

# Analisis Efektivitas Penggunaan Ukuran Nozzle Spray Berbeda Pada Pengecatan Material Plat

Mochamad Zaed Yuliadi<sup>1</sup>, Winda Amalia Herdianti<sup>2\*</sup>, Daffa Ikzaz Faiz<sup>3</sup>

Program Studi S1 Teknik Perkapalan, Universitas Muhammadiyah Surabaya<sup>1,2,3</sup>

Department of Naval Engineering, University of Muhammadiyah Surabaya<sup>1,2,3</sup>

[mochamad.zaed.yuliadi@um-surabaya.ac.id](mailto:mochamad.zaed.yuliadi@um-surabaya.ac.id)<sup>1</sup>, [winda.amalia@um-surabaya.ac.id](mailto:winda.amalia@um-surabaya.ac.id)<sup>2</sup>, [daffaikzaz@gmail.com](mailto:daffaikzaz@gmail.com)<sup>3</sup>

---

## Informasi Artikel

### Riwayat Artikel:

Disubmit Mei 05, 2026

Diterima Juni 06, 2026

Diterbitkan Juni 20, 2026

---

### Kata Kunci:

Pengecatan plat

Dry Film Thickness

Nozzle spray

Efektifitas

---

## ABSTRAK

Pengecatan merupakan salah satu proses penting dalam industri perkapalan dan manufaktur guna memberikan perlindungan terhadap korosi serta meningkatkan estetika permukaan logam. Salah satu metode pengecatan yang umum digunakan adalah airless spray, yang memiliki keunggulan dalam hal kecepatan dan ketebalan lapisan yang seragam. Salah satu faktor yang memengaruhi hasil pengecatan adalah ukuran nozzle, yang berperan dalam menentukan pola semprot dan volume cat yang dikeluarkan, sehingga memengaruhi ketebalan lapisan cat kering atau Dry Film Thickness (DFT). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan berbagai ukuran nozzle terhadap hasil DFT pada pengecatan plat baja. Metode yang digunakan adalah eksperimen langsung dengan menggunakan airless spray dan variasi ukuran nozzle. Setiap pengecatan dilakukan dalam kondisi tekanan, jarak semprot, jenis cat, dan metode aplikasi yang sama. Pengukuran DFT dilakukan menggunakan alat Elcometer di beberapa titik per plat, lalu dihitung nilai rata-rata DFT dari tiap ukuran nozzle. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran nozzle berpengaruh signifikan terhadap hasil DFT. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai pemilihan ukuran Nozzle yang paling sesuai dengan standar spesifikasi 15-25  $\mu\text{m}$ . Dari hasil penelitian ini didapatkan hasil paling optimal dan efisien ialah ukuran pada ukuran nozzle 823, maka dilakukan perhitungan kebutuhan cat yaitu 1,02 liter dengan biaya cat nya ialah Rp 153.000. Dengan demikian, pemilihan ukuran nozzle yang tepat dapat meningkatkan kualitas pengecatan sekaligus mengoptimalkan penggunaan material cat.

© This work is licensed under a Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.

---

### \*Penulis Korespondensi:

Winda Amalia Herdianti

Program Studi Teknik Perkapalan

Universitas Muhammadiyah Surabaya

Surabaya, Indonesia

Email: [winda.amalia@um-surabaya.ac.id](mailto:winda.amalia@um-surabaya.ac.id)

---

## 1. PENDAHULUAN

Pengecatan permukaan logam merupakan salah satu proses penting dalam industri perkapalan dan manufaktur guna memberikan perlindungan terhadap korosi, abrasi, serta meningkatkan ketahanan permukaan terhadap lingkungan ekstrem[1]. Salah satu metode pengecatan yang banyak digunakan dalam industri adalah airless spray, karena mampu

menghasilkan lapisan cat yang merata, efisien, dan dengan ketebalan sesuai spesifikasi dalam waktu yang relatif cepat [2].

Dalam proses pengecatan, salah satu parameter penting yang memengaruhi hasil pengecatan adalah ukuran nozzle[3]. Ukuran nozzle menentukan pola semprot, volume cat yang dikeluarkan, dan ketebalan lapisan cat kering atau Dry Film Thickness (DFT) yang dihasilkan[4]. Ketebalan lapisan cat kering merupakan parameter yang harus dipenuhi sesuai spesifikasi pabrikan cat dan standar industri, karena DFT yang terlalu tipis dapat menyebabkan kurangnya proteksi terhadap korosi, sementara DFT yang terlalu tebal berpotensi menimbulkan cacat lapisan seperti sagging, cracking, dan pemborosan material [5] .

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efektivitas penggunaan berbagai ukuran nozzle terhadap hasil Dry Film Thickness (DFT) pada pengecatan plat baja menggunakan metode airless spray, serta menentukan ukuran nozzle yang paling efektif untuk mencapai DFT sesuai spesifikasi.

Pengecatan merupakan salah satu proses penting dalam industri perkapalan dan manufaktur yang berfungsi untuk memberikan perlindungan terhadap permukaan logam dari korosi serta meningkatkan nilai estetika[6]. Permukaan logam kapal sangat rentan terhadap korosi akibat paparan air laut, kelembaban tinggi, serta lingkungan yang agresif. Oleh karena itu, sistem pelapisan cat (coating) menjadi bagian penting dalam proses pembangunan, perawatan, dan perbaikan kapal. Sistem pengecatan kapal terdiri dari beberapa lapisan, yaitu primer, intermediate, dan top coat, yang masing-masing memiliki peran dalam menjaga ketahanan permukaan logam terhadap korosi serta memberikan tampilan visual yang sesuai dengan standar[7]

Salah satu metode pengecatan yang banyak digunakan dalam industri perkapalan adalah airless spray, yaitu metode pengecatan tanpa udara, di mana cat dipompa dengan tekanan tinggi dan disemprotkan melalui nozzle kecil dengan kecepatan tinggi. Metode ini memiliki keunggulan dibanding metode konvensional karena dapat menghasilkan ketebalan lapisan yang lebih seragam, proses pengecatan yang lebih cepat, dan minim overspray. Berdasarkan ASTM D7396-10 [8], metode airless spray cocok digunakan untuk pengecatan permukaan dengan luas area besar seperti plat kapal karena dapat mengurangi waktu proses pengecatan serta meningkatkan efisiensi penggunaan cat.

Hasil pengecatan dipengaruhi oleh beberapa factor seperti Jenis dan Viskositas Cat, Tekanan Pompa pada Airless Spray dan ukuran nozzle.Nozzle merupakan salah satu komponen utama dalam sistem airless spray yang menentukan lebar pola semprot, volume cat yang keluar, dan pola distribusi cat di permukaan. Setiap nozzle memiliki kode ukuran yang menunjukkan lebar semprotan dan diameter orifice lubang keluarnya cat. Misalnya, kode nozzle 523 berarti lebar semprotan 10 inci (angka pertama dikalikan dua) dan diameter orifice tertentu sesuai standar pabrikannya. Ukuran *nozzle* biasanya ditunjukkan dalam tiga digit angka, di mana digit pertama menunjukkan setengah dari lebar semprot dalam satuan inci, dan dua digit berikutnya menunjukkan ukuran diameter orifice *nozzle* dalam satuan 1/1000 inch. Oleh sebab itu, pemilihan ukuran *nozzle* yang sesuai harus dilakukan agar ketebalan lapisan cat kering sesuai dengan spesifikasi.

*Dry Film Thickness* (DFT) adalah ketebalan lapisan cat kering yang menempel di permukaan setelah proses curing[9]. Parameter ini menjadi indikator utama keberhasilan proses pengecatan, karena ketebalan lapisan berpengaruh langsung terhadap ketahanan korosi dan performa lapisan pelindung. Berdasarkan ISO 19840:2009 [10], pengukuran DFT dilakukan menggunakan alat ukur khusus seperti *Elcometer*. DFT yang terlalu tipis dapat mengurangi daya tahan terhadap korosi, sedangkan DFT yang terlalu tebal dapat menimbulkan risiko retak, pengelupasan, atau pemborosan material.

Rumus kebutuhan cat kapal ialah:

$$TSR = \frac{vs \times 10\%}{Desired DFT} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

TSR = *Theoretical Spreading rate* (pada permukaan yang rata) dalam m<sup>2</sup> per liter

VS = Volume solid atau kecepatan semprotan

Desired DFT = Ketebalan cat (μm)

Persamaan yang digunakan untuk mendapatkan *Theoretical Spreading Rate* sesuai tebal DFT yang direncanakan dapat dicari dengan persamaan berikut:

$$\frac{DFT_0}{TSR_1} = \frac{DFT_1}{TSR_0} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

DFT0 = Tebal DFT data *sheet* cat (μm)

DFT1 = Tebal DFT yang direncanakan (μm)

TSR0 = Daya sebar data *sheet* cat (m<sup>2</sup>/l)

TSR1 = Daya sebar yang direncanakan (m<sup>2</sup>/l)

Dengan mengetahui *Theoretical Spreading Rate* cat, maka dapat mengetahui kebutuhan cat pelapis luar dengan persamaan berikut:

$$Tc = \frac{A}{TSR} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

Tc = *Theoretical Coating*, kebutuhan cat untuk melapisi luasan (liter).

A = Luas permukaan (m<sup>2</sup>).

TSR = *Theoretical Spreading Rate*, daya sebar cat dalam 1 liter (m<sup>2</sup>/l) dengan tebal DFT tertentu.

Dengan mengetahui nilai TC (*Theoretical Coating*) dan *Theoretical Spreading Rate* cat, maka dapat mengetahui kebutuhan cat dengan memperhitungkan *loss factor* yang terjadi dengan persamaan berikut:

$$Lost\ Factor = 1 - Loss \dots\dots\dots(4)$$

$$CF = \frac{1}{Lost\ Factor} \dots\dots\dots(5)$$

$$PC = TC \times CF \dots\dots\dots(6)$$

Keterangan:

PC = *Practical Coating*, kebutuhan cat setelah memperhitungkan *loss factor* yang terjadi.

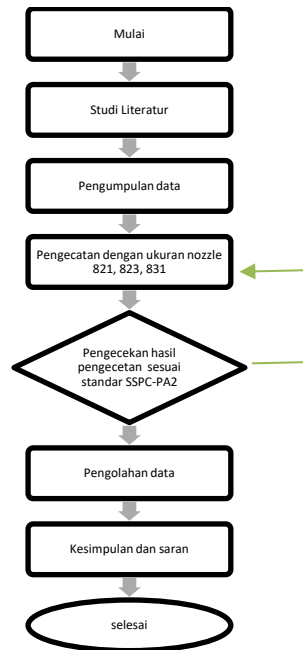
Cf = *Coating factor*, faktor yang digunakan untuk mengestimasi kebutuhan cat akibat adanya *loss factor*.

Lf = *Loss factor*, faktor yang digunakan untuk mewakili hilangnya cat akibat proses pengecatan.

Loss = presentase *loss factor* yang terjadi

## 2. METODE

Alur penelitian ini dilaksanakan sebagai berikut:



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian.

Metodologi penelitian ini dimulai dari membaca studi literatur yang berhubungan dengan penelitian ini, dilanjutkan dengan pengumpulan data [11][12]. Setelah itu dilakukan proses pengecatan dengan variasi nozzle 821, 823 dan 831 dan dilakukan pengecekan. Pengecekan ini dilakukan secara visual dan pengecekan DFT menggunakan alat yaitu *Elcometer 456 Coating Thickness Gauge*. Standar acuan yang digunakan adalah dengan standar SSPC PA-2, dengan ketentuan luas permukaan dibawah 30 m<sup>2</sup> yang didapatkan dari ukuran dimensi plat yaitu 5 mm x 1829 mm x 9144 mm, maka pengecekan DFT akan diukur 1 x 10 m<sup>2</sup> dengan pengambilan 5 *spot reading*. Toleransi pengecekan DFT di dalam standar SSPC PA-2 adalah 80 % dari DFT *spec*. Jika DFT tidak sesuai dengan standar SSPC PA-2 akan dikembalikan atau di cat kembali pada proses pengecatan *shop primer*. Kemudian setelah cat sesuai, maka dilakukan perhitungan jumlah kebutuhan cat dan biayanya. Terakhir masuk kesimpulan dan saran dalam penelitian ini

### 3. HASIL DAN ANALISIS

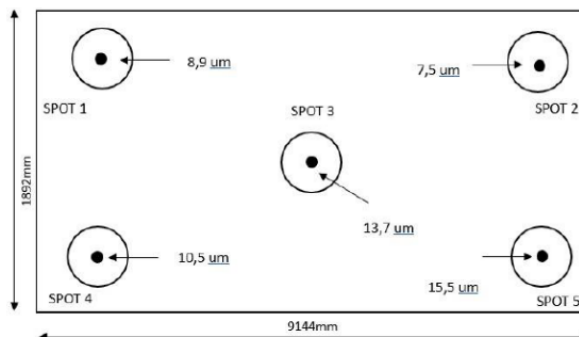
Pada penelitian ini, Diambil sampel dengan dimensi 5 mm x 1829 mm x 9144 mm, maka diperoleh total luasan permukaan sebesar 16,7243 m<sup>2</sup>. Sampel ini dapat dianggap mewakili karena material plat yang digunakan adalah material yang sama (Baja Grade AH) yang akan digunakan pada *block* kapal dan dilakukan pengecatan dengan spesifikasi sebagai berikut:

<b>PRODUCT DESCRIPTION</b>	A two pack, zinc ethyl silicate shop (pre-construction) primer.						
<b>INTENDED USES</b>	As a shop (pre-construction) primer for the protection of steel during fabrication and assembly. Suitable for use with controlled cathodic protection. For use at Newbuilding.						
<b>PRODUCT INFORMATION</b>	<b>Colour</b>	NQA311-Grey (NQA313-Green, NQA314-Brown available in China only)					
	<b>Finish/Sheen</b>	Not applicable					
	<b>Part B (Curing Agent)</b>	NQA317					
	<b>Volume Solids</b>	28% ±2% (ISO 3233:1998)					
	<b>Mix Ratio</b>	1 volume(s) Part A to 1 volume(s) Part B					
	<b>Typical Film Thickness</b>	15 microns dry (54 microns wet)					
	<b>Theoretical Coverage</b>	18.67 m <sup>2</sup> /litre at 15 microns dft, allow appropriate loss factors					
	<b>Method of Application</b>	Airless Spray, Brush, Conventional Spray, Roller					
	<b>Flash Point (Typical)</b>	Part A 13°C; Part B 6°C; Mixed 6°C					
	<b>Induction Period</b>	Not applicable					
	<b>Drying Information</b>	5°C	10°C	25°C	35°C		
	Hard Dry [ISO 9117-1:2009]	5 mins	5 mins	5 mins	5 mins		
	Pot Life	8 hrs	7 hrs	6 hrs	5 hrs		
	<b>Overcoating Data - see limitations</b>	<b>Substrate Temperature</b>					
		5°C	10°C	25°C	35°C		
	<b>Overcoated By</b>	Min	Max	Min	Max	Min	Max
	<b>Note</b>	Consult International Paint, minimum of 24 hours for appropriate primers.					
<b>REGULATORY DATA</b>	<b>VOC</b>	609 g/lit calculated 411 g/kg of liquid paint as supplied. EU Solvent Emissions Directive (Council Directive 1999/13/EC)					
	<b>Note:</b>	VOC values are typical and are provided for guidance purposes only. These may be subject to variation depending on factors such as differences in colour and normal manufacturing tolerances.					

Gambar 1. Spesifikasi Cat

Setelah melakukan pengecatan dilakukan inspeksi secara visual dan hasilnya memiliki penampilan yang baik karena warna cat terlihat lebih pekat, tanpa adanya cacat pengecatan. Dari segi sifat fisik, hasil pengecatan diukur untuk memastikan kesesuaian dengan standar. Parameter utamanya adalah Ketebalan Lapisan Kering (*Dry Film Thickness - DFT*). *Dry Film Thickness* harus sesuai dengan standar spesifikasi cat dan standar SSPC PA2 yaitu sebesar 15 mikron. pengukuran DFT menggunakan alat elcometer 456, akan dilakukan rekapitulasi perbandingan rata-rata DFT dari setiap ukuran nozzle untuk mengetahui DFT tersebut apakah sesuai dengan standar dari DFT spec. Berikut adalah hasil pengukuran DFT dari setiap ukuran nozzle.

Hasil pengukuran DFT menggunakan *nozzle* 821:



Gambar 2. DFT dengan nozzle ukuran 821

Pada gambar 2 menunjukkan gambar yang menggambarkan spesifikasi dari *nozzle* ukuran 821 Terdapat lima titik (spot 1 hingga spot 5) yang masing-masing memiliki pembacaan DFT yang

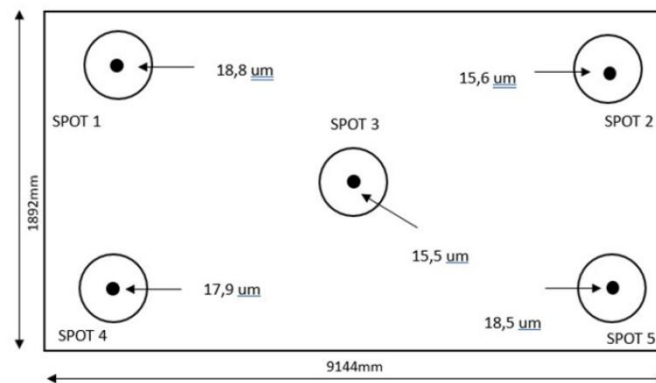
berbeda-beda. Berikut adalah rincian dari setiap titik.

Tabel 1. Hasil pengukuran DFT nozzle ukuran 821

Spot	Ketebalan DFT ( $\mu\text{m}$ )
I	8,9
II	7,5
III	13,7
IV	10,5
V	15,1
<b>Rata- rata</b>	<b>11,14</b>

Untuk data keseluruhan perhitungan DFT yang diperoleh dari *nozzle* 821, dapat disimpulkan bahwa rata-rata yang didapat dari pengukuran yaitu 11, 14  $\mu\text{m}$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk ukuran *nozzle* 821, rata-rata DFT belum memenuhi standar dari DFT *spec* yaitu 15  $\mu\text{m}$  dan harus dilakukan pengecatan ulang karena DFT belum memenuhi standar dari DFT *spec*.

Hasil pengukuran DFT menggunakan *nozzle* 823:



Gambar 3. DFT dengan nozzle ukuran 823

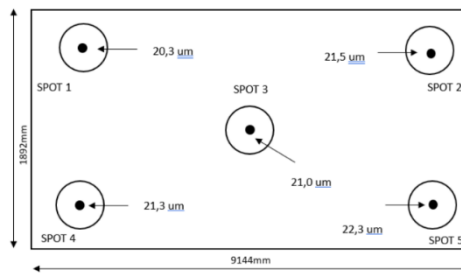
Gambar 3 menunjukkan diagram yang menggambarkan spesifikasi dari *nozzle* ukuran 823 Terdapat lima titik (spot 1 hingga spot 5) yang masing-masing memiliki ukuran dan parameter yang berbeda. Berikut adalah rincian dari setiap titik:

Tabel 2. Hasil pengukuran DFT *nozzle* ukuran 823

Spot	Ketebalan DFT
I	18,8
II	15,6
III	15,5
IV	17,9
V	18,5

Untuk data keseluruhan perhitungan DFT yang diperoleh dari 823, dapat disimpulkan bahwa rata-rata yang didapat dari pengukuran 17,26  $\mu\text{m}$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk ukuran *nozzle* 823, rata-rata DFT memenuhi standar dari DFT *spec* yaitu 15  $\mu\text{m}$ .

Hasil pengukuran DFT menggunakan *nozzle* 831:



**Gambar 4.** DFT dengan *nozzle* ukuran 831

Pada **Gambar 4** tersebut menunjukkan diagram yang menggambarkan spesifikasi dari *nozzle* ukuran 831 Terdapat lima titik (spot 1 hingga spot 5) dengan ukuran dan parameter yang berbeda. Berikut adalah rincian dari setiap titik:

**Tabel 3.** Hasil pengukuran DFT *nozzle* ukuran 831

Spot	Ketebalan DFT
I	20,3
II	21,5
III	21,0
IV	21,3
V	22,3

Untuk data keseluruhan perhitungan DFT yang diperoleh dari 831 dapat disimpulkan bahwa rata-rata yang didapat dari pengukuran yaitu 21,12  $\mu\text{m}$ . Sehingga dapat disimpulkan bahwa untuk ukuran *nozzle* 831, rata-rata DFT memenuhi standar dari DFT *spec* yaitu 15 mikron.

Berdasarkan hasil perbandingan ketiga *nozzle* tersebut, *nozzle* dengan ukuran 823 menunjukkan kinerja paling optimal dan efisien. Dengan rata-rata DFT sebesar 17,26 mikron dalam satu kali aplikasi, *nozzle* 823 berhasil mencapai rentang ketebalan ideal untuk *shop primer*, yang umumnya berada di 15 mikron. Di sisi lain, *nozzle* 821 menghasilkan lapisan yang terlalu tipis dengan rata-rata 11,14 mikron, Sementara itu, *nozzle* 831 menghasilkan lapisan yang terlalu tebal dengan rata-rata 21,12 mikron, yang berisiko pemborosan material cat dan dapat memperpanjang waktu pengeringan. Maka dari itu, peneliti akan melanjutkan perhitungan pengolahan data menggunakan *nozzle* 823.

Perhitungan TSR untuk *nozzle* 823 :

$$\frac{DFT_0}{TSR_1} = \frac{DFT_1}{TSR_0}$$

$$15 / TSR_1 = 17,26 / 18,67$$

$$TSR_1 = 15 \times 18,67 / 17,26$$

$$TSR_1 = 16,22 \text{ m}^2/\text{l} \text{ dengan DFT } 17,26 \mu\text{m}$$

Kebutuhan cat pada *nozzle* 823 :

$$TC = \frac{A}{TSR}$$

$$TC = 16,7243 \text{ m}^2 / 16,22\text{m}^2/\text{liter}$$

$$TC = 1,03 \text{ liter}$$

Perhitungan *lost factor*

$$\text{Lost factor} = 1 - \text{loss}$$

Diketahui :

$$\text{Loss} : 5 \%$$

Maka :

$$\text{Lost factor} = 1 - 5\%$$

*Lost factor* = 0,95

Perhitungan kebutuhan cat dengan memperhitungkan *lost factor* menggunakan persamaan 2.7 berikut :

$$PC = TC \times CF$$

$$PC = 1,03 \text{ liter} \times 0,95$$

$$PC = 1,08 \text{ liter}$$

$$\text{Kebutuhan Thinner} = 5\% \times PC$$

$$= 5\% \times 1,08 \text{ liter}$$

$$= 0,054 \text{ liter}$$

$$\text{Kebutuhan Cat} = PC - \text{kebutuhan Thinner}$$

$$= 1,08 \text{ liter} - 0,054 \text{ liter}$$

$$= 1,02 \text{ liter}$$

Setelah mengetahui perhitungan kebutuhan cat untuk pengecatan plat untuk kapal X, maka selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan biaya cat pada merk cat ini. Dalam menghitung biaya, perlu diperhatikan harga per kaleng cat, jumlah liter yang dibutuhkan berdasarkan luas permukaan yang akan dicat dengan luas permukaan *block* kapal X sebesar 83,2581 m<sup>2</sup>

**Tabel 4 .Perhitungan Biaya Cat**

Ukuran <i>Nozzle</i>	Kebutuhan Cat (liter)	Harga (20 liter/ kaleng)	Harga per liter cat	Harga Cat sesuai Kebutuhan <i>Nozzle</i>
823	1,02	3.000.000	150.000	153.000

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan tabel hasil pengujian Cat, dapat disimpulkan bahwa setiap ukuran *nozzle* memberikan hasil yang berbeda, dapat dilihat dari indikator pengujian. Indikator pengujian yang pertama adalah pengukuran DFT (*Dry Film Thickness*). Hasil pengukuran DFT sesuai standar *spec* yaitu 15 mikron. Hasil pengukuran DFT rata-rata *nozzle* 821 yaitu 11,14 mikron. *Nozzle* 821 belum memenuhi standar *spec* cat, sehingga memerlukan proses pengecatan ulang. Hasil pengukuran DFT rata-rata *nozzle* 823 yaitu 17,26 mikron. *Nozzle* 823 memenuhi standar *spec* cat dalam 1 kali pengecatan. Hasil pengukuran DFT rata-rata *nozzle* 831 yaitu 21,12 mikron. *Nozzle* 831 memenuhi standar *spec* cat dalam 1 kali pengecatan. Karena paling optimal dan efisien ialah ukuran *nozzle* 823, maka dilakukan perhitungan kebutuhan cat yaitu 1,02 liter dengan biaya cat nya ialah Rp 153.000.

Saran dari penelitian ini ialah mungkin dapat dilakukan perbandingan dari beberapa merk cat sehingga dapat memberikan gambaran perbedaan bahwa kualitas cat ternyata juga mempengaruhi dari segi pengecatan

#### REFERENSI

- [1] Chen.S, dkk. *Research on film-forming characteristics and mechanism of painting V-shaped surfaces*. Coatings 2022, 12, 658.MDPI
- [2] Nuraini, E., & Budiman, H. (2019). "Pengaruh Tekanan dan Ukuran *Nozzle* terhadap Hasil Pengecatan Airless Spray pada Permukaan Baja." *Jurnal Teknologi dan Rekayasa*, 15(2), 55-63.
- [3] Yang, Guichun, dkk (2022) *Modeling and Characteristics of Airless Spray Film Formation*. Coatings 12 page 949. MDPI.
- [4] Crow, M. (2016). *Protective Coatings: Fundamentals of Chemistry and Composition*. NACE International.

- [5] NORSOK Standard M-501. (2012). *Surface Preparation and Protective Coating*.
- [6] Zhou, Y, dkk (2015) *Path planning for spray painting robot of horns surfaces in ship manufacturing*. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019, 521, 012015.
- [7] Eric.R, dkk (2019) *How to select an airless sprayer: Power sources*. J. Prot. Coat. Linings 2019, 36, 24–26.
- [8] ASTM D4138. (2020). *Standard Practice for Measurement of Dry Film Thickness of Protective Coating Systems by Destructive Means*. ASTM International.
- [9] BKI (Biro Klasifikasi Indonesia). (2005). *Petunjuk dan Prosedur Survey: Pemilik Kapal, Operator, Galangan Kapal dan Pabrik Material/Komponen*. Jakarta: PT. Biro Klasifikasi Indonesia (Persero).
- [10] 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*.
- [11] Sugiyono. (2017). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- [12] Widodo, T. (2021). *Statistika untuk Penelitian Eksperimen Teknik*. Surabaya: ITS Press.