



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Penerapan *Coating* dan Variasi Ukuran Grit *Aluminium Oxide* pada Proses *Blasting* Terhadap Ketahanan Laju Korosi dan Daya Rekat Adhesi

Jihan Alldzi Khoir¹⁾, Untung Budiarto¹⁾, Ocid Mursid¹⁾

¹⁾Laboratorium Las dan Material Kapal

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

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

Abstrak

Korosi merupakan masalah yang sering dihadapi pada industri manufaktur termasuk industri galangan kapal. Guna melindungi logam material seperti baja untuk melakukan pencegahan terhadap korosi yaitu dilakukannya proses pengecatan atau *painting*. Pengecatan yang dilakukan pada industri kapal sangat bergantung pada tingkat kebersihan permukaan material. Proses *blasting* merupakan proses pembersihan yang lazim digunakan di industri galangan kapal yang memakai metode penembakan partikel ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan. Salah satu material abrasif yang digunakan pada industri galangan kapal yaitu aluminium oxide. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa perbandingan variasi aluminium oxide dengan ukuran grit 60, grit 80, dan grit 100 terhadap kekuatan adhesi, kerekatan, dan laju korosi pada plat baja ASTM A36. Pengujian kekuatan adhesi menggunakan metode *pull-off test*, pengujian kerekatan menggunakan metode *x-cut test*, dan pengujian laju korosi dengan metode elektrokimia. Hasil pengujian kekuatan adhesi menggunakan metode *pull-off test* menghasilkan kekuatan adhesi paling besar yaitu 12,53 Mpa dengan variasi ukuran grit 60. Hasil pengujian kerekatan pada ketiga ukuran variasi grit aluminium oxide menggunakan metode *x-cut test* menghasilkan kerekatan dengan level 0 dapat disimpulkan bahwa tidak ada *coating* yang terkelupas. Pengujian laju korosi dengan metode elektrokimia menghasilkan bahwa semakin kecil ukuran grit aluminium oxide yaitu grit 60 laju korosinya semakin rendah setelah dilakukannya pengecatan.

Kata Kunci : Aluminium oxide, Coating, Sandblasting, Kekuatan Adhesi

1. PENDAHULUAN

Sejak abad ke-17 ketika teknik produksi baja yang sangat efisien ditemukan, baja mulai menjadi bahan material bangunan yang sangat penting dan menjadi manfaat yang besar di era sekarang ini. Salah satu manfaat penggunaan baja pada saat ini adalah sebagai bahan pembangunan kapal.

Pembangunan kapal memiliki peran dalam aspek ekonomi serta aspek sosial lainnya. Khususnya di Indonesia yang merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, kapal dapat membantu masyarakat Indonesia berkembang dengan adanya distribusi barang yang merata keseluruh kepulauan di Indonesia itu sendiri.

Umumnya konstruksi pada lambung kapal biasanya menggunakan material baja. Baja yang sering digunakan adalah baja ASTM A36. Baja ASTM A36 termasuk baja yang memiliki komposisi karbon rendah (*low carbon steel*), mempunyai komposisi material dan *mechanic property*. Baja ini memiliki *tensile strength* sebesar 400 – 550 MPa, *yield strength* sebesar 250 MPa, dan regangan yang bisa mencapai 23% [1].

Pada industri perkapalan korosi yang terjadi pada konstruksi kapal menjadi masalah yang sering terjadi. Baja yang terkorosi menjadi ancaman yang cukup besar dan merusak maka dari itu perlu diadakannya penelitian yang mampu mengembangkan metode dengan tujuan untuk

mengurangi dan melindungi baja tersebut dari kerusakan. Korosi atau bisa disebut karat dapat menyebabkan degradasi terhadap material yang terkena korosi sehingga menyebabkan berkurangnya umur dari material tersebut. Percepatan laju korosi pada logam konstruksi kapal dikarenakan ion ion klorida yang berada pada laut. Kerugian yang sangat besar yang salah satunya dikarenakan kebocoran, meledaknya suatu pipa serta membuat pencemaran adalah akibar dari serangan korosi yang sangat serius [2].

Salah satu pencegahan korosi yang diberlakukan pada konstruksi kapal baja adalah dengan cara melapisi baja dengan lapisan penghalang (*marine coating*).

Pada penelitian sebelumnya tentang pencegahan korosi kapal dengan metode pengecatan didapatkan hasil bahwa pengaruh pelapisan cat dan ketebalan cat, serta ketebalan tiap lapisan cat sangat penting yaitu untuk memperoleh hasil pengecatan yang baik, hasil pengecatan yang terlalu tebal atau terlalu tipis harus dihindari. Ketebalan tiap lapis yang normal adalah 30 s/d 50 μm . Tiap - tiap lapis cat tergantung dari daya pengeringnya. Lapisan cat berikutnya dapat dilakukan apa bila lapisan cat yang terdahulu sudah kering, tetapi tidak boleh melampaui batas kerekatan cat yang sudah ditentukan, karena akan memberikan daya adhesi yang kurang baik. Interval yang diperlukan oleh masing - masing cat berbeda. Cat primer waktu kerekatan 10 jam dan paling lambat 3 bulan. Untuk proses penyemprotan dengan pasir dan udara tekan (*Sand Blasting*), dengan tekanan sekitar 8 kg/Cm² lewat nozzle dan dengan pasir (besi, silikat, kwarsa) dengan diameter 0,5 s/d 1,00 mm [3].

Pada penelitian sebelumnya yang meneliti bagaimana hasil dari laju korosi dengan berbagai macam variable tekanan penyemprotan dan ukuran mesh pada metode *sandblasting*. Adapun variasi tekanan yang digunakan yaitu 5 bar, 6 bar, 7 bar, 8 bar dan variasi ukuran mesh yang digunakan adalah mesh 100, mesh 60-30, mesh 30-16. Variable terkontrol yang digunakan yaitu jarak penyemprotan 15 cm dengan sudut penyemprotan 90° dan waktu penyemprotan 20 detik. Adapun dari hasil penelitain yang didapati pada variasi tekanan penyemprotan yaitu, laju korosi tertinggi terjadi pada tekanan 7 bar yaitu 0,02569 *mm/year* sedangkan laju korosi terendah terjadi pada

tekanan 5 bar yaitu 0,00231 *mm/year*. Sedangkan untuk variasi ukuran mesh laju korosi tertinggi yaitu pada mesh 30-16 yaitu, 0,03825 *mm/year* dan laju korosi terendah terjadi pada mesh 100 yaitu 0,01565 *mm/year* [4].

Meninjau dari penelitian mengenai pengaruh dari material abrasive terhadap kekuatan daya lekat cat yang telah diberi variasi menggunakan aluminium oxide. Menunjukkan bahwa dari hasil penelitian tersebut nilai rata rata kekerasan permukaan yang tinggi adalah material yang diblasting dengan *steel grit* yaitu 84,71, sedangkan untuk nilai daya lekat tertinggi pada material yang di *coating* dengan jenis cat *epoxy* dan *zinc rich* adalah 20,04 dan 21,46. Dari nilai tersebut mengalami penurunan sebesar 14,15 dan 15,04 setelah diberlakukan uji salt pray selama 72 jam [5].

Ditinjau dari permasalahan diatas dan penilitian penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka penelitian ini bertujuan untuk meneliti pengaruh variasi ukuran grit *aluminium oxide* 60, 80, 100 terhadap ketahanan laju korosi dan ketahanan daya lekat menggunakan cat eksposi primer yang diberlakukan terhadap baja karbon rendah ASTM A36.

2. METODOLOGI

Pada penelitian ini, hasil yang ingin ditemukan adalah bagaimana pengaruh penerapan *coating* dan variasi ukuran grit aluminium oxide pada proses *sandblasting* terhadap daya rekat cat dan ketahanan laju korosi pada baja karbon ASTM A36 dengan media air laut menggunakan metode elektrokimia. Pada penilitian ini diberlakukan *sandblasting* dengan variasi ukuran grit 60, grit 80, grit 100. Serta menggunakan pelapisan cat *epoxy* primer dengan ketebalan minimal sebesar 250 μm .

2.1. Objek Penelitian

Pada penelitian ini, objek penelitain menggunakan baja yang umumnya digunakan pada konstruksi pembangunan kapal yaitu ASTM A36. Dengan dimensi yang digunakan adalah 50 x 50 x 6 mm dengan jumlah 3 buah untuk mengetahui laju korosi dan dimensi 150 x 75 x 6 mm dengan jumlah 18 buah untuk mengetahui nilai besar daya kekuatan *adhesi* dan *x-cut test*.



Gambar 1. Spesimen Uji

Tabel 1. Spesifikasi Standart ASTM A36

Unsur	Kandungan (%)
C	0.25-0.29
Si	0.15-0.3
Mn	0.25-0.5
P	0.03
S	0.03
Cu	0.02
Fe	Balance

2.2. Surface Preparation

Sebelum dilakukannya proses *coating*, permukaan material diberlakukan proses pembersihan, proses ini disebut *surface preparation*. Tujuan proses ini diberlakukan agar material cat tersebut memiliki daya rekat antara permukaan dengan material cat yang baik, serta memiliki ketahanan terhadap karat pada hasil pengecatan yang baik pula.

Terdapat dua jenis metode *surface preparation* atau pembersihan permukaan, yaitu dengan cara mekanik dan kimia [6].

Pembersihan secara mekanik terbagi atas :

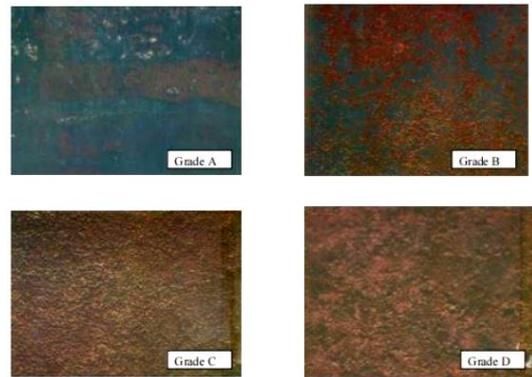
- *Hand tool* atau pembersihan dengan tangan menggunakan amplas
- Pembersihan dengan metode *blasting*
- *Power tool* atau dengan mesin gerinda

2.3. Pengujian Surface Preparation

Coating yang diberlakukan pada permukaan material tergantung pada *initial condition*, maka dari itu kondisi awal tersebut harus melalui proses pemeriksaan terlebih dahulu (*surface preparation*) sebelum diberlakukannya *sandblasting*.

Pada *industry* untuk melihat suatu kualitas material sebelum dan sesudah dilakukannya *blasting* biasanya digunakan standar ISO 8501. Gambar yang menghubungkan kebersihan

permukaan material diantara metode *abrasive blasting* dijelaskan pada gambar sebagai berikut



[7].

Gambar 2. Tahap tahap kondisi material sebelum *blasting* [7]

Pada gambar diatas terdapat *grade A – D* yang artinya sebagai berikut :

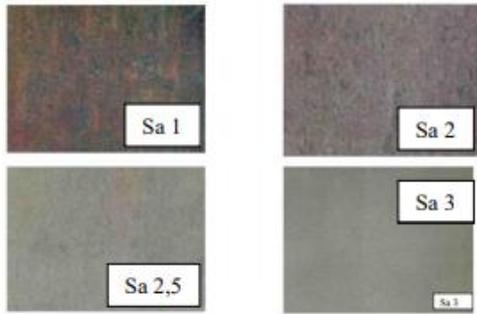
- Grade A : *mill scale* yang melekat pada permukaan baja lebih dominan.
- Grade B : karat yang mulai bermunculan dan *mill scale* mulai terbentuk.
- Grade C : keadaan *mill scale* ada pitting dan dapat dilihat dengan penglihatan biasa.
- Grade D : sangat terlihat dengan jelas *mill scale* yang sudah berkarat dan pitting dapat dilihat dengan penglihatan normal.

Seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya, bahwa standar ISO 8501 digunakan sebagai standar acuan untuk mengetahui tingkat kebersihan dari hasil proses *sandblasting*. Gambar 3 dapat menjelaskan setiap level tingkat kebersihan *initial surface* yang termasuk pada kategori tush grade B.

Penelitian yang akan dilakukan oleh penulis menggunakan minimal tingkat kebersihan Sa 2,5 untuk mengetahui kebersihan permukaan material, hal ini pun sesuai dengan rekomendasi *technical data sheet* produk *coating*.

Tiap level kebersihan memiliki arti berbeda-beda. Adapun penjelasannya yaitu [7] :

- Sa 1 / SSPC SP-7 *Light Blast-cleaning*
- Sa 2 / SSPC SP-6 *Trorough Blast-cleaning*
- Sa 2,5 / SSPC SP-10 *Very thotough Blast-cleaning*
- Sa 3 / SSPC SP-5 *Blasting to Visually clean steel*



Gambar 3. ISO 8501 Tingkat kebersihan [7]

2.4. Sandblasting

Salah satu cara yang paling efektif dan cepat untuk membersihkan dari karat/korosi, cat, serta oli yaitu dengan metode *sandblasting*.

Blasting terbagi menjadi dua macam, yaitu *dry blasting* dan *wet blasting*. *Dry blasting* untuk material yang berbahan besi/metal yang tidak beresiko meledak akibat gesekan material abrasive yang relatif tinggi. Sedangkan pada metode *wet blasting* diaplikasikan untuk material yang beresiko terbakar atau terletak didaerah yang beresiko terjadi kebakaran.

Untuk penelitian kali ini menggunakan metode *dry blasting* dengan material abrasif *aluminium oxide*.

2.5. Material Abrasif

Berbagai macam material abrasif yang dapat digunakan untuk proses *sandblasting*. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan material abrasif antara lain :

- Ukuran partikel
- Kekerasan partikel
- Bentuk partikel

Terdapat macam-macam material abrasif antara lain [8] :

- Pasir Silika
- Garnet
- *Aluminium Oxide*
- *Steel Grit*
- *Steel Shot*
- *Glass Beads*
- *Volcanic Ash*
- *Coal Slag*
- *Silicon Carbide*

Untuk densitas dan kekasaran dari macam-macam material abrasif bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Material abrasif	Hardness (Mohs)	Density (g/cm ³)
<i>Aluminium Oxide</i>	8 - 9	3,95
<i>Garnet</i>	8 - 9	4,09
<i>Volcanic Sand</i>	5,5 - 6	0,7 - 1,2
<i>Steel Grit</i>	9	7,85
<i>Silicon</i>	9 - 10	3,21
<i>Carbide</i>	5 - 6	2,56
<i>Silica Sand</i>	8	7,85
<i>Glass Beads</i>	6	2,5
<i>Coal Slag</i>	6 - 7	2,7

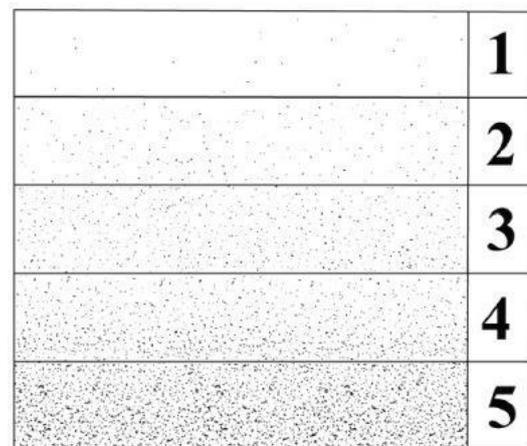
Tabel 2. Jenis-jenis material *abrasive*

Bisa dilihat pada tabel 2, bahwa setiap jenis material abrasif memiliki sifatnya masing – masing.

Pada penelitian kali ini menggunakan variasi ukuran grit *aluminium oxide* dengan ukuran grit 60, grit 80, dan grit 100 yang dibeli melalui online ecoblast.

2.6. Pengukuran Dust Level

Pada tahap ini material yang telah diproses *sandblasting* ditempelkan selotip dan partikel debu yang menempel pada selotip tersebut diperiksa dengan cara visual. Adapun klasifikasi hasil pengujian *dust level* ini dikelompokkan, klasifikasi kelompok *dust level* ini dijelaskan di gambar 4.



Gambar 4. Klasifikasi kuantitas debu

2.7. Coating

Salah satu upaya dalam memperkecil laju korosi pada permukaan material adalah dengan menggunakan pelapisan cat atau *coating* [9]. Pelapisan permukaan material yang disebut *coating* mampu menghalangi permukaan material kontak langsung dengan lingkungannya.

Syarat minimum yang diberlakukan untuk ketebalan *coating* yang berbahan dasar epoxy ini menggunakan rules BKI VOL II. *Coating* tanpa *anti fouling* tebal minimum yang harus digunakan minimal 250µm [10].

2.8. Pengujian Wet & Dry Film Thickness

Pada saat proses pelapisan cat berlangsung, diperlukan test kondisi basah, yang nantinya untuk mengetahui kondisi cat yang terjadi pada saat proses pengeringan. Standar yang dipakai pada pengecekan *wet film thickness* ini menggunakan ISO 2808 [11].



Gambar 5. Comb Gauge

Alat yang biasanya dijadikan untuk mengukur kedalaman cat pada saat kondisi basah disebut *wet film comb gauge*, dimana alat ini memiliki sisi gerigi yang memiliki panjang berbeda. Rumus yang digunakan untuk memperkirakan kedalaman cat yang dibutuhkan pada saat kering dijabarkan menggunakan rumus sebagai berikut [12].

$$WFT = \frac{DFT}{VS} \quad (1)$$

$$DFT = \frac{WFT \times Volum\ Solid\ \%}{100} \quad (2)$$

$$DFT = \frac{WFT \times Volum\ solid\ \%}{100 + Percent\ Pelarut\ \% \text{ by Volume}} \quad (3)$$

Dimana :

- WFT : Wet Film Thickness (µm)
- DFT : Dry Film Thickness (µm)
- VS : Volume Solid (%)

Ketika cat daam keadaan solid, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan alat DeFelsko untuk menginformasikan ketebelan cat pada kondisi kering. Pengujian DFT ini menggunakan standar ISO [13].

2.9. Pengujian Pull-Off-Test.

Setelah spesimen dilakukan pengujian WFT dan DFT, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji ASTM D4541 “standart Test

Method for Pull-Off Strength of Coating Using Portable Adhesion testers” [14]. Metode yang dipakai untuk pengujian ini yaitu metode *pull off test*. Metode ini menggunakan alat berupa *adhesive testers*, lem araldite dan *dolly* [14]. Setelah alat sudah disiapkan, selanjutnya dilakukan pengolesan lem araldite secara merata pada permukaan bawah *dolly* yang berbahan dasar epoxy agar tidak terjadi reaksi terhadap lapisan cat yang diaplikasikan pada material uji, diberi penekanan agar menempel kuat pada permukaan. Di tunggu selama minimal 12 jam agar pengeringan lem berlangsung sempurna.

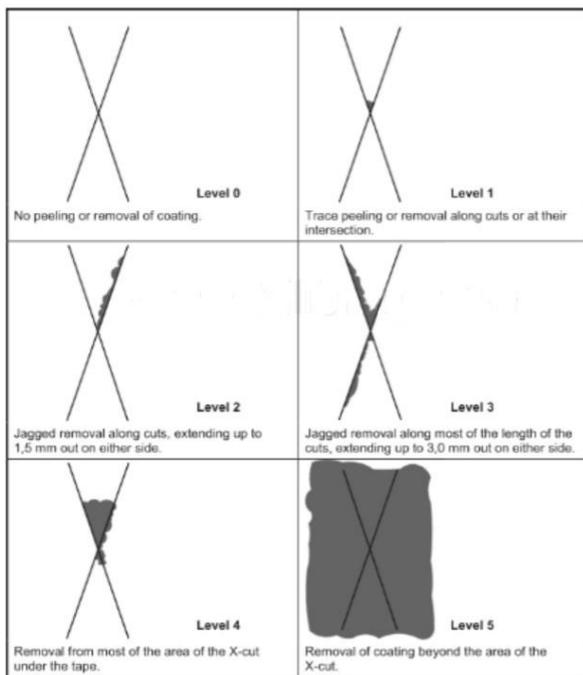
2.10. Pengujian X-Cut Test

Pengujian *X-cut Test* ini dilakukan untuk menilai daya lekat cat pelapis terhadap substrat material. Metode ini pun diberlakukan sesuai acuan standar ISO 16276-2 [15].

Klasifikasi kriteria yang sesuai yaitu *European standard* EN 1337-9 yakni klasifikasi level 0 atau 1. Penilaian dilakukan secara kualitatif pada skala 0 sampai 5.

Tabel 3. Klasifikasi Hasil X-cut Test

Level	Deskripsi Hasil Metode X-Cut Test
0	No peeling or removal.
1	Trace peeling or removal along cuts or at their intersection.
2	Jagged removal along cuts, extending up to 1,5 mm out on either side.
3	Jagged removal along most of the length of the cuts, extending up to 3,0 mm out on either side.
4	Removal from most of the area of the X-cut under the tape.
5	Removal of coating beyond the area of the X-cut.



Gambar 6. Klasifikasi Hasil X-cut Test

2.11. Pengujian Laju Korosi

Pengujian laju korosi dapat dilakukan dengan banyak metode, salah satunya adalah metode elektrokimia. Metode elektrokimia adalah metode mengukur laju korosi dengan mengukur beda potensial objek hingga dapat laju korosi yang terjadi, metode elektrokimia ini mengukur laju korosi pada saat diukur saja dimana memperkirakan laju tersebut dengan waktu yang panjang dan adapun keuntungan menggunakan metode ini hasil perhitungan laju korosi didapatkan secara kontan, sehingga tidak memerlukan waktu yang lama [16].

Setelah spesimen disiapkan, langkah pertama dalam pengujian laju korosi ini adalah menyediakan elektrolit sebagai media pengkorosian, dalam hal ini larutan elektrolit yang digunakan adalah air laut murni. Pada pengujian sel 3 elektroda ini, elektroda acuan (Ag/AgCl) dan elektroda bantu berupa platina dihubungkan dengan kabel yang telah tersambung dengan *software* CS Studio 5. Sebelum program dari *software* dijalankan, elektroda-elektroda yang sudah terhubung tersebut didiamkan selama 10 menit agar potensial arus yang mengalir dalam keadaan stabil. Dengan menambahkan parameter-parameter penentu seperti massa jenis, berat atom logam, dan luas permukaan spesimen uji, alat alat pengujian yang sudah terhubung dengan *software*

CS Studio 5 ini akan secara otomatis menampilkan laju korosinya.

Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode elektrokimia dengan standar acuan ASTM G 102 “*Calculation of Corrosion rates and related information from Electrochemical Measurement*” [16].

2.12. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian mulai dari *surface preparation*, coating, uji WFT dan DFT, uji *Pull-Off Test*, dan uji *X-Cut Test* dilaksanakan di CV. Cipta Agung Surabaya dan untuk pengujian laju korosi dilaksanakan di Laboratorium Metalurgi ITS Surabaya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Surface Preparation

Kondisi awal material sebelum dilakukannya proses *sandblasting* perlu diperhatikan *rust grade* yang mengacu pada ISO 8501-1. Berdasarkan tingkat kondisi awal material ini yang mengacu pada buku standar tersebut adalah *grade A* yang dimana kondisi awal material ini dalam kondisi yang bersih atau *mill scale* melekat baik pada substrat.



Gambar 7. Tingkat awal kebersihan permukaan

3.2. Aplikasi Sandblasting

Proses penyemprotan material abrasif pada permukaan spesimen uji dilakukan menggunakan material grit *aluminium oxide* dengan ukuran grit 60, grit 80, dan grit 100, sedangkan tekanan penyemprotan sebesar 7 bar di kabinet tertutup.

3.3. Pengamatan Cleanliness

Dalam pengamatan tingkat pembersihan ini mengacu pada ISO 8501-1, dimana rekomendasi dalam *technical data sheet* minimum sebesar Sa 2. Pada penelitian ini hasil yang didapatkan pada tingkat kebersihan setelah *sandblasting* adalah Sa 2,5.



Gambar 8. Tingkat *cleanliness visual* Sa 2,5

3.4. Pengukuran *Roughness* dan *Dust Level*

Untuk proses pengukuran *roughness* dan *dust level* dilakukan setelah menyelesaikan *surface preparation*. Pengukuran tingkat kekasaran pada penelitian ini mengacu pada ASTM D 4417 serta menggunakan alat DeFelsko *Surface profile gauge* dan untuk mengetahui hasil dari *dust level* menggunakan isolasi.

Tabel 4. Hasil pengujian *roughness*

Material Abrasive	<i>Roughness</i> (μm)	Rata-Rata (μm)
Grit 60	77	66,6
	53	
	70	
Grit 80	56	41,3
	29	
	39	
Grit 100	38	31
	27	
	28	



Gambar 9. Pengukuran tingkat kekasaran permukaan specimen

Nilai dari hasil pengujian kekasaran permukaan atau *roughness* dapat dilihat pada tabel

4 menunjukkan bahwa nilai *roughness* yang paling tinggi adalah dari grit 60 dengan nilai rata – rata sebesar 66,6 μm . Hasil uji *roughness* tersebut mengacu pada standar ASTM D-4417 dengan batas nilai 30 – 80 μm .

Tabel 5. Hasil pengujian *Dust Level*

Material Abrasive	<i>Dust Level</i>
Grit 60	Level 1
Grit 80	Level 1
Grit 100	Level 1

Dari tabel 5 diatas menunjukkan bahwa hasil pengujian *dust level* pada 3 ukuran grit *aluminium oxide* yaitu level 1, yang mana hasil tersebut sudah sesuai pada standar ISO 8502-3 karena tingkat *dust level* nya tidak melebihi level 2. Standar itu dipakai sebagai acuan agar bisa dilanjutkan pada proses *coating*.

3.5. Pengukuran Kondisi Lingkungan

Sebelum materal diberlakukan proses pelapisan cat, terlebih dahulu dilakukannya pengukuran kondisi lingkungan ini yang meliputi *dry bulb* serta *wet bulb*. Hasil dari pengukuran *dry bulb* dan *wet bulb* ini nantinya akan diketahui *relative humidity* dan *dew point*. Alat untuk pengukuran kondisi lingkungan ini menggunakan alat *Swing hygrometer*.

Setelah kondisi lingkungan ini diketahui, selanjutnya mengukur *steel temperature*, menggunakan alat *infrared thermometer*.

Tabel 6. Hasil *microclimatic condition*

No	Parameter	Hasil
1.	Suhu basah	26°C
2.	Suhu kering	30°C
3.	Kelembaban relative	72%
4.	Titik embun	24°C
5.	Suhu baja	32°C

Prosedur pelapisan cat dilakukan sesuai rekomendasi *technical data sheet* yaitu maksimal sebesar 85% *Relative Humidity* pada suhu lingkungan minimal sebesar 0° C, pada tabel 6 menunjukkan nilai tersebut sebesar 72%, maka dari itu pengaplikasian cat bisa dilakukan pada specimen penelitian ini.

3.6. Aplikasi *Coating*

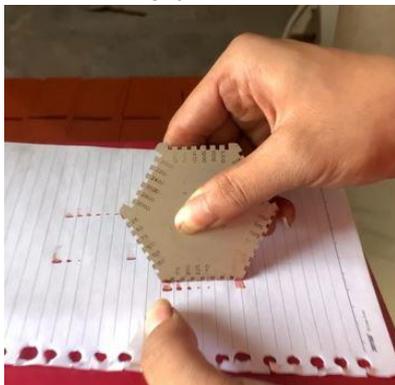
Pada proses perlakuan *coating* menggunakan *conventional spray* yang dilakukan di CV. Cipta

Agung Surabaya. Material untuk mengerjakan aplikasi *coating* ini menggunakan painting jenis primer epoxy BANNOH 1500 produk Chugoku Marine Paints dengan keterangan *volume solid* sebesar 73% (+/-2) dengan *mixing ratio base* : *hardener* sama dengan 79 : 21 serta mengaplikasikan menggunakan *thinning* 10%.

3.7. Hasil WFT dan DFT

Pada penelitian ini penulis merencanakan bahwa ketebalan basah yang dicapai adalah 342 μ m dengan acuan standar BKI bahwa pelapisan cat epoxy dengan satu lapisan ketebalan yang di aplikasikan sebesar 250 μ m. Sesuai dengan rumus 3 yang sudah dijelaskan diatas maka diharapkan ketebalan kering yang dihasilkan sebesar 250 μ m, dengan toleransi 3% yang artinya kurang atau lebih pada realisasinya terjadi pengeringan maka diperikarakan minimal 242,5 μ m sampai 257,5 μ m.

Gambar 10. Pengujian Wet Film Thickness



Tabel 7. Hasil ketebalan cat pada kondisi kering

Variasi grit <i>aluminium oxide</i>	Ketebalan <i>coating</i> (μ m)	Rata-rata (μ m)
Grit <i>aluminium oxide</i> 60	253	255
	255	
	257	
Grit <i>aluminium oxide</i> 80	258	252
	250	
	248	
Grit <i>aluminium oxide</i> 100	255	248
	242	
	247	

3.8. Hasil Pengujian Pull-off test

Pada penelaitan pengujian *adhesive* ini menggunakan *Pull-off test* yang mengacu pada standar ASTM D-4541, metode ini menggunakan *dolly* berukuran 20mm. Terdapat 3 spesimen yang diberlakukan treatment *blasting* berbeda yaitu

ukuran grit alumunium oxide 60, 80 dan 100, dengan perlakuan pegecekan di 3 titik tiap masing

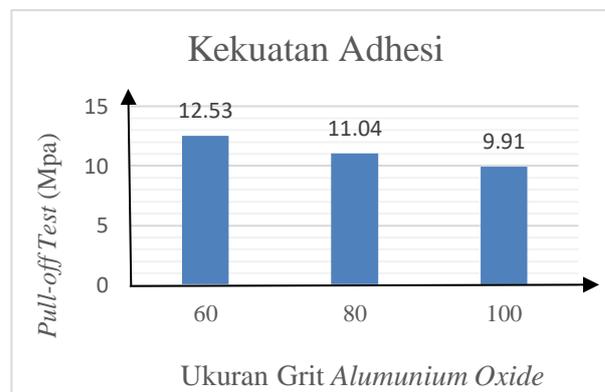


masing spesimen serta ukuran cat rata-rata dengan ketebalan 251 μ m.

Gambar 11. Pengujian Adhesif dengan metode *Pull-off test*.

Tabel 8. Hasil Pengujian *Pull-off test*

Variasi grit <i>aluminium oxide</i>	<i>Pull-off Strength</i> (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
Grit <i>aluminium oxide</i> 60	12,72	12,53
	12,31	
	12,57	
Grit <i>aluminium oxide</i> 80	11,42	11,04
	11,54	
	10,17	
Grit <i>aluminium oxide</i> 100	10,55	9,91
	9,84	
	9,34	



Gambar 12. Grafik Hasil Pengaruh Ukuran grit *aluminium oxide* terhadap kekuatan Adhesi

Dari hasil yang ditunjukkan pada tabel 8 dan gambar 12 pengujian daya rekat *coating* pada variasi ukuran grit *aluminium oxide* terdapat pengaruh kekuatan daya rekat *painting*. Semakin besar ukuran grit pada *aluminium oxide* seperti grit 100 makan akan semakin rendah tingkat kekasaran

permukaannya, mengakibatkan daya rekat pada *coating* lebih mudah rusak atau tidak lebih rekat dari pada grit 60 yang memiliki kekasaran permukaan lebih tinggi.

3.9. Hasil X-Cut Test

Pada standar ISO 16276-2 lapisan pada *coating* disayat menyilang menggunakan *cutter* dengan sudut kemiringan 40° dan pada sayatan tersebut ditempelkan selotip, kemudian selotip ditarik.

Dari tabel 9 dibawah menunjukkan bahwa pengujian x-cut test memiliki hasil yang sempurna pada setiap ukuran variasi grit alumunium oxide karena lapisan *coating* pada setiap spesimen memiliki ketebalan dan kualitas yang sama. Hasil ini menunjukkan bahwa dari ketiga ukuran grit tersebut hasil *coating* yang tahan terhadap goresan (level 0).

Tabel 9. Hasil pengujian X-Cut Test Hasil Klasifikasi

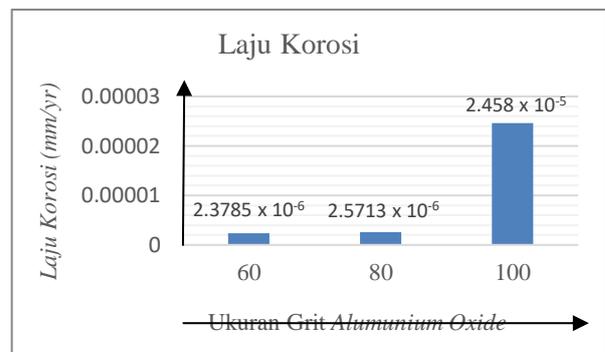
Grit <i>alumunium oxide</i> 60	Level 0
	Level 0
	Level 0
Grit <i>alumunium oxide</i> 80	Level 0
	Level 0
	Level 0
Grit <i>alumunium oxide</i> 100	Level 0
	Level 0
	Level 0

3.10. Pengujian Laju Korosi

Dalam pengujian laju korosi ini dilakukan di Laboratorium Metalurgi ITS Surabaya, dengan menggunakan alat potensiostat Autolab dan software Corrttest. Penggunaan software Corrttest ini akan menunjukkan hasil potensial arus, nilai kerapatan, diagram tafel, dan *corrothion rate* dari masing masing spesimen. Pengujian ini diberlakukan pada spemisen yang berdimensi sebesar 50 x 50 x 3 mm.

Tabel 10. Hasil Pengujian laju korosi dengan Varisi Ukuran grit *alumunium oxide*

Variasi ukuran grit <i>alumunium oxide</i>	Icorr ($\mu A/Cm^2$)	Laju korosi (mm/year)
60	2.0331×10^{-10}	2.3785×10^{-6}
80	2.1978×10^{-10}	2.5713×10^{-6}
100	2.101×10^{-9}	2.458×10^{-5}



Gambar 13. Grafik hasil laju korosi

Dari tabel 10 dan gambar 13 mendeskripsikan hasil perhitungan laju korosi menggunakan *software Corrttest* pada spesimen yang diberlakukan *painting* menggunakan cat epoxy. Spesimen yang menggunakan ukuran grit *alumunium oxide* 60 nilai laju korosi yang dihasilkan sebesar 2.3785×10^{-6} , dan spesimen yang menggunakan grit *alumunium oxide* 80 nilai laju korosi yang dihasilkan sebesar 2.5713×10^{-6} , serta spesimen yang menggunakan grit *alumunium oxide* 100 sebesar 2.458×10^{-5} .

Pada tabel 10 dapat diketahui hasil dari pengujian ketiga variasi ukuran grit *alumunium oxide* yang di cat menggunakan material epoxy menyempurnakan tingkat standar ketahanan korosi yaitu 0,02 mm/yr. Sampel spesimen dengan ukuran grit 60 dengan ketebalan cat sebesar 255 μm memiliki nilai ketahanan laju korosi yang paling rendah. Hal ini dikarenakan *coating* menutupi sampel spesimen dengan baik. Akan tetapi pada spesimen dengan ukuran grit 100 dengan ketebalan cat sebesar 248 μm memiliki nilai ketahanan laju korosi yang paling tinggi, meski telah sesuai dengan standar. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut, antara lain [20] :

1. Pengelembungan cat pada *surface* atau biasa disebut *Blistering*. Faktor yang mempengaruhi hal ini yaitu ketika *painting interval* terjadi, cat pertama yang belum kering sepenuhnya sesuai dengan *technical data set* yang berlaku namun sudah diberlakukan pengecatan pada layer berikutnya.
2. Pengerangan yang belum sempurna atau disebut *Drying Trouble*. Hal ini terjadi karena pada saat proses pelapisan yang

dilakukan terlalu tebal, dan juga bisa terjadi karena kondisi cuaca yang tidak cocok dengan *technical data set* pada panduan produk *painting*.

3. Pengerutan cat atau biasa disebut *Wrinkling*. Hal ini disebabkan karena pada saat melakukan pelapisan interval pengecatannya terlalu cepat. Hal ini menyebabkan lapisan menjadi pengerutan atau penarikan pada saat kondisi pelapisan cat dalam kondisi kering.

4. Kesimpulan

Untuk hasil dari pengujian daya adhesi menyatakan bahwa variasi ukuran grit *aluminium oxide* sangatlah berpengaruh. Semakin besar ukuran grit pada aluminium oxide seperti grit 100 maka akan semakin rendah tingkat kekasarnya, mengakibatkan daya rekat pada coating lebih mudah rusak atau tidak lebih rekat dari pada grit 60 yang memiliki kekasaran permukaan lebih tinggi. Nilai kekasaran atau *roughness* tertinggi didapatkan dengan ukuran grit 60 dengan nilai rata – rata sebesar 66,6 μm , dan nilai kekasaran terendah diperoleh dengan ukuran grit 100 dengan nilai rata – rata sebesar 31 μm .

Dengan adanya nilai dari tingginya kekasaran permukaan yang diperoleh maka akan meningkatkan kekuatan adhesi antara substrat dengan lapisan *coating*. Nilai kekuatan adhesi tertinggi diperoleh dari ukuran grit 60 dengan nilai *pull-off strength* rata – rata 12,53 Mpa sedangkan untuk hasil *pull-off strength* terendah diperoleh dari ukuran grit 100 dengan nilai 9,91 Mpa.

Hasil dari pengujian *x-cut test* menunjukkan bahwa ketiga ukuran variasi grit *aluminium oxide* memiliki kerekatan *coating* yang paling baik dengan level 0 itu berarti tidak ada coating yang terkelupas.

Pada pengujian laju korosi yang terjadi pada ketiga variasi ukuran grit semuanya masih dalam kategori *outstanding* karena masih dibawah 0,02 mmpy. Hasil terendah pada variasi ukuran grit 60 dengan ketebalan cat rata-rata sebesar 255 μm dan nilai laju korosinya sebesar 2.3785×10^{-6} mm/yr. Lalu hasil laju korosi tertinggi pada grit 100 dengan ketebalan cat rata-rata sebesar 248 μm dengan nilai laju korosi sebesar 2.458×10^{-5} mm/yr. Hal ini diakibatkan karena telah dilakukan pelapisan *coating* dengan *surface preparation* yang

memenuhi standar menggunakan variasi ukuran grit *aluminium oxide*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada banyak pihak yang sudah membantu penulis selama melakukan penelitian ini baik dari segi materil maupun moril. Terima kasih sebesar-besarnya juga penulis ucapkan kepada Bapak Larasanto selaku *President Director* CV. Cipta Agung Surabaya dan karyawannya yang telah memberikan kesempatan untuk penulis melaksanakan penelitian tugas akhir di *workshop*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM A36/A36M-19, "*Standard Specification for Carbon Structural Steel*" West Conshohocken, PA, USA, 2019.
- [2] K. R. Trethewey and J. Chamberlain, *Corrosion for Science and Engineering*. Longman, 1995.
- [3] S. Salim, "Pencegahan Korosi Kapal Dengan Metode Pengecatan," *Maj. Ilm. Bahari Jogja*, vol. 17, no. 2, pp. 91–97, 2019.
- [4] R. Rosyadi, F. Hamzah "Pengaruh Tekanan Penyemprotan dan Ukuran Butir Pasir Silika Pada Proses Sandblasting Terhadap Hasil Laju Korosi Baja ASTM A36" Diss. Universitas Brawijaya, 2017.
- [5] C. Trijatmiko, H. Pratikno, and A. Purniawan, "Analisa Pengaruh Material Abrasif Pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, pp. 231–235, 2016.
- [6] M. D. Dzuhro, "Pengaruh Variasi Temperatur dan Waktu Pencelupan Pada Proses Phospating Terhadap Laju Korosi Mild Steel ST37," *J. Tek. Univ. Jember*, 2015.
- [7] ISO 8501-1, "Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness," *ISO Int.*, 2007.
- [8] A. Momber, *Blast cleaning technology*. 2008.
- [9] P. R. Roberge, *Corrosion Engineering Principles and Practice*. New York: McGraw-Hill, 2008.
- [10] Biro Klasifikasi Indonesia, "*Rules For Classification And Construction*," vol. II, 2021.
- [11] ISO 2808:2019, "*Paints and varnishes Determination of film thickness*." ISO, 2019.

- [12] C. Quatman, “*Calculating and Measuring Wet Film Thickness*,” KTA, 2017. .
- [13] ISO 19840:2012, “*Paints and varnishes — Corrosion protection of steel structures by protective paint systems — Measurement of, and acceptance criteria for, the thickness of dry films on rough surfaces.*” ISO, 2012.
- [14] ASTM D-4541-02, “*Standard Test Methode for Pull-Off Strength of Coatings Using Portable Adhesion Tester*,” *ASTM Int.*, vol. 02, pp. 1–13, 2002.
- [15] ISO 16276-2, “*Cross-cut testing and X-cut testing.*”
- [16] ASTM-Standards, “*Standard practice for calculation of corrosion rates and related information from electrochemical measurements*,” *Astm G 102-89*, vol. 89, no. Reapproved, pp. 1–7, 1999.
- [17] A. Y. Kurniawan, and A. I. Syarif, “Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan coating,” *Tek. ITS*, vol. 4, 2015.
- [18] D. Pramanta and S. Sulistijono, “Pengaruh Komposisi Phenolic Epoxy Terhadap Karakteristik Coating pada Aplikasi Pipa Overhead Debutanizer,” *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. 69-74, 2012.
- [19] R. A. Pratama and S. Kromodiharjo, “Studi Eksperimen Pengaruh Tebal Cat dan Kekasaran pada Pelat Baja Karbon Rendah terhadap Kerekatan Cat dan Biaya Proses di PT. Swadaya Graha,” *J. Tek. ITS*, vol. 5, 2016
- [20] U. Utomo, B. Budi. “Jenis korosi dan penanggulangannya.” *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, vol. 6, 2, pp. 138-141, 2009.