

PENGARUH TINGKAT *CLEANLINESS* DAN *ROUGHNESS* SUBSTRAT PADA *SURFACE PREPARATION* TERHADAP KEKUATAN ADHESI *TANK LINING*

Astrid Wulandari¹, Untung Budiarto¹, Parlindungan Manik¹

¹Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro,
Email: astridaswd@gmail.com

Abstrak

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 yang dapat mengakibatkan timbulnya korosi pada dinding tangki. Sehingga diperlukan sebuah perlindungan terhadap dinding tangki agar laju korosi dapat diperlambat, solusi terbaik yaitu menggunakan *tank lining*. Ada 2 kategori dalam pekerjaan *surface preparation* yang menentukan keberhasilan performa *tank lining* diantaranya tingkat kebersihan (*cleanliness*) dan tingkat kekasaran (*roughness*). Tingkat *cleanliness* tersebut memberikan nilai *roughness* yang berbeda sehingga nilai kekuatan adhesi yang timbul juga berbeda. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pelat uji yang diblasting dengan tingkat *cleanliness* yang berbeda yaitu Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3 yang selanjutnya diuji dengan perlakuan yang sama diantaranya adalah pengukuran nilai *roughness by replica tape*, pengujian *soluble salt by bresle method*, *dry film thickness*, dan pengujian kekuatan adhesi tank lining dengan metode *pull-off test*. Setelah pengujian *pull-off test* dilakukan, maka didapatkan hasil bahwa tingkat *cleanliness* Sa 2 dengan nilai *roughness* 65,60 μm memiliki nilai kekuatan adhesi 8,10 MPa, Sa 2,5 dengan nilai *roughness* 70,00 μm memiliki nilai kekuatan adhesi 10,60 MPa, sedangkan Sa 3 dengan nilai *roughness* 78,60 μm memiliki nilai kekuatan adhesi 10,90 MPa.

Kata Kunci: Kebersihan, Kekasaran, Kekuatan Adhesi, *Surface Preparation*, *Tank Lining*

Abstract

Around 70 % of cargo tanks in global fleet are constructed from mild steel. These tanks need to be protected from corrosion and from the carriage of often very aggressive cargoes such as crude oil. Tank lining play a critical role in tank protection. Successful in performance of cargo tank lining system depends not only on the correct choice of coating but also on the procedure adopted for surface preparation. Surface preparation is the single most important aspect of any coating work. There are two categories of surface preparation which need to be considered including degree of surface cleanliness and roughness. A clean and well prepared surface is crucial for a succesful tank lining performance. Cleanliness is providing information about the level of contamination which are left on the surface. Surface roughness also addressed as an anchor pattern is another parameter that plays an important role in the surface preparation. Roughness may be required to assure proper adhesion of tank lining surface. Cleanliness grade will be assessed including Sa 2, Sa 2,5, Sa 3. These cleanliness grade will result different surface profile measurements which influence adhesion value. Methods used in this study include visual assessment of cleanliness grade, measurement blast surface profile by replica tape, salt test by bresle method, measurement of dry film thickness, and adhesion test by pull-off test. After pull-off test is held, it shows that cleanliness grade Sa 2 with a roughness value of 65.60 μm has adhesion strength value of 8.10 MPa, Sa 2,5 with a value of 70.00 μm roughness has adhesion strength 10.60 MPa, whereas Sa 3 with roughness of 78.60 μm has adhesion strength has 10.90 MPa. Percentage increase in the value of the adhesion strength between Sa 2 and Sa 2,5 45% whereas between Sa2 and Sa 3 is 51%. A very small percentage is shown between 2,5 and Sa 3 is only 4%.

Keywords: Cleanliness, Roughness, Adhesion Strength, *Surface Preparation*, *Tank Lining*

1. PENDAHULUAN

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. 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.

Keberhasilan performa sistem *tank lining* tidak hanya terletak pada pemilihan jenis cat yang tepat sesuai jenis muatan yang ditampung dalam tangki, tetapi juga terletak pada ketepatan dan ketelitian dalam melakukan pekerjaan *surface preparation*.

Surface preparation merupakan aspek yang paling penting dalam menentukan keberhasilan aplikasi *tank lining*. Ada 2 kategori dalam pekerjaan *surface preparation* diantaranya tingkat kebersihan (*cleanliness*) dan tingkat kekasaran (*roughness*).

Cleanliness bertujuan memberikan informasi visual mengenai banyaknya kontaminasi yang tertinggal pada permukaan substrat. Sedangkan *roughness* bertujuan untuk memberikan profil pada permukaan substrat sehingga cat dapat melekat dengan baik. Selain itu, *roughness* juga memiliki peran sebagai parameter kekuatan adhesi cat yang diaplikasikan pada permukaan substrat.

Cleanliness memiliki beberapa tingkatan yaitu Sa 2 (*commercial blast cleaning*), Sa 2,5 (*near white metal cleaning*), dan Sa 3 (*white metal cleaning*). Ketiga tingkat *cleanliness* tersebut memberikan nilai *roughness* yang berbeda sehingga nilai kekuatan adhesi yang timbul juga berbeda. pemilihan tingkat *cleanliness* yang tepat sangat diperlukan sebab menerapkan tingkat *cleanliness* yang tepat dapat mengurangi kerugian jangka panjang berkaitan dengan nilai kekuatan adhesi yang timbul akibat nilai *roughness* yang berbeda.

Berdasarkan latar belakang dan kondisi maka tujuan penelitian “Pengaruh Tingkat

Cleanliness dan *Roughness* Substrat Pada *Surface Preparation* Terhadap Kekuatan Adhesi *Tank Lining*” meliputi:

- a. Mengetahui pengaruh tingkat *cleanliness* Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3 terhadap nilai *roughness*.
- b. Mengetahui presentase kenaikan atau penurunan nilai *roughness* akibat tingkat *cleanliness* yang berbeda.
- c. Mengetahui pengaruh *cleanliness* dan *roughness* terhadap kadar garam yang terkandung dalam plat uji.
- d. Mengetahui pengaruh *cleanliness* dan *roughness* terhadap *dry film thickness tank lining*.
- e. Mengetahui pengaruh *cleanliness* dan *roughness* terhadap kekuatan adhesi *tank lining*.
- f. Mengetahui presentase kenaikan atau penurunan kekuatan adhesi *tank lining* akibat tingkat *cleanliness* dan nilai *roughness* yang berbeda.
- g. Mengetahui tingkat *cleanliness* yang tepat untuk aplikasi *tank lining*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tank Lining

Suatu sistem yang dipakai untuk melapisi permukaan dinding tangki dengan tujuan untuk memproteksi tangki dari kontaminasi muatan dan mencegah timbulnya korosi pada dinding tangki [9].

2.2. Surface Preparation

Merupakan persiapan permukaan sebelum substrat dilapisi *tank lining* atau cat. Tahapan ini sangat penting karena keberhasilan pengecatan terletak pada *surface preparation*. Hal yang perlu diamati saat melakukan *surface preparation* diantaranya [4].

2.2.1. Tingkat Karat (*Rust Grade*)

Ketika baja panas dilakukan pengerolan dengan proses *steel rolling mill*, permukaan baja tersebut akan bereaksi dengan udara yang akan membentuk sebuah lapisan di atas permukaan baja yang disebut *mill scale*. Apabila baja tersebut diletakkan di udara terbuka, *mill scale* tersebut akan berubah menjadi karat. Penjelasan mengenai *rust grade* diatur dalam standar ISO 8501-1 [6].

2.2.2. Kebersihan (Cleanliness)

Standar ISO 8501-1 memuat referensi gambar yang menunjukkan tingkat kebersihan susbrat setelah dilakukan *blasting*. Ada 4 (empat) tingkat *cleanliness* diberikan untuk *blast cleaning* diantaranya Sa 1 (*Light Blast Cleaning*), Sa 2 (*Commercial Blast Cleaning*), Sa 2,5 (*Near White Blast Cleaning*), dan Sa 3 (*White Cleaning*) [6].

2.2.3. Kekasaran (Roughness)

Kekasaran permukaan (*roughness*) merupakan salah satu hal yang penting sebelum proses aplikasi *tank lining* dilaksanakan. Kekasaran permukaan atau kedalaman profil substrat dapat diperoleh akibat *blasting*. Salah satu cara untuk mengukur kedalaman profil yaitu dengan metode *replica tape* yang diatur pada standar ISO 8503-5 [8] dengan batas nilai kekasaran yang diizinkan 30-75 µm [1].

2.2.4. Kadar Garam (Soluble Salt)

Metode pengukuran kadar garam diatur dalam standar ISO 8502-6 [7] Metode ini dilakukan dengan menempelkan *bresle patch* pada permukaan substrat yang sudah diblasting lalu diinjeksikan air pada *bresle patch* tersebut dan didiamkan selama satu menit. Setelah satu menit, air tersebut dikeluarkan dan diukur konduktivitasnya oleh alat yang disebut conductivity meter [2] Batas kadar garam maksimum yang diizinkan yaitu 50 mg/m² [1].

2.2.5. Microclimatic Condition

Alat yang digunakan untuk mengukur *climatic condition* yaitu *sling psychrometer* [2]

Tabel 1. Standar *Microclimate* Sesuai ISO 8502-4

ITEM	KISARAN	BATAS MAKSIMUM
Air/ Ambient Temperature (°C)	20-30°C	35°C
Steel Temperature (°C)	30-60°C	3°C di atas dew point
Dew Point (°C)	3-5°C di bawah steel temperature	3-5°C di bawah steel temperature
RH(%)	40-70%	85%

Setelah *surface preparation* selesai dilakukan, hal yang selanjutnya dilakukan yaitu pengukuran terhadap lapisan cat dengan mengukur *dry film thickness* dan menguji kekuatan adhesi cat dengan metode *pull-off test*.

2.2.6. Dry Film Thickness (DFT)

Ketebalan cat kering atau *dry film thickness (dft)* dapat diukur dengan menempelkan *dft gauge* pada cat yang sudah mengering [4]. *Dft* dapat diukur secara manual dengan rumus sebagai berikut:

$$Dft = \frac{\text{wet film thickness} \times \text{volume solid (\%)}}{100 \%}$$

2.2.7. Kekuatan Adhesi by Pull-Off Test

Metode *pull-off test* diatur dalam standar ISO 4624 “*Pants and Varnishes- Pull Off Test For Adhesion*” bertujuan untuk mengetahui kekuatan cat yang diaplikasikan pada permukaan substrat [5]. Standar NORSOK M-501 memberikan nilai kekuatan adhesi minimum yaitu 5 MPa.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Pada seluruh tahap pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, sampel yang digunakan adalah *shipbuilding plate* berjumlah 15 buah yang diblasting dengan tingkat kebersihan (*cleanliness*) yang berbeda yaitu Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3. Kemudian, semua pelat uji diperlakukan sama diantaranya:

- (1) Pengamatan *rust grade*.
- (2) Aplikasi *abrasive blasting*.
- (3) Pengamatan *cleanliness*.
- (4) Pengukuran *roughness by replica tape*.
- (5) Pengukuran *microclimatic condition* dan *steel temperature*.
- (6) Uji *salt test by bresle method*.
- (7) Aplikasi *tank lining*.
- (8) Pengukuran *dry film thickness*.
- (9) Uji kekuatan adhesi metode *pull-off test*.

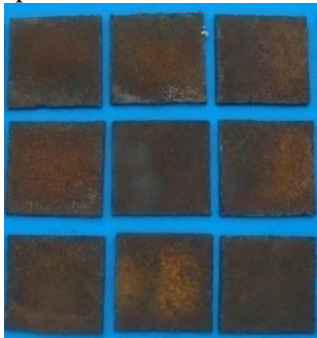
4. PENGUKURAN DAN PENGAMATAN

Pada seluruh tahap pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini, sampel yang

digunakan adalah *shipbuilding plate* berjumlah 15 buah dengan ukuran 10 cm x 10 cm dan tebal 8 mm.

4.1. Pengamatan *Rust Grade*

Hal pertama yang menjadi fokus pengamatan adalah tingkat karat (*rust grade*) permukaan pelat uji yang mengacu pada buku ISO 8501-1. Berdasarkan gambar acuan, tingkat karat pelat uji adalah grade B yaitu permukaan sudah mulai berkarat dan beberapa bagian *mill scale* sudah mulai mengelupas.



Gambar 1. Pelat Uji *Rust Grade* B

4.2. Aplikasi Abrasive Blasting

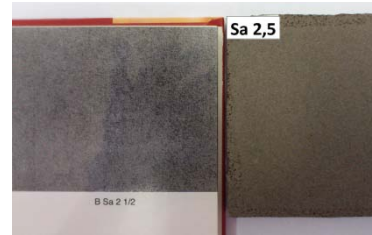
Pembersihan permukaan pelat uji dilakukan dengan cara *abrasive blasting* [3] menggunakan *material abrasive steel grit G-50* (*grain size* 0,5 mm) dengan tekanan 8 bar di ruangan tertutup.

4.3. Pengamatan *Cleanliness*

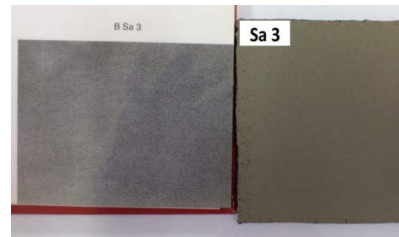
Tingkat *cleanliness* dikondisikan menjadi 3 yaitu Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3. Fokus pengamatan visual tingkat *cleanliness* permukaan pelat uji mengacu pada buku ISO 8501-1.



Gambar 2. Pengamatan Visual *Cleanliness* Sa 2



Gambar 3. Pengamatan Visual *Cleanliness* Sa 2,5



Gambar 4. Pengamatan Visual *Cleanliness* Sa 3

4.4. Pengukuran *Roughness By Replica Tape*

Pengukuran *roughness* dilakukan sesuai dengan standar ISO 8503-5 menggunakan metode *replica tape*. Alat yang digunakan adalah *Elcometer 122 Testex Replica Tape* jenis *X-Coarse* dengan kisaran nilai pembacaan 38-115 μm dan *Elcometer 124 Thickness Gauge*. Untuk mendapatkan nilai akhir *roughness* pelat uji, nilai yang terbaca pada alat, dikurang 50 μm yang merupakan tebal dari lembar *replica tape*. Nilai yang diizinkan dalam pengukuran *roughness* ini sesuai dengan resolusi IMO 288 (87) adalah antara 30-75 μm .



Gambar 5. Pengukuran *Roughness By Replica Tape*

Hasil pengujian tersaji pada tabel dibawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji *Roughness* Pelat Uji Sa 2

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Roughness (Reading) μm	Final Roughness μm
1	Sa 2	114	64
2	Sa 2	118	68
3	Sa 2	112	62
4	Sa 2	114	64
5	Sa 2	120	70
Rata-Rata		115,60	65,60

Tabel 3. Hasil Uji *Roughness* Pelat Uji Sa 2,5

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Roughness (Reading) μm	Final Roughness μm
1	Sa 2,5	125	75
2	Sa 2,5	120	70
3	Sa 2,5	118	68
4	Sa 2,5	118	68
5	Sa 2,5	119	69
Rata-Rata		120	70

Tabel 4. Hasil Uji *Roughness* Pelat Uji Sa 3

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Roughness (Reading) μm	Final Roughness μm
1	Sa 3	128	78
2	Sa 3	125	75
3	Sa 3	130	80
4	Sa 3	126	76
5	Sa 3	134	84
Rata-Rata		128,60	78,60

Sehingga dapat diketahui bahwa semakin tinggi tingkat *cleanliness* permukaan pelat uji, maka semakin tinggi pula nilai *roughness*.

4.5. Pengukuran *Microclimatic Condition* dan *Steel Temperature*

Pengukuran *microclimatic condition* meliputi *dry bulb*, *wet bulb*, *relative humidity*, dan *dew point*. Alat yang digunakan untuk mengukur *microclimatic condition* yaitu *sling psychrometer bacharach type*, *relative humidity chart*, dan *dew point chart*.

Sedangkan, untuk mengukur *steel temperature* menggunakan *Elcometer 214 R digital Laser Thermometer*. Suhu plat uji yang terukur yaitu 30°C.



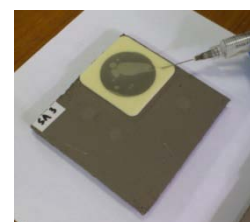
Gambar 6. Pengukuran *Steel Temperature*

Hasil pengukuran *microclimatic condition* dengan *sling psychrometer* sebelum *blasting* dan aplikasi *tank lining* tersaji sebagai berikut:

- a. **Sebelum *Blasting***
 - Dry bulb (Td)* : 30°C
 - Wet Bulb (Tw)* : 25 °C
 - Relative Humidity (RH)* : 66 %
 - Dew Point* : 23 °C
- b. **Sebelum Aplikasi *Tank Lining***
 - Dry bulb (Td)* : 30°C
 - Wet Bulb (Tw)* : 25 °C
 - Relative Humidity (RH)* : 66 %
 - Dew Point* : 23 °C

4.6. Uji *Salt Test By Bresle Method*

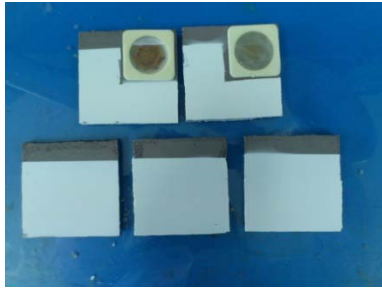
Uji *salt test* dilakukan untuk mengetahui kadar garam pada pelat uji yang sudah diblasting dengan *steel grit*. *Salt test bresle method* diatur dalam ISO 8502-6. Alat yang digunakan adalah *Expertus Bresle Sampler* dan *ECTestr 11 Plus Manual*. Nilai kadar garam yang diizinkan sesuai dengan resolusi IMO 288 (87) adalah $\leq 50 \text{ mg/m}^2$.



Gambar 7. Uji *Salt Test By Bresle Method*

4.7. Aplikasi Tank Lining

Aplikasi *tank lining* dilaksanakan di ruang tertutup menggunakan *conventional air spray gun* [2] bertekanan 4 bar sebanyak 3 lapis. Cat yang dipakai yaitu jenis *amine adduct cured epoxy* dua komponen dengan *mixing ratio* 4:1 untuk *base coat* dan *curing agent*. *Volume solid* cat 48 % dengan *thinning* 10%.



Gambar 8. Hasil Aplikasi Tank Lining

4.8. Pengukuran Dry Film Thickness

Berdasarkan resolusi IMO 288 (87), *nominal dry film thickness (ndft)* keseluruhan lapisan *tank lining* yaitu 320 μm mengikuti *90/10 rule of epoxy-based systems* yang artinya 90% area yang diukur memiliki nilai dft sama dengan atau lebih dari 320 μm dan 10% area yang tersisa memiliki nilai dft tidak boleh kurang dari 0,9 x ndft yang terbaca [1]. Pengukuran *dry film thickness* dilakukan menggunakan *Elcometer 456 Integral And Separate Digital Coating Thickness Gauge*. Hasil pengukuran *dry film thickness* tersaji pada tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Pengukuran Dry Film Thickness

Cleanliness Grade	Dry Film Thickness (μm)
Sa 2	327,28
Sa 2,5	362,04
Sa 3	381,24

4.9. Uji Kekuatan Adhesi Metode Pull-Off Test

Untuk menguji kekuatan adhesi aplikasi *tank lining*, standar yang digunakan yaitu ISO 4624. "Paints and Varnishes—Pull-

Off Test for Adhesion" Alat yang digunakan dalam pengujian ini yaitu *Elcometer 108 Adhesion Tester*. Nilai minimum yang dapat diterima yaitu 5 MPa.



Gambar 9. Pengujian Pull-Off Test

Hasil pengujian *pull-off test* tersaji pada tabel dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Pengujian Pull-Off Test Pelat Uji Sa 2

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Nilai Kekuatan Adhesi (MPa)
1	Sa 2	9
2	Sa 2	6
3	Sa 2	12,50
4	Sa 2	9
5	Sa 2	4
Rata-Rata		8,10

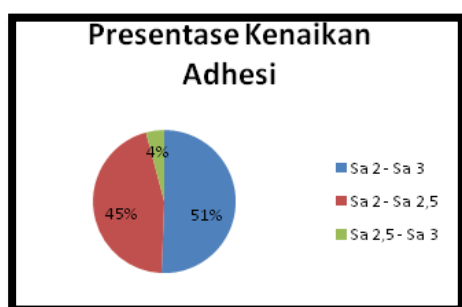
Tabel 7. Hasil Pengujian Pull-Off Test Pelat Uji Sa 2,5

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Nilai Kekuatan Adhesi (MPa)
1	Sa 2,5	10
2	Sa 2,5	6
3	Sa 2,5	11
4	Sa 2,5	14
5	Sa 2,5	12
Rata-Rata		10,60

Tabel 8. Hasil Pengujian *Pull-Off Test* Pelat Uji Sa 3

No. Pelat Uji	Cleanliness Grade	Nilai Kekuatan Adhesi (MPa)
1	Sa 3	10,50
2	Sa 3	10
3	Sa 3	11
4	Sa 3	14
5	Sa 3	9
Rata-Rata		10,90

Berdasarkan hasil uji *pull-off test* dapat diketahui bahwa semakin tinggi tingkat *cleanliness* permukaan pelat uji maka semakin besar kekuatan adhesi *tank lining*. besarnya presentase kenaikan nilai kekuatan adhesi tersaji dalam grafik berikut ini:



Grafik 1. Presentase Kenaikan Kekuatan Adhesi

Kenaikan nilai kekuatan adhesi sebesar 51 % terjadi pada tingkat *cleanliness* Sa 2 menuju ke Sa 3. Presentase kenaikan yang signifikan dapat terlihat pada tingkat *cleanliness* Sa 2 menuju Sa 2,5 sebesar 45 % sedangkan presentase yang sangat kecil yaitu sebesar 4 % terjadi pada tingkat *cleanliness* Sa 2,5 menuju Sa 3.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan penulis yaitu Pengaruh Tingkat *Cleanliness* dan *Roughness* Substrat Pada *Surface Preparation* Terhadap Kekuatan

Adhesi *Tank Lining*, maka dapat disimpulkan beberapa informasi teknis sebagai berikut:

1. Dari tiga tingkat *cleanliness* yang diuji diantaranya yaitu Sa 2, sa 2,5, dan sa 3, memberikan nilai *roughness* berturut-turut 65,60 μm , 70,00 μm , dan 78,60 μm dengan batas nilai *roughness* yang diatur dalam standar ISO 8503-5 yaitu 30-75 μm .
2. Presentase kenaikan nilai *roughness* pada tingkat *cleanliness* Sa 2 menuju ke Sa 2,5 yaitu sebesar 17 %. Antara Sa 2 menuju ke Sa 3 menunjukkan presentase kenaikan sebesar 51 %. Sedangkan, presentase kenaikan nilai *roughness* pada tingkat *cleanliness* Sa 2,5 menuju ke Sa 3 yaitu sebesar 32 %.
3. Didapatkan nilai kadar garam pelat uji Sa 2 yaitu 35,68 mg/m^2 sedangkan kadar garam yang terukur pada plat uji Sa 2,5 yaitu 45,92 mg/m^2 , dan Sa 3 sebesar 56,00 mg/m^2 . Semakin dalam profil permukaan pelat uji maka semakin banyak garam yang terperangkap pada lembah profil permukaan pelat uji.
4. Nilai *dry film thickness* dari tingkat *cleanliness* Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3 secara berturut-turut yaitu 327,28 μm , 362,04 μm , dan 381,24 μm .
5. Nilai kekuatan adhesi dari tingkat *cleanliness* Sa 2, Sa 2,5, dan Sa 3 secara berturut-turut yaitu 8,10 MPa, 10,60 MPa, 10,90 MPa.
6. Tingkat *cleanliness* Sa 2,5 merupakan standar *cleanliness* yang tepat dan dapat dijadikan acuan sebagai hasil dari *surface preparation*, dikarenakan *cleanliness* Sa 2,5 memberikan hasil kebersihan 85 % dan hal ini sudah cukup sebelum dilaksanakan *tank lining*. Selain itu, apabila dibandingkan dengan Sa 3, selain biaya yang dikeluarkan lebih banyak, nilai kekuatan adhesi tidak terpaut jauh, hanya berbeda 4 %, hal ini menandakan bahwa Sa 2,5 dan Sa 3 memberikan kualitas hasil *tank lining* yang sama kuatnya. Sementara itu, *cleanliness* Sa 2, masih menyisakan banyak kontaminasi pada pelat yang dapat berimbas pada percepatan korosi, timbulnya *blister*, bahkan kehilangan adhesi (*loss of adhesion*).

5.2. SARAN

Penelitian ini tentu memiliki keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan penelitian ini dapat dikembangkan lagi secara mendalam dengan kajian yang lebih lengkap.

Adapun saran penulis untuk penelitian lebih lanjut antara lain:

1. Adanya penelitian serupa dengan menggunakan variasi jenis material *abrasive* seperti *steel shot*, *silica sand*, atau *copper slag* dengan harapan dapat menghasilkan data perbandingan sehingga dapat menentukan jenis *material abrasive* yang paling tepat untuk pelaksanaan *surface preparation* sebelum dilaksanakan aplikasi *tank lining*.
2. Melakukan penelitian serupa dengan kajian perhitungan aspek ekonomis sehingga didapatkan data perbandingan mengenai kisaran biaya dan operasional untuk mencapai tingkat *cleanliness* permukaan pada tahap *surface preparation*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. *International Maritime Organization (2010). IMO PSPC For Cargo Oil Tanks Of Crude Oil Tankers. From [http://www.imo.org/blast/blastDataHelp/r.asp?data_id=29308&filename=288\(87\).pdf](http://www.imo.org/blast/blastDataHelp/r.asp?data_id=29308&filename=288(87).pdf)*
- [2]. Kjærnsme, Dag., Kjell Kleven & Jan Schele. 2001. *Corrosion Protection Inspector's Book Of Reference*. Copenhagen: Hempel's Boarding A/S.
- [3]. Plaster, Herbert John. 1973. *Blast Cleaning And Allied Processes*. London: Industrial Newspaper Limited.
- [4]. *The International Organization For Standardization (2007). ISO 2808 Paints And Varnishes— Determination of Film Thickness. From http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=37486*
- [5]. *The International Organization For Standardization (2002). ISO 4624 Paints And Varnishes— Pull Off Test For Adhesion. From http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=26620*
- [6]. *The International Organization For Standardization (2007). ISO 8501-1 Preparation Of Steel Substrates Before Application Of Paints And Related Products—Visual Assessment Of Surface Cleanliness—Part 1: Rust Grades And Preparation Grades Of Uncoated Steel Substrates And After Overall Removal Of Previous Coatings. From http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=43426*
- [7]. *The International Organization For Standardization (2006). ISO 8502- 6 Test For The Assessment Of Surface Cleanliness— Part 6: Extrationn Of Soluble Contaminants For Analysis—The Bresle Method. From http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=42962.*
- [8]. *The International Organization For Standardization (2003). ISO 8503- 5 The International Organization For Standardization (2003). ISO 8503- 5 Preparation of steel substrates before application of paints and related products -- Surface roughness characteristics of blast-cleaned steel substrates -- Part 5: Replica tape method for the determination of the surface profile. From http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=28622*
- [9]. Windsor, B. 1998. *Tolerant Coatings In Rust We Trust*. Leicester: Oil And Colour Chemist Associaton.