

# ANALISIS PERBAIKAN BERKESINAMBUNGAN PADA *MOORING BUOY* DIPERTAMINA FUEL TERMINAL LUWUK

Muh. Syaifullah. A

Departemen Teknik Kelautan, Universitas Hasanuddin

Email: muhsyaif01@gmail.com

## Abstrak

*Mooring buoy* merupakan salah satu struktur apung yang digunakan untuk menambatkan kapal (*vessel*) baik kapal pariwisata, kapal nelayan, kapal kargo hingga kapal pribadi pada saat berada di perairan laut dalam ataupun perairan laut dangkal. Buoy ini ditambatkan ke dasar laut dengan menggunakan rantai atau tali yang dikenal dengan *mooring*. *Mooring* ini memiliki tiga tipe tergantung dari bahan yang digunakan *mooring* tersebut yaitu, *mooring* dengan menggunakan rantai, *mooring* yang menggunakan tali, dan *mooring* yang menggunakan kombinasi kedua bahan yaitu rantai dan tali. Kerusakan yang sering terjadi secara umum pada *mooring buoy* adalah kerusakan peralatan, kerusakan akibat proses penambatan dan korosi. Namun, dari beberapa kerusakan yang sering terjadi pada *mooring buoy*, kerusakan yang sangat sulit terhindarkan yaitu korosi. Korosi adalah kerusakan karena sifat logam dengan proses elektrokimia yang biasanya berjalan lebih lambat. Contohnya adalah korosi oksida pada logam besi dengan pembentukan karat. Dalam penanganan kerusakan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perbaikan yang berkelanjutan. Salah satu metode perbaikannya yaitu dengan sistem proteksi katodik.

**Kata kunci :** *MooringBuoy*, Kerusakan, Korosi, Perbaikan.

## Abstract

*Mooring buoy* is one of the floating structures used to moor ships (*vessels*) both tourism ships, fishing boats, cargo ships to private ships when in deep sea waters or shallow sea waters. This buoy is tethered to the seabed using a chain or rope known as *mooring*. This *mooring* has three types depending on the material used by the *mooring*, namely, *mooring* using chains, *mooring* using ropes, and *mooring* using a combination of both materials, namely chains and ropes. Damage that often occurs in general on *mooring buoys* is equipment damage, damage due to the *mooring* process and corrosion. However, of the several damages that often occur on *mooring buoys*, the damage that is very difficult to avoid is corrosion. Corrosion is damage due to the nature of metals by electrochemical processes that usually run more slowly. An example is oxide corrosion in ferrous metals with the formation of rust. In handling damage that can be done is by making continuous repairs. One of the repair methods is the cathodic protection system.

**Keywords:** *Mooring Buoy*, Damage, Corrosion, Repair.

## PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi saat ini seiring dengan peningkatan populasi mengakibatkan meningkatnya penggunaan akan hidrokarbon sebagai bahan baku penghasil energi. Karena eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon khususnya di daerah laut dangkal semakin rendah, maka eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon mengarah ke laut dalam. Dengan beralihnya eksplorasi dan eksploitasi dilaut dalam, maka diperlukan teknologi yang mampu dalam membantu proses eksplorasi dan eksploitasi hidrokarbon dengan baik pada kondisi laut dalam. Salah satu teknologi yang dikembangkan dan telah digunakan adalah struktur terapung (*floating structure*). Di samping kemampuan *floating structure* membantu untuk eksplorasi hidrokarbon dilaut dalam, struktur tersebut dinilai lebih ekonomis daripada struktur terpancang karena tidak perlu membuat struktur baru dan dapat dimanfaatkan kembali ketika telah selesai eksplorasi. Salah satu struktur terapung yang digunakan sebagai tempat tertambat dalam proses pengisian dan transfer fluida adalah *Mooring Buoy* [1].

Struktur bangunan laut seperti *Mooring Buoy* yang beroperasi tidak dapat terhindar dari proses korosi. Sehingga, manajemen perawatan pada suatu struktur bangunan laut sangatlah penting karena biaya pembangunan dari struktur tersebut mahal. Dilihat dari segi konstruksinya, bagian yang rentan terdampak korosi adalah area yang terkena air laut seperti pada konstruksi bagian *hull*. Korosi pada pelat dapat mengakibatkan menurunnya kekuatan dan umur pakai suatu bangunan laut.

Pertamina Fuel Terminal (PFT) Luwuk merupakan Terminal Bahan Bakar Minyak (TBBM) yang termasuk dalam wilayah operasi PT. Pertamina (Persero) Marketing Operation Region (MOR) VII Sulawesi. Dalam menunjang proses distribusi agar tetap berjalan lebih baik perlu didukung dengan sarana dan fasilitas yang memadai salah satunya adalah *mooring buoy* sebagai sarana tambat dalam proses loading dan *unloading* muatan kapal. *Mooring buoy* yang



beroperasi tentunya akan mengalami proses korosi. Akibatnya akan terjadi penurunan ketebalan pelat baja dan efektivitas kerja.

## METODE PENELITIAN

### MOORING BUOY

Kebutuhan akan minyak dan gas tiap tahunnya semakin meningkat. Hal ini menjadikan perkembangan dalam dunia minyak dan gas menjadi sorotan lebih saat ini mengacu pada teknologi dan eksplorasi minyak bumi. Namun beberapa akibat dari kegiatan eksplorasi tersebut menyebabkan kecelakaan kerja seperti terjadinya oilspill (minyak tumpah) di laut pada saat proses pengisian dan transfer hasil minyak bumi. Hal tersebut disebabkan karena sistem tambat yang tidak mumpuni menahan gaya yang diberikan oleh kapal tanker atau Floating Production, Storage & Offloading (FPSO). Sistem tambat pada kapal haruslah sesuai standar yaitu disesuaikan dengan besarnya DWT kapal yang akan bertambat.



Gambar 1. Mooring Buoy

*Mooring buoy* merupakan salah satu struktur apung yang digunakan untuk menambatkan kapal (*vessel*) baik kapal pariwisata, kapal nelayan, kapal kargo hingga kapal pribadi pada saat berada di perairan laut dalam ataupun perairan laut dangkal. *Buoy* ini ditambatkan ke dasar laut dengan menggunakan rantai atau tali yang dikenal dengan *mooring*. *Mooring* ini memiliki tiga tipe tergantung dari bahan yang digunakan *mooring* tersebut yaitu, *mooring* dengan menggunakan rantai, *mooring* yang menggunakan tali, dan *mooring* yang menggunakan kombinasi kedua bahan yaitu rantai dan tali.

### Kerusakan yang Sering Terjadi pada *Mooring Buoy*

Kerusakan yang terjadi secara umum pada *mooring buoy* dan dapat mengurangi efektivitas *mooring buoy* antara lain:

#### 1. Kerusakan Peralatan

Kerusakan peralatan yaitu rusaknya atau tidak berfungsinya komponen *mooring buoy* dengan baik sehingga tidak dapat beroperasi sesuai yang direncanakan. Kerusakan peralatan pada *mooring buoy* dapat mengakibatkan *oil spill* (minyak tumpah) pada proses pengisian dan transfer minyak bumi. Sehingga perlu dilakukan inspeksi secara berkala pada bagian-bagian penting *mooring buoy*.

#### 2. Kerusakan Akibat Proses Penambatan

Kerusakan pada proses penambatan dapat terjadi apabila badan kapal dengan kuat menabrak fasilitas *mooring buoy*. Sehingga badan pelat pada *mooring buoy* mengalami kerusakan dan perlu di reparasi. Hal ini disebabkan karena *mooring buoy* yang tidak dilengkapi dengan rubber fender sehingga badan kapal terbentur dengan *body mooring buoy* itu sendiri.

#### 3. Korosi dari Lingkungan

Korosi ini terjadi akibat adanya proses oksidasi pada permukaan pelat bajadengan udara. Korosi terjadi jika cat pelindung bagian luar permukaan pelat bajamulai rusak. Manajemen perawatan sangat dibutuhkan pada bagian yang mudah terkorosi dengan memberikan lapisan pelindung anti korosi dan anti *fouling* pada permukaan *mooring buoy* sesuai dengan aturan-aturan mengenai pengecatan yang berlaku. Kemudian selanjutnya ditambahkan proteksi katodikagar dapat memperlambat laju korosi pada pelat.

#### Korosi

Korosi adalah kerusakan karena sifat logam dengan proses elektrokimia yang biasanya berjalan lebih lambat.



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

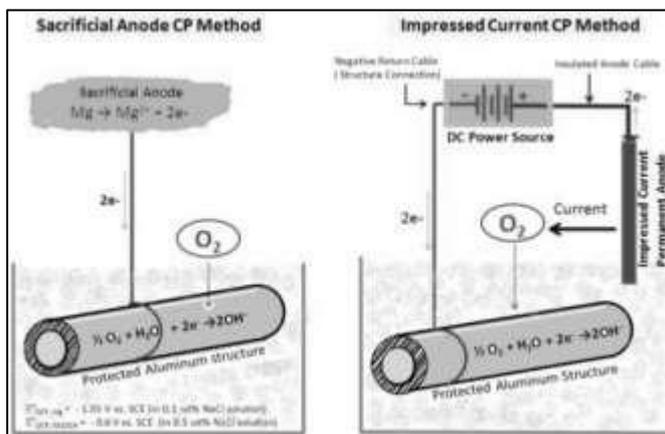
Contohnya adalah korosi oksida pada logam besi dengan pembentukan karat. Korosi mengakibatkan kerusakan material pada permukaan pelat baja dengan demikian korosi sangat merugikan dan dapat mengakibatkan kegagalan suatu struktur. Korosi juga didefinisikan sebagai penurunan kualitas logam akibat reaksi elektrokimia dengan lingkungannya.

**Sistem Proteksi**

Proteksi adalah sebuah penanganan guna melindungi suatu benda dari hal yang dapat merusak sehingga benda tersebut tidak dapat berfungsi secara optimal. Dalam hal ini proteksi pada dunia industri sangat dibutuhkan karena memiliki fungsi untuk melindungi suatu struktur, salah satu proteksi yang digunakan adalah proteksi katodik untuk melindungi struktur dari korosi. Proteksi katodik adalah sebuah metode yang digunakan untuk melindungi logam dari korosi. Teknik yang digunakan pada sistem ini dalam pengendalian korosi yaitu dengan menjadikan permukaan logam tersebut sebagai katoda dari sel volta. Sistem proteksi katodik biasanya digunakan untuk melindungi baja, jalur pipa, tangki, tiang pancang, hull kapal dll.

**Proteksi Katodik**

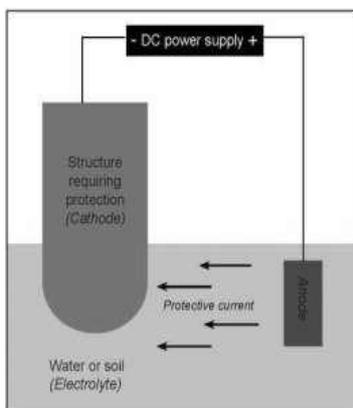
Proteksi katodik adalah pada dasarnya menghilangkan perbedaan potensial. Pada daerah terkorosi yang terjadi yaitu arus listrik keluar dari logam dan daerah yang tidak terkorosi terjadi arus listrik yang masuk ke logam. Proteksi katodik dapat dilakukan dengan dua cara yaitu SACP (*Sacrificial Anode Cathodic Protection*) dan ICCP (*Impressed Current Cathodic Protection*). Proteksi katodik dengan menggunakan anoda korban terjadi saat logam dihubungkan dengan logam yang lebih reaktif (anoda). Hubungan ini mengarah pada sebuah rangkaian alvanic. Untuk memindahkan korosi secara efektif dari struktur logam, material anoda harus mempunyai beda potensial cukup besar untuk menghasilkan arus listrik



Gambar 2. Cathodic Protection (CP) Methods

**Dasar-Dasar Perlindungan Katodik**

Struktur baja karbon yang terpapar ke perairan alami umumnya menimbulkan korosi pada tingkat yang sangat tinggi kecuali jika langkah-langkah pencegahan diambil. Korosi dapat dikurangi atau dicegah dengan memberikan arus searah melalui elektrolit ke struktur. Metode ini disebut dengan perlindungan katodik seperti pada gambar berikut.



Gambar 3. Perlindungan Katodik

**Perhitungan Laju Korosi**

Untuk mengetahui laju korosi sebuah pelat baja maka hal yang perlu diperhitungkan adalah luas relatif dari



copyright is published under [Lisensi Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

anoda dan katoda, karena jika anoda telah habis terkorosi maka katoda pun akan segera ikut terkorosi. Jadi laju korosi anoda harus diperhitungkan dengan mempertimbangkan waktu pengganti anoda. Parameter untuk menghitung laju korosi adalah keluaran arus [2][3] persatuan luas permukaan terbuka yang juga disebut laju pengausan. Juga dinyatakan dengan laju hilangnya logam dalam satuan volume maupun satuan masa pertahun dalam luas permukaan. Dalam perlindungan korosi dengan metode anoda korban ini, laju korosi dapat dinyatakan sebagai berikut:

Dimana:

CR = Laju korosi (mm/th)

m =  $\Delta m$  = Selisih massa awalan dan massa akhir (gram)

A = Luas pelat mooring buoy yang tercelup (cm<sup>2</sup>) K = Konstanta =  $8,76 \times 10^4$  T = Umur proteksi (jam)

p = massa jenis pelat baja = 7,85 (gram/cm<sup>3</sup>)

Adapun untuk menghitung massa kebutuhan anoda korban digunakan persamaan seperti berikut:

$$\frac{m}{\mu \times s} = \frac{I_c \times T \times 8760}{\epsilon}$$

Dimana:

M = massa anoda korban paduan seng (kg)

I<sub>c</sub> = Kebutuhan arus proteksi (Ampere)

T = Umur proteksi (tahun),

$\epsilon$  = Efisiensi elektrokimia (Ah/kg),  $\epsilon = 780$ , paduan seng

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Perhitungan Laju Korosi

Data hasil observasi lapangan pada *mooring buoy* Pertamina Fuel Terminal Luwuk, yang telah disusun di atas selanjutnya dilakukan perhitungan Laju Korosi pelat pada mooring buoy dengan menggunakan persamaan (1). Penurunan massa pelat *mooring buoy* setelah lima tahun berada di perairan, dapat dilihat berikut ini.

#### Massa Awal Perbagian *Mooring Buoy*

$$\begin{aligned} \text{Massa awal } W_0 \text{ Bottom} &= \rho \times v \\ &= 7,850 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times p\right) \\ &= 7,850 \times \left(\frac{1}{4} \times 3,142 \times 130 \times 1,200\right) \\ &= 124.970 \text{ gram} = 124,970 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Awal Bottom Swim Lambung Bawah} &= \rho \times v \\ &= (7,850 \times (t \times p \times l)) \\ &= 7,850 \times (1,200 \times 1004,800 \times 130) \\ &= 1.230.478 \text{ gram} = 1230,478 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Awal Lambung } Topside &= \rho \times v \\ &= (7,850 \times (t \times p \times l)) \\ &= 7,850 \times (1,200 \times 1004,800 \times 148) \\ &= 1400,851 \text{ gram} = 1400,851 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Awal } Main Deck &= \rho \times v \\ &= 7,850 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times p\right) \\ &= 7,805 \times \left(\frac{1}{4} \times 3,142 \times 160 \times 160 \times 1\right) \\ &= 631.014 \text{ gram} = 631,014 \text{ Kg} \end{aligned}$$

#### Massa Akhir Perbagian *Mooring Buoy*

$$\begin{aligned} \text{Massa Akhir } Bottom &= \rho \times v \\ &= 7,850 \times \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times p\right) \\ &= 7,850 \times \left(\frac{1}{4} \times 3,142 \times 130 \times 0,670\right) \\ &= 69.775 \text{ gram} = 69,775 \text{ Kg} \\ \text{Massa Akhir Bottom Swim Lambung Bawah} &= \rho \times v \\ &= (7,850 \times (t \times p \times l)) \end{aligned}$$



$$=7,850 \times (0,700 \times 1004,800 \times 130)$$
$$=717.778 \text{ gram} = 717,778 \text{ Kg}$$

Massa Akhir Lambung *Topside*  $=\rho \times v$

$$=(7,850 \times (t \times p \times l))$$
$$=7,850 \times (0,680 \times 1004,800 \times 148)$$
$$=793.816 \text{ gram} = 793,816 \text{ Kg}$$

Massa Akhir *Main Deck*  $=\rho \times v$

$$=7,850 \times (\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times p)$$
$$=7,850 \times (\frac{1}{4} \times 3,142 \times 320 \times 0,690)$$
$$=435.399 \text{ gram} = 435,399 \text{ Kg}$$

## KESIMPULAN DAN SARAN

### KESIMPULAN

Dengan berbagai kerusakan yang terjadi tentunya akan menjadi tantangan tersendiri bagi perancang bangunan lepas pantai. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan suatu proses kerja dalam suatu perusahaan dibutuhkan pengamatan yang baik dalam mengontrol fasilitas – fasilitas yang ada. Korosi merupakan permasalahan yang sangat sulit terhindarkan di lingkungan laut. Dengan itu dibutuhkan sebuah perbaikan yang berkelanjutan dalam mengangai korosi pada *Mooring Buoy*.

### SARAN

Perlu dilakukan analisis yang lebih detail dalam menangani korosi, sehingga segala persiapan untuk perbaikan dapat dilakukan secepatnya. Perlu dilakukan pendataan waktu terjadi korosi sebelumnya, sehingga dilakukan persiapan untuk melakukan perbaikan, agar proses pengerjaan suatu perusahaan efisien.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mauliani, D.R., 2015. Analisa Kekuatan Struktur Global Buoy pada Single Point Mooring FSO Arco Ardjuna. Tugas Akhir.
- [2] W. Widianingrum, J. Sade, dan H. Palippui, “Analisis Peletakan dan Kebutuhan Proteksi Katodik Pada Mooring Buoy di Pertamina Fuel Terminal Luwuk”, *zonalaut*, vol. 2, no. 2, hlm. 18-25, Jul 2021.
- [3] N. A. Nur Rahmat, W. Wahyuddin, dan H. Palippui, “Analisis Risiko Pembangunan Kapal Menggunakan Teknik Matriks Konsekuensi-Probabilitas”, *zonalaut*, vol. 2, no. 3, hlm. 1-6, Nov 2021.
- [4] I. Ismail, D. Paroka, dan M. Z. M. Alie, “ANALISIS KEKUATAN ANCHOR CROWN SHACKLE PADA FPU MADURA STRAIT DENGAN VARIASI SUDUT MOORING LINE”, *SENSISTEK*, vol. 4, no. 1, hlm. 37-43, Nov 2021.
- [5] M. F. Arsy, “Kebijakan Maritim Dalam Menunjang Keselamatan Dan Keamanan Transportasi Laut”, *Sensistek*, Vol. 4, No. 1, Hlm. 62-65, Nov 2021.
- [6] F. Mahmuddin, S. Klara, M. U. Pawara, Dan A. Y. Akhir, “Studi Performa Vertical-Axis Wind Turbine (Vawt) Sebagai Pembangkit Energi Listrik Pada Floating Platform”, *Sensistek*, Vol. 2, No. 1, Hlm. 8-16, Okt 2019.
- [7] F. Mahfud Assidiq, “Prediksi Performa Floating Offshore Wind Turbine Tipe Barge Floater Pasca Kegagalan Mooring Line”, *Sensistek*, Vol. 1, No. 1, Hlm. 73-80, Sep 2018.