ITATS
SEMITAN
Jurnal Sumberdaya Bumi Berkelanjutan
https://ejurnal.itats.ac.id/semitan

Analisis Teknis dan Ekonomis Pemakaian Ketebalan Cat dan Metode Pengecatan pada Lambung BMPP (*Barge MountedPower Plant*) di PT. PAL Indonesia (Persero)

Rafian Ghozi Ilmi Abdillah*, Minto Basuki
Jurusan Teknik Perkapalan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surbaya
*email:Rafi.abdilah.ra@gmail.com
DOI: leave as blank

Info Artikel
Diserahkan:
26 Juli 2022
Direvisi:
3 Agustus 2022
Diterima:
8 Agustus 2022
Diterbitkan:
dd month year #
diisi oleh editor

Abstrak

BMPP (*Barge Mounted Power Plan*) adalah teknologi pembangkit listrik baru yang dikembangkan oleh PT. PAL Indonesia. BMPP ini sangat bermanfaat bagi pulau-pulau di Indonesia, khususnya pulau-pulau terpencil. Mengingat kondisi kapal yang harus diam dalam waktu lama saat terendam air, maka rentan terhadap kerusakan seperti korosi. Penting untuk mempelajari korosi untuk menghemat biaya maka dilakukan penelitian ini.Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir ini dimulai dengan tahap studi literature, pengamatan dilapangan dan wawancara sesuai dengan topik penelitian. Selanjutnya menganalisa data-data yang telah diperoleh dan menghitung kebutuhan cat dibagian lambung BMPP dengan menggunakan rencana umum dengan persamaan TSR. Dari hasil analisa di peroleh metode pengecatan yang paling cepat adalah *airless spray* dengan 864 m^2/ harinya maka dari itu ditemukan 7 hari untuk pengecatan lambung BMPP untuk 1 layernya. Dengan asumsi biaya pekerja Rp200.000,- per harinya maka didapatkan Rp1.400.000,- / layernya. Kebutuhan cat pada lambung BMPP adalah 115 kaleng maka diketahui biaya yang harus dikeluarkan pada saat pengecatan lambung BMPP yaitu Rp174.163.444,-. Ketebalan cat di bottom zone BMPP adalah yang paling ekonomis menggunakan standar ISO 12944, yaitu 320 mikron dengan life lime lebih dari 15 tahun dengan biaya pengecatan Rp31.261.674,-.

Kata kunci: BMPP, Metode, Biaya, *coating*, Ketebalan Pengecatan, Teknis, Ekonomis.

Abstract

BMPP (Barge Mounted Power Plan) is a new power generation technology developed by PT. Indonesian PAL. This BMPP is very beneficial for the islands in Indonesia, especially remote islands. Given the condition of the ship that has to stay still for a long time when submerged in water, it is susceptible to damage such as corrosion. It is important to study corrosion to save costs, so this research is carried out. The methodology used in completing this final project begins with the literature study stage, field observations and interviews according to the research topic. Next, analyze the data that has been obtained and calculate the need for paint on the hull of the BMPP using a general plan with the TSR equation. From the results of the analysis, it was found that the fastest painting method was airless spray with 864 m^2/day, therefore 7 days was found for painting the BMPP hull for 1 layer. Assuming the labor cost is IDR 200,000 per day, then IDR 1,400,000 per layer is obtained. The need for paint on the BMPP hull is 115 cans, so it is known that the costs that must be incurred when painting the BMPP hull are Rp. 174,163,444, -. The paint thickness in the bottom zone of BMPP is the most economical using the ISO 12944 standard, which is

320 microns with a lime life of more than 15 years with a painting cost of Rp31,261,674,-.

Keywords: BMPP, method, cost, coating, painting thickness, technical, economical.

1. Pendahuluan

BMPP (*Barge Mounted Power Plan*) adalah teknologi pembangkit listrik baru yang dikembangkan oleh PT. PAL Indonesia. BMPP ini sangat bermanfaat bagi pulau-pulau di Indonesia, khususnya pulau-pulau terpencil. Mengingat kondisi kapal yang harus diam dalam waktu lama saat terendam air, maka rentan terhadap kerusakan seperti korosi. Menurut [1], penting untuk mempelajari korosi untuk menghemat biaya dan meminimalkan kerugian akibat pengurangan material.

Air laut, teritip, dan invertebrata menempel kuat ke permukaan lambung dengan mengeluarkan perekat biologis. Saat teritip tumbuh merusak lapisan anti korosi pada permukaan lambung, sehingga mempercepat korosi lambung [2]. Ketika organisme menempel permukaan lambung kapal menyebabkan korosi pada permukaan lambung, meningkatkan kekasaran permukaan lambung dan memperlambat kapal [3], sehingga meningkatkan konsumsi bahan bakar dan emisi gas rumah kaca [4].

Beberapa polutan laut menempel di dasar kapal dan menyerang negara asing, menyebabkan invasi biologis dan menyebabkan kerusakan besar pada ekosistem laut dunia [5]. Upaya pencegahan yang efektif dan ekonomis adalah dengan mencegah perlekatan biologis pada sumbernya. Menerapkan lapisan *antifouling* merupakan metode yang paling mudah dan paling umum. Pelapis *antifouling* tradisional sering menggunakan obat beracun untuk meracuni kontaminan berbasis timbal organik [6].

Cat adalah suatu bahan cair atau kental yang tersusun dari suatu medium yang merupakan bahan fluida cair. Menambahkan sejumlah bahan tambahan tertentu ke pewarna dan eksipien (partikel kecil tidak larut dengan pelepasan sedang), tergantung pada campuran dan dosis [7]. Lambung tahan terhadap air laut dan korosi udara karena teknologi pengecatan dan bahan pengecatannya yang sangat baik, memastikan keamanan kapal.

Pengecatan lambung kapal membantu melindungi bagian kapal yang tercelup dari korosi, karena hampir semua bahan penyusun kapal adalah logam (pelat baja) [8]. Pengecatan kapal adalah proses dua langkah: membersihkan lambung kapal dan melanjutkan pengecatan. Kualitas cat tergantung pada kualitas bahan kapal, kualitas cat, jenis dan metode pembersihan bangunan, jenis dan metode pengecatan, serta keterampilan dan pengalaman pekerja [9]. Tujuan terpenting dari pelapisan adalah perlindungan bangunan yang paling ekonomis. Banyak survei dan statistik menggambarkan hasil dari pengabaian atau pengabaian perawatan permukaan, pelapisan, bahan atau inspeksi. Bahan tersebut tidak akan bertahan lama karena korosi [10].

Dalam penelitian ini peneliti mengenalisa bagaimana menentukan metode pengecatan yang sesuai pada lambung BMPP dan menghitung kebutuhan cat yang diperlukan agar tidak terjadi *over budget* setelah itu menganalisis teknis dan ekonomis ketebalan pengecatan pada bottom zone BMPP sesuai standart ISO 12944. Untuk mencari data-data yang diperlukan Peneliti melakukan studi literatur dan observasi dilapangan. Hasil penelitian ini pertujuan untuk menemukan metode yang cocok untuk BMPP agar lebih ekonomis, menemukan biaya unutk kebutuhan pengecatan, dan menemukan ketebalan yang efisien untuk *bottom zone* BMPP.

BMPP merupakan pembangkit listrik terapung yang dibikin oleh PT PAL Indonesia berguna untuk memenuhi kebutuhan listrik di pulau-pulau terpencil. BMPP beroprasi 20 tahun tanpa pengedockan maka dari itu pengecatan harus benar-benar diperhatikan agar tidak mudah terjadinya korosi. Ada beberapa metode *coating*/pengecatan yang dapat dilakukan seperti kuas, *roll*, *conventional air spray*, dan *airless spray*, Keempat metode tersebut mempunyai kelebihan dan kekurangan masing-masing. Pada BMPP sendiri dibutuhkan ketebalan yang sesuai dengan life time seperti pada standart ISO 12944 untuk dapat bertahan selama kurang lebih 15 tahun, maka dari itu ketebalan pengecatan pun sangat diperhatikan.

2. Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam menyelesaikan penelitian ini dimulai dengan tahap studi literature, pengamatan di lapangan dilakukan dan wawancara dengan *painting inspecture* sesuai dengan topik penelitian.

Setelah terkumpulnya data-data yang telah dibutuhkan selanjutnya menganalisis metode pengecatan yang cocok untuk lambung BMPP, menghitung kebutuhan cat di bagian lambung BMPP dengan menggunakan rencana umum dengan rumus TSR

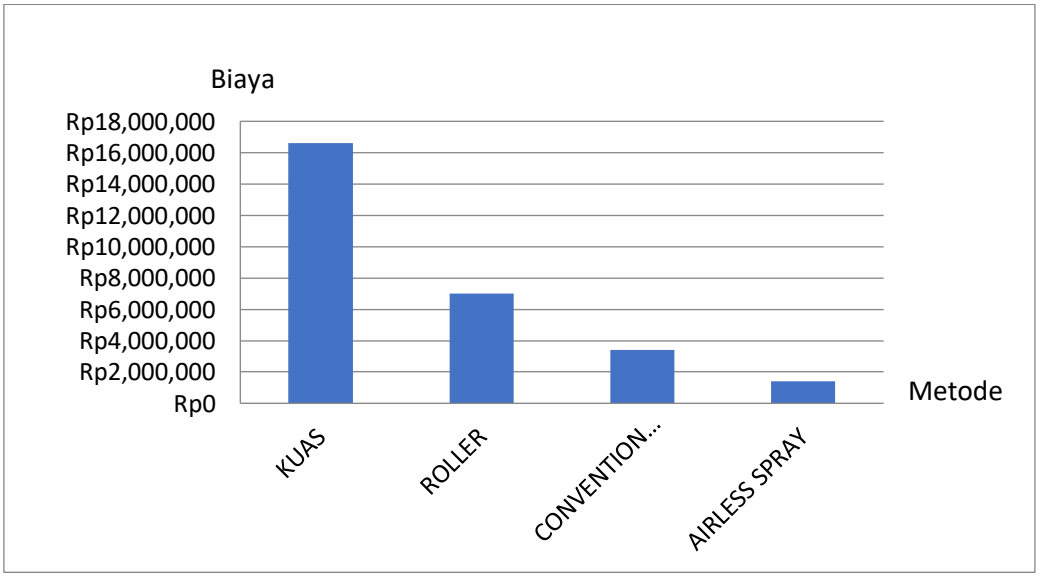
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Mencari Metode Pengecatan

Dari luasan lambung BMPP A : 5301,282 m^2 maka dapat didapatkan rentang waktu untuk pengecatan lambung sesuai dengan metode pengaplikasian seperti Tabel 1 dibawah ini:

Tabel 1. Kecepatan Aplikasi Cat

Metode Aplikasi	Luasan m^2/jam	Luasan m^2/hari	Rentang Waktu Pengecatan Lambung (hari)
Kuas	8	64	83
Roller	19	152	35
conventional air spray	39	312	17
airless spray	108	864	7



Gambar 1. Grafik Biaya Setiap Metode

Dari Gambar 1 dapat disimpulkan bahwa metode pengecatan yang paling tercepat adalah *airless spray* dengan 864 m^2/ harinya maka dari itu ditemukan 7 hari untuk pengecatan lambung BMPP untuk 1 layernya. Dengan asumsi biaya pekerja Rp200.000,- per harinya maka didapatkan Rp1.400.000,- / layernya.

3.2 Menghitung Kebutuhan Cat

Tentunya dalam proses pengecatan ini sangat penting untuk menghitung konsumsi dan jumlah cat yang perlu digunakan dalam proses pengecatan. Hal ini untuk menjelaskan kebutuhan cat dan tentunya untuk menghitung biaya pemenuhan kebutuhan cat tersebut. Untuk menemukan kebutuhan cat dapat ditemukan dengan rumus sebagai berikut [12].

$$TSR \frac{m^2}{l} = \frac{volume\ solids\ (\%).10}{DFT\ micron} \quad (1)$$

$$TPC(l) = \frac{Area}{TSR} \quad (2)$$

$$Cf = \frac{1}{lost\ factor} \quad (3)$$

$$lost\ factor = 1 - LOSS \quad (4)$$

Keterangan :
TSR =*Theoritical Spreading Rate*
DFT =*Dry Film Thickness*
TPC =*Theoritical Point Consumption*
PPC =*Practical Point Consumption*
CF =*Correction Factor*
Perhitungan menentukan luas permukaan kapal yang akan dilakukan pengecatan [11]

Bottom
A = ((2×d)+B)×Lpp×P (5)
dimana
d = sarat maksimum
B = lebar kapal
Lpp = panjang antara perpendicular
P = 0,9 untuk tanker, 0,85 untuk *bulk carrier*,0.70-0.75 untuk *dry cargo*

Main Deck
A = LOA × B (6)
dimana
LOA = Panjang Kapal
Breath = Lebar Kapal

Topsides
A = 2×H× (Loa+0,5×B) (7)
dimana
H = tinggi *topsides* (tinggi-sarat) (m)
Loa = *length over all*
B = *breadth extreme* (m)

Ukuran utama BMPP
LOA = 72 m
Breath = 27,4 m
Depth = 7,9 m
Sarat air (T) :=5,25 m
Berikut Tabel 2. jenis cat dan harga yang digunakan pada lambung BMPP

Tabel 2. Jenis dan Harga Cat

Tipe cat	Jenis cat	Harga
Cat dasar	*Intershield 300 (17,5L)*	Rp1.121.418,-
	Interzinc 2265 (8,17)	Rp678.028,-
	Interzone 505 (20L)	Rp1.911.920,-
Cat anti karat	*Interseal 670HS (20L)*	Rp1.029.500,-
Cat *intermediate*	*Intergard 403 (20L)*	Rp987.480,-
Cat warna (anti UV)	*Interthane 990 (20L)*	Rp1.680.800,-
Cat *anti fouling*	*Interspeed 6200*	Rp3.046.460,-

	(20L)

Sumber: Gudang *supply chain* PT.PAL Indonesia

A. Pengecatan Pada Daerah *Bottom Zone*

Perhitungan menentukan luas permukaan kapal yang akan dilakukan pengecatan menggunakan rumus perhitungan: Sofi'I dan Djaja[3] Maka diperoleh luasan A: 2428,632 m^2. Untuk menghitung kebutuhan cat menggunakan rumus perhitungan [12] Maka ditemukan hasil yang ada pada Tabel 3. dibawah ini:

Tabel 3. Kebutuhan Cat pada *Bottom*

Bottom	**TSR**	**Kebutuhan Cat (L)**	**Kaleng (17,5L, 20L)**	**Harga**
Layer 1 (17,5L) DFT (100 micron)	0,06	146 liter	8 kaleng (17,5L)	Rp9.337.750,-
layer 2 DFT (150 micron)	0,06	146 liter	7 kaleng (20L)	Rp13.930.050,-
layer 3 DFT (150 micron)	0,06	146 liter	7 kaleng (20L)	Rp13.930.050,-
layer 4 DFT (75 micron)	0,07	185 liter	9 kaleng (20L)	Rp9.113.257,-
layer 5 DFT (120 micron)	0,04	117 liter	6 kaleng (20L)	Rp17.880.265,-
layer 6 DFT (120 micron)	0,04	117 liter	6 kaleng (20L)	Rp17.880.265,-
Total		**856 liter**	**44 kaleng**	**Rp82.071.637,-**

Dari Tabel 3. *Bottom* BMPP menggunakan cat jenis *intershield* 300, *interzone* 505, *intergard* 263, *interspeed* 2600 dan kebutuhan cat diperoleh 856 liter maka deperlukan 44 kaleng dengan 8 kaleng berukuran 17,5L dan 36 kaleng berukuran 20L. Maka dari itu biaya cat yang harus dikeluarkan sebesar Rp82.071.637,-.

B. Pengecatan pada Daerah *Top Side*

Dengan rumus perhitungan yang ada maka diperoleh luasan A: 454,21 m^2. Dari rumus yang ada ditemukan hasil yang ada pada Tabel 4. dibawah ini:

Tabel 4. Kebutuhan Cat pada *Top Side*

Top side	**TSR**	**Kebutuhan Cat (L)**	**Kaleng (8,17L, 20L)**	**Harga**
layer 1 (8,17L) DFT (75 micron)	0,08	76 liter	9 kaleng	Rp6.272.998,-
layer 2 DFT (150 micron)	0,06	54 liter	3 kaleng	Rp5.735.760,-
layer 3 DFT (150 micron)	0,06	54 liter	3 kaleng	Rp5.735.760,-
layer 4 DFT (50 micron)	0,114	107 liter	5 kaleng	Rp8.621.067,-

layer 5 DFT (50 micron)	0,114	103 liter	5 kaleng	Rp8.621.067,-
Total		**126 liter**	**25 kaleng**	**Rp34.986.652,-**

Dari Tabel 4. diatas *Top Side* BMPP menggunakan cat jenis *interzinc* 2265, *interzone* 505, *interthane* 990 dan kebutuhan cat diperoleh 126 liter maka deperlukan 25 kaleng dengan kaleng 9 berukuran 8,17L dan 16 kaleng berukuran 20L. Maka dari itu biaya cat yang harus dikeluarkan sebesar Rp34.986.652,-.

C. Pengecatan pada Daerah *Main Deck*

Dengan rumus perhitungan yang ada diperoleh luasan A: 1972,82 m^2. Maka ditemukan hasil yang ada pada Tabel 5 dibawah ini:

Tabel 5. Kebutuhan Cat pada Main Deck

Main Deck	**TSR**	**Kebutuhan Cat (L)**	**Kaleng (8,17L, 20L)**	**Harga**
layer 1 (8,17L) DFT (75 micron)	0,084	166 liter	20 kaleng	Rp13.752.704,00
layer 2 DFT (150 micron)	0,0547	108 liter	5 kaleng	Rp5.551.393,00
layer 3 DFT (50 micron)	0,114	225 liter	11 kaleng	Rp18.900.529,00
layer 4 DFT (50 micron)	0,114	225 liter	11 kaleng	Rp18.900.529,00
Total		**724 liter**	**47 kaleng**	**Rp57.105.155,00**

Dari tabel diatas Main Deck BMPP menggunakan cat jenis *interzinc* 2265, *interseal* 670 HS, *interthane* 990 dan kebutuhan cat diperoleh 724 liter maka deperlukan 47 kaleng dengan kaleng 20 berukuran 8,17L dan 27 kaleng berukuran 20L. Maka dari itu biaya cat yang harus dikeluarkan sebesar Rp57.105.155,-.

3.3 Analisa Teknis dan Ekonomis Ketebalan Pengecatan

A. Analisa Teknis

Menurut ISO 12944, ketebalan minimum yang diperlukan untuk bertahan lebih dari 15 tahun adalah 320 mikron. BMPP tebalnya 475 mikron karena berbagai hal diantaranya pH air yang sangat mempengaruhi laju korosi, semakin kecil pH air maka semakin cepat korosi. BMPP sendiri didesain untuk menyediakan listrik, sehingga BMPP terletak di dekat pantai, pH air lebih kecil sehingga daerah logam terurai menjadi ion logam berada di lingkungan asam. BMPP lebih serih berlabuh/jarang bergerak, mengakibatkan munculnya lapisan populasi organisme yang melekat lebih kuat, yang selanjutnya meningkatkan terjadinya korosi pada lambung BMPP.

B. Analisa Ekonomis

Diketahui bahwa biaya yang dikeluarkan untuk mengecat bagian bawah hingga lapisan ke-4 adalah Rp46.404.048,-. untuk mengetahui biaya yang dikeluarkan pada ketebalan 320 micron dapat ditemukan dengan perhitungan berikut:

$$\frac{320}{475} = \frac{x}{46.404.048} \quad (8)$$

$$475x = 14.849.295.360$$

$$x = 31.261.674$$

Biaya pengecatan *bottom zone* ketebalan 320 mikron ditemukan sebesar Rp31.261.674,-. Ketebalan *bottom zone* cat BMPP 475 mikron jauh lebih tinggi dari standar ISO 12944, yang membuatnya tidak ekonomis. Perlu disesuaikan dengan standar ISO.

4. Kesimpulan

Dari hasil analisa pengecatan lambung BMPP di peroleh kesimpulan bahwa *airless spray* merupakan metode pengecatan yang memiliki kecepatan pengecatan paling tinggi dari pada metode yang lain. Kebutuhan cat pada lambung BMPP adalah 44 kaleng dengan 8 kaleng berukuran 17,5 L dan 36 kaleng berukuran 20 L pada pengecatan *Bottom*, 25 kaleng dengan 9 kaleng dengan ukuran 8,17L dan 16 kaleng berukuran 20L pada pengecatan *Top Side*, 47 kaleng dengan 20 kaleng berukuran 8,17L dan 27 kaleng berukuran 20L npada pengecatan *Main Deck*. Dari total kebutuhan cat tersebut maka diketahui biaya yang harus dikeluarkan pada saat pengecatan lambung BMPP yaitu Rp 174.163.444,-. Ketebalan 475 mikron tidak ekonomis karena perbedaan biaya yang signifikan. Dengan mengacu pada data di atas, ketebalan cat di *Bottom zone* BMPP adalah yang paling ekonomis menggunakan standar ISO 12944, yaitu 320 mikron dengan life lime lebih dari 15 tahun.

Harapannya kedepan penelitian ini dapat dilanjutkan lagi dengan menganalisa ekonomis pengecatan BMPP secara keseluruhan agar mempermudah pemilik kapal untuk menghitung biaya-biaya yang harus dikeluarkan pada saat pengecatan.

Referensi:

[1] P.R. Roberge., "*Corrosion Engineering: Principles and Practice*", New York: McGraw-Hill Companies.2008.

[2] M. Lejars. A. Margaillan., and C. Bressy.," *Fouling Release Coatings: A Nontoxic Alternative to Biocidal Antifouling Coatings*", Chem. Rev. 2012, 112, 4347–4390. 2012.

[3] M.P. Schultz., "*Effects of Coating Roughness and Biofouling on Ship Resistance and Powering, Biofouling* 2007, 23, 331–341".2007

[4] V. Dupraz., H.S. Stachowski-Haberkorn., D. Menard., G. Limon., F. Akcha., H. Budzinski., and N. Cedergreen. "*Combined effects of antifouling biocides on the growth of three marine microalgal species*," Chemosphere, vol. 209, no. October, pp. 801–814, 2018, doi: 10.1016/j.chemosphere.2018.06.139.

[5] L. Miralles.,A.Ardura., A. Arias, Y.J. Borrell.,L. Clusa.,E.Dopico. E. Garciavazquez., "*Barcodes of marine invertebrates from north Iberian ports: Native diversity and resistance to biological invasions*," Mar. Pollut. Bull., vol. 112, no. 1–2, pp. 183–188, 2016, doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.08.022.

[6] F. Maia .,A.P. Silva.,S.Fernandes., A. Cunha., A. Almeida.,J. Tedim., M.L. Zheludkevich., and M.G.S. Ferreira . "*Incorporation of biocides in nanocapsules for protective coatings used in maritime applications*," Chem. Eng. J., vol. 270, pp. 150–157, 2015, doi: 10.1016/j.cej.2015.01.076.

[7] 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.

[8] W. Kurniawan.,dan Periyanto "*Proses Sandblasting dan Coating pada Kapal di PT. Dok Perkapalan Surabaya,* Jurusan Teknik Mesin, Universitas Negeri Surabaya".2018.

[9] Salim., "*Pencegahan Korosi Kapal dengan Metode Pengecatan,* Majalah Ilmiah Bahari Jogja (MIBJ), Vol. 17, No. 2, pp. 91-97. 2018".

[10] S. Foundistou-Yannas., "*Coating and Corrosion Costs of Highway Structural Steel*," Report No. FHWA-RD-79-121, March, 1980, Federal Highway Administration (Available from Steel Structures Painting Council). 1980.

[11] M. Sofi'i., dan I.K. Djaya., *Teknik Kontruksi Kapal Baja jilid 2*, Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan: Jakarta. 2008.

[12] Z. AKBAR, "*Analisa Kebutuhan Juru Cat, Peralatan Cat, Dan Material Cat Pada Bangunan Atas Kapal*," pp. 1–76, 2019