

ANALISA PERAWATAN LAMBUNG *SINGLE MOORING BUOY* (SBM) SEBAGAI SARANA PENUNJANG ALUR PELAYARAN TRANSPORTASI LAUT

Budi Utomo¹, Samuel Febriary Khristyson¹, Andika Pratama Pasaribu¹

¹ Program Studi DIII Teknologi Perancangan dan Konstruksi Kapal, Departemen Teknologi Industri, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Soedarto, SH, Kampus Undip Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

Email: budiutomo_undip@yahoo.com², samuelfebriaryk@gmail.com¹, andikapratama0852@gmail.com³

Abstrak

Single mooring buoy (SMB) adalah fasilitas yang memiliki dimensi dalam bidang horizontal kecil di mana kapal ukuran besar ditambatkan dan memungkinkan kapal berputar 360^o di sekitar titik penambatannya. Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa banyak UKM terletak di lokasi lepas pantai. Sebagai alat pendukung navigasi kapal, kualitas perawatan SBM sangat dibutuhkan, salah satunya adalah lambung SBM. Perlindungan terhadap korosi dalam SBM dengan metode pengecatan dan tahapan dalam pengecatan, karena hampir semua bahan penyusun SBM adalah logam, perlindungan tubuh SBM dari korosi oleh lapisan. Total area yang akan dicat ulang adalah 40,87 m², yang merupakan yang terbesar di area bawah SBM seluas 19,78 m². Kebutuhan cat untuk 1 lapisan sebanyak 5 liter, setara dengan 1 kaleng ukuran 5 liter per lapisan.

Kata kunci: *Single Mooring Buoy*; Perbaikan; Recoating.

Abstract

The *Single mooring buoy* (SMB) is a facility that has dimensions in a small horizontal plane where a large size vessel is tethered and allows the vessel to rotate 360^o around its belay point. Thus, it can be said that many SMBs are located for offshore locations. As a supporting tool for ship navigation, the quality of SBM maintenance is needed, one of which is SBM hull painting. Protection against corrosion in SBM with the painting method and the stages in the painting, because almost all SBM constituent materials are metal, the protection of SBM bodies from corrosion by coating. The total area to be repainted is 40.87 m², which is the largest in the SBM bottom area of 19.78 m². Paint needs for 1 layer as much as 5 liters, equivalent to 1 can of size 5 liters per layer.

Keywords: *Single Mooring Buoy* ; Repair ; Recoating.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri migas terus berkembang mengacu pada perkembangan teknologi dan eksplorasi minyak bumi. Teknologi pengisian dan transfer hasil pengeboran minyak bumi menjadi hal yang sangat penting, guna mengurangi terdapatnya kecelakaan tumpahan minyak pada lautan. Dalam hal ini kapal tanker berperan besar dalam pendistribusian minyak bumi. Peran fasilitas yang ada di kilang minyak pun harus didukung dengan sistem tambat yang sesuai dengan besarnya DWT kapal[1]. Sistem tambat yang biasanya disebut dengan *Single point*

Mooring (SPM) atau *Single Mooring Buoy* (SBM) yang merupakan sistem tambat terpusat pada satu titik[2]. Konsep awal dari sistem ini adalah sebagai pengikat kapal agar tetap pada posisinya sehingga proses loading – unloading bisa berjalan dengan lancar[3].

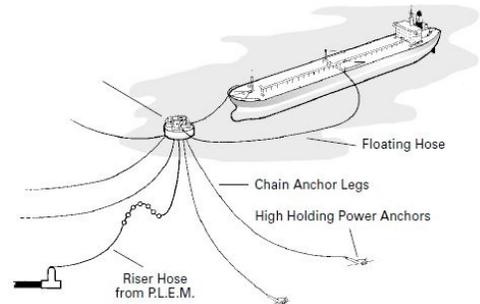
Sebagai alat penunjang sarana navigasi pelayaran kapal maka mutu dari pemeliharaan SBM sangat diperlukan salah satunya adalah pengecatan lambung SBM. Teknik pengecatan dan bahan cat yang tepat akan menghasilkan kualitas lambung SBM yang tahan terhadap korosi yang disebabkan oleh air laut dan udara, sehingga kelancaran peran SBM untuk menunjang sarana bantu navigasi pelayaran kapal berjalan baik [2]. Berikut adalah

gambaran pemasangan *Single Mooring Buoy* dalam kondisi berkarat dan tidak terlihat di tengah laut digantikan dengan SBM yang telah dilakukan reparasi pengecatan. lihat gambar 1.



Gambar 1 . Proses loading SBM

Terminal *SMB* adalah suatu fasilitas yang memiliki dimensi pada bidang horisontal yang kecil dimana kapal dengan ukuran yang besar ditambatkan dan memungkinkan kapal tersebut untuk berputar 360° mengelilingi titik penambatannya [3]. Dengan demikian dapat dikatakan SMB banyak ditempatkan untuk lokasi lepas pantai, sehingga saat ini sistem SBM yang paling banyak *SBM offshore System*, digunakan untuk terminal lepas pantai. Keuntungan dari sistem ini adalah kapal dapat dirubah posisinya dengan relatif mudah. Sistem ini memiliki prinsip bahwa kapal harus berada searah terhadap arah gelombang. Tali tambat dapat ditambahkan di ujung lain dari kapal, untuk tetap dalam posisi yang benar. Kerugiannya adalah jangkar pada ujung kapal dapat berpindah posisi akibat gerakan kapal, sehingga jangkar harus dipindahkan ke posisi semula [1]. Sistem SBM ini bisa dilihat dari gambar 2 berikut ini.



Gambar 2.Sistem SBM

Perlindungan terhadap korosi pada SBM dengan metode pengecatan serta tahap-tahap dalam pengecatan tersebut, karena hampir semua material penyusun SBM adalah logam maka perlindungan badan SBM dari korosi dengan cara pengecatan (*coating*). Agar hasil pengecatan memenuhi syarat-syarat yang telah ditentukan, maka harus sesuai prosedur pengecatan yang telah ditentukan. Untuk itu, sebelum memulai pekerjaan reparasi pengecatan perlu mengetahui tentang teknik-teknik pengecatan serta berbagai macam persiapan yang harus dilakukan sebelum dilaksanakan proses pengecatan badan SBM[4].

Mengingat daerah kerja kapal adalah di laut maka sifat logam reaktif terhadap korosi. Pengecatan badan SBM berguna untuk melindungi kulit SBM dari proses pengkaratan dan juga menempelnya binatang laut, karena hampir semua material penyusun adalah berasal dari logam pelat baja. Mengingat daerah kerja SBM adalah di laut maka sifat logam pelat baja reaktif terhadap korosi. Sebelum melakukan pengerjaan pengecatan terlebih dahulu material yang akan dicat harus bersih dari kotoran-kotoran hewan laut maupun sisa-sisa kandungan garam laut yang masih tertempel. maka proses pembersihan dari kotoran tersebut harus benar-benar bersih. Sebelum mulai pengecatan maka SBM dibersihkan terlebih dahulu dengan cara di *scrap* serta cuci air tawar tujuan menghilangkan kotoran-kotoran yang menempel pada lambung SBM dan

menurunkan kadar garam pada kulit SBM. Peran SBM sebagai sarana penunjang alur pelayaran transportasi laut, maka dari itu sangat rentan terhadap kerusakan yang diakibatkan oleh air laut mengalami korosi dan lapuk maupun tumbuhan atau binatang laut yang menempel pada badan SBM yang tercelup air[5].

Adapun Korosi adalah peristiwa turunnya kemampuan material logam menerima beban, sebagai akibat terjadinya peristiwa oksidasi dengan lingkungan yang mengalami penipisan material dari konstruksi. Peristiwa korosi terjadi karena peristiwa alami reaksi elektro kimia, setiap logam yang memiliki laju korosinya masing-masing dan adanya lapisan pasif pada permukaan logam tersebut. Korosi dapat diartikan juga sebagai lapisan-lapisan hasil reaksi dari logam terhadap lingkungan yang mengelilinginya. Serta korosi dapat dikelompokkan ke dalam korosi basah dan korosi kering. Dimana korosi basah disebabkan oleh karena lingkungan yang mengelilinginya mengandung larutan atau pelarut yang memiliki sifat korosi. Direferensikan pada sebagian besar kejadian korosi pada temperatur lingkungan. Sedangkan korosi kering dihasilkan oleh reaksi kimia dari gas dalam temperatur tinggi. Salah satu metode yang paling banyak digunakan dalam menanggulangi korosi, pelapukan, maupun binatang dan tumbuhan laut yang terbukti efektif adalah pengecatan. Komponen utama dalam pengecatan ini yaitu cat. Cat merupakan suatu bahan kimia cair atau bahan pewarna kental yang terdiri dari bahan pelarut dan cat itu sendiri. Bahan pewarna dan bahan penunjang ditambah dengan beberapa bahan tambahan dalam jumlah tertentu, sesuai campuran dan takarannya[6].

Pencampuran berbagai jenis bahan baku dengan jumlah dan proporsi tertentu menjadi satu kesatuan, dengan pengawasan laboratorium produksi hingga menghasilkan suatu produk cat yang siap pakai[7]. Untuk

mendapatkan hasil pengecatan yang baik dan berkualitas maka pihak yang terkait dalam pengecatan perlu mengetahui dasar-dasar pengecatan baik teknis aplikasi maupun pengawasan sehingga perlakuan dan penanganan dapat dilakukan sedemikian rupa untuk memenuhi spesifikasi baik oleh aplikator pemilik inspektor atau konsultan sehingga selama proses pengecatan diharapkan dapat meningkatkan hasil kerja dan kualitas secara efisien[8].

Perlindungan pelat dari korosi dapat dilaksanakan dengan pengecatan, dimana pengecatan sesuai peraturan-peraturan pengecatan untuk bangunan laut. Sebelum diadakan pengecatan, persiapan memegang peranan penting terhadap hasil pengecatan[9]. Pelat yang akan dicat harus bersih dari karat-karat, dan kotoran akibat oksidasi lainnya dan sebelum pengecatan harus sesuai rencana kegiatan baik cara pengecatan maupun waktu pengeringan yang dibutuhkan harus diperhatikan, terutama yang harus diperhatikan adalah pada tempat-tempat pengelasan dan bekas-bekas pekerjaan yang mengandung minyak/*graise*.

Pelaksanaan pengecatan dapat dilakukan dengan menggunakan *roll*, kuas, ataupun menggunakan semprot. Macam-macam cat yang digunakan untuk mengecat SBM diantaranya:

- Untuk badan SBM bagian bawah sampai dengan batas garis air digunakan cat anti Korosi (AC). Cat AC berguna untuk melindungi badan bangunan laut dari proses pengkaratan[10].
- Selanjutnya diadakan pengecatan dengan cat anti *fouling* (AF) untuk mencegah menempelnya hewan dan tumbuhan laut[10].

2. METODE

Proses pengecatan ulang pada kajian penelitian ini telah dilakukan uji kelayakan untuk melakukan aplikasi sesuai dengan pengawas pengecatan, termasuk di dalamnya kondisi cuaca, kelembapan udara, dan temperatur ruangan [8]. Sehingga penulis lebih menitik beratkan pada metode dan aplikasi dalam pengecatan ulang SBM. Beberapa metode dan proses pengecatan yang perlu diketahui[11]:

- *Pre Inspection*
Pre inspection merupakan awal terhadap permukaan material yang akan di cat dengan tujuan agar diperoleh perekatan secara maksimal untuk proses pengecatan atau painting.
- *Surface Preparation*
Pekerjaan utama yang dilakukan pada tahap ini adalah blasting, dengan kegunaan utama menghilangkan kontaminasi atau pencemaran dari dasar menghapus rekat erat, bahan kimia, kotoran dsb serta berguna untuk menyiapkan permukaan dengan jalan menaikkan tingkat tekstur / profil dari permukaan sehingga pengecatan menjadi efektif, salah satu cara yang digunakan dengan *sandblasting*, hasil *sandblasting* seperti pada gambar 3.



Gambar 3. *Surface preparation*

- *Paint Preparation*
Paint preparation merupakan tahapan persiapan sebelum dilakukan *painting*, menyiapkan peralatan *painting* dan *painter*, proses *mixing* yaitu pencampuran cat.
- *Paint Application and Inspection*
Setelah proses pengecatan harus dilakukan pemeriksaan terhadap hasil pengecatan dilakukan oleh seorang *coating inspector*.

2.1 Cara-Cara Pengecatan

Pengecatan dengan menggunakan kuas atau *roll* (konvensional). Cara kerjanya dengan mengolesi badan SBM dengan kuas atau roll. Sedangkan cara kedua adalah pengecatan dengan menggunakan udara bertekanan atau bantuan kompressor. Cara kerjanya dengan kompressor diberi tekanan yang tinggi untuk menyemprotkan cat pada badan SBM.

Langkah sebelum pengecatan: Lambung SBM disemprot dengan air tawar, dilakukan penyekrapan, pengetokan, dan *sandblasting* selanjutnya dilakukan pengecatan, lihat gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Proses Pengecatan Bottop



Gambar 5. Proses pengecatan Top Side

2.2 Penggunaan Cat

Dalam pengecatan penggunaan cat berbeda-beda dikarenakan cat itu sendiri memiliki fungsi berbeda, penggunaan cat antara lain[12]:

- Cat *Primer* (P), yaitu cat dasar, merupakan lapisan pertama berlangsung pada permukaan pelat. Cara ini berfungsi untuk menutup pori-pori pelat dan sekaligus sebagai daya scrap atau lekat dengan lapisan berikutnya[13].
- Cat *Anti Corrosion* (AC), cat ini mempunyai sifat menahan oksidasi sehingga menahan korosi pada pelat. Biasanya digunakan pada lapisan kedua setelah cat primer.
- Cat *Anti Fouling* (AF), cat ini mempunyai sifat mengurangi daya tempel dan mematikan binatang laut, sehingga mengurangi banyaknya binatang laut yang menempel pada waktu berlabuh[14]. Cat ini dipergunakan pada bagian SBM pada antara alas sampai dengan garis air. Dimana pada bagian ini selalu tercelup air dan sangat mungkin ditempel binatang laut.
- Cat *Bituminious*, yaitu cat khusus untuk bagian jangkar dan rantai jangkar dikarenakan pada SBM terdapat jangkar dan concrete untuk menahan pergerakan SBM ketika mendapat beban tambatan dari kapal.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Menghitung kebutuhan cat

Dalam proses pengecatan ini, tentu sangat diperlukan untuk menghitung konsumsi atau jumlah cat yang harus digunakan pada proses pengecatan. Hal ini dimaksudkan agar kebutuhan cat dapat diperhitungkan dan tentu untuk menghitung besarnya biaya untuk memenuhi kebutuhan cat ini[15].

Sebelum dilakukan perhitungan terlebih dahulu ditentukan pembagian area pengecatan, pembagian area pengecatan dapat melihat pada gambar 8.

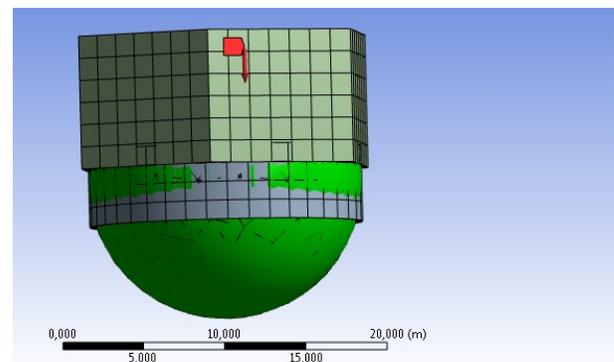


Gambar 8. Pembagian area pengecatan

Ukuran Utama SBM

- Diameter = 4,20 m
- Depth = 3,75 m
- Draft = 2,5 m
- Weight = 189 ton

Berdasarkan data tersebut dituangkan kedalam bentuk model 3D dengan bantuan *software* komputer sehingga dapat lebih akurat dalam menghitung luasan benda, lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9. Model SBM

Kebutuhan Cat pada SBM

a. Pengecatan pada daerah Bottom

Menggunakan pendekatan rumus luas kerucut, dimana luas permukaan bidang kerucut adalah.

$$\text{Luas} = \pi \cdot r \cdot s \tag{1}$$

Dimana:

$$\pi = 3,14$$

r = panjang jari-jari lingkaran

s = tinggi kerucut

b. Pengecatan pada daerah Bottop

Menggunakan pendekatan rumus luas tabung tanpa alas dan tutup atau bisa juga disebut luas persegi panjang, dimana luas bidang persegi panjang adalah.

$$\text{Luas} = p \times l \tag{2}$$

Dimana :

p = keliling diameter SBM

l = tinggi SBM dari bottom sampai dengan batas garis air

c. Pengecatan pada daerah Top Side

Menggunakan pendekatan rumus luas tabung tanpa alas dan tutup atau bisa juga disebut luas persegi panjang.

$$\text{Luas} = p \times l \tag{2}$$

Dimana :

p = Keliling diameter SBM

l = Tinggi SBM dari *bottop* sampai dengan pelat *deck* teratas

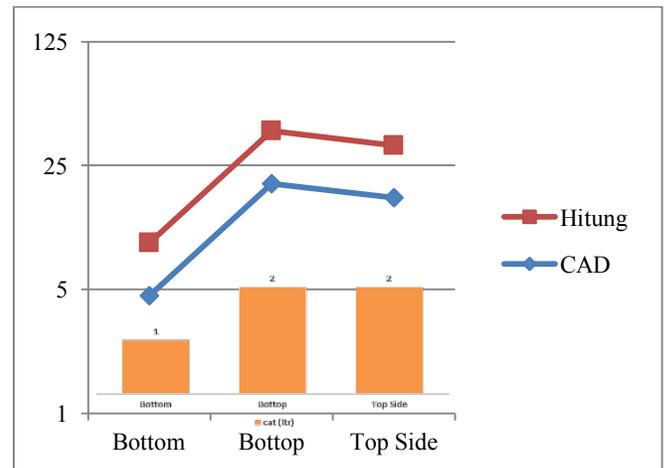
3.2 Analisa kebutuhan cat

Kebutuhan total cat pada daerah *bottom*, *bottop*, dan *top side* area hampir sama yaitu 10 m² untuk 1 liter cat. Perhitungan mengacu pada (1) dan (2) tersebut berikut ini adalah data hasil perhitungan, lihat tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan perencanaan kebutuhan cat

No	Bagian	Luas (m ²)		Cat (ltr)	Ket.
		Hitung	CAD		
1	Bottom	4,61	4,56	1	AC 2X; AF 1X
2	Bottop	19,78	19,23	2	AC 2X; AF 1 X
3	Top Side	16,48	15,89	2	AC 2 X
Total		40,87	39,68		

Dari tabel 1 tersebut dapat kita ketahui perbandingan perhitungan dengan menggunakan pendekatan teori dengan perhitungan *software* memiliki nilai selisih yang masih memenuhi batas dan sesuai dengan prakteknya aplikasi dilapangan nilainya 97 %. Penggunaan kebutuhan cat per liter menggunakan pembulatan ke atas untuk mengantisipasi kekurangan dan cat yang terbuang (*over spray*).



Gambar 10. Grafik perbandingan kebutuhan cat

Pada Gambar 10 diketahui pada perhitungan luasan dengan pendekatan rumus dengan bantuan *software* mengalami selisih yang cukup kecil dan cenderung sama yaitu bernilai pada bagian *bottom* 0,05 m², pada bagian *bottop* 0,55 m², dan pada bagian *top side* 0,59 m². Perbedaan tersebut terjadi karena pada pendekatan perhitungan dengan menggunakan

bantuan *software* sangat di pengaruhi dari bentuk desain model yang lebih presisi. Sedangkan untuk perhitungan dengan pendekatan rumus mencakup bentuk geometri secara global. Hal tersebut berpengaruh terhadap kebutuhan cat yang digunakan dengan mengabaikan faktor cat yang terbuang maka kebutuhan cat terbesar terdapat pada pengecatan bagian *bottom* dan *bottom* membutuhkan 2 liter untuk masing-masing bagian.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pemeliharaan SBM sebagai perannya dalam menunjang navigasi pelayaran kapal harus dilakukan secara berkala agar kapal dapat tetap beroperasi sesuai rute dan alur pelayarannya sehingga dapat memperlancar transportasi laut. Setelah dilakukan aplikasi pengecatan ulang pada lambung *single mooring buoy* (SBM) maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Proses dan metode pengecatan paling efektif adalah dengan bantuan kompresor/*spray* mengingat aplikasi berada di area pesisir laut, maka waktu pengeringan juga dipertimbangkan dalam hal ini.

Perhitungan kebutuhan cat pada aplikasi pengecatan ulang sangat tergantung dari perencanaan dan perhitungan luasan lambung SBM. Total luasan dengan pendekatan perhitungan menggunakan rumus sebesar 40,87 m² dimana jumlah tersebut yang terluas pada area *bottom* SBM sebesar 19,78 m². Kebutuhan cat untuk 1 lapis sebanyak 5 liter atau setara dengan 1 kaleng ukuran 5 liter per lapis.

Pengecatan primer Anti Korosi (AC) membutuhkan 2 kaleng kapasitas 5 liter, untuk Anti *Fouling* (AF) membutuhkan 1 kaleng kapasitas 5 liter. untuk campuran *Thiner* menyesuaikan dengan perbandingan sesuai spesifikasi cat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kami ucapkan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Withamana, I. Jaya, and T. Hestirianoto, "Rancang Bangun Instrumen Sistem Buoy Menggunakan A-Wsn Protokol Zigbee Untuk Pengamatan Ekosistem Pesisir (Development of Buoy System Instrument using A-WSN ZigBee Protocol for Coastal Ecosystem Monitoring)," *ILMU Kelaut. Indones. J. Mar. Sci.*, vol. 18, no. 4, pp. 179–185, Dec. 2013.
- [2] J. M. Chauvin and E. Bonjour, "Refrigerated Lpg Loading/Unloading System Using A Calm Buoy.," in *Gastech, Gastech LNG/LPG Conference*, 1985, pp. 341–349.
- [3] J. Kim, H. J. Koh, I. H. Cho, M. H. Kim, and H. M. Kweon, "Experimental study of wave energy extraction by a dual-buoy heaving system," *Int. J. Nav. Archit. Ocean Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 25–34, Jan. 2017.
- [4] M. Kang, J. W. Lee, and Y. T. Kang, "Reduction of liquid pumping power by nanoscale surface coating," *Int. J. Refrig.*, vol. 71, pp. 8–17, Nov. 2016.
- [5] A. López-Ortega *et al.*, "Development of a superhydrophobic and bactericide organic topcoat to be applied on thermally sprayed aluminum coatings in offshore submerged components," *Prog. Org. Coatings*, vol. 137, p. 105376, Dec. 2019.
- [6] L. Al-Naamani, S. Dobretsov, J. Dutta, and J. G. Burgess, "Chitosan-zinc oxide

- nanocomposite coatings for the prevention of marine biofouling,” *Chemosphere*, vol. 168, pp. 408–417, Feb. 2017.
- [7] M. Gomez-Mares, A. Tugnoli, G. Landucci, F. Barontini, and V. Cozzani, “Behavior of intumescent epoxy resins in fireproofing applications,” *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 97, pp. 99–108, Sep. 2012.
- [8] F. Fan, Z. Xia, Q. Li, and Z. Li, “Effects of inorganic fillers on the shear viscosity and fire retardant performance of waterborne intumescent coatings,” *Prog. Org. Coatings*, vol. 76, no. 5, pp. 844–851, May 2013.
- [9] M. C. Yew, M. K. Yew, L. H. Saw, T. C. Ng, R. Durairaj, and J. H. Beh, “Influences of nano bio-filler on the fire-resistive and mechanical properties of water-based intumescent coatings,” *Prog. Org. Coatings*, vol. 124, pp. 33–40, Nov. 2018.
- [10] R. Kazarinov, K. Kowalczyk, J. Łopiński, B. Schmidt, and J. Rokicka, “An intumescent coating system modified with waste poly(ethylene terephthalate) as a substitute for dipentaerythritol,” *Prog. Org. Coatings*, vol. 125, pp. 481–488, Dec. 2018.
- [11] B. Utomo, S. Sugeng, S. Sulaiman, and A. Windyandari, “Aplikasi Teknik Pembersihan Plat Baja Karbon Pada Lambung Kapal Dengan Metode Sandblasting,” *J. Pengabd. Vokasi*, vol. 1, no. 2, pp. 79–82, Nov. 2019.
- [12] Z. Ariany, “Kajian Reparasi Pengecatan Pada Lambung Kapal (Studi Kasus Km. Kirana 3),” *Teknik*, vol. 35, no. 1, pp. 27–32, Oct. 2014.
- [13] G. Wang, A.-K. Lee, L. Ivanov, T. J. Lynch, C. Serratella, and R. Basu, “A statistical investigation of time-variant hull girder strength of aging ships and coating life,” *Mar. Struct.*, vol. 21, no. 2–3, pp. 240–256, Apr. 2008.
- [14] R. J. Asaro, B. Lattimer, C. Mealy, and G. Steele, “Thermo-physical performance of a fire protective coating for naval ship structures,” *Compos. Part A Appl. Sci. Manuf.*, vol. 40, no. 1, pp. 11–18, Jan. 2009.
- [15] E. Wäckelgård and H. Svedung, “Optical characterization and modelling of paint top-coatings for low-emittance applications,” *Infrared Phys. Technol.*, vol. 78, pp. 275–281, Sep. 2016.