

Estimasi Kebutuhan Material Cat pada *Bottom* dan Lambung Kapal Tongkang 300 Feet

Diana L. Mustikawati¹, Iman Mujiarto²

¹Universitas Ivet, Semarang

²Universitas Maritim AMNI, Semarang

langgengdana@gmail.com

Diterima 7 Agustus 2023, direvisi 14 September 2023, diterbitkan 30 September 2023

Abstrak

Perbaikan dalam hal perlindungan terhadap korosi dilakukan secara berkala pada industri perkapalan. Salah satu alternatif yang digunakan adalah pengecatan (*painting*) atau *coating*. Pengecatan merupakan metode untuk menghindarkan pelat dari korosi. *Coating* merupakan tahapan yang harus dilalui pada proses reparasi maupun pembangunan kapal. Dalam proses perbaikan kapal, kebutuhan material merupakan hal penting yang harus direncanakan. Material cat atau *coating* yang digunakan dalam penelitian ini adalah cat yang sesuai spesifikasi untuk industri perkapalan. Tujuan penelitian ini untuk memperoleh konsumsi cat yang dibutuhkan berdasarkan acuan luas permukaan. Proses reparasi dan pembangunan kapal didalamnya terdapat pekerjaan *coating* atau *painting*. Kebutuhan cat yang dibutuhkan berdasarkan luas permukaan *underwater*, *bottom* dan *topside* tongkang 300 feet yang akan dilakukan pengecatan. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dimana hasil akhir berupa angka. Hasil perhitungan luasan kapal: a. Pengecatan flat bottom sebesar 1926,06 m²; b. Pengecatan daerah vertical bottom sebesar 22,32 m²; c. Pengecatan daerah bottom sebesar 717,82 m² dan d. Pengecatan daerah topside sebesar 296,5 m². Perhitungan kebutuhan cat yaitu *underwater* (flat dan vertical bottom) sebesar 1717,96 liter dan bagian *bottom* dan *topside* sebesar 738,24 liter. Kesimpulan penelitian yang diperoleh yaitu volume cat yang paling sedikit digunakan pada pengecatan *underwater* sebesar 1717,96 liter dan pada area *bottom* - *topside* sebesar 738,24 liter dan luas area permukaan pada *underwater* (flat bottom dan vertical bottom) adalah 2150,38 m² (~2150 m²) dan luas area *bottom-topside* adalah 1014,32 m² (~1014 m²).

Kata kunci: konsumsi cat, pengecatan, tongkang

Abstract

Improvements in terms of protection against corrosion are carried out regularly in the shipping industry. One alternative that is used is painting or coating. Painting is a method to prevent the plate from corroding. Coating is a stage that must be passed in the ship repair and construction process. In the ship repair process, material needs are important things that must be planned. The paint or coating material used in this study is paint according to specifications for the shipping industry. The purpose of this study was to obtain the required cat consumption based on surface area reference. The ship repair and construction process includes coating or painting work. The need for paint is based on the surface area of the underwater, bottom and topside of the 300 feet barge that will be painted. This research is a quantitative research where the final result is in the form of numbers. Results of calculating the area of the ship: a. Flat bottom painting of 1926.06 m²; b. Painting the lower vertical area of 22.32 m²; c. Painting the lower area of 717.82 m² and d. Painting of the topside area of 296.5 m². The calculation of the cat's needs is that the underground (flat and vertical bottom) is 1717.96 liters and the bottomtop and topside are 738.24 liters. The research conclusions obtained were that the smallest volume of cat used in underwater painting was 1717.96 liters and in the bottom - topside area was 738.24 liters and the surface area under water (flat bottom and vertical bottom) was 2150.38 m² (~2150 m²) and the bottom-topside area is 1014.32 m² (~1014 m²).

Keywords: paint consumption, painting, barge

Pendahuluan

Kapal merupakan alat transportasi yang sangat membutuhkan perawatan dan pemeliharaan yang rutin dan berkesinambungan, hal ini berkaitan dengan kondisi pada saat berlayar di lautan. Kadar air laut yang banyak mengandung garam menyebabkan korosi pada pelat khususnya pada lambung kapal. Teknik penanggulangan atau pencegahan yang digunakan salah satunya adalah pengecatan (*painting*) atau *coating* [1]. Pengecatan berfungsi untuk mengurangi korosi yang terjadi pada pelat logam akibat tingginya kadar garam air laut dengan cara pelapisan cat sesuai spesifikasi masing-masing permukaan pelat logam. Bagian yang sering terjadi korosi adalah pada bagian lambung kapal [2].

Lambung kapal (*hull*) merupakan bagian dari kapal yang berfungsi sebagai daya apung (*buoyancy*) agar kapal tidak mudah tenggelam. [3][4]. Penyebab kerusakan lambung kapal itu terjadi karena adanya gesekan dengan air laut pada saat kapal berlayar. Cara melindungi dari lambung kapal dari kerusakan korosi maka dilakukan pengecatan [5][6].

Metode pengecatan dilakukan dengan cara bertahap dan berlapis agar mendapatkan hasil yang maksimal untuk mencegah terjadinya korosi tersebut [5]. Tahapan yang dilakukan pada *painting* atau *coating* yaitu tahap pertama melakukan *sandblasting* [7], kemudian setelah itu dilanjutkan *painting*. Bagian yang di cat pada penelitian ini yaitu merupakan perhitungan dan perbandingan *underwater* dan *topside* [3].

Data perhitungan yang diperlukan luas permukaan yang akan di cat dengan rumus data yang digunakan berdasarkan gambar konstruksi bangunan kapal [3].

Cat yang digunakan memiliki spesifikasi dan perbandingan berdasarkan takaran dari hasil perhitungan [4][8]. Proses reparasi dan pembangunan kapal didalamnya terdapat pekerjaan *coating* atau *painting*. *Coating* merupakan tahapan yang harus dilalui pada proses reparasi maupun pembangunan kapal [9].

Penelitian yang terdahulu yang proses reparasinya (pengecatan ulang) untuk mencegah terjadinya korosi itu pengecatannya dilakukan secara langsung sedangkan untuk penelitian yang kami lakukan ini sebelum pengecatan ulang dilakukan proses *sandblasting* terlebih dahulu.

Adapun masalah yang akan dibahas pada penelitian ini yaitu perhitungan luas permukaan kapal yang dilakukan pengecatan di bagian bottom dan lambung kapal serta perhitungan kebutuhan material cat.

Tujuan dari kajian penelitian ini adalah mengetahui cara menghitung kebutuhan cat sesuai luas permukaan yang akan dilakukan pengecatan dan mengetahui perhitungan kebutuhan material cat.

Materi dan Metode

Metode yang digunakan dalam penelitian ini kuantitatif, dikarenakan hasilnya akan menggunakan angka, mulai dari pengumpulan dan analisa data yang disertai dengan gambar, tabel dan tampilan lainnya. Metode pengecatan yaitu inspeksi awal permukaan yang akan di cat, *sandblasting*, [8][9], pengecatan (*coating*) 1 dan pengecatan (*coating*) 2. Perhitungan cat ini untuk *under repair*.

Perhitungan untuk kapal tongkang 300 feet pada bagian cangkang bawah dan cangkang samping. Cangkang samping dibagi menjadi tiga bagian yaitu sisi bawah, juga disebut sebagai bagian bawah, sisi atas bawah, juga disebut sebagai tengah, dan sisi atas, juga disebut sebagai bagian atas [12]. Rumus perhitungan yang digunakan yaitu sebagai berikut:

- Kebutuhan cat = Luas permukaan lambung x kebutuhan cat tiap m².
- Permukaan rata dalam m² per liter (*Theoretical Spreading Rate*)

$$\frac{VS \times 10\%}{\text{Desired DFT (micron)}}$$

Keterangan:

VS : Volume solid (kecepatan semprot)
DFT : Tebal cat

- Theoretical Painting Consumption* (permukaan rata)

$$\frac{\text{area (m)} \times \text{desired DFT (micron)}}{VS \times 10\%}$$

Keterangan:

Area: luas permukaan yang di cat

d. Konsumsi Praktis

$$\text{Konsumsi praktis} = \frac{\text{area (m)} \times \text{faktor kebutuhan}}{\text{Theoretical spreading rate}}$$

Dimana:

$$\text{Faktor konsumsi} = \frac{100}{100 - z\%} \text{ dan } \text{TSR} = \frac{\text{VS} \times 10\%}{\text{DFT (micron)}}$$

e. Bottop

$$A = 2 \times h \times (\text{Lpp} + 0.5 \times B)$$

Keterangan:

h : lebar bottop (m)

Lpp : panjang antara perpendicular

B : breadth extreme (m)

f. Topside

$$A = 2 \times h \times (\text{Loa} + 0.5 \times B)$$

Keterangan:

H : tinggi topside (m)

Loa : length over all

B : breadth extreme (m)

Perhitungan Konsumsi Cat

Perhitungan yang digunakan:

a. Volume Solid

Merupakan persentase rasio dengan rumus:

$$\text{VS} = \frac{\text{DFT (}\mu\text{m)} \times 100\%}{\text{WFT (}\mu\text{m)}}$$

Keterangan:

VS : Volume Solid (%)

DFT: Dry Film Thickness (μm)WFT: Wet Film Thickness (μm)

b. Dry Film Thickness (DFT)

Merupakan ketebalan lapisan kering minimum sebagai proteksi dari objek yang cat. Ketebalan ini ditentukan apabila ketebalan film basah dan volume persen solid diketahui. Untuk menghitung ketebalan film kering dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$\text{DFT} = \frac{\text{WFT (}\mu\text{m)} \times \text{VS (\%)}}{100 \%}$$

Keterangan:

DFT: Dry Film Thickness (μm)WFT: Wet Film Thickness (μm)

VS : Volume Solid (%)

c. Theoretical Spreading Rate (TSR)

Merupakan tingkat penyebaran cat, rumus yang digunakan:

$$\text{TSR} = \frac{\text{VS (\%)} \times 10}{\text{DFT (}\mu\text{m)}}$$

Keterangan:

TSR: Theoretical Spreading Rate (m^2/l)DFT: Dry Film Thickness (μm)

VS : Volume Solid (%)

d. Practical Spreading Rate (PSR)

Merupakan penyebaran cat dikurangi loss factor dari objek luasan cat.

$$\text{PSR} = \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor})$$

Keterangan:

PSR : Practical Spreading Rate (m^2/l)TSR: Theoretical Spreading Rate (m^2/l)

LF : Loss factor (%)

e. Konsumsi daya sebar cat

Dihitung jika ketebalan film kering dan area persen volume solid diketahui.

$$\text{Konsumsi cat} = \frac{\text{area (m}^2\text{)} \times \text{DFT (}\mu\text{m)}}{10 \times \text{VS (\%)}}$$

$$\text{Konsumsi cat} = \frac{\text{area (m}^2\text{)}}{\text{PSR (m}^2\text{)}}$$

Keterangan:

Konsumsi dalam liter (l)

DFT: Dry Film Thickness (μm)

VS : Volume Solid (%)

f. Konsumsi kekasaran permukaan dan faktor kehilangan

Konsumsi cat bertambah karena faktor permukaan yang kasar.

$$\text{Total konsumsi cat} = \frac{\text{area (m}^2\text{)} \times \text{DV (l/m}^2\text{)} \times \text{LF}}{10 \times \text{VS (\%)}}$$

Keterangan:

Area: (m²)

DV : *Dead Volume* (l/m²)

VS : *Volume Solid* (%)

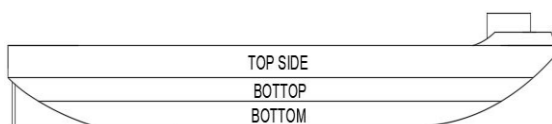
LF : *Loss factor* (%)

Hasil dan Pembahasan

Perhitungan Luasan Kapal

Pada proses pengecatan ini, menghitung luasan kapal sangat diperlukan untuk menentukan konsumsi/ jumlah cat yang harus digunakan pada proses pengecatan [4] (Pp. 81-89). Hal ini dimaksudkan agar kebutuhan cat dapat diperhitungkan. Peneliti mengetahui cara menghitung kebutuhan cat sesuai luas permukaan kapal tongkang 300 *feet* yang akan dilakukan pengecatan.

Pada proses pengecatan ini, menghitung luasan kapal seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Pembagian Daerah Pengecatan

a. Pengecatan *Flat Bottom*:

$$A_{FB} = Lpp \times B \times Cb$$

Keterangan:

Lpp : panjang antara garis tegak

B : lebar kapal

Cb : koefisien blok

Maka luasan *Flat Bottom* diperoleh:

$$\begin{aligned} A_{FB} &= 87,78 \times 24,38 \times 0,9 \\ &= 1926,06 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

b. Pengecatan daerah *Vertical Bottom*, dengan rumus perhitungan:

$$A_{VB} = 2 \times h_1 \times (Lpp + B)$$

Keterangan:

h₁ : tinggi antara *base line* sampai garis muat kosong

Lpp : panjang antara garis tegak

B : lebar kapal

Maka luasan *vertical bottom* diperoleh:

$$\begin{aligned} A_{VB} &= 2 \times 1 \times (87,78 + 24,38) \\ &= 224,32 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

c. Pengecatan daerah *bottop*, dengan rumus perhitungan:

$$A_{BT} = 2 \times h_2 \times (Lpp + B)$$

Keterangan:

h₂ : tinggi antara *base line* sampai garis muat kosong

Lpp : panjang antara garis tegak

B : lebar kapal

Maka luasan *bottop* diperoleh:

$$\begin{aligned} A_{BT} &= 2 \times 3,20 \times (87,78 + 24,38) \\ &= 717,82 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

d. Pengecatan daerah *topside*, dengan rumus perhitungan:

$$A_{TS} = 2 \times h_3 \times (Loa + B)$$

Keterangan:

h₃ : tinggi antara garis muat penuh sampai main deck

Loa : panjang utama kapal

B : lebar kapal

Maka luasan *topside* diperoleh:

$$\begin{aligned} A_{TS} &= 2 \times 1,28 \times (91,44 + 24,38) \\ &= 296,5 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Perhitungan Kebutuhan Cat

Pada tahap ini dilakukan perhitungan kebutuhan cat pada kapal tongkang 300 *feet*. Dimana diaplikasikan pada bagian *bottom* dan lambung kapal. Luasan area pada *Underwater* (*flat bottom* dan *vertical bottom*) adalah 2150,38 m² (~2150 m²) dan luasan area *bottop* dan *topside* adalah 1014,32 m² (~1014 m²). Dengan ketentuan *loss factor* sebesar 30% untuk mengantisipasi cat hilang selama proses pengecatan dikarenakan faktor lingkungan dan jarak aplikasi.

1. *Underwater*

- Cat primer berwarna red dengan *Dry Film Thickness* (DFT) 150 μm dan memiliki *Volume Solid* (VS) 71.

$$\begin{aligned} TSR &= \frac{VS \times 10}{DFT} \\ &= \frac{71 \times 10}{150} \\ &= 4,73 \text{ m}^2/\text{liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 4,73 \times (1 - 30\%) \\ &= 3,31 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{2150}{3,31} \\ &= 649,55 \text{ liter}\end{aligned}$$

- b. Sealer merupakan cat lapisan ke dua atau sebagai anti korosi, serta pengikat antara cat *primer* dan *anti fouling*. Warna yang digunakan yaitu *light grey*, *Dry Film Thicknes* (DFT) sebesar 100 μm , dan memiliki *Volume Solid* (VS) 57.

$$\begin{aligned}\text{TSR} &= \frac{\text{VS} \times 10}{\text{DFT}} \\ &= \frac{57 \times 10}{100} \\ &= 5,7 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 5,7 \times (1 - 30\%) \\ &= 3,99 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{2150}{3,99} \\ &= 538,85 \text{ liter}\end{aligned}$$

- c. Cat *antifouling* berwarna *red* dan ketentuan *Dry Film Thicknes* (DFT) sebesar 100 μm , dan memiliki *Volume Solid* (VS) 58.

$$\begin{aligned}\text{TSR} &= \frac{\text{VS} \times 10}{\text{DFT}} \\ &= \frac{58 \times 10}{100} \\ &= 5,8 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 5,8 \times (1 - 30\%) \\ &= 4,06 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{2150}{4,06} \\ &= 529,56 \text{ liter}\end{aligned}$$

2. Bottop dan topside

- a. Cat primer berwarna *red* dengan *Dry Film Thicknes* (DFT) 175 μm dan memiliki *Volume Solid* (VS) 71.

$$\begin{aligned}\text{TSR} &= \frac{\text{VS} \times 10}{\text{DFT}} \\ &= \frac{71 \times 10}{175} \\ &= 4,06 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 4,06 \times (1 - 30\%) \\ &= 2,84 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{1014}{2,84} \\ &= 357,04 \text{ liter}\end{aligned}$$

- b. Cat anti korosi warna yang digunakan yaitu *light grey*, *Dry Film Thicknes* (DFT) sebesar 100 μm , dan memiliki *Volume Solid* (VS) 57.

$$\begin{aligned}\text{TSR} &= \frac{\text{VS} \times 10}{\text{DFT}} \\ &= \frac{57 \times 10}{100} \\ &= 5,7 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 5,7 \times (1 - 30\%) \\ &= 3,99 \text{ m}^2/\text{liter}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{1014}{3,99} \\ &= 254,13 \text{ liter}\end{aligned}$$

- c. Cat *finish* warna yang digunakan yaitu *black* dan *Dry Film Thicknes* (DFT) sebesar 50 μm , dan memiliki *Volume Solid* (VS) 57.

$$\begin{aligned} \text{TSR} &= \frac{\text{VS} \times 10}{\text{DFT}} \\ &= \frac{57 \times 10}{50} \\ &= 11,4 \text{ m}^2/\text{liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{PSR} &= \text{TSR} \times (1 - \text{loss factor}) \\ &= 11,4 \times (1 - 30\%) \\ &= 7,98 \text{ m}^2/\text{liter} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan cat} &= \frac{\text{area}}{\text{PSR}} \\ &= \frac{1014}{7,98} \\ &= 127,07 \text{ liter} \end{aligned}$$

Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan luas permukaan *bottom* dan lambung tongkang 300 *feet* yang akan di cat adalah luas area pada *underwater* (*flat bottom* dan *vertical bottom*) adalah 2150,38 m^2 (~2150 m^2) dan luas area *bottop-topside* adalah 1014,32 m^2 (~1014 m^2). Sedangkan didapatkan *volume* cat yang digunakan pada pengecatan *underwater* sebesar 1717,96 liter dan pada area *bottop-topside* sebesar 738,24 liter. Penelitian ini hanya menghitung luas permukaan kapal yang akan dilakukan pengecatan yaitu bagian lambung kapal dan *bottom*.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih diberikan untuk Fakultas Kemaritiman Universitas Ivet dan jajaran pimpinan Universitas Maritim AMNI Semarang, serta pihak yang terlibat pada penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] L. Benea, N. Simionescu, and L. Mardare, "The effect of polymeric protective layers and the immersion time on the corrosion behavior of naval steel in natural seawater," *J. Mater. Res. Technol.*, vol. 9, no. 6, pp. 13174–13184, 2020, doi: 10.1016/j.jmrt.2020.09.059.
- [2] H. Herdiyana and M. , AsepRachmat, ST., "Proses Perawatan Badan Kapal Terhadap Korosi Dengan menggunakan Metode Coating," *Semnastekmu*, vol. 1, no. 1, pp. 147–153, 2021.
- [3] 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.
- [4] Y. Okumoto, Y. Takeda, M. Mano, and T. Okada, *Design of ship hull structures: A practical guide for engineers*. 2009. doi: 10.1007/978-3-540-88445-3.
- [5] A. Windyandari, A. F. Zakki, and Sarwoko, "Studi Perbandingan Metode Pelapisan (coating) Pada Ruang Muat Berbasis Regulasi IMO," *Teknik*, vol. 34, no. 3, pp. 174–181, 2013.
- [6] P. H. Setyarini and E. Sulistyono, "Optimasi Proses Sand Blasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja Aisi 430," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 2, no. 2, pp. 106–109, 2011.
- [7] D. Dwilaksana and G. Jatisukanto, "Surface Roughness Analysis of Sand Blasting Process with Variation of Pressure, Time, and Angle using Taguchi Method," *J-Proteksion*, vol. 2, no. 1, pp. 27–30, 2017.
- [8] S. Khorasanizadeh, "The effects of shot and grit blasting process parameters on steel pipes coating adhesion," *World Acad. Sci. Eng. Technol.*, vol. 42, no. 6, pp. 1290–1298, 2010.
- [9] L. Budiyo, "Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat Lambung Kapal Bobot 1500 DWT," *Din. Bahari*, vol. 2, no. 1, pp. 91–96, 2021, doi: 10.46484/db.v2i1.256.
- [10] H. Risqullah and I. Dirja, "Proses Sandblasting Dalam Proses Fabrikasi Baja Struktur Pada Proyek Refinery Development Master Plan (RDMP) di PT AJP," *J. Ilm. Wahana Pendidik.*, vol. 8, no. 15, pp. 264–275, 2022, [Online]. Available:

<https://doi.org/10.5281/zenodo.7049222>

- [11] R. Zulrian Aldio, Dedikarni, B. Saputra, I. Anwar, and M. S. Masdar, “Pengaruh Penyemprotan Dan Ukuran Mesh Terhadap Kekasaran Permukaan Pada Proses Sandblasting Baja SS400,” *J. Renew. Energy Mech.*, vol. 04, no. 02, pp. 63–75, 2021, doi: 10.25299/rem.2021.vol4(02).7500.
- [12] Z. Ariany, “Kajian Reparasi Pengecatan Pada Lambung Kapal (studi Kasus KM. Kirana 3),” vol. 35, no. 1, pp. 27–32, 2014.