

KAJIAN REPARASI LAMBUNG KAPAL TONGKANG SML 05 DENGAN METODE SANDBLASTING DAN PAINTING

Amjad Mulkus Fadlurrohman¹, Pratama Yuli Arianto², Rudianto²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Jember

²Dosen Program Studi Teknik Konstruksi Perkapalan, Fakultas Teknik Universitas Jember

*email: pratamayariant@unej.ac.id

ABSTRACT

The shipping industry is one of the future industries that has a major role in development because it can grow other maritime sectors to create new economic growth. Based on this, a study of hull repair is needed to support related industries. Hull repair cannot be separated from the sandblasting and painting processes. Sandblasting and painting are modern methods that aim to protect the hull from damage that can affect the life of the ship. The advantage obtained when the sandblasting and painting process meets the standards is that the repair results are more optimal to minimize shipyard expenses. In this study, the sandblasting process has followed the standards both at each stage and the calculation of estimated material requirements on the flat bottom, vertical side underwater, and topside position. In the painting study, the flat bottom and vertical side underwater position met the minimum requirements for paint, while the top side had a shortfall compared to the calculation of the estimated requirement of 8.8 liters.

Keywords: sandblasting, painting, ship repair, hull.

PENDAHULUAN

Industri perkapalan merupakan salah satu industri masa depan yang penting untuk dikembangkan, di mana dapat menumbuhkan sektor maritim lainnya untuk menciptakan pertumbuhan ekonomi baru. Berdasarkan hal tersebut diperlukan berbagai cara untuk menopang pertumbuhan industri, di mana salah satunya dengan menjaga kualitas proses bangunan baru dan reparasi kapal secara baik dan konsisten.

Kegiatan bangunan baru adalah suatu kegiatan yang bertujuan untuk membuat kapal baru di mana prosesnya dimulai dari permintaan pemesan kapal oleh *ship owner* hingga penyerahan kapal (*ship delivery*) oleh pihak galangan kepada pemesan kapal. Kegiatan reparasi kapal merupakan suatu hal penting yang harus dilakukan secara rutin dan terjadwal untuk memastikan setiap kapal bisa berlayar dan beroperasi dengan baik sehingga tujuan untuk membawa penumpang dan mengirimkan barang dapat berjalan sesuai dengan perencanaan (Ariany, 2014).

Reparasi kapal merupakan kegiatan rutin galangan kapal yang dilakukan ketika kapal sudah mengalami kegagalan fungsi

atau tidak layak untuk dioperasikan, selain itu jika sudah merupakan jadwal reparasi maka kapal akan melakukan proses reparasi sesuai dengan jadwal yang direncanakan. Secara umum, objek proses reparasi kapal adalah bagian lambung, mesin, dan perpipaan. Tujuan utama dilakukan perbaikan kapal adalah untuk mempertahankan ketahanan kapal serta status layak jalan kapal yang sesuai dengan peraturan klasifikasi (Fajar et al., 2021).

Reparasi kapal khususnya pada lambung, tidak bisa terlepas dari proses *sandblasting* dan *painting*. *Sandblasting* merupakan proses penyemprotan material dengan bahan abrasif yang biasanya berupa pasir silika (*steel grit*) atau kuarsa dan diberi tekanan tinggi ke suatu permukaan. Tujuan dari *sandblasting* adalah untuk menghilangkan material - material yang menempel pada lambung kapal seperti biofouling, karat, cat, garam, oli, dan lain sebagainya. Hal-hal yang menjadi penentu kualitas proses *sandblasting* adalah keahlian operator dan tekanan udara dalam proses penyemprotan. Selain itu *sandblasting* bertujuan untuk membuat kekasaran pada permukaan logam secara optimal sehingga

bahan pelapis seperti cat menjadi lebih melekat dan tahan lama sehingga tidak mudah korosi (Sulistyo, 2011).

Sandblasting dan *painting* merupakan cara paling modern yang bertujuan untuk memelihara lambung kapal dari kerusakan yang dapat berpengaruh pada umur kapal. Salah satu persyaratan untuk mendapatkan hasil *sandblasting* dan *painting* yang berkualitas, dan memenuhi persyaratan adalah perlu memperhatikan petunjuk *sandblasting* dan *painting* yang berlaku. Berdasarkan hal tersebut, diperlukanlah kajian reparasi lambung Kapal Tongkang SML 05 dengan metode *sandblasting* dan *painting*.

METODOLOGI

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 5 September 2022 hingga 19 Oktober 2022 di galangan kapal PT. Yasa Wahana Tirta Samudera, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia.

Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, dipergunakan alat dan bahan untuk menyelesaikan penelitian sebagai berikut :

- a. Kompresor
- b. Agitator
- c. *Airless spray*
- d. *Spraygun*
- e. Selang
- f. Perancah
- g. *Scaffold*
- h. Pasir
- i. *Cat marine use*

Kapal Tongkang SML 05

Pada penelitian ini menggunakan studi kasus proses *sandblasting* dan *painting* pada kapal SML 05 dengan data kapal dapat dilihat pada Tabel 1. Bagian lambung kapal yang dijadikan objek *sandblasting* dan *painting* dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 2. Pada penelitian ini, pasir yang dipergunakan dalam proses *sandblasting* adalah pasir kuarsa, sedangkan merk cat yang dipergunakan dalam proses *painting* adalah merk internasional.

Tabel 1. Data Kapal Tongkang SML 05

Nama Kapal	SML 05
<i>Length Over All</i>	76,20 m

<i>Length Between Perpendicular</i>	73,15 m
<i>Breadth</i>	21,94 m
<i>Height</i>	4,87 m
Pemilik	PT. Surya Mandiri Lines
Jenis Docking	<i>Normal Maintance Drydocking</i>

Tabel 2. Luasan bagian lambung

Bagian Kapal	Lambung	Luas Area
<i>Flat bottom</i>		1310 m ²
<i>Vertical Underwater</i>	<i>side</i>	267 m ²
<i>Topside</i>		650 m ²

Standar Tingkat Kebersihan (Blast Cleaning) dan Estimasi Kebutuhan Material pada Proses *Sandblasting*

Tingkat kebersihan pada proses *Sandblasting* dapat dilakukan dengan cara pengamatan visual dengan metode *Visual Pictorial Surface Standard ISO 8501-1*.

- a. Sa 1 (*Light Blast Cleaning*)/ *Sweep Blast*
Sa 1 merupakan hasil dari pembersihan permukaan plat yang sudah bebas dari minyak, mill scale, cacat setelah melalui proses sandblast, akan tetapi karat-karat pada permukaan pelat masih tetap ada. Dari semua tingkat kebersihan, Sa 1 merupakan yang paling buruk jika dibandingkan jenis tingkat kebersihan lainnya.
- b. Sa 2 (*Thorough Blast Cleaning*)/*Full Blast/Spot Blast*
Sa 2 yaitu hasil pembersihan permukaan pipa yang telah bebas dari minyak, mill scale karat, cacat setelah melalui pengikisan dengan mesin, atau alat lainnya namun masih ada sedikit sisa karat. Sa 2 ini merupakan tingkat kebersihan yang lebih baik dibanding Sa 1. Dalam melakukan repair pada lambung kapal, cukup dengan Sa 2 pada proses aplikasi.
- c. Sa 2 1/2 (*Near White Metal*)
Sa 2 1/2 merupakan tingkat kebersihan permukaan material yang sudah diperbolehkan untuk aplikasi. Hasil dari Sa 2 1/2 kebersihan warnanya telah mendekati warna putih.
- d. Sa 3 (*White Metal Cleaning*)
Sa 3 ini merupakan tingkat kebersihan yang paling baik dari seluruh Sa yang ada.

Proses dalam mendapatkan Sa 3 ini membutuhkan jumlah biaya yang besar, karena material abrasif yang digunakan juga mahal serta untuk mencapai Sa 3 terlalu sulit.

Pada proses *sandblasting*, kebutuhan pasir yang dipergunakan tergantung pada jenis perlakuan dan juga pasir yang dipergunakan. Ketika menggunakan pasir kuarsa, jenis penyemprotan *full blast/spot blast* membutuhkan 30-35 kg pasir, sedangkan *sweep blast* membutuhkan 25 kg pasir per meter persegi

Proses dan Metode Pengecatan

Menurut Aulia dkk. (2014) proses dan metode pengecatan adalah sebagai berikut:

a. *Pre inspection*

Pre inspection merupakan pemeriksaan awal terhadap permukaan material yang akan di cat dengan tujuan agar diperoleh perekatan secara maksimal dalam proses *painting*.

b. *Surface Preparation*

Surface Preparation merupakan proses *sandblasting* dengan tujuan untuk menghilangkan kontaminasi atau pencemaran dari dasar cat, tahan kimia, kotoran serta berguna untuk menyiapkan permukaan dengan menaikkan tingkat kekasaran sehingga pengecatan menjadi efektif.

c. *Paint Preparation*

Paint Preparation merupakan tahapan persiapan sebelum dilakukan *painting*, seperti persiapan peralatan *painting*, dan proses pencampuran cat.

d. *Paint Application*

Pada tahap ini, hasil pengecatan dilakukan pemeriksaan, apakah sesuai dengan standar atau tidak

Perhitungan Estimasi Kebutuhan Cat dalam Proses *Painting*

Terdapat beberapa perhitungan yang dipergunakan dalam menghitung kebutuhan cat dalam satu badan kapal, antara lain (Akbar, 2019):

a. *Volume Solid*

Volume solid (VS) adalah persentase dari tebal lapisan cat pada saat cat telah kering terhadap lapisan cat dalam kondisi basah (sewaktu dicat).

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

di mana:

$$DFT = \text{Dry Film Thickness } (\mu m)$$

$$WFT = \text{Wet Film Thickness } (\mu m)$$

b. *Dry Film Thickness (DFT)*

Dry Film Thickness adalah lapisan ketebalan kering minimum yang direkomendasikan oleh pabrik pembuat cat, yang fungsinya untuk memberikan lapisan proteksi suatu objek. Ketebalan film kering untuk sebuah aplikasi dapat ditentukan jika volume solid dan ketebalan film basah diketahui.

c. *Theoretical Spreading Rate (TSR)*

Tingkat penyebaran teoritis dari cat dalam ketebalan film kering diberikan ke permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

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

d. *Practical Spreading Rate (PSR)*

Tingkat penyebaran praktikal dari cat setelah dikurangi oleh *loss factor* pada permukaan objek luasan, dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$PSR = TSR \times \text{Loss factor (LF)}$$

di mana,

Loss factor = Persentase kehilangan material cat (%)

e. Berdasarkan kekasaran akibat proses *sandblasting* pada pelat kapal, maka akan berdampak pada penambahan volume permukaan yang akan dicat, sehingga konsumsi cat akan bertambah.

Total cat yang diperlukan untuk mengisi kekasaran ditunjukkan dengan pendekatan dibawah ini, dengan besar *Dead Volume* terhadap kekasaran dapat dilihat pada Tabel 3.

$$\text{Total Cat} = \frac{\text{Area (m}^2) \times DV \left(\frac{L}{m^2}\right) \times 100}{10 \times VS (\%)}$$

di mana,

Area = Luas permukaan (m²)

DV = *Dead Volume* (Liter/m²)

Selain formula diatas, dapat pula menggunakan formula perhitungan dibawah ini,

Total konsumsi cat = *L/PSR* atau *PC*

Di mana,

L = Luas Area Lambung Kapal (m^2)

PSR = Practical Spreading Rate (PSR)

PC = Practical Couverage (PC)

Tabel 3. Besar *Dead Volume* berdasarkan kekasaran permukaan

Kekasaran Permukaan (Mikron)	<i>Dead Volume</i> (L/m^2)
30	0,02
45	0,03
60	0,04
75	0,05

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Estimasi Material Sandblasting Kapal Tongkang SML 05

Pada proses *sandblasting* Kapal Tongkang SML 05 diperlukan perhitungan estimasi kebutuhan material, di mana lambung kapal dibagi menjadi 3 bagian lambung yang memiliki luasan sesuai pada Tabel 2. Berikut merupakan perhitungan estimasi kebutuhan material:

a. Estimasi material pada bagian *flat bottom*

Flat bottom (Luasan = 1.310 m^2):

Menggunakan metode:

Spot blast (50%) = 655 m^2

Sweep blast (50%) = 655 m^2

Total Kebutuhan Cat :

$= (655 \text{ m}^2 \times 30 \text{ kg/m}^2) + (655 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kg/m}^2)$

$= 19.650 \text{ kg} + 16.375 \text{ kg}$

$= 36.025 \text{ kg}$ atau 36,025 ton

b. Estimasi material pada bagian *vertical side*

Vertical side (Luasan = 267 m^2)

menggunakan metode *fullblast*.

Total Kebutuhan Cat :

$= 267 \text{ m}^2 \times 35 \text{ kg/m}^2$

$= 9.345 \text{ kg}$ atau 9,345 ton

c. Estimasi material pada bagian *topsides*

Topsides (Luasan = 650 m^2)

menggunakan metode *fullblast*

$L = 650 \text{ m}^2 \times 35 \text{ kg/m}^2$

$L = 22.750 \text{ kg}$ jadi 22,750 ton

Berdasarkan perhitungan estimasi kebutuhan material dalam proses *sandblasting*, pada penerapan di lapangan telah dilakukan sesuai dengan perhitungan yang telah diestimasi.

Perhitungan Estimasi Kebutuhan Cat pada Kapal Tongkang (SML 05)

Paint inspection bertujuan untuk memastikan hasil pengecatan kapal SML 05 telah sesuai spesifikasi yang telah ditentukan. Pada pengerjaan pengecatan Kapal Tongkang SML 05 harus dipastikan semua aspek operasi pengecatan sesuai terhadap perhitungan spesifikasi cat. Terdapat seorang Inspektur cat yang bertugas mengawasi seluruh rangkaian proses reparasi lambung kapal SML 05 mulai dari proses *pre inspection* hingga *paint application* sehingga kebutuhan cat diharapkan sesuai dengan spesifikasi cat.

Banyaknya lapisan pada proses *painting* tergantung pada tingkat kerusakan lambung kapal ketika proses *pre inspection*. Pada proses *painting* Kapal Tongkang SML 05 ini, pada bagian *flat bottom* dan *topside* terdiri dari 2 lapis cat, sedangkan *vertical side* under water terdiri dari 3 lapis. Berikut merupakan perhitungan kebutuhan dan realisasi di lapangan:

- Kebutuhan cat pada bagian *flat bottom* area lapisan pertama :

$$V_1 = L / PC \text{ (Practical Coverage)}$$

$$= 1.310 / 4,20$$

$$= 311,9 \text{ liter.}$$

Realisasi cat yang digunakan 315 liter

- Kebutuhan cat pada bagian *flat bottom* area lapisan kedua :

$$V_2 = L / PC$$

$$= 1310 / 4,20$$

$$= 311,9 \text{ liter.}$$

Realisasi cat yang digunakan 315 liter

Jadi total volume kebutuhan cat pada *flat bottom* adalah

$$= V_1 + V_2 + V_{\text{tiner}}$$

$$= 311,9 + 311,9 + 100$$

$$= 723,8 \text{ liter}$$

Sedangkan realisasi cat yang dipergunakan adalah sebesar 730 liter, sehingga dinyatakan proses pengecatan pada bagian *flat bottom* telah sesuai standar yang berlaku di mana hasil pengecatan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. *Flat bottom finish coating*

Pada bagian *vertical side underwater*, estimasi kebutuhan dan realisasi penggunaan cat pada lapisan pertama, kedua, dan ketiga adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan cat pada bagian *vertical side underwater* lapisan pertama:
 $\text{Volume} = L / \text{PC (Practical Coverage)}$
 $= 267 / 3,36$
 $= 79,464 \text{ liter}$
 Realisasi cat yang digunakan 87,50 liter



Gambar 2. *Vertical side Primer Coating*

- Kebutuhan cat pada bagian *vertical side underwater* area lapisan kedua
 $\text{Volume} = L / \text{PC}$
 $= 267 / 5,32$
 $= 50,187 \text{ liter}$
 Realisasi cat yang digunakan 60 liter.



Gambar 3. *Vertical side intermediate coating*

- Kebutuhan cat pada bagian *vertical side underwater* lapisan ketiga
 $\text{Volume} = L / \text{PC (Practical Coverage)}$
 $= 267 / 5,08$
 $= 52,559 \text{ liter}$
 Realisasi cat yang digunakan 60 liter



Gambar 4. *Vertical side finish coating*

Jadi total volume cat pada bagian *vertical side underwater* adalah
 $= V_1 + V_2 + V_3 + V_{\text{tiner}}$
 $= 79,464 + 50,187 + 52,559 + 35$
 $= 217,21 \text{ liter}$

Sedangkan realisasi cat yang digunakan adalah sebesar 242,50 liter sehingga dinyatakan proses pengecatan pada bagian *vertical side underwater* telah sesuai standar yang berlaku. Hasil pengecatan pada lapisan pertama, kedua dan ketiga dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4.

Bagian ketiga adalah *topside*. Pada bagian *topsides* lapisan pertama dan kedua kebutuhan catnya adalah sebagai berikut:

- Kebutuhan cat pada bagian *topsides* lapisan pertama
 $\text{Volume} = L / \text{PC (Practical Coverage)}$
 $= 650 / 3,50$
 $= 185,7 \text{ liter.}$
 Realisasi cat yang digunakan 180 liter



Gambar 5. *Topsides primer coating*

- Kebutuhan cat pada bagian *topsides* lapisan kedua
 $\text{Volume} = L / \text{PC (Practical Coverage)}$
 $= 650 / 3,55$
 $= 183,099 \text{ liter.}$
 Realisasi cat yang digunakan 180 liter



Gambar 6. *Topsides finish coating*

Jadi total volume kebutuhan cat pada bagian *topside* adalah
 $= V_1 + V_2 + V_{\text{tiner}}$
 $= 185,7 + 183,099 + 60$
 $= 428,799 \text{ liter.}$

Sedangkan realisasi cat yang digunakan adalah sebesar 420 liter, sehingga dinyatakan proses pengecatan pada bagian *top side* belum sesuai standar yang berlaku.

Dikarenakan realisasi penggunaan cat pada bagian *topsides* kurang dari minimum kebutuhan yang telah diperhitungkan dan selisihnya tidak terlalu besar, maka pada proses *painting* di bagian *topside* mengorbankan suatu sisi pada *topsides* sehingga total DFT nya tidak sampai 250 untuk lapisan cat pertama (intertuf 262) dan lapisan cat kedua (interbond 201). Hasil pengecatan pada lapisan pertama dan kedua dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6.

KESIMPULAN

1. Proses *Sandblasting* pada kapal SML 05 menggunakan metode sweep dan spot blast pada bagian *flat bottom*, serta *fullblast* pada bagian *topsides* dan *vertical side*. Berdasarkan perhitungan yang dilakukan untuk menentukan estimasi pasir kuarsa yang dibutuhkan, pada bagian *flat bottom*, *vertical side*, dan *topside* membutuhkan pasir sebesar 36,025; 9,345 dan 22,750 ton secara berurutan. Realisasi di lapangan menunjukkan bahwa proses *sandblasting* telah dilakukan sesuai dengan perhitungan yang telah diestimasi sehingga disimpulkan proses *sandblasting* telah sesuai standar yang berlaku.
2. Proses *painting* pada kapal tongkang SML 05 dilakukan dengan metode Full Coating. Berdasarkan perhitungan estimasi kebutuhan cat diketahui bahwa bagian *flat bottom*, *vertical side underwater* dan *topside* membutuhkan 723,8; 217,21 dan 428,799 liter. Realisasi penggunaan cat di lapangan untuk bagian *flat bottom* dan *vertical side underwater* telah sesuai, akan tetapi pada bagian *top side* realisasinya sebesar 420 liter di mana terdapat sedikit kekurangan dari estimasi kebutuhan cat.

DAFTAR PUSTAKA

Akbar, Zein. 2019. *Analisa Kebutuhan Juru Cat, Peralatan Cat dan Material Cat Pada Bangunan Atas Kapal Ferry 300 GT*. Skripsi. Departemen Teknik

Perkapalan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Gowa

Ariany, Zulfaidah. 2014. *Kajian Reparasi Pengecatan Pada Lambung Kapal (Studi Kasus KM. KIRANA 3)*. Teknik Vol. 35, No. 1

Aulia Windyandari, Ahmad FZ, Sarwoko. 2014. *Studi Perbandingan Metode Pelapisan (Coating) pada Ruang Muat Berbasis Regulasi IMO*. Jurnal Teknik Vol. 34 No. 3 ISSN 0852- 1697. Semarang

Fajar et al. 2021. *Optimasi Repair Schedule KN Panah P.207 Dengan Critical Path Method Guna Mempercepat Pengerjaan Repair*. Jurnal Teknik Perkapalan UNDIP Vol. 9, No. 3

International Organization For Standardization. 2007. *ISO 8501-1, Preparation of steel substrates before application of paints and related products— Visual assessment of surface cleanliness*

Sulistyo et al. 2011. *Pengaruh Waktu dan Sudut Penyemprotan Pada Proses Sandblasting Terhadap Laju Korosi Hasil Pengecatan Baja AISI 430*. Jurnal Rekayasa Mesin Vol. 2, No. 3.