



ISSN 2338-0322

JURNAL TEKNIK PERKAPALAN

Jurnal Hasil Karya Ilmiah Lulusan S1 Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro

Analisa Pengaruh Variasi Ukuran *Steel Grit* Pada Proses *Blasting* Baja ASTM A36 Terhadap Laju Korosi, Daya Rekat Adhesi, dan *Impak Coating*

Irsa Widiastha Prabowo¹⁾, Untung Budiarto¹⁾, Imam Pujo Mulyatno¹⁾

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 : irsawidiasthaprabowo@students.undip.ac.id

Abstrak

Baja secara luas digunakan sebagai komponen plat utama, di dalam industri perkapalan namun material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material.. Pengendalian korosi plat baja dilakukan dengan pengecatan atau coating. *Surface Preparation* adalah perawatan tahap pertama yang penting dari baja sebelum (coating, painting, dll). *Sandblasting* merupakan salah satu metode dari *surface preparation* untuk membersihkan permukaan material dari kotoran berupa karat, cat dan sebagainya. *Sandblasting* dalam industri galangan kapal dilakukan dengan penyemprotan material yang bersifat abrasif yang salah satunya menggunakan *steel grit*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kekuatan adhesi, laju korosi, dan ketahanan lapisan plat baja ASTM A36 dengan mengetahui perbandingan dari varisasi ukuran *mesh steel grit* ukuran *mesh 10/20*, *mesh 20/30*, dan *mesh 30/60*. Pada pengujian daya adhesi menyatakan bahwa semakin besar kekasaran permukaan maka akan semakin kuat daya lekat pada coating daya kekuatan rekat lapisan coating didapat sebesar 15,08 Mpa dengan menggunakan ukuran *mesh Steel Grit 10/20*. Pada pengujian laju korosi dengan menggunakan metode elektrokimia bahwa, ukuran *mesh Steel Grit* tidak mempengaruhi adanya penghambatan laju korosi setelah dilakukan pelapisan painting. Dari hasil pengujian laju korosi pula bahwa semakin tebal coating tidak menjamin bahwa pelapisan tersebut bisa melindungi dengan sempurna. Bahkan bisa sebaliknya semakin tebal suatu pelapisan painting maka akan memiliki resiko cacat coating lebih besar.

Kata Kunci : *Surface Preparation, Liquid Coating, Sandblasting, Kekuatan Adhesi*

1. PENDAHULUAN

Baja telah lama digunakan secara luas di dalam industri perkapalan sebagai komponen plat utama didalam badan maupun lambung kapal. Didalam lingkungan industri perkapalan, penggunaan material baja menempati urutan pertama sebagai komponen bangunan kapal, sistem persenjataan, mesin utama maupun mesin bantu kapal. Di satu sisi material baja didalam kapal sangat rentan terhadap serangan korosi yang dapat menurunkan kualitas material kapal.

Sekitar 70% cargo tank pada kapal tanker dibangun dengan bahan dasar baja lunak (*mild steel*). Pada pengoperasiannya, tangki-tangki tersebut digunakan untuk menampung fluida-fluida agresif seperti minyak mentah (*crude oil*)

yang dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada dinding tangki[1]. Sehingga diperlukan sebuah perlindungan terhadap dinding tangki agar laju korosi dapat diperlambat. Tank lining merupakan sistem pengecatan khusus yang digunakan untuk melapisi dinding tangki dan memainkan peranan utama sebagai proteksi untuk tangki.

Permasalahan yang sering dihadapi pada industri galangan kapal yaitu karat atau biasa disebut korosi. Korosi diakibatkan air laut memiliki ion – ion klorida yang mempercepat proses korosi pada logam. Korosi itu sendiri merupakan masalah yang sangat serius dalam dunia material, karena dapat mengakibatkan kerugian-kerugian yang besar, antara lain dapat menimbulkan kebocoran, meledaknya suatu pipa

atau bejana bertekanan dan mungkin juga akan membuat pencemaran pada kualitas suatu produk.. Korosi juga merugikan dunia industri secara ekonomis yaitu perlunya alokasi dana untuk inspeksi dan perawatan secara berkala pada konstruksi[3]. Guna melindungi logam material seperti baja untuk melakukan pencegahan terhadap korosi yaitu dilakukannya proses pengecatan atau *painting*.

Perlu ditekankan berhasil atau gagal suatu pengecatan sangat bergantung pada tingkat kebersihan permukaan material. Proses pembersihan pada umumnya yang digunakan pada galangan kapal yaitu menggunakan proses *blasting* yaitu proses pembersihan permukaan dengan cara menembakkan partikel ke suatu permukaan material sehingga menimbulkan gesekan.[18]

Dalam industri perkapalan khususnya bagian *maintenance* perkapalan, metode *sandblasting* sangat penting dilakukan terutama untuk membersihkan karat-karat serta binatang laut yang menempel pada lambung, jangkar, *rudder*, bahkan propeller kapal karena bagian tersebut sering berkontak langsung dengan air laut.

Pada penelitian sebelumnya yang berjudul "Pengaruh Tekanan Penyemprotan dan Ukuran Butir Steel Grit pada Proses Sandblasting Terhadap Hasil Laju Korosi Baja ASTM A36" telah diteliti bagaimana hasil dari laju korosi setelah di-*sandblasting* dengan berbagai macam variasi tekanan penyemprotan dan ukuran *mesh*. Variasi tekanan yang digunakan yaitu 5 bar, 6 bar, 7 bar, 8 bar. Didapatkan hasil adalah 7 bar yaitu 0,02569 *mm/year* dan laju kotosi terendah pada tekanan 5 bar yaitu 0,00231 *mm/year*. Sedangkan hasil penelitian variasi ukuran mesh laju korosi tertinggi pada mesh 30-16 yaitu 0,03825 *mm/year* dan laju korosi terendah pada mesh 100 yaitu 0,01565 *mm/year*[4].

Pada penelitian yang dilakukan F.H. Rosadi yang berjudul "Analisa Pengaruh Material Abrasif pada Blasting Terhadap Kekuatan Lekat Cat dan Ketahanan Korosi di Lingkungan Air Laut".. Didapatkan hasil peningkatan kekerasan material abrasive meningkatkan tingkat kekasaran pada permukaan substrat. Nilai rata-rata kekasaran permukaan yang tinggi adalah material yang di *blasting* dengan *steel grit* yaitu 84,71 μm . [5].

Sifat pelindung dari sistem pelapisan/*coating* bergantung pada lapisan dasarnya atau *base layer*, karena karakteristik dan komposisi kimianya sangat berperan untuk pencegahan laju korosi. Selain itu, *base layer* yang baik harus memberikan daya rekat yang baik antarsistem pelapisan dan bahan substrat, serta kekuatan lapisan [2].

Sandblasting terbagi menjadi dua jenis, yaitu *sandblasting* kering (*Dry Sandblasting*) dan *Sandblasting* basah (*Wet Sandblasting*). *Dry sandblasting* biasa diaplikasikan ke benda-benda berbahan metal/besi yang beresiko terbakar, seperti lambung kapal, tiang perancang, dll/ sedangkan *Wet sandblasting* diaplikasikan ke benda-benda berbahan metal/besi yang beresiko terbakar atau terletak di daerah yang beresiko kebakaran, seperti tanki bahan bakar, kilang minyak (*offshore*), ataupun pom bensin, dimana *steel grit* yang digunakan dicampur dengan bahan kimia khusus anti karat yang berguna untuk meminimalisir percikan api saat proses *sandblasting* terjadi[3].

Proses yang dilakukan setelah *sandblasting* adalah pengecatan atau *painting*. *Painting* merupakan istilah proses pengecatan pada kapal. Pengecatan pada kapal dikeanla dengan istilah *marine coating* atau *marine paint*. Cat kapal sendiri berfungsi untuk melindungi bagian-bagian kapal agar terhindar dari korosi dalam jangka waktu yang cukup lama.

Salah satu parameter yang perlu diperhatikan pada hasil pengecatan adalah kekuatan *adhesi* cat. Kekuatan *adhesi* yang baik akan berpengaruh pada tingkat keawetan cat itu sendiri [6].

2. METODOLOGI

2.1. Objek Penelitian

Dalam melakukan penelitian ini penulis mencari sumber dari buku umum tentang coating dan korosi, jurnal, internet, serta studi lapangan secara langsung.

ASTM A35 atau baja karbon rendah yang digunakan pada penelitian ini adalah baja yang biasa digunakan pada industri konstruksi terutama pada shipbuilding. Dimensi yang digunakan pada penelitian ini adalah 150 x 75 x 6 mm dengan jumlah 3 buah spesimen guna pengujian Pull-off test, dan 50 x 50 x 3 mm dengan jumlah 3 buah spesimen untuk pengujian laju korosi.

Tabel 1. Spesifikasi standart ASTM A36(1)

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

Surface preparation adalah salah satu proses untuk membersihkan permukaan sebelum dilakukan proses pengecatan. Tujuan proses *surface preparation* dilakukan adalah untuk meningkatkan daya rekat antara permukaan dengan material cat serta menambah ketahanan terhadap karat pada hasil pengecatan.

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. Blasting

Upaya untuk membersihkan substrat dari kotoran mamalia laut yang menempel pada permukaan material, kotoran karat, serta untuk membersihkan dari cat, biasanya industri menggunakan metode *sandblasting*

Terdapat dua macam blasting yaitu *dry blasting* dan *wet blasting*. Benda yang berbahan besi serta tidak beresiko terjadinya kebakaran atau meledak menggunakan metode *dry blasing*, sebaliknya pada metode *wet blasting* cenderung diaplikasikan pada material yang beresiko terbakar atau terletak pada tangki bahan bakar atau kilang minyak. Pada penelitian kali ini akan dilakukan proses *dry blasting* menggunakan material abrasif Steel Grit.

2.4. Abrasif

Proses sandblasting dapat menggunakan berbagai macam material abrasif. Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam menggunakan material abrasif antara lain :

- Ukuran partikel
- Kekerasan partikel
- Bentuk partikel

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

- Steel Grit
- Garnet
- Alumunium Oxide
- Steel grit
- Steel shot
- Glass beads
- Volcanic Ash
- Coal slag
- Silicon carbide

Kekasaran abrasif material adalah hal yang perlu diperhatikan dalam proses sandblasting. Untuk densitas dan kekasaran dari macam-macam abrasif material bisa dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Jenis-jenis material *abrasive*

Material abrasif	Hardness (Mohs)	Density (g/cm ³)
<i>Alumunium 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 Carbide</i>	9 – 10	3,21
<i>Silica Sand</i>	5 – 6	2,56
<i>Steel Shot</i>	8	7,85
<i>Glass Beads</i>	6	2,5
<i>Coal Slag</i>	6 – 7	2,7

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

Pada penelitian kali ini penulis menggunakan variasi ukuran mesh Steel grit dengan ukuran mesh 14-20, mesh 20-30, dan mesh 30-up yang dibeli melalui online PT EcoBlast.

2.5. Coating

Proses pelapisan permukaan material atau biasa di sebut dengan *Coating* adalah pelapisan substrat dengan cara *liquid* dan *non liquid* yang melekat di substrat secara permanen yang pastinya ketika sudah melewati masa pengeringan atau solidikasi. Proses ini akan menghalangi permukaan material kontak langsung dengan lingkungannya. salah satu upaya untuk mencegah menghambatnya laju korosi pada material menggunakan pelapisan cat [9]

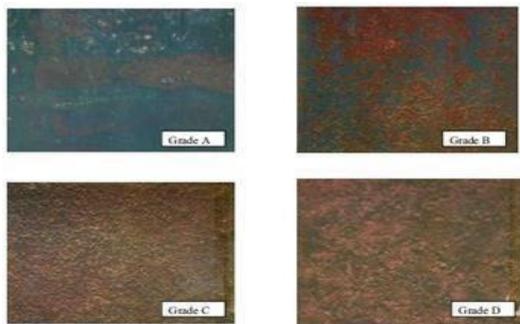
Pada spesimen yang akan diuji sebelumnya

akan dilapisi coating dengan cat dasar berbahan dasar epoxy dengan ketebatan sesuai syarat minimum yang tertulis pada rules BKI VOL.II. *Coating* tanpa *anti fouling* tebal minimum yang harus digunakan minimal 250 μ m.[10]

2.6. Pengujian *surface preparation*

Kualitas cat yang dilakukan pada permukaan atau substrat sangat tergantung pada kondisi awal pada material yang ingin di coating. Maka initial condition harus di periksa terlebih dahulu (*surface preparation*) sebelum dilakukannya sandblasting.

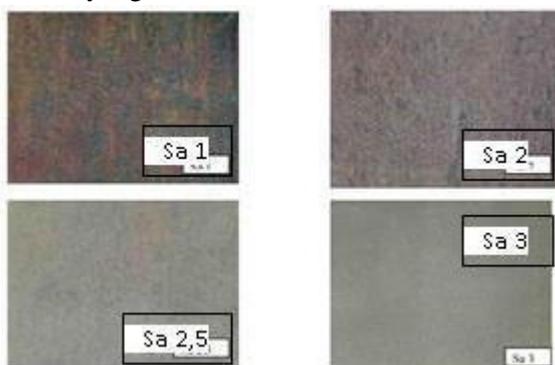
ISO 8501 adalah standar yang biasa digunakan pada industry untuk melihat kualitas material sebelum dan setelah blasting. Adapun sebuah gambar yang berhubungan terhadap kebersihan



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 mulai bermunculan dan *mill scale* mulai berbentuk.
- Grade C : Keadaan *mill scale* ada pitting dan dapat dilihat dengan penglihatan biasa
- Grade D : : sangat terlihat dengan jelas *mill scale* yang sudah berkarat



Gambar 3. ISO 8501 Tingkat kebersihan

Standar ISO 8501 [7] adalah acuan untuk melihat tingkat kebersihan dari hasil sandblasting. Dapat dilihat gambar 3 menjelaskan bahwa setiap tingkatkebersihan awal permukaan yang termasuk dalamkategori tush grade B.

Tiap level kebersihan memiliki arti berbeda-beda. Adapun penjelasannya sebagai berikut.[7]

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

Pada penelitian kali ini penulis melakukan kebersihan permukaan material dengan minimal tingkat kebersihan Sa 2 sesuai dengan rekomendasi technical data sheet produk cat.

2.7. Pengujian tingkat kekerasan

ASTM D 4417 merupakan standar yang digunakan pada pengujian tingkat kekasaran. DeFelsko *Surface profile gauge* adalah alat untuk menganalisa tingkat kekasaran permukaan. Pengujian ini dilakukan guna membaca lembah dan puncak atau profile permukaan yang telah diberikan perlakuan sandblasting dengan macam-macam ukuran mesh steel grit.

2.8. Pengujian *wet & dry film thickness*

Untuk mengetahui kondisi cat yang akan terjadi pada saat proses pengeringan nantinya maka diperlukan pengecekan kondisi basah pada saat proses pelapisan cat berlangsung. standar untuk melakukan pengecekan adalah ISO2808[11].

Wet film comb gauge adalah salah satu alat uji yang mana tiap sisinya memiliki gerigi atau semacam sisir yang panjangnya berbeda untuk mengukur kedalam cat ketika masih basah.

Setelah cat dalam keadaan *solid*, selanjutnya melakukan pengujian dengan alat DeFelsko untuk mengetahui ketebalan cat pada kondisi kering. Acuan yang digunakan pada pengujian DFT ini adalah ISO[13]

2.9 Pengujian Pull off test

Pengujian kerekatan permukaan pelapisan cat atau *adhesive* adalah untuk mencari tahu nilai kekuatan dari hasil coating yang di aplikasikan pada permukaan *substrat*. ASTM D4541 adalah standar tentang "*Pull-Off Strength of Coating Using Portable Adhesion Tester*".[14] Ada

beberapa alat yang perlu digunakan pada pengujian iniantara lain :

- *Adhesive tester*
- *Dolly*
- Lem Araldite
- Spesimen uji

Setelah alat sudah disiapkan, selanjutnya dilakukan pengolesan lem araldite secara merata 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 laju korosi

Laju korosi merupakan terjadinya perambatan proses korosi atau kecepatan penurunan kualitas material terhadap waktu. Pengujian laju korosi berguna untuk mengukur ketahanan material terhadap terjadinya korosi yang hingga pada akhirnya dapat di perkirakan kapal material tersebut dinyatakan sudah tidak layak.

Metode elektrokimia adalah metode yang meneliti *potential different* sehingga bisa mendapatkan laju korosi yang terjadi. Metode elektrokimia ini hanya bisa menghitung pada saat diteliti saja dimana memproses laju korosi tersebut dengan waktu yang cukup panjang. Keuntungan menggunakan metode ini hasil perhitungan laju korosi didapatkan secara kontan, sehingga tidak memerlukan waktu yang lama.

Langkah awal yang perlu dilakukan adalah menyediakan elektrolit yang digunakan sebagai media pengkorosian. Pada penelitian ini, jenis larutan elektrolit yang digunakan yaitu air laut murni. Pada pengujian sel 3 elektroda ini, digunakan elektroda bantu berupa Platina setra elektroda acuan berupa Ag/AgCl. Cara kerjanya ialah spesimen uji, elektroda acuan, dan elektroda bantu dipasang pada tabung uji menggunakan tang penjepit yang terhubung dengan Corrtest yang berfungsi sebagai sumber potensial. Perlu dipastikan juga pada masing-masing elektroda agar tidak saling bersentuhan. Alat uji yang telah terintegrasi dengan software CS Studio 5 akan secara otomatis terbaca laju korosinya dengan menambahkan parameter-parameter seperti massa

jenis spesimen, berat atom logam, dan luas permukaan spesimen uji. Pada penelitian ini penulis menggunakan standart ASTM-G102 [15]

2.11 Pengujian Impact Test

Metode pengujian ini menguunakan standartASTM D2794-93 [16] mencakup prosedur untuk deformasi oleh dampak cat pelapis dan substratnya dan untuk mengevaluasi efek deformasi tersebut. Metode tes sangat berguna untuk memprediksi performa hasil *coating* pada kemampuan untuk menahan retak yag disebabkan oleh benturan.. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui pada pembebanan atau ketinggian berapa lapisan cat/*coating* tahan tanpa terjadinya keretakan. Sesuai *European standard* EN 1337-9, kriteria yang diterima dari hasil pengujian ini adalah mampu menahan energi potensial sebesar 0,98 Joule tanpa adanya keretakan pada lapisan cat.

2.12. Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian mulai dari *surface preparation* sampai pengujian yaitu berlokasi di CV. Cipta Agung Surabaya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Setelah SandBlasting

Tingkat kebersihan atau cleanliness yang direkomendasikan dalam technicaldata sheet minimum sebesar Sa 2 yang mengacu pada ISO 8501-1. Pada aktualisasi setelah dilakukan proses sandblasting tingkat kebersihan atau cleanliness sebesar Sa 2,5 ISO 8501-1. Dilihat dalam buku standar acuan tersebut, tingkar kondisi material adalah grade A yang berarti permukaan baja masih dalam kondisi bersih atau bagian mill scale



Gambar 4. Hasil setelah *sandblasting*

3.2 Aplikasi Sandblasting

Proses penyemprotan material abrasive pada permukaan spesimen uji dilakukan menggunakan material Steel grit dengan tiga ukuran berbeda yaitu mesh 14-20, mesh 20- 30, dan mesh 30-60. Sedangkan tekanan penyemprotan sebesar 7 bar dikabinet tertutup.

3.3 Pengamatan Pasca Sandblasting

Tingkat kebersihan atau cleanliness yang direkomendasikan dalam technical data sheet minimum sebesar Sa 2 yang mengacu pada ISO 8501-1. Pada aktualisasi setelah dilakukan proses sandblasting tingkat kebersihan atau cleanliness sebesar Sa 3.

3.4 Pengukuran tingkat kekasaran

Pengukuran tingkat kekasaran atau roughness pada penelitian kali ini menggunakan alat DeFelsko Surface profile gauge yang mengacu pada ASTM D 4417. Nilai hasil pengujian kekasaran permukaan tersaji pada tabel dibawah ini

Tabel 3 Hasil Pengukuran Roughness

Material abrasive	Hasil <i>Roughness</i>					
	Rz1 (μm)	Rz2 (μm)	Rz3 (μm)	Rz4 (μm)	Rz5 (μm)	Rz (μm)
Mesh 14-20	77	53	70	76	97	74,6
Mesh 20-30	85	67	68	71	82	74,6
Mesh 30-60	32	45	32	64	59	46,4

3.5 Pengukuran Kelembaban Lingkungan

Kondisi iklim mikro sangat penting sebelum melakukan proses pelapisan cat pada material yang meliputi suhu kering atau *dry bulb* suhu basah atau *wet bulb* dari perhitungan hasil *drybulb* dan *wet bulb* akan mengetahui *relative humidity* dan *dew point*. *Swing hygrometer* adalah alat untuk mengetahui ukuran *microclimatic condition*. Selanjutnya tidak hanya iklim cuaca saja yang diketahui tetapi *steel temperature* pun juga perlu di ketahui suhunya, untuk mengetahui suhu pada material yang ingin dilakukan pelapisan cat maka diperlukan alat *infrared thermometer*

Tabel 4. Hasil *Micromatic Condition*

No	Parameter	Hasil
1.	Suhu basah	29°C
2.	Suhu kering	31°C
3.	Kelembaban relatif	67%
4.	Titik embun	23°C
5.	Suhu baja	33°C

Hasil *Micromatic Condition* pada tabel 4 menunjukkan bahwa pada prosedur pelapisan cat dapat dilaksanakan sesuai dengan rekomendasi *technical data sheet* yang tertulis maksimal dari *Relative Humidity* sebesar 85%, minimum dari suhu lingkungan sebesar 0 °C

3.6 Aplikasi *Coating*

Aplikasi *coating painting* dilakukan menggunakan *conventional spray* yang dilakukan di CV. Cipta Agung Surabaya. Material *painting* menggunakan jenis primer epoxy BANNOH 1500 produk Chugoku dengan keterangan *volume solid* sebesar 73% (+/-2) dengan *mixing ratio base : hardener* sama dengan 79 : 21 serta pengaplikasian menggunakan *thinning* 20%.

3.7 Uji DFT dan WFT

Pada perencanaan penelitian ini menimbang dari standar BKI bahwa pelapisan cat epoxy dengan satu lapisan minimal ketebalan yang di aplikasikan sebesar 250 μm . Maka penulis merencanakan ketebalan basah yang dicapai adalah 350 μm . Dilihat dari table 4 dibawah diharapkan mendapatkan ketebalan kering yaitu 250 μm dengan toleransi 3% yang berarti kurang atau lebih pada aktualisasi terjadinya pengeringan maka di perkirakan minimal 245 μm sampai dengan 257.7 μm .

Tabel 5. Hasil ketebalan cat pada kondisi kering

Variasi ukuran <i>mesh SteelGrit</i>	Ketebalan <i>coating</i> (μm)	Rata-rata (μm)
14 – 20 <i>mesh</i>	258	256.667
	255	
	257	
20 - 30 <i>mesh</i>	234	248.667
	242	
	246	
30 – up <i>mesh</i>	238	245.667
	242	
	230	

Berdasarkan tabel 5 diperoleh rata-rata ketebalan cat pada mesh 14-20 adalah sebesar 256.667 μm , pada mesh 20-30 adalah sebesar 248.667 μm , dan pada mesh 30-60 adalah 245.667 μm .

3.8 Hasil Pengujian Pull-off test

Standar ASTM D-4541 adalah acuan pengujian *Pull-off Strength* pada pengujian kekuatan *adhesive* yang mana pada penelitian ini menggunakan dolly ukuran 20mm. Pengecekan dilakukan sebanyak 3 titik dari tiap spesimen. Terdapat 3 spesimen dengan treatment sandblasting berbeda yaitu ukuran mesh Steel Grit dengan ukuran mesh 14-20, mesh 20-30, dan mesh 30-60, dan ukuran cat rata-rata 439 μm .

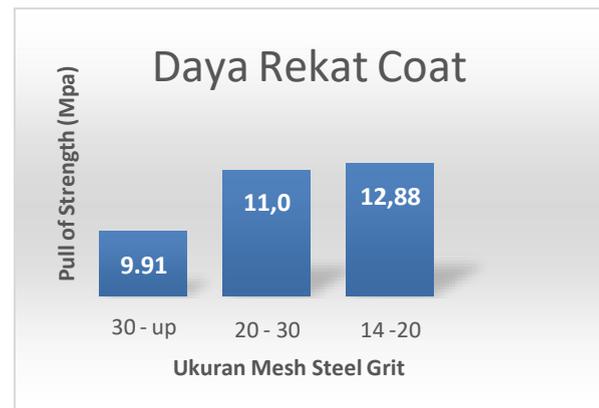


Gambar 5. Hasil Pull Off Test & Dolly

Standar ASTM D-4541 adalah acuan pengujian *Pull-off Strength* pada pengujian kekuatan *adhesive* yang mana pada penelitian ini menggunakan dolly ukuran 20mm. Pengecekan dilakukan sebanyak 3 titik dari tiap spesimen. Terdapat 3 spesimen dengan treatment sandblasting berbeda yaitu ukuran mesh Steel Grit dengan ukuran mesh 14-20, mesh 20-30, dan mesh 30-60, dan ukuran cat rata-rata dengan ketebalan 439 μm .

Tabel 6. Hasil Pengujian Pull Off Test

No	Variasi Mesh	<i>Pull-off Strength</i> (Mpa)	Rata-rata (Mpa)
1	14-20	Mesh	12,85
			12,31
			13,48
2	20-30	Mesh	11,42
			11,54
			10,17
3	30-up	Mesh	9,98
			9,18
			10,77



Gambar 6. Grafik Hasil Pengaruh Ukuran Mesh Steel Grit Terhadap Kekuatan Adhesi

Pada tabel dan gambar terdapat pengaruh hasil dari pengujian daya rekat cat pada variasi ukuran mesh Steel Grit. Dapat dilihat bahwa ukuran mesh Steel Grit dapat mempengaruhi kekuatan daya rekat *painting*. Semakin besar ukuran Steel Grit seperti 30-up maka akan semakin halus permukaan, mengakibatkan daya rekat pada *painting* lebih mudah rusak atau tidak lebih rekat daripada mesh 14 – 20 yang memiliki kekasaran permukaan lebih kasar. Hal ini Hasil nilai kekuatan adhesi dari 3 jenis ukuran mesh sudah sesuai *acceptance criteria* pada standar *Class NK TEC-0691* yaitu ≥ 3 Mpa.

3.9 Hasil Pengujian laju korosi

Tempat untuk melakukan pengujian laju korosi adalah Laboratorium Metalurgi ITS Surabaya menggunakan alat potensiostat Autolab dan software Corrttest. Untuk melakukan pengujian ini digunakan dimensi sebesar 50 x 50 x 3 mm. Software Corrttest dengan otomatis menghitung dan menunjukkan hasil potensial arus, nilai kerapatan, diagram tafel, dan *corrosion rate* atau laju korosi dari masing-masing spesimen.

Tabel 7. Hasil Pengujian Laju Korosi dengan Variasi Ukuran Mesh Steel Grit

Variasi ukuran mesh Steel Grit	Icorr ($\mu\text{A}/\text{cm}^2$)	Laju korosi (mm/year)
14 - 20	2.32389 E-09	2.3238×10^{-8}
20 - 30	2.0228 E-09	2.0228×10^{-9}
30 - Up	1.4997 E-09	1.7545×10^{-5}

Pada tabel dan gambar memperlihatkan perbandingan hasil perhitungan laju korosi dengan menggunakan *software CorrTest* pada spesimen di *painting* menggunakan cat epoxy.

Spesimen yang menggunakan ukuran mesh 14-20 korosi yang dihasilkan sebesar 2.3238×10^{-8} . Pada spesimen dengan menggunakan ukuran mesh 20-30 laju korosi yang dihasilkan sebesar 2.0228×10^{-9} , dan pada spesimen dengan menggunakan mesh 30-up laju korosi yang dihasilkan sebesar 1.7545×10^{-5} .

Pada penelitian sebelumnya perhitungan laju korosi paling besar dengan menggunakan ukuran Steel Grit dengan *coating* didapat sebesar 0,02569 mm/yr dengan menggunakan ukuran mesh 60-30 dan tekanan penyemprotan sebesar 7 bar (3).

Pada tabel 7 dapat diketahui hasilnya adalah semua pengujian baik menggunakan ukuran mesh Steel Grit 14-20, 20-30, dan 30-up yang di cat menggunakan material epoxy menyempurnakan tingkat standar ketahanan korosi, yaitu 0,02 mm/yr. Sampel spesimen dengan ukuran mesh 20-30 dengan ketebalan cat sebesar 256,667 μm mempunyai ketahanan laju korosi yang paling baik. Nilai laju korosi yang didapatkan sangat kecil. Hal ini mengartikan bahwa *coating* amat baik dan menutupi sampel spesimen dengan prima. Akan tetapi pada spesimen dengan ukuran mesh Steel Grit 30-up dan ukuran cat sebesar 245,667 μm , meski telah sesuai dengan standar, laju korosi yang berjalan justru lebih buruk [17]. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hal tersebut, antara lain PENG :

1. Pengelembungan cat pada *surface* atau biasa disebut *Blistering*. Ada beberapa faktor yang menyebabkan hal ini. Ketika lapisan cat pertama belum kering dengan baik namun sudah dilakukan pengecatan kembali dengan layer berikutnya atau bisa disebut *Painting Inverval* dilakukan pada saat waktu yang lebih cepat dari *Technical data sheet* yang terdapat dipanduan produk *painting*. Lalu apabila permukaan tidak bersih dengan baik terdapat kotoran pada permukaan dan masih memaksakan untuk melakukan pengecatan maka kotoran tersebut akan terperangkap di dalam dibawahnya lalu akan mengakibatkan bergelembung pada lapisan cat tersebut. Adapun cara untuk mencegah agar tidak terjadinya hal tersebut adalah diyakinkan sebelum dilakukannya pelapisan cat untuk melihat kebersihan permukaan, lalu lapisan cat sebelumnya

dipastikan pula dalam kondisi kering sempurna, lalu dipastikan pula kondisi cuaca atau tempat proses pengecatan sesuai dengan *Technical Data Sheet*.

2. Pengeringan yang belum sempurna atau biasa di sebut *Drying Trouble*. Hal ini biasanya terjadi karena pada saat melakukan proses pelapisan dilaksanakan pada saat kondisi cuaca yang tidak cocok dengan *Technical Data Sheet*, dan juga biasanya proses pelapisan yang dilakukan terlalu tebal. Karena hal tersebut maka cat yang masih dalam kondisi basah meskipun sudah sampai dengan waktu pengeringan yang terdapat di *Technical data sheet*. Untuk mencegah terjadinya pengeringan yang tidak sempurna maka dipastikan pada saat melakukan proses pelapisan dalam kondisi cuaca yang cerah dan mengukur tingkat kelembaban ruangan menggunakan *Swing Thermometer*. Satu-satunya cara untuk melakukan perbaikan akibat *drying trouble* maka dilakukan *surface preparation* kembali sampai bersih sempurna lalu dilakukan pelapisan kembali.
3. Pengerutan cat atau biasa disebut *Wrinkling*. Hal ini biasanya disebabkan oleh pada saat melakukan pelapisan interval pengecatannya terlalu cepat. Jika pada saat pelapisan cat pertama belum kering dengan sempurna namun masih tatap dilaksanakannya pelapisan berikutnya, maka akan terjadi pengerutan atau penarikan pada saat kondisi pelapisan cat dalam kondisi kering.

3.10 Hasil Pengujian impact test

Pengujian ini menunjukkan bahwa setelah dilakukan pembebanan hasilnya akan dinilai secara visual ada perubahan fisik berupa ada atau tidak adanya retakan pada permukaan lapisan cat. [19]. *Impact test* dilakukan dengan beban sebesar 0,5 kg dan dijatuhkan pada variasi ketinggian 0,2 m, 0,4 m, dan 0,6 m.

Hasil dari pengujian *impact test* dengan ketiga variasi mesh pada spesimen dapat dilihat pada tabel 8 berikut:

Tabel 8. Hasil Pengujian *Impact Test*

Variasi Tinggi	Energi Potensial	Hasil		
		14-20	20-30	30-up
0,2 m	1,18 J	TR	TR	R
0,4 m	2,35 J	TR	TR	R
0,6 m	3,53 J	TR	TR	R

Ket: R : Retak, TR : Tidak Retak

Jika meninjau tabel 8 hasil pengujian ketahanan (*Impact Test*), didapat hasilnya terjadi keretakan untuk spesimen dengan mesh 30-up. Keretakan terjadi pada beban yang dijatuhkan dengan ketinggian 0,2 m, 0,4 m dan 0,6 m. Sedangkan pada mesh 14-20 dan 20-30 tidak mengalami keretakan yang mengalami 3 ketinggian uji coba. Maka mesh dengan 14-20 dan 20-30 dianggap memiliki ketahanan yang lebih baik dibandingkan dengan mesh 30-up.

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Kesimpulan dari pengujian daya adhesi ini menyatakan bahwa variasi ukuran mesh Steel Grit sangat berpengaruh. Semakin tinggi ukuran mesh Steel Grit maka akan menghasilkan kekasaran permukaan material lebih rendah. Nilai kekasaran tertinggi didapat dengan ukuran mesh 14-20 dengan nilai rata-rata sebesar 74,6 μm , dan nilai kekasaran terendah diperoleh dengan ukuran mesh 30-up dengan nilai rata-rata sebesar 46,4 μm .
2. Semakin tinggi nilai kekasaran permukaan yang diperoleh akan meningkatkan kekuatan adhesive antara substrat dengan lapisan coating. Nilai kekuatan adhesive tertinggi diperoleh dari ukuran mesh 14-20 dengan nilai pull-off strength 12,88 Mpa sedangkan yang terendah diperoleh dari ukuran mesh 30-up dengan nilai pull-off strength 9,91 Mpa.
3. Laju korosi yang terjadi dari tiga variasi ukuran mesh semuanya masih dalam kategori outstanding karena masih dibawah 0,02 mm/yr. Hasil terendah pada variasi ukuran mesh 20-30 dengan ketebalan coating rata-rata sebesar 248,667 μm dan nilai laju korosinya sebesar $2,028 \times 10^{-9}$ mm/yr. Lalu hasil laju korosi tertinggi pada variasi 30-up dengan ketebalan cat rata-rata sebesar 245,667 μm dengan nilai laju korosi sebesar $1,7545 \times 10^{-5}$ mm/yr. Hal ini diakibatkan karena telah dilakukan pelapisan painting dengan surface preparation yang memenuhi standar menggunakan variasi ukuran mesh Steel Grit..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Wulandari, U. Budiarto, P. Manik, F. Teknik, U. Diponegoro, and K. Adhesi, "Pengaruh Tingkat Cleanliness Dan Roughness Substrat Pada Surface Preparation Terhadap Kekuatan Adhesi Tank Lining," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 3, no. 1, pp. 39–46, 2015.
- [2] T. Šolić, I. Optimization of Parameters for Protection of Materials by Primer Application. *Coatings*. 2022; 12(3):413.
- [3] K. R. Trethewey and J. Chamberlain, *Corrosion for Science and Engineering*. Longman, United States: N. p., 1995.
- [4] F. H. Rosyadi "Pengaruh Tekanan Penyemprotan dan Ukuran Butir Steel Grit Pada Proses Sandblasting Terhadap Hasil Laju Korosi Baja ASTM A36," Malang; 2017.
- [5] C. Trijatmiko, H. Pratikno, and A. Purniawan, "Analisa pengaruh material abrasif pada blasting terhadap kekuatan lekat cat dan ketahanan laju korosi di lingkungan air laut," *J. Tek. ITS*, vol. 5, pp. 231-235, 2016.
- [6] S.Salim, "Pencegahan Korosi Kapal Dengan Metode Pengecatan," *Maj. Ilm. Bahari Jogja*, vol. 17, no. 2, pp. 91–97, 2019.
- [7] I. K. Suarsana, "Pengetahuan Material Teknik Universitas Udayana," pp. 01–71, 2017.
- [8] ISO 8501-1, "Preparation of steel substrates before application of paints and related products — Visual assessment of surface cleanliness," ISO Int., 2007
- [9] A.Momber, Blast cleaning technology. 2008
- [10] B. Phull, "Marine Corrosion," 2010.
- [11] BKI 'Rules for Classification and Construction" vol II 2021.

- [12] ISO 2808;2019' *"Paints and varnishes — Determination of film thickness."* ISO, 2019.
- [13] C.Quatman,"*Calculating and Measuring Wet Film Thicknes*"KTA, 2017.
- [14] ISO 19840;2012(en) *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.
- [15] ASTM D-4541-02."*Standart Test Methode for Pull-Off Streght of Coatings Using portable adhesion Tester*'ASTM Int vol2pp1-13,2002
- [16] ASTM-Standards,"*Standart practice for calculation of corrosion rates and related information from electrochemical measurement*"Astm G 102-89,vol 89 no Reapproved ,pp 1-7.1999
- [17] ASTM D2794-93, "*Standard Test method to be effect of rapid deformation (impact)*," vol. i, no. Reapproved, 2010.
- [18] A.A.Y Kurniawan,, "*Analisa laju korosi pada pelat baja karbon dengan variasi ketebalan coating*," Tek. ITS, vol. 4, 2015.
- [19] M. Mulyanto T, Supriyono, Parama Arta S. Pengaruh Perlakuan Awal Terhadap Daya Rekat Dan Kekuatan Lapisan Pada Proses Pengecatan Serbuk. *J ASIIMETRIK J Ilm Rekayasa Inov.* 2020;2(1):25–32.
- [20] 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.