

Analisis Ketebalan Lapisan Cat pada Kapal Tongkang Berukuran 330 feet dengan menggunakan Alat Elcometer DFT

Tegar Satri Buana, Danang Cahyagi.S.T., M.T. ^{1*} and Ir. Fedia Restu, S.T., M.Sc ^{2*}

*** Politeknik Negeri Batam**

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: Buana321@email.com

Abstrak.

Industri perkapalan memainkan peran sentral dalam perdagangan global, dengan kapal tongkang berukuran 330 kaki yang dioperasikan oleh PT BBS Batam menjadi tulang punggung transportasi barang melalui jalur maritim. Kesuksesan operasional kapal ini tidak hanya bergantung pada keandalan mekanis dan strukturalnya, tetapi juga pada kondisi perlindungan lapisan cat yang optimal. Dalam penelitian ini menganalisis ketebalan lapisan cat pada kapal tongkang berukuran 330 kaki menggunakan alat Elcometer DFT dan metode standar SSPC-PA 2 dengan tujuan utamanya adalah untuk mengevaluasi apakah ketebalan lapisan cat memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan. Sehingga hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan anti-fouling atau lapisan total akhir sesuai dengan standar yang ditetapkan, yaitu dengan nilai dari 350,8 μm hingga 368,6 μm . Nilai tersebut menunjukkan bahwa ketebalan lapisan cat tidak kurang dari nilai minimum yang diizinkan (280 μm) dan tidak melebihi nilai maksimum yang ditetapkan (420 μm).

Kata kunci : Elcometer DFT (Dry Film Thickness), Tongkang, SSPC PA 2

Abstract

The shipping industry plays an important role in global trade, with the 330-foot barges operated by PT BBS Batam forming the backbone of goods transport by sea. The operational success of these vessels depends not only on their mechanical and structural properties, but also on the optimal condition of cat lining protection. In this research, an analysis of the thickness of the paint layer on a 330 foot barge was carried out using the Elcometer DFT tool and the SSPC-PA 2 standard method with the main aim of finding out whether the thickness of the paint layer met the specified specifications. So the results of this research show that the average thickness of the anti-fouling layer or total final layer is in accordance with the established standards, namely with a value of 350.8 μm to 368.6 μm . This value indicates that the thickness of the paint layer is not less than the minimum permitted value (280 μm) and does not exceed the maximum specified value (400 μm).

Keywords : Elcometer DFT (Dry Film Thickness), Barges, SSPC PA 2,

1 Pendahuluan

Industri perkapalan memainkan peran sentral dalam menjalankan perdagangan global, dengan kapal tongkang menjadi tulang punggung yang menggerakkan ekonomi secara keseluruhan[1]. Kapal tongkang, dengan ciri khas lambung datar atau kotak besar yang mengambang, menjadi kendaraan utama dalam pengangkutan barang. Mereka dapat ditarik oleh kapal tunda atau menggunakan mesin pendorong, dan beberapa dilengkapi dengan sistem pendorong sendiri (SPOB) seperti kapal konvensional[2]. Perbedaan esensial antara tongkang dan kapal lainnya terletak pada desain dan konstruksinya yang dikhususkan untuk muatan besar seperti kayu, batu bara, pasir, minyak, dan sebagainya[3].

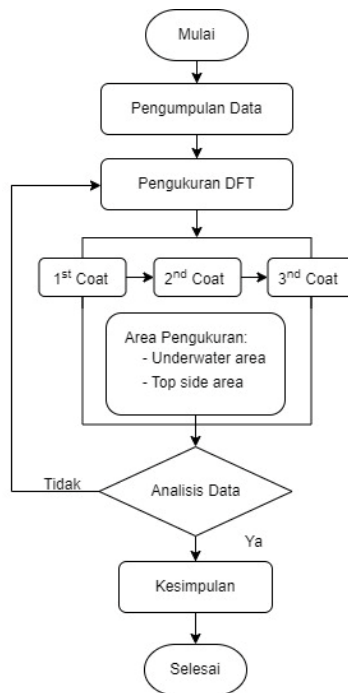
Kapal tongkang berukuran 330 feet yang dioperasikan oleh PT BBS Batam adalah elemen penting dalam menyelenggarakan transportasi barang besar melalui jalur maritim. Kesuksesan operasional kapal tongkang tidak hanya tergantung pada keandalan mekanis dan strukturalnya, tetapi juga sangat bergantung pada kondisi perlindungan permukaannya yang optimal[4]. Lapisan cat pada kapal bukan hanya untuk tujuan estetika, melainkan juga berfungsi sebagai penghalang utama terhadap korosi[5] dan potensi kerusakan mekanis akibat kondisi keras lingkungan maritim seperti air asin, kelembaban, dan cuaca ekstrem[6]. Pentingnya ketebalan lapisan cat sangatlah krusial, karena ketidaksesuaian dalam ketebalan tersebut dapat mengurangi efektivitas perlindungan dan mengakibatkan kerusakan dan korosi pada kapal[7]. Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengkaji secara detail ketebalan lapisan cat pada kapal tongkang berukuran 330 feet.

Alat Elcometer DFT (Dry Film Thickness) menjadi instrumen kunci dalam pengukuran ketebalan lapisan cat. Alat ini mampu mengukur ketebalan lapisan cat kering pada berbagai substrat tanpa melibatkan pelarut atau air, seperti logam, kayu, plastik, dan komposit. Penggunaan alat ini umumnya diterapkan dalam industri perkapalan, konstruksi, otomotif, dan manufaktur untuk memastikan ketebalan lapisan cat sesuai dengan standar dan spesifikasi yang telah ditetapkan[8]. Metode pengukuran yang diterapkan oleh alat ini mengacu pada prosedur standar SSPC-PA 2 (*Steel Structures Painting Council - Painting Application Standard No. 2*)[9]. Hal ini memastikan bahwa pengukuran ketebalan lapisan cat dilakukan sesuai dengan standar industri yang ditetapkan. Dengan menggunakan SSPC PA 2 sebagai acuan, proses pengukuran dapat dilakukan dengan konsistensi dan akurasi yang tinggi, memastikan bahwa hasil pengukuran dapat diandalkan dan sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

Dengan analisis yang cermat terhadap ketebalan lapisan cat, diharapkan penelitian ini mampu memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi perlindungan keseluruhan pada kapal tongkang. Selain itu, penelitian ini juga akan membahas proses pengukuran ketebalan, spesifikasi cat yang digunakan, dan perbandingan ketebalan sesuai standar. Dengan demikian, diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan dasar yang kokoh untuk pemeliharaan yang lebih efektif serta memberikan rekomendasi untuk meningkatkan kinerja perlindungan lapisan cat pada kapal tongkang berukuran 330 feet, sehingga dapat meningkatkan tingkat keamanan, keandalan, dan keberlanjutan operasional kapal tongkang dalam industri perkapalan.

2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Data yang diperoleh akan dianalisis secara angka dan berdasarkan hasil pengukuran ketebalan lapisan cat. metode penelitian yang digunakan dalam analisis ketebalan lapisan cat pada kapal tongkang berukuran 330 feet dengan menggunakan alat Elcometer DFT. Penelitian ini bertujuan untuk memahami dan mengukur ketebalan lapisan cat sebagai bagian dari perlindungan terhadap korosi dan daya tahan pada kapal. Berikut *flowchart* metode penelitian yang digunakan oleh penulis pada Gambar 1.



Gambar 1 Flowchart Metode penelitian

2.1 Pengumpulan Data

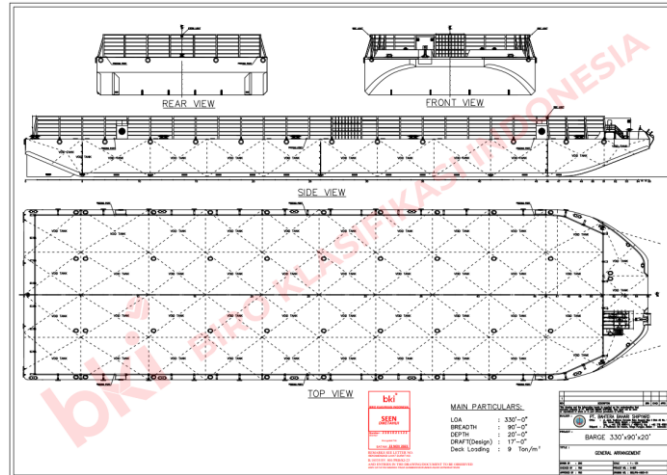
Data utama yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah Kapal Tongkang berukuran 330 feet yang berada di PT. Bahtera Bahari Shipyard. Pengumpulan data yang mencakup informasi penting tentang kapal ini dibagi menjadi dua bagian utama. Berikut data kapal dan data cat yang digunakan:

2.1 Data kapal

Data kapal yang digunakan dalam penelitian ini mencakup informasi penting tentang kapal tongkang yang berada di PT. Bahtera Bahari Shipyard. Dua komponen utama dari data kapal ini adalah *Principal Dimension* dan *General Arrangement*. Data kapal ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 2 sebagai berikut.

Tabel 1 *Principal Dimension*

<i>Principal Dimension</i>	
<i>LOA</i>	330 feet
<i>Breadth</i>	90 feet
<i>Depth</i>	20 feet
<i>Draft</i>	17 feet
<i>Side Board</i>	17 feet



Gambar 2 General Arrangement

2.2 Paint Specification

Data cat yang digunakan dalam penelitian ini adalah informasi mengenai jenis cat yang digunakan pada kapal tongkang berukuran 330 kaki di PT. Bahtera Bahari Shipyard. Berikut data spesifikasi berdasarkan area pengecatan dari spesifikasi ditetapkan oleh cat hempel ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3 :

Tabel 2 Area Summary Underwater berdasarkan spesifikasi cat Hempel.

Coat Number	Product Name	Loss Faktor	WFT (μm)	DFT (μm)
1 ST Coat	Hempel's 15 ASG	30%	200	125
2 nd Coat	Hempel's 15 ASG	30%	200	125
3 rd Coat	Hempel's AntiFouling Classic 76110	30%	200	100
Total DFT				350

Tabel 3 Area Summary Topside berdasarkan spesifikasi cat Hempel.

Coat Number	Product Name	Loss Faktor	WFT (μm)	DFT (μm)
1 ST Coat	Hempel's 15ASG	30%	200	125
2 nd Coat	Hempel's 15ASG	30%	200	125
3 rd Coat	Hempathane Topco at 55210	30%	100	50
Total DFT				300

2.2 Proses Pengukuran DFT

Proses pengukuran ketebalan lapisan cat di PT Bahtera Bahari Shipyard mengacu pada standar SSPC-PA 2 (*Steel Structures Painting Council - Painting Application Standard No. 2*). Prosedur ini memverifikasi ketebalan film kering pada logam ferrous dan non-ferrous menggunakan alat ukur non-destruktif. Terdapat dua jenis alat ukur: “magnetic pull-off” dan “elektronik”, yang memiliki metode penyesuaian dan pengukuran yang berbeda. Prosedur ini menekankan pentingnya pengukuran pada titik dan area tertentu untuk menentukan kepatuhan lapisan cat kering terhadap ketebalan minimum dan maksimum. Ketidaksiharian harus ditandai, didokumentasikan, dan dikoreksi sesuai dengan standar yang ditetapkan. Pada penelitian ini menggunakan alat pengukur jenis elektronik, yaitu Elcometer DFT [9].

1. Tingkat Pembatasan Ketebalan Lapisan

Menurut SSPC-PA 2 (*Steel Structures Painting Council - Painting Application Standard No. 2*), umumnya ada ketentuan untuk ketebalan minimum dan maksimum pada setiap lapisan pelapis. Apabila nilai ketebalan tunggal telah ditetapkan namun produsen pelapis tidak memberikan toleransi ketebalan yang direkomendasikan, maka ketebalan minimum dan maksimum untuk tiap lapisan pelapis harus disesuaikan

sekitar +/- 20% dari nilai yang ditetapkan sebelumnya. Berikut tingkat pembatasan ketebalan menurut acuan SSPC PA 2 ditampilkan pada Tabel 4. [9]

Tabel 4 Tingkat Pembatasan Ketebalan Lapisan berdasarkan SSPC-PA 2

Thickness	Gage Reading	Spot Measurement	Area Measurement
Level 1			
Minimum	Unrestricted	As specified	As specified
Maximum	Unrestricted	As specified	As specified
Level 2			
Minimum	Unrestricted	As specified	As specified
Maximum	Unrestricted	120% of maximum	As specified
Level 3			
Minimum	Unrestricted	80% of minimum	As specified
Maximum	Unrestricted	120% of maximum	As specified

Di PT. Bahtera Bahari Shipyard, produk cat dari Hempel tidak menyediakan toleransi ketebalan minimum dan maksimum untuk lapisan pertama hingga lapisan ketiga. Oleh karena itu, dilakukan perhitungan kumulatif pada lapisan cat pertama sampai lapisan cat terakhir untuk mendapatkan nilai minimum (80% x DFT Spek) dan maksimum (120% x DFT Spek) sebagai berikut:

1. Pada lapisan pertama, nilai minimum adalah $80\% \times 125 \mu\text{m} = 100 \mu\text{m}$, sedangkan nilai maksimum adalah $120\% \times 125 \mu\text{m} = 150 \mu\text{m}$.
2. Pada lapisan kedua, nilai DFT spesifikasi adalah penjumlahan dari nilai DFT lapisan pertama (125 μm) dan lapisan kedua (125 μm), sehingga totalnya menjadi 250 μm . Oleh karena itu, nilai minimum adalah $80\% \times 250 \mu\text{m} = 200 \mu\text{m}$, dan nilai maksimum adalah $120\% \times 250 \mu\text{m} = 300 \mu\text{m}$.
3. Pada lapisan ketiga di area bawah air (Underwater area), nilai DFT spesifikasi adalah penjumlahan dari nilai DFT lapisan pertama (125 μm), lapisan kedua (125 μm), dan lapisan ketiga (100 μm), seperti yang ditampilkan pada tabel 2, dengan total DFT 350 μm . Oleh karena itu, nilai minimum adalah $80\% \times 350 \mu\text{m} = 280 \mu\text{m}$, dan nilai maksimum adalah $120\% \times 350 \mu\text{m} = 420 \mu\text{m}$. Untuk area atas (Top side area), nilai DFT spesifikasi adalah penjumlahan dari nilai DFT lapisan pertama (125 μm), lapisan kedua (125 μm), dan lapisan ketiga (50 μm), seperti yang ditampilkan pada tabel 3, dengan total DFT 300 μm . Oleh karena itu, nilai minimum adalah $80\% \times 300 \mu\text{m} = 240 \mu\text{m}$, dan nilai maksimum adalah $120\% \times 300 \mu\text{m} = 380 \mu\text{m}$.

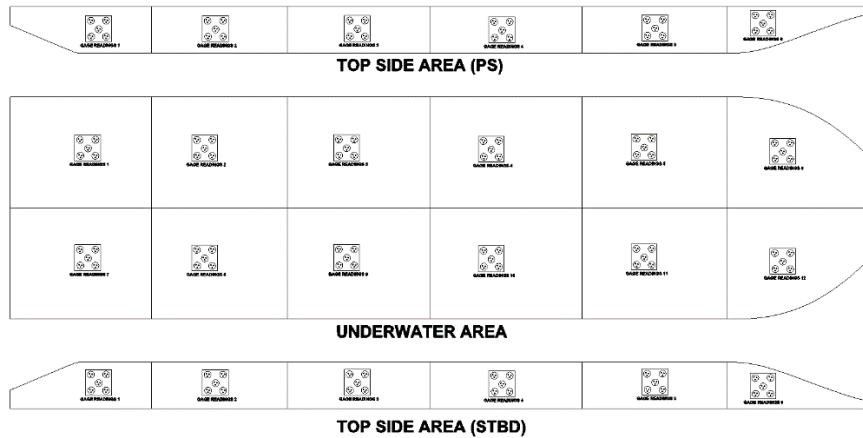
Untuk perencanaan area dan jumlah pengukuran ketebalan cat menggunakan gage, tidak terdapat batasan atau ketentuan pasti yang diatur dalam standar SSPC-PA 2. Oleh karena itu, kami mengikuti prosedur perencanaan yang telah ditetapkan oleh PT. Bahtera Bahari Shipyard. Berikut adalah tabel Tingkat pembatasan pengukuran DFT berdasarkan acuan SSPC-PA 2 yang dilakukan di PT.BBS ditampilkan pada Tabel 5.

Tabel 5 Tingkat Pembatasan Ketebalan Lapisan

Lapisan Cat	Bacaan gage	DFT	Area Pengukuran
<i>1st Coat</i>			
<i>Maximum</i>	Tidak dibatasi	150 μm	Seperti yang ditentukan
<i>Minimum</i>	Tidak dibatasi	100 μm	Seperti yang ditentukan
<i>2nd Coat</i>			
<i>Maximum</i>	Tidak dibatasi	300 μm	Seperti yang ditentukan
<i>Minimum</i>	Tidak dibatasi	200 μm	Seperti yang ditentukan
<i>3rd Coat</i>	UNDERWATER AREA		
<i>Maximum</i>	Tidak dibatasi	420 μm	Seperti yang ditentukan
<i>Minimum</i>	Tidak dibatasi	280 μm	Seperti yang ditentukan
<i>3rd Coat</i>	TOP SIDE AREA		
<i>Maximum</i>	Tidak dibatasi	380 μm	Seperti yang ditentukan
<i>Minimum</i>	Tidak dibatasi	240 μm	Seperti yang ditentukan

4. Area Rencana Pengukuran

Area Rencana pengukuran atau tata letak pengukuran data ketebalan lapisan cat kering (DFT) dilakukan pada dua area yaitu *Top Side Area* dan *Underwater area*[10]. *Underwater area* memiliki 12 *gage reading* dan *Top Side area* memiliki 6 *gage reading*. Berikut adalah gambar area rencana pengukuran atau layout pengukuran DFT (*Dry Film Thickness*) ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Rencana Area Pengukuran

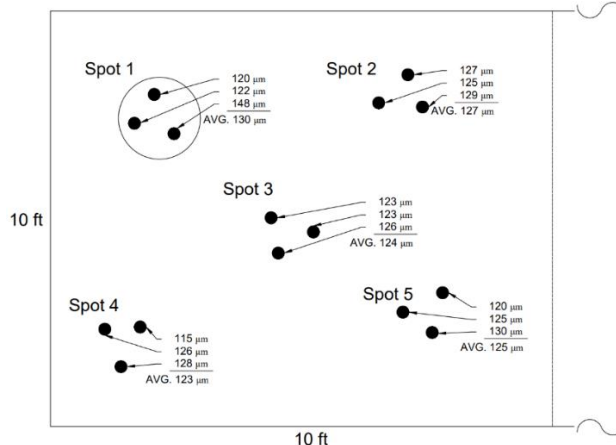
5. Pengukuran DFT

Pengukuran DFT (*Dry Film Thickness*) menggunakan prosedur SSPC-PA 2 yang berfokus pada pengukuran pada spot dan area. Pembacaan gage (*Gage readings*) melibatkan beberapa tahapan pembacaan yang harus dilakukan didalam area persegi berukuran 10 feet x 10 feet. Salah satu tahapannya adalah pengambilan data menggunakan alat Elcometer DFT, yang hanya dilakukan pada 15 titik awal yang terbagi dalam masing-masing spot dengan 3 titik, dan terdapat 5 *spot reading* dalam satu *gage reading*. Berikut adalah salah satu langkah-langkah yang diambil dalam pembacaan *gage readings* 1 pada cat kering lapisan pertama (*1st coat*) di *underwater area* :

- 1) Pada proses pertama adalah melakukan pembacaan spot 1, data diambil dengan mengukur ketebalan lapisan cat pada 3 titik tertentu menggunakan alat Elcometer DFT. Dengan cara menempelkan *pobe range* pada 3 titik didalam area spot berukuran 1,5 inchi dan di dapatkan hasil pembacaan DFT untuk titik 1 adalah 120 μm , titik 2 adalah 122 μm , dan titik 3 adalah 148 μm . Nilai-nilai ini dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah titik pengukuran (3) untuk mendapatkan nilai rata-rata, yaitu 130 μm untuk spot 1. Prosedur yang sama berlaku untuk spot 2, 3, 4, dan 5. Hasil pengukuran untuk 3 titik pada spot 1 ditampilkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.



Gambar 4 Dokumentasi hasil pengambilan 3 titik data di *underwater area*



Gambar 5 Sample Pengukuran Gage reading 1

- 2) Setelah menghitung rata-rata dari masing-masing spot reading, perhitungan rata-rata gage reading 1 dilakukan. Rata-rata ketebalan spot 1 adalah 130 μm , spot 2 adalah 127 μm , spot 3 adalah 124 μm , spot 4 adalah 123 μm , dan spot 5 adalah 125 μm . Nilai-nilai ini dijumlahkan dan dibagi dengan jumlah spot (5) untuk mendapatkan hasil perhitungan gage reading 1 sebesar 125,8 μm , yang tercatat pada Tabel 6.

Tabel 6 Sample hasil perhitungan rata-rata Gage Reading 1

Gage Reading 1	Spot 1	Spot 2	Spot 3	Spot 4	Spot 5	AVERAGE
Data Ketebalan	130 μm	127 μm	124 μm	123 μm	125 μm	125,8 μm

- 3) Perhitungan akhir atau hasil akhir yang diambil adalah hasil rata-rata dari pembacaan gage (*gage reading*), dengan hasil perhitungan ketebalan rata-rata adalah 125,8 μm . Hasil akhir ini sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Cat Hempel sendiri dengan ketebalan cat lapisan pertama (*1st coat*) lebih dari nilai minimum ($80\% \times 125 \mu\text{m} = 100 \mu\text{m}$) dan kurang dari nilai maksimum ($120\% \times 125 \mu\text{m} = 150 \mu\text{m}$). Dalam proses ini, pengukuran ketebalan film pada *gage reading* 1 harus diterapkan secara konsisten pada *gage readings* 2 dan 3. Ketebalan pada *gage reading* 2 harus melebihi nilai minimum yang ditentukan, demikian juga dengan *gage reading* 3 dan seterusnya.

3 Analisa dan Pembahasan

3.1 Hasil Akhir Pengukuran DFT (*Dry Film Thickness*)

1. *1st Coating (Primer Coat)*

Lapisan ini diterapkan pada plat kapal setelah proses sandblasting. Primer coat berfungsi sebagai dasar dan pelekat antara cat dasar dengan lapisan cat berikutnya. Berikut hasil akhir pengukuran ketebalan cat awal (lapisan pertama) menggunakan Elcometer DFT menunjukkan bahwa di area bawah air (*Underwater area*), ketebalan rata-rata berada dalam rentang 114,6 μm hingga 134,8 μm , dan di area atas (*Top side area*) berada dalam rentang 120,6 μm hingga 144,2 μm . Semua nilai tersebut berada di atas batas minimum yang ditetapkan (100 μm) dan tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (150 μm). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengukuran ketebalan cat ini memenuhi standar yang diinginkan untuk lapisan pertama, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan pada prosedur SSPC-PA 2 dan standar industri ditampilkan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel 7 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada *Underwater Area*

UNDERWATER AREA					
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	125,8 μm	Qualified	GAGE READING 7	134,8 μm	Qualified
GAGE READING 2	122,6 μm	Qualified	GAGE READING 8	122,6 μm	Qualified
GAGE READING 3	124,6 μm	Qualified	GAGE READING 9	124,6 μm	Qualified
GAGE READING 4	115,2 μm	Qualified	GAGE READING 10	127,2 μm	Qualified
GAGE READING 5	129,4 μm	Qualified	GAGE READING 11	129,6 μm	Qualified
GAGE READING 6	129 μm	Qualified	GAGE READING 12	114,6 μm	Qualified

Tabel 8 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada *Top Side Area*

TOP SIDE (PS)			TOP SIDE (STBD)		
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	126,8 μm	Qualified	GAGE READING 1	122,2 μm	Qualified
GAGE READING 2	128 μm	Qualified	GAGE READING 2	136,2 μm	Qualified
GAGE READING 3	120,6 μm	Qualified	GAGE READING 3	144,2 μm	Qualified
GAGE READING 4	128,2 μm	Qualified	GAGE READING 4	128,8 μm	Qualified
GAGE READING 5	132,4 μm	Qualified	GAGE READING 5	126,6 μm	Qualified
GAGE READING 6	130,6 μm	Qualified	GAGE READING 6	128,2 μm	Qualified



Gambar 6 Simulasi hasil akhir area pengukuran DFT Lapisan Pertama

2. 2nd Coating (Intermediate Coat)

Lapisan ini diberikan setelah cat dasar. Fungsinya adalah sebagai penghubung antara cat dasar dan cat lapisan selanjutnya. Berikut adalah hasil akhir pengukuran ketebalan cat kedua (lapisan kedua) menunjukkan bahwa di area bawah air (*Underwater area*), ketebalan rata-rata berada dalam rentang 255,8 μm hingga 269,6 μm , dan di area atas (*Top side area*) berada dalam rentang 255,8 μm hingga 269,6 μm . Semua nilai tersebut berada di atas batas minimum yang ditetapkan (200 μm) dan tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (300 μm). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengukuran ketebalan cat ini memenuhi standar yang diinginkan untuk lapisan kedua, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan pada prosedur SSPC-PA 2 dan standar industri ditampilkan pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel 9 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada area *Underwater Area*

UNDERWATER AREA					
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	269,6 μm	Qualified	GAGE READING 7	263,7 μm	Qualified
GAGE READING 2	268,6 μm	Qualified	GAGE READING 8	257,6 μm	Qualified
GAGE READING 3	267 μm	Qualified	GAGE READING 9	258,4 μm	Qualified
GAGE READING 4	260,6 μm	Qualified	GAGE READING 10	255,9 μm	Qualified
GAGE READING 5	255,8 μm	Qualified	GAGE READING 11	259,8 μm	Qualified
GAGE READING 6	262,1 μm	Qualified	GAGE READING 12	265,2 μm	Qualified

Tabel 10 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada area Top Side

TOP SIDE (PS)			TOP SIDE (STBD)		
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	269,6 μm	Qualified	GAGE READING 1	261,4 μm	Qualified
GAGE READING 2	260,6 μm	Qualified	GAGE READING 2	266,2 μm	Qualified
GAGE READING 3	255,8 μm	Qualified	GAGE READING 3	258,8 μm	Qualified
GAGE READING 4	255,9 μm	Qualified	GAGE READING 4	261,8 μm	Qualified
GAGE READING 5	268,6 μm	Qualified	GAGE READING 5	262 μm	Qualified
GAGE READING 6	263,7 μm	Qualified	GAGE READING 6	267,2 μm	Qualified



Gambar 7 Simulasi hasil akhir area pengukuran DFT Lapisan kedua

3. 3rd Coating (Anti Fouling)

Lapisan ini membantu mencegah biota laut menempel pada permukaan kapal. Berikut adalah hasil akhir pengukuran ketebalan cat akhir (lapisan terakhir) menggunakan Elcometer DFT menunjukkan bahwa di area bawah air (*Underwater area*), ketebalan rata-rata berada dalam rentang 350,8 μm hingga 366,4 μm , nilai tersebut berada di atas batas minimum yang ditetapkan (280 μm) dan tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (420 μm) dan di area atas (*Top side area*) berada dalam rentang 304,6 μm hingga 311,1 μm nilai tersebut berada di atas batas minimum yang ditetapkan (240 μm) dan tidak melebihi batas maksimum yang diperbolehkan (360 μm). Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa pengukuran ketebalan lapisan cat kering ini memenuhi standar yang diinginkan untuk lapisan akhir, sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan pada prosedur SSPC-PA 2 dan standar industri ditampilkan pada Tabel 11 dan Tabel 12.

Tabel 11 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada Underwater Area

UNDERWATER AREA					
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	362,6 μm	Qualified	GAGE READING 7	350,8 μm	Qualified
GAGE READING 2	358,7 μm	Qualified	GAGE READING 8	359 μm	Qualified
GAGE READING 3	355,8 μm	Qualified	GAGE READING 9	366,4 μm	Qualified
GAGE READING 4	365,4 μm	Qualified	GAGE READING 10	364 μm	Qualified
GAGE READING 5	354,2 μm	Qualified	GAGE READING 11	357 μm	Qualified
GAGE READING 6	355,8 μm	Qualified	GAGE READING 12	355 μm	Qualified

Tabel 12 Hasil Akhir Perhitungan rata-rata pada Top Side

TOP SIDE (PS)			TOP SIDE (STBD)		
GAGE READING	AVERAGE	APROVED	GAGE READING	AVERAGE	APROVED
GAGE READING 1	308,8 μm	Qualified	GAGE READING 1	309 μm	Qualified
GAGE READING 2	309 μm	Qualified	GAGE READING 2	308,2 μm	Qualified
GAGE READING 3	305,2 μm	Qualified	GAGE READING 3	309,5 μm	Qualified
GAGE READING 4	308,2 μm	Qualified	GAGE READING 4	308,2 μm	Qualified
GAGE READING 5	304,6 μm	Qualified	GAGE READING 5	309,1 μm	Qualified
GAGE READING 6	306,5 μm	Qualified	GAGE READING 6	311,1 μm	Qualified



Gambar 8 Simulasi hasil akhir area pengukuran DFT Lapisan ketiga

Jika pembacaan titik kurang dari 80% dari DFT minimum yang ditetapkan atau melebihi 120% dari DFT maksimum yang ditetapkan, akan dilakukan pengukuran tambahan untuk mengevaluasi ulang DFT di kedua area panel uji yang terkait dengan titik rendah atau tinggi tersebut. Apabila pengukuran tambahan menunjukkan bahwa DFT di area yang disengketakan berada di bawah nilai minimum atau di atas nilai maksimum yang diizinkan, panel tersebut akan dinyatakan tidak lolos kualifikasi. Tindakan perbaikan atau pengecatan ulang akan dilakukan hingga ketebalan lapisan DFT mencapai setidaknya nilai minimum yang ditentukan dan tidak melebihi nilai maksimum yang ditetapkan.

4 Kesimpulan

Penelitian ini secara mendalam menganalisis ketebalan lapisan cat pada kapal tongkang berukuran 330 kaki menggunakan alat Elcometer DFT, sesuai dengan standar SSPC-PA 2. Pengukuran DFT dan perhitungan kumulatif dilakukan pada kedua area kapal serta setiap lapisan cat. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ketebalan rata-rata lapisan cat awal (*1st Coating*), lapisan cat kedua (*2nd Coating*), dan lapisan cat akhir

(3rd Coating) telah memenuhi spesifikasi yang telah ditentukan dengan ketebalan lapisan total pada area bawah air berada dalam rentang 350,8 μm hingga 366,4 μm , tidak kurang dari batas minimum 280 μm dan tidak melebihi batas maksimum 420 μm . Sementara itu, di area atas, ketebalan rata-rata berada dalam rentang 304,6 μm hingga 311,1 μm , melebihi batas minimum 240 μm dan tidak melebihi batas maksimum 360 μm . Dengan demikian, hasil pengukuran di area bawah air (*Underwater area*) dan area atas (*Top side area*) pada setiap lapisan telah memenuhi persyaratan spesifikasi yang telah ditetapkan. Hasil ini menunjukkan bahwa lapisan cat memberikan perlindungan optimal terhadap korosi dan kerusakan mekanis di lingkungan maritim, memastikan kapal tongkang memiliki daya tahan tinggi untuk operasi jangka panjang. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengeksplorasi metode tambahan untuk meningkatkan akurasi pengukuran ketebalan lapisan cat serta meneliti efek jangka panjang dari perlindungan lapisan cat di berbagai kondisi maritim. Dengan menggunakan metode pengukuran yang konsisten dan mengacu pada prosedur standar SSPC-PA 2, penelitian ini memberikan dasar yang kuat untuk pemeliharaan kapal yang lebih efektif. Hal ini diharapkan dapat meningkatkan tingkat keamanan, keandalan, dan keberlanjutan operasional kapal tongkang dalam industri perkapalan. Penelitian ini juga memberikan pemahaman mendalam tentang pentingnya konsistensi dalam ketebalan lapisan cat untuk melindungi kapal dari korosi dan kerusakan mekanis, serta mendukung operasional kapal yang lebih aman dan efisien.

5 Daftar Pustaka

- [1] I. Maritime and T. Traffic, "International maritime trade and port traffic," pp. 1–33, 2021, doi: 10.18356/9789210052719c005.
- [2] N. Shabrina Riyanto, H. Yudo, and A. Trimulyono, "Analisa Kekuatan Deck Akibat Perubahan Muatan Pada Tongkang TK. NELLY-34," *J. Tek. Perkapalan*, vol. 8, no. 3, pp. 454–460, 2020, [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval>
- [3] Z. Akbar, "Analisa Kebutuhan Juru Cat, Peralatan Cat, Dan Material Cat Pada Bangunan Atas Kapal," pp. 1–76, 2019.
- [4] Hendi Herdiyana and Asep Rachmat, "Proses Perawatan Badan Kapal Terhadap Korosi Dengan Menggunakan Metode Coating Di Workshop Pt. Dok & Perkapalan Kodja Bahari (Persero) Cirebon," *Semin. Nas. Teknol. dan Multidisiplin Ilmu*, vol. 1, no. 1, pp. 147–153, 2021, doi: 10.51903/semnastekmu.v1i1.97.
- [5] Y. K. Afandi, I. S. Arief, J. Teknik, S. Perkapalan, and F. T. Kelautan, "Analisa Laju Korosi pada Pelat Baja Karbon dengan Variasi Ketebalan Coating," *J. Korosi*, vol. 4, no. 1, 2015.
- [6] Z. Ariany, "Kajian Reparasi Pengecatan Pada Lambung Kapal (Studi Kasus Km. Kirana 3)," *Teknik*, vol. 35, no. 1, pp. 27–32, 2014, doi: 10.14710/teknik.v35i1.6822.
- [7] H. M. Hajar, M. J. Suriani, M. G. M. Sabri, M. J. Ghazali, and W. B. Wan Nik, "Corrosion performance of coating thickness in marine environment," *Biosci. Biotechnol. Res. Asia*, vol. 12, no. 1, pp. 71–76, 2015, doi: 10.13005/bbra/1637.
- [8] D. What and F. Thickness, "Dry Film Thickness (DFT)," p. 184160.
- [9] C. T. Requirements, "SSPC : The Society for Protective Coatings Paint Application Standard No . 2 Procedure for Determining Conformance to Dry," vol. i, no. 2, 2015.
- [10] W. D. Kurniawan and P. Periyanto, "Proses Sandblasting dan Coating Pada Kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya," *Otopro*, vol. 13, no. 2, p. 44, 2019, doi: 10.26740/otopro.v13n2.p44-53.