. Hal ini dapat disebabkan oleh kesalahan manusia, seperti tempat material disimpan atau *material* terkena larutan pengkorosi. bagaimanapun, Nilai ini tidak berubah secara signifikan dengan nilai lainnya. sehingga dapat dilihat dengan jelas perubahan Berdasarkan data pada Gambar 9 *Coating* yang digunakan maka didapatkan data sebagai berikut;

**Gambar 9** Grafik Laju Korosi

Gambar 9 grafik hasil pengujian dengan. mendapatkan nilai hasil yang terbaik diantara dua jenis *base coating* yang lain. Pada spesimen 2EK dengan ketebalan *coating* 125 μ m memperoleh hasil laju korosi 0,016915 mmpy. Pada penelitian sebelumnya disebutkan bahwa pengaruh ketebalan *coating* dapat terjadi dengan optimal apabila mengaplikasikan cat didapatkan dengan kondisi yang optimal dari segi ketebalannya. Terdapat Beberapa hal yang diduga dapat mempengaruhi hal tersebut termasuk *blistering* atau penggelembungan, masalah saat pengeringan tidak maksimal, dan sebagainya, ataupun pengerutan pada cat akibat dari pemberian interval pada tiap lapisan tidak tepat. berdasarkan penelitian sebelumnya, diketahui bahwa *coating* menggunakan epoxy pada ketebalan yang tepat

dengan perlakuan yang sama akan menghasilkan nilai laju korosi yang lebih baik.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini menghasilkan menerapkan jenis *coating* yang sesuai dan pengaplikasian yang tepat kemungkinan akan terjadinya penurunan kualitas pada *coating*. Semakin tebal *coating* memungkinkan terjadinya penurunan fleksibilitas dari *coating*. 1). Pada pengujian laju korosi mendapatkan hasil terbaik pada jenis *coating* Alkyd dengan ketebalan 75 μ m yakni 0.083847 mmpy, sedangkan hasil pengujian korosi dengan *coating* Epoxy terbaik dengan ketebalan 125 μ m yaitu 0.016915 mmpy. dapat disimpulkan bahwa semakin tebal *coating* yang diterapkan belum tentu menghasilkan hasil laju korosi yang baik. 2). Hasil Kekuatan adhesi dengan permukaan *coating* lebih baik dengan nilai kekasaran yang lebih tinggi. Nilai kerekatan tertinggi 18.78 Mpa diperoleh *Coating Epoxy* dengan ketebalan 250 μ m, untuk nilai kerekatan terendah sebesar 1.8 Mpa diperoleh *Coating Alkyd* dengan ketebalan 125 μ m.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] J.Chamberlain, KR. Trethewey. 1991, KOROSI (Untuk Mahasiswa dan Rekayasawan), PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- [2] A.P.Bayuseno, "Analisa Laju Korosi Pada Baja Untuk *Material* Kapal Dengan dan Tanpa Perlindungan Cat," *Rotasi*, vol. 11, no. 3, pp. 32-37-37, 2009
- [3] W.A.Sandono, "Analisa Pengaruh Pretreatment *Sandblast* Pelapisan *Fireproofing Coating* Terhadap Uji Laju Korosi, Adhesi dan Struktur Mikro Pada Material Baja SS400 Dan S45C" Universitas Kristen Indonesia, Jakarta, 2022.
- [4] D. Zhang, and Y. Huang, "Influence of surface roughness and bondline thickness on the bonding performance of epoxy adhesive joints on mild steel substrates," *Prog Org Coat*, vol.153, Apr.2021, doi:10.1016/j.porgco at.2021.106135.
- [5] G.A.Kusuma, U.Budiarto, and P. Manik, "Analisis Penerapan *Coating* Pada Baja ASTM A36 Dengan Variasi Cat Terhadap Laju Korosi, Kekuatan Adhesi dan Ketahanan *Impact Coating*," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol.14, no.1, pp.371-381, 2023.
- [6] BKI, "Consolidated Edition 2022," *BKI Rules Hull Vol. II Tahun 2022*, vol. II, 2022.

- [7] JIS G 3101, "Rolled steels for general structure," *Japan Standards Association*, 2015.
- [8] R.Hudson, 1982. "Surface Preparation for Coating". *The National Physical Labotary*.
- [9] D.Guo, G.Xie, and J. Luo, "Mechanical Properties Of Nanoparticles: Basics And Applications," *J.Phys, D.Appl.Phys.*, Vol.47, No.1, 2014.
- [10] H.Wang, C. Zhang, Y.Zhou, and Q.Zhou, "Improvement Of Corrosion Resistance And Solid Content Of Zinc Phosphate Pigmented Alkyd Coating By Methacrylated Cardanol," *Mater.TodayCommun*, Vol.24, No. February, P. 101139, 2020.
- [11] ASTM D4541-02, "Standard Test Method for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Testers," *ASTM International*, 2002.
- [12] ISO 8501, 2011, "Corrosion Protection of Steel Structures by Painting" *International Organization for Standardization*.
- [13] W.K.Sabyantoro, H.Purwanto, and M. Dzulfikar, "Analisis Laju Korosi Dengan Aliran Media Korosi HCl 10% Pada Material Baja ASTM A36 Dengan Sudut Bending," *J. Ilm.Momentum*, Vol.15, No.1, Pp.51–57, 2019.
- [14] B.P.Pamungkas, K.D.W.I.Wulandari, J.Teknik, B.Kapal, P.Perkapalan, dan N. Surabaya, "Analisis Pengaruh Kekasaran Permukaan Terhadap Daya Lekat pada Aluminium," 2021
- [15] ISO 8502-3, "Preparation of steel substrates before application of paints and related products-Tests for the assessment of surface cleanliness-Part 3: Assessment of dust on steel surfaces prepared for painting (pressure-sensitive tape method)," *International 2017*, Available: www.iso.org
- [16] ASTM Standard E337-04, "Standard Test Method for Measuring Humidity with a Psychrometer (the Measurement of Wet- and Dry-Bulb Temperatures)," *ASTM B. Stand.*, vol. 84, no. Reapproved, pp. 1–24, 2002.
- [17] SSPC-PA2, "Paint Application Specification NO.2- Measurement of Dry Coating Thickness with Magnetic Gages." *The Society for Protective Coatings*, 2004.