

# PENGUKURAN LAJU KOROSI DAN UMUR PAKAI PELAT DASAR KAPAL TUG BOAT PRIMA STAR 7 DENGAN ULTRASONIC THICKNESS

Patunru Pongky<sup>1\*</sup>, Manaseh<sup>2</sup>, Alex Kisanjani<sup>3</sup>, Asriansyah<sup>4</sup>

<sup>1,2,4</sup>Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya Gn. Bahagia, Balikpapan

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Industri Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan, Jl. Pupuk Raya Gn. Bahagia, Balikpapan

## ABSTRACT

*Indonesia is an archipelagic country with the largest number of islands in the world. As an archipelagic country, sea transportation has a major contribution to the national and regional economy. It is stated in Law Number (No.) 17 of 2008. One of the big problems of sea transportation is corrosion. Corrosion can damage ships and endanger safety. Therefore, this study aims to measure the corrosion rate on the bottom plate of the hull and analyze its technical life. Measurements were carried out using an ultrasonic thickness instrument at test points on the bottom plate of the tug boat prima star 7. The measurement results show that the corrosion rate on the bottom plate of the tug boat prima star 7 every year is 0.08 mm, and the estimated technical life is about 25 years. Corrosion that occurs is only 4% which means the tug boat prima star 7 is still good to operate.*

**Keywords:** *Sea transportation, corrosion rate, technical life, bottom plate, ultrasonic thickness*

## ABSTRAK

*Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau terbanyak di dunia. Sebagai negara kepulauan, transportasi laut mempunyai kontribusi besar bagi perekonomian nasional dan daerah. Hal tersebut tercantum di dalam Undang-Undang No. 17 tahun 2008. Salah satu masalah besar bagi transportasi laut adalah korosi. Korosi dapat merusak kapal dan membahayakan keselamatan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengukur laju korosi pada pelat dasar lambung kapal dan analisis umur pakainya. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan alat ultrasonic thickness pada titik-titik uji di pelat dasar lambung kapal tug boat prima star 7. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa laju korosi pada pelat dasar lambung kapal tug boat prima star 7 setiap tahunnya adalah 0,08 mm, dan perkiraan umur pakainya sekitar 25 tahun. Korosi yang terjadi hanya sebesar 4% dengan artian bahwa kapal tug boat prima star 7 masih layak untuk dioperasikan.*

**Kata kunci:** *Transportasi laut, laju korosi, umur pakai, pelat dasar lambung kapal, ultrasonic thickness*

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau terbanyak di dunia. Berdasarkan data, jumlah pulau yang dimiliki sebanyak 17.504 pulau [1]. Luas daratan 1.922.570 km<sup>2</sup>, sedangkan luas lautan dua kali lipat luas daratan yaitu

3.257.483 km<sup>2</sup>. Terdiri dari 5 pulau besar yaitu Jawa dengan luas 132.107 km<sup>2</sup>, Sumatera dengan luas 473.606 km<sup>2</sup>, Kalimantan dengan luas 539.460 km<sup>2</sup>, Sulawesi dengan luas 189.216 km<sup>2</sup>, dan Papua dengan luas 421.981 km<sup>2</sup> [2].

Sebagai negara kepulauan, transportasi laut mempunyai kontribusi besar bagi perekonomian nasional dan daerah, sebagaimana yang diamanatkan di dalam Undang-Undang No. 17 Tahun 2008[3]. Transportasi laut mendorong terjadinya perpindahan barang dan manusia antar pulau sehingga membantu kelangsungan kehidupan masyarakat. Kontribusi transportasi laut dirasakan semakin penting karena memberikan biaya yang paling murah dibandingkan dengan biaya transportasi darat dan udara [4,5].

Masalah besar dalam bidang transportasi laut salah satunya adalah korosi. Korosi merupakan fenomena alamiah yang biasa terjadi pada material logam. Korosi merusak material karena terjadi reaksi antara kimia atau elektrokimia dengan lingkungannya. Lingkungan yang dimaksud adalah lingkungan asam, embun, udara, air tawar, air laut, air danau, air sungai dan air tanah. Air laut mempunyai sifat korosif karena mempunyai kandungan klorida (CL<sup>-</sup>) yang cukup tinggi [6], dan menyebabkan kerusakan pada plat dasar lambung kapal. Laju korosi juga akan semakin meningkat karena adanya arus dan gelombang laut yang tinggi. Efek lebih lanjut menyebabkan kerusakan pada lapisan anti karat dan membuka rongga di permukaan plat dasar lambung kapal.

Permasalahan korosi menuntut para stakeholder untuk melakukan perawatan kapal secara teratur. Tidak disiplin dalam perawatan korosi, terutama pada lambung

kapal akan mengakibatkan turunnya kekuatan dan umur pakai kapal. Selain itu, dapat membahayakan keselamatan dan keamanan awak kapal dan muatan [7]. Perawatan dan pemeliharaan kapal harus dilakukan secara terus-menerus serta benar-benar harus diperhatikan.

Perkembangan penelitian terkait pengukuran laju korosi pada lambung kapal sudah banyak dilakukan [8,9]. Lambung kapal merupakan bagian yang lebih sering mengalami kerusakan akibat bersinggungan langsung dengan air laut yang bersifat korosif [8]. Oleh karenanya, dalam penelitian ini peneliti melakukan pengukuran laju korosi pada lambung kapal dikombinasikan dengan analisis umur pakainya, sehingga dapat diketahui berapa lama kapal masih layak untuk dioperasikan.

## METODOLOGI

### *Subjek dan Objek Penelitian*

Subjek di dalam penelitian ini adalah laju korosi yang berpengaruh terhadap umur pakai pelat dasar lambung kapal. Sementara itu, objek di dalam penelitian ini adalah pelat dasar lambung kapal *tug boat* prima star7.

### *Alat dan Bahan Penelitian*

Alat dan bahan yang digunakan di dalam penelitian ini adalah: (1) *ultrasonic thickness*; (2) *zinc anode*; (3) mikrometer alat ukur; (4) *couplant*; (5) step blok kalibrasi. Alat dan bahan yang digunakan dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.





**Gambar 1. Alat dan Bahan Penelitian**

**Prosedur Penelitian**

Prosedur di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: (1) pengumpulan informasi mengenai laju korosi yang terjadi pada pelat dasar lambung kapal sehingga memperoleh gambaran penelitian; (2) persiapkan alat ukur *ultrasonic thickness* untuk mengukur ketebalan pelat dasar lambung kapal; (3) kalibrasi alat ukur *ultrasonic thickness* sesuai dengan standar kecepatan rambat gelombang pada bahan besi; (4) tentukan titik yang akan di uji di bagian pelat dasar lambung kapal; (5) berikan *couplant* GE *medium viscosity* pada *probe* normal yang berfungsi sebagai penghambat masuknya udara pada titik material yang akan di uji; (5) letakan *probe* normal yang sudah diberikan *couplant* GE *medium viscosity* ke permukaan material uji; (6) catat hasil monitor alat ukur *ultrasonic thickness*; (7) lakukan perhitungan laju korosi pada pelat dasar lambung kapal dengan menggunakan rumus 1; (8) lakukan perhitungan perkiraan umur pakai pelat dasar lambung kapal dengan menggunakan rumus 2.

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} \tag{1}$$

$$x = \frac{Ot - MRT}{i} \tag{2}$$

Keterangan:

- i* = Laju korosi
- n* = Jumlah tahun
- Ot* = Ukuran pelat awal (*Original thickness*)

*Mt* = Ukuran pelat akhir (*Measurement thickness*)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Kapal Tug Boat Prima Star 7 PT. DPK Kalimantan Timur**

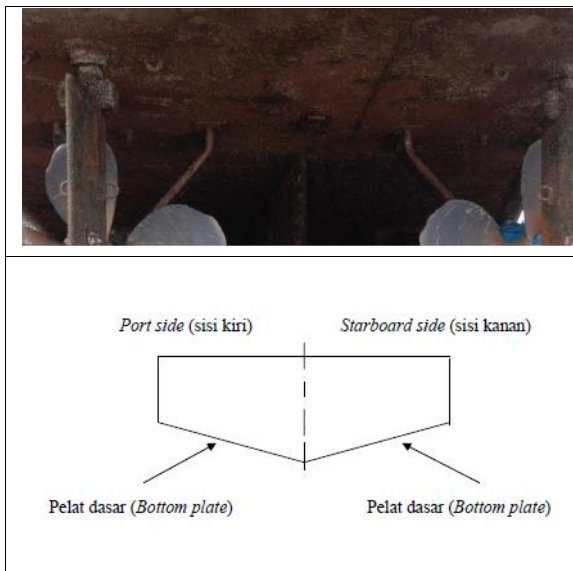


**Gambar 2. Kapal Tug Boat Prima Star 7 PT. DPK Kalimantan Timur**

Kapal *tug boat* prima star 7 yang dimiliki PT. DPK Kalimantan Timur digunakan untuk memberikan pelayanan pandu berupa menggandeng, mendorong dan menarik kapal besar, baik yang akan sandar ataupun meninggalkan pelabuhan. Pemanduan kapal dimaksudkan untuk kepentingan keselamatan pelayaran. Kapal ini diproduksi pada tahun 2015 dan menggunakan mesin diesel dengan kekuatan 750 sampai 3000 tenaga kuda (500 – 2000 kw).

**Ketebalan Pelat Dasar Lambung Kapal**

Pengukuran dilakukan pada bagian pelat dasar area alas dan bilga dengan LOA (*length overall*) 27 m dan lebar 8 myang dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



**Gambar 3. Pelat Dasar Lambung Kapal Tug Boat Prima Star 7**

Pengukuran dilakukan dengan melihat ketebalan pelat awal dan ketebalan pelat akhir dengan menggunakan alat *ultrasonic thickness* yang sebelumnya sudah dikalibrasi. Ketebalan pelat awal diperoleh dari informasi spesifikasi kapal pada awal dibeli yaitu pada tahun 2015, sedangkan ketebalan pelat akhir diukur pada saat penelitian yaitu tahun 2020. Hasil pengukuran ketebalan pelat dasar lambung kapal yang didapatkan adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Ketebalan Pelat Dasar Lambung Kapal**

Area Pengujian	Ketebalan Pelat Awal (2015)	Ketebalan Pelat Akhir (2020)
Alas (A) Port Side	10 mm	9,6 mm
Alas (A) Starboard Side	10 mm	9,6 mm
Bilga (B) Port Side	10 mm	9,6 mm
Bilga (B) Starboard Side	10 mm	9,6 mm

Berdasarkan tabel 1, ketebalan rata-rata pelat dasar lambung kapal setelah terkorosi adalah 9,6 mm atau berkurang sebesar 0,4 mm dari ketebalan pelat awal. Artinya dalam waktu lima tahun terjadi pengurangan ketebalan 4% dari ketebalan awal.

**Laju Korosi Pelat Dasar Lambung Kapal**

Berdasarkan peraturan BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), keausan maksimum yang diijinkan pada lambung kapal bagian pelat dasar (*bottom plate*) adalah 20 % dari ketebalan awal pelat [10], yang artinya laju korosi yang terjadi belum melebihi batasan maksimal atau masih dalam kondisi baik. Sementara itu, untuk mengetahui perkiraan laju korosi yang terjadi pertahunnya dihitung dengan menggunakan rumus 1. Hasil perhitungan laju korosi pelat dasar lambung kapal dapat dilihat pada tabel 2 berikut.

**Tabel 2. Laju Korosi Pelat Dasar Lambung Kapal**

Area Pengujian	Laju Korosi
Alas (A) Port Side	0,08 mm/tahun
Alas (A) Starboard Side	0,08 mm/tahun
Bilga (B) Port Side	0,08 mm/tahun
Bilga (B) Starboard Side	0,08 mm/tahun

Perhitungan laju korosi pelat dasar lambung kapal pertahun:

- Alas (A) port side

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} = \frac{10 - 9,6}{5} = 0,08$$

mm/tahun

- Alas (A) starboard side

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} = \frac{10 - 9,6}{5} = 0,08$$

mm/tahun

- Bilga (B) port side

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} = \frac{10 - 9,6}{5} = 0,08$$

mm/tahun

- Bilga (B) starboard side

$$i = \frac{\sum Ot - \sum Mt}{\sum n} = \frac{10 - 9,6}{5} = 0,08$$

mm/tahun

Berdasarkan perhitungan, didapatkan laju korosi yang terjadi pertahun pada area alas *port side* dan *starboard side* adalah 0,08 mm. Sementara itu, laju korosi yang terjadi pertahun pada area bilga *port side* dan *starboard side* adalah 0,08 mm. Artinya terjadi pengurangan ketebalan 0,08 mm setiap tahunnya. Korosi disebabkan karena pelat dasar lambung kapal adalah pelat yang berada di dasar lambung yang bersentuhan langsung dengan air laut yang mempunyai kadar garam antara 25-40 ppt (*part per thousand*). Air laut merupakan media korosif yang mempunyai kandungan klorida (CL<sup>-</sup>) yang cukup tinggi [6]. Selain itu, adanya kegagalan di material seperti luka pada bagian kulit lapisan pelat lambung kapal akan mengakibatkan terjadinya proses korosi yang lebih cepat dari pada bagian pelat lainnya.

#### **Umur Pakai Pelat Dasar Lambung Kapal**

Keausan maksimum yang diijinkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia) adalah nilai MRT (*Minimum Remaining Thickness*) dari ketebalan pelat dasar lambung kapal 20 %. Pelat dasar lambung kapal mempunyai ketebalan awal 10 mm dengan batas maksimum *remaining thickness* 8 mm, sehingga perkiraan umur pakai pelat dasar lambung kapal dihitung dengan menggunakan rumus 2.

$$x = \frac{Ot - MRT}{i}$$

$$x = \frac{10 - 8}{0,08}$$

$$x = \frac{2}{0,08}$$

$$x = 25$$

Berdasarkan perhitungan di atas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pelat dasar pada lambung kapal *tug boat* prima star 7 masih bisa beroperasi selama 25 tahun kedepan, jika dilakukan perawatan kapal secara teratur minimal 2 tahun sekali agar tidak terjadi laju korosi yang lebih besar atau cepat.

#### **SIMPULAN**

Laju korosi yang terjadi pada pelat dasar lambung kapal *tug boat* prima star 7 setiap tahunnya adalah 0,08 mm, dengan perkiraan umur pakai pelat sekitar 25 tahun. Korosi yang terjadi sebesar 4% dari standar maksimum yang diizinkan oleh BKI (Biro Klasifikasi Indonesia), sehingga kapal *tug boat* prima star 7 masih layak untuk dioperasikan.

#### **UCAPAN TERIMA KASIH**

Terimakasih kepada Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan, PT. DPK Kalimantan Timur dan semua pihak yang telah terlibat di dalam pembuatan penelitian ini.

#### **DAFTAR RUJUKAN**

- [1] BPS. “*Statistik Sumber Daya Laut dan Pesisir 2017*”, Jakarta: Badan Pusat Statistik, 2017.
- [2] Y.B. Marewa dan E.M. Parinussa. “Perlindungan Pulau-Pulau Terluar Indonesia Berdasarkan Konsep Negara Kepulauan”, *Paulus Law Journal*, 2 (2020): 1-14.
- [3] D. Faturachman. “Analisis transportasi penyeberangan laut antar negara ASEAN (Indonesia, Malaysia, Thailand) studi kasus: Penyeberangan antar negara di pulau Sumatera (Belawan–Penang–Phuket)”, *Jurnal Sains dan Teknologi*, 7 (2017): 69-80.
- [4] U. Salamah. “Perlunya optimalisasi tol laut sebagai sarana penunjang peningkatan embangunan ekonomi Indonesia”, *Jurnal Pena Wimaya*, 1 (2021): 59-77.
- [5] Jusna dan T. Nempung. “Peranan transportasi laut dalam menunjang arus barang dan orang di Kecamatan Maligono Kabupaten Muna”, *Jurnal Ekonomi*, 1 (2016): 189-200.
- [6] C. Huda dan D.W. Sutjahjo. “Analisis laju korosi material aluminium 5083

sebagai aplikasi bahan lambung kapal”, *JPTM*, 6 (2017): 17-24.

- [7] Salim. “Pencegahan korosi kapal dengan metode pengecatan”, *Majalah Ilmu BahariJogja*, 17 (2019): 91-97.
- [8] N. Ngatmin, H. Purwanto dan I. Riwayanti. “Analisis laji korosi pada plat baja lambung kapal dengan umpan anoda karbon alumunium”, *Momentum*, 15 (2019): 174-179.
- [9] R.A. Saputra, P.D. Setyawan, S. Sugiman dan A. Zainuri. “Perhitungan laju korosi dan perancangan sistem proteksi katodik anoda karbon di lambung kapal tugboat bontang 04 PT. Badak LG Bontang”, . *Dinamika Teknik Mesin*, 7 (2017): 87-91.
- [10] BKI. “*Regulator For The Corrosion And Coating System, Edition2004*”, Jakarta: Badan Klasifikasi Indonesia, 2004.