

# Optimalisasi Fasilitas Listrik Dermaga dan Peningkatan Keandalan *Auxiliary Engine* Kapal terhadap Efisiensi Biaya Operasional Kapal di Pelabuhan Tanjung Emas

Prasongko<sup>1</sup>, Aditya M. Dewi<sup>2</sup>, Muhammad A. L. Pambudi<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>Politeknik Bumi Akpelni, Semarang

[tiara@akpelni.ac.id](mailto:tiara@akpelni.ac.id)

Diterima 28 Maret 2023, direvisi 1 Agustus 2023, diterbitkan 30 September 2023

## Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi biaya operasional kapal yang diperoleh dengan penggunaan fasilitas listrik dermaga yang digunakan sebagai pengganti penggunaan *Auxiliary Engine* (mesin bantu) yang menggunakan Bahan Bakar Minyak. Metode penelitian yang digunakan metode *mixed method* (kombinasi kualitatif dan kuantitatif). Teknik analisis yang digunakan adalah *Cost Benefit Analysis* (CBA) dengan membandingkan penggunaan bahan bakar minyak dan *shore connection*. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan *shore connection* dapat menurunkan biaya operasional kapal sebesar Rp. 6.016.349.488 / tahun dalam efisiensi penggunaan biaya bahan bakar, sedangkan tentang keandalan *Auxiliary Engine* (AE) didapatkan efisiensi hingga Rp. 1.903.000.000/ tahun. Karena setelah penggunaan *shore connection* sebagai pengganti penggunaan AE yang menggunakan BBM, maka tidak adanya kerusakan AE, sehingga dapat mengurangi biaya perbaikan kapal. Adanya penggunaan fasilitas listrik melalui *shore connection* juga dapat mendukung tercapainya program pemerintah yaitu *Go Green Port (Environmental Friendly)* melalui adanya pengurangan pencemaran udara oleh gas buang cerobong kapal sebagai implementasi dari MARPOL Annex VI dan melaksanakan regulasi permenhub nomor 29 tahun 2014 pasal 37 tentang pencegahan pencemaran lingkungan maritim. Akan tetapi adanya kekurangan dari penggunaan *shore connection* ini adalah diperlukan biaya investasi pemasangan instalasi *cable connection* di kapal yang cukup besar dan adanya kenaikan besaran biaya pemakaian listrik yang berbanding lurus dengan kenaikan tarif listrik pemerintah setiap tahunnya.

**Kata kunci:** *Shore connection, auxiliary engine, cost benefit analysis*

## Abstract

*This research aims to analyze the efficiency of ship operational costs obtained by using dock electricity facilities, which are used as a substitute for using Auxiliary Engines (auxiliary engines), which use fuel oil. The research method used was a mixed method (a combination of qualitative and quantitative). The analysis technique used is cost-benefit analysis (CBA) by comparing fuel oil and shore connections. The analysis results show that using shore connections can reduce ship operational costs by IDR. 6,016,349,488 / year in terms of efficient use of fuel costs, while regarding the reliability of the Auxiliary Engine (AE), the efficiency is up to Rp. 1,903,000,000/ year. After using a shore connection as a substitute for AE, which uses fuel, there will be no damage to the AE, and it can reduce ship repair costs. The use of electricity facilities via shore connection can also support the achievement of the government program, namely Go Green Port (Environmental Friendly), by reducing air pollution from ship exhaust gases as an implementation of MARPOL Annex VI and implementing Permenhub regulation number 29 of 2014 article 37 concerning pollution prevention maritime environment. However, the disadvantages of using shore connections are that the investment costs required for installing cable connections on ships are quite large, and there is an increase in the cost of electricity usage, which is directly proportional to the increase in government electricity rates every year.*

**Keywords:** *Shore connection, auxiliary engine, cost benefit analysis*

## Pendahuluan

Harga bahan bakar minyak yang fluktuatif dari tahun ke tahun menjadi permasalahan utama di bidang industri transportasi. Industri pelayaran merupakan kontribusi terbesar dalam pemanfaatan bahan bakar minyak yaitu Bio Solar, terlebih semakin banyak jumlah kapal di Indonesia akan berbanding lurus dengan besarnya pemakaian bahan bakar minyak tersebut. Oleh karena hal tersebut perusahaan-perusahaan industri transportasi, khususnya industri pelayaran akan berlomba-lomba dalam penghematan dalam hal penggunaan bahan bakar minyak atau mencari alternatif-alternatif lain agar konsumsi bahan bakar minyak dapat berkurang.

Berdasarkan dari hasil penelitian sebelumnya [1] tentang Analisis teknis Penggunaan *Shore Connection* yang mengkaji mengenai perbandingan pengeluaran dalam rupiah untuk energi total yang dikonsumsi ketika semua peralatan bongkar muat armada kapal PT. Pupuk Indonesia Logistik saat terhubung dengan *Auxiliary Engine* sebagai penyalur energi dengan penggunaan shore connection di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Dan yang menjadi objek penelitian yaitu standar kelayakan dari beberapa komponen listrik yang terpasang, seperti Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL), Kapasitas Hantar Arus (KHA) konduktor, dan transformator. Sistem *Shore To Ship* yaitu *supply* listrik alternatif di Pelabuhan yang merupakan salah satu cara yang efisien untuk membatasi dampak negatif dari kapal terhadap lingkungan melalui pasokan listrik dari pembangkit listrik setempat, yang memungkinkan untuk mematikan sistem pembangkit tenaga laut dari kapal yang akan menghasilkan penghapusan emisi pada waktu sandar kapal di Pelabuhan melalui penurunan kebisingan dan getaran [2]. Studi kasus terhadap permasalahan ini membahas masalah umum yang berkaitan dengan voltase dan frekuensi nominal umum untuk kapal yang singgah di Pelabuhan Eropa dan perkiraan kebutuhan dayanya, selain itu studi kasus kapal feri yang sedang menjalani perkuatan untuk sambungan pantai disajikan dan beberapa rincian mengenai solusi teknis dan keuntungan lingkungan. Lalu menurut [3] tentang *Hoteling Cruise Ship's Power Requirements for High Voltage Shore Connection Installations*. Dalam penelitian ini model penilaian diterapkan didermaga kapal pesiar Barcelona terkait kurva permintaan daya harian dan studi polusi udara

disituasi paling ramai dipelabuhan yang memfokuskan persyaratan untuk pelabuhan kapal pesiar dan terminalnya dengan memperkirakan parameter desain seperti frekuensi, tegangan dan daya untuk sambungan pantai tegangan tinggi. Menurut [4] kegiatan pelayaran sebagai salah satu pengguna energi menghasilkan polusi udara dan GRK emisi. Sumber utama emisi tersebut adalah bahan bakar fosil yang digunakan dalam berbagai kegiatan dalam kehidupan manusia dan salah satunya adalah untuk transportasi, termasuk kegiatan pelayaran. Salah satu dari potensi aksi mitigasi yang dapat mengurangi emisi tersebut adalah dengan memanfaatkan shore connection di Pelabuhan. Dengan menggunakan shore connection yang digunakan di Pelabuhan BJTI dapat mengurangi hingga 24.55% CO<sub>2</sub>, udara polusi 99.3% SO<sub>2</sub>, dan efisiensi biaya bahan bakar sebesar 79.82% [5]. Menurut [6], keandalan (reliability) merupakan kemampuan memberikan pelayanan yang dijanjikan dengan segera, akurat dan memuaskan. *Shore connection* merupakan fasilitas listrik dermaga yang memiliki fungsi sebagai penyuplai daya pengganti listrik dikapal yang bersumber dari *Auxiliary Engine* (mesin bantu) saat kapal melaksanakan bongkar muat di pelabuhan. Penggunaan shore connection dengan cara mematikan *Auxiliary Engine* di kapal sehingga semua daya listrik yang diperlukan, disupply dari dermaga. Sistem *Shore Connection* secara umum dijelaskan pada [7] IEC PAS 80005-3 Tahun 2014. Untuk mengetahui tingkat keandalan sebuah mesin, maka perlu mengetahui beberapa faktor yang harus diperhatikan, yaitu :

1. MTBF (*Mean Time Between Failure*) Merupakan waktu rata-rata antara kegagalan yang dapat diperbaiki dari produk teknologi.
2. MTTR (*Mean Time to Repair*) Merupakan waktu rata-rata yang diperlukan untuk memperbaiki sistem. MTTR sendiri dapat dibagi menjadi 3 (tiga) yaitu waktu rata-rata yang diperlukan untuk pulih dari kegagalan produk atau sistem, *Mean Time to Resolve* yaitu waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyelesaikan kegagalan sepenuhnya Dan *Mean Time To Respond* yaitu waktu rata-rata yang diperlukan untuk pulih dari kegagalan produk atau sistem sejak pertama kali diberitahu tentang kegagalan karena tidak termasuk jeda waktu dalam sistem peringatan.
3. MTTF (*Mean Time to Failure*) Menurut [8] menyatakan bahwa biaya operasional adalah

biaya operasional adalah biaya yang menunjukkan sejauh mana efisiensi pengelolaan usaha.

Dalam meningkatkan efisiensi biaya operasional kapal juga dilakukan oleh PT. Pupuk Indonesia Logistik (PILOG) yang merupakan salah satu anak perusahaan dari PT. Pupuk Indonesia (Persero) yang bergerak dalam bidang pelayaran dan jasa angkutan laut, baik untuk pupuk subsidi dan non subsidi, angkutan gas/amoniak untuk memenuhi penugasan dari Pemerintah kepada PT. Pupuk Indonesia (Persero) dalam pemenuhan distribusi pupuk bersubsidi didalam negeri. PT. Pupuk Indonesia Logistik memiliki 5 (lima) *core* bisnis yaitu jasa transportasi laut, jasa transportasi darat, jasa pergudangan, jasa pengantaran, dan jasa keagenan. Sedangkan jumlah armada kapal yang dimiliki adalah 9 (sembilan) kapal, antara lain 6 (enam) kapal berjenis Urea Bulk Carrier yaitu KM. Abusamah, KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, KM. Ibrahim Zahier, KM. Julianto Moelidhardjo, KM. Pusri Indonesia, KM. Soemantri Brodjonegoro, 2 (dua) kapal jenis LPG/Ammonia Carrier, yaitu MT. Salmon Mustafa, MT. Sultan Mahmud Badaruddin II dan 1 (satu) Self Propelled Urea Barge (SPUB) yaitu SPUB Pusri Indonesia 1. Shore Connection yang terpasang di Pelabuhan Tanjung Emas disediakan oleh anak perusahaan PT. Pelindo III yaitu PT. Lamong Energi Indonesia yang berkolaborasi dengan PT. PLN (Persero) di Dermaga PT. Dwitama Multikarsa Tanjung Emas Semarang dengan daya listrik sebesar 1 Mega Watt. Sejak tahun 2020, PT. Pupuk Indonesia Logistik (PILOG) menghadapi tantangan terkait dengan keandalan operasional kapal yang dipengaruhi oleh keandalan mesin bantu *Auxiliary Engine* yang semakin tua yaitu tingginya biaya variabel dalam konsumsi bahan bakar dan *lube oil*.

## Materi dan Metode

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dan kualitatif (*mixed method*) yang merupakan tahapan pengumpulan data, analisis data dengan gabungan pendekatan secara sekuensial. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya benefit yang terukur secara kuantitatif dan kualitatif terhadap keandalan kapal dengan mengambil data primer dari armada kapal milik PT. Pupuk Indonesia Logistik di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang serta menggunakan

data sekunder dari sumber data yang valid. Data akan diolah dan dihitung hingga menghasilkan nilai perbandingan besarnya pengeluaran antara pemakaian *Auxiliary Engine* sebagai suplai bahan bakar saat armada kapal PT. Pupuk Indonesia Logistik mengalami bongkar muat dengan biaya yang dikeluarkan saat menggunakan shore connection di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. Variabel yang akan dihitung sebagai parameter keandalan kapal antara lain MTBF, MTTR dan MTTF.

Penelitian ini dilaksanakan mulai Januari 2021 hingga Juli 2022 dengan menggunakan data primer dilakukan dengan mengunjungi armada PT. Pupuk Indonesia Logistik dan melakukan pencatatan secara langsung proses kegiatan bongkar muat. Subjek penelitian ini menggunakan teknik populasi yaitu seluruh armada PT. PILOG yang melakukan kegiatan bongkar muat di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang yaitu sejumlah 7 kapal, antara lain KM. Abusanah, KM. Mochtar Prabu Mangkunegara, KM. Ibrahim Zahier, KM. Julianto Moelidhardjo, KM. Pusri Indonesia, KM Oemantri Brodjonegoro, SPUB Pusri Indonesia I. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah data armada kapal, data bahan bakar minyak, dan data laporan kerusakan AE.

Teknik analisis data yang digunakan adalah teknik analisis interaktif. Menurut [9] dalam [10] menjelaskan bahwa teknik analisis data interaktif merupakan teknik analisis data yang terdiri atas empat komponen analisis, yaitu pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan. Pengolahan data pada penelitian ini menggunakan metode *Cost benefit Analysis* (CBA). CBA merupakan metode yang membandingkan antara rancangan biaya dengan implementasi pada lapangan yang berupa manfaat yang relevan pada sebuah aktivitas proyek. Analisis biaya dan manfaat adalah salah satu teknis yang digunakan untuk mengevaluasi penggunaan sumber-sumber ekonomi agar dapat digunakan secara efisien. Dan sebagai alat bantu untuk membuat keputusan, dengan mempertimbangkan sejauh mana sumber daya yang digunakan (sebagai biaya) dapat memberikan hasil-hasil yang diinginkan manfaatnya secara optimal. Biaya-biaya yang diperhitungkan dalam analisis

CBA ini yaitu tentang biaya langsung (*direct cost*), biaya tidak langsung (*indirect cost*), biaya peluang (*opportunity cost*) dan biaya resiko potensial. Dalam implementasi yang diambil adalah dengan membandingkan besarnya biaya

yang dikeluarkan ketika menggunakan suplai listrik bersumber dari *Auxiliary Engine* dengan penggunaan *shore connection*.

**Hasil dan Pembahasan**

Realisasi Bongkar Muat Armada PT. Pupuk Indonesia Logistik di Pelabuhan Tanjung Emas voyage Palembang-Semarang selama tahun 2021 terdapat 41 (empat puluh satu) pengapalan dari 7 (tujuh) armada yang dimiliki PT. Pupuk Indonesia Logistik yang melakukan bongkar di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, dan kapal SPUB Pusri Indonesia 1 yang paling tinggi frekuensi kedatangannya dengan jumlah 12 voyage. data pemakaian listrik Dermaga didapatkan bahwa penggunaan listrik tertinggi oleh kapal KM. Pusri Indonesia 1 yaitu sebesar Rp. 679.965.526,- dan yang terendah adalah KM. Mochtar Prabu Mangkunegara sebesar Rp. 53.129.01,- dengan tarif PT. PLN per KWH adalah Rp. 2.350 dan biaya untuk plug sekali standar sebesar Rp. 3.000.000,-. Sedangkan realisasi total biaya listrik Dermaga yang dilakukan 7 (tujuh) kapal pada tahun 2021 sebesar Rp. 1.683.415.040,-  
Selama Tahun 2021 terdiri dari 41 voyage dengan total pemakaian listrik sebesar 5.981,05 Jam. Untuk menghitung biaya bahan bakar minyak (BBM) yang dikonsumsi oleh AE saat pembongkaran, merujuk pada harga BBM tahun 2021 dengan harga rata-rata per liter adalah sebesar Rp. 10.728 dengan jumlah *Auxiliary Engine* menggunakan 2 unit tiap kapal, maka dihasilkan total biaya konsumsi BBM AE pada saat pembongkaran adalah sebagai berikut

Tabel 1 Perhitungan biaya konsumsi BBM AE saat pembongkaran

Uraian	Konsumsi BBM Auxiliary Engine (Rp)	Listrik Dermaga (Rp)
Pemakaian Selama Tahun 2021	7.699.764.528	1.683.415.040
<b>Total Cost Reduction / Tahun</b>	<b>6.016.349.488</b>	
<b>Total Cost Reduction / Bulan</b>	<b>501.362.457</b>	

Sedangkan dalam penggunaan listrik dermaga berdasarkan data realisasi pemakaian listrik pada Tabel 3 adalah sebesar Rp. 1.683.415.040,- , dengan tariff dasar PT. PLN (Persero) Per KWH

adalah Rp. 2.350 dan biaya untuk plug sekali standar adalah sebesar Rp. 3.000.000,-  
Perbandingan total biaya BBM yang dikonsumsi AE saat pembongkaran didermaga dibandingkan dengan biaya konsumsi listrik menggunakan *shore connection* dapat digunakan untuk menghitung efisiensi biaya operasional kapal dan dianalisa menggunakan metode *Cost Benefit Analysis* (CBA) maka didapatkan data efisiensi sebagai berikut

Tabel 2. Perhitungan pemakaian BBM dan Listrik Dermaga

Total Cost	= Total Biaya Perbaikan	+ (Hari x DOC )
	= Rp. 343.000.000	+ (24 x Rp. 65.000.000)
	= Rp. 343.000.000	+Rp.1.560.000.000
	<b>= Rp.1.903.000.000</b>	

Keandalan *Auxiliary Engine* (AE) dengan mempertimbangkan jumlah perbaikan AE pada 5 (lima) kapal pada tahun 2020 total perbaikan untuk AE selama 24 hari sebesar Rp. 343.000.000,- ditambah dengan biaya harian operasional (*Daily Operating Cost*) sebesar Rp. 65.000.000,- , maka dapat dihasilkan total biaya yang dihabiskan sebesar Rp. 1.903.000.000,- dengan rumus sebagai berikut :

Tabel 3 Perhitungan Total Cost

Biaya Konsumsi BBM pada pembongkaran	=	x waktu bongka r	x Konsumsi BBM pada AE (2 x 0.06 KL/ Jam)	x Harga BBM
	=	x 120 L/ 5 Jam	x Rp. 10.728 / L	
	<b>= Rp 7.699.764.528</b>			

Dengan tidak adanya kerusakan yang terjadi pada tahun 2021, sehingga didapatkan efisiensi keandalan sebesar 100% karena tidak adanya biaya yang dilakukan untuk perbaikan.

Optimalisasi Fasilitas Listrik Dermaga menggunakan *shore connection*, berdasarkan hasil penelitian ini melalui penggunaan shore

connection yang menggunakan fasilitas listrik dermaga maka total efisiensi yang didapatkan oleh perusahaan sejumlah Rp. 6.016.349.488,- + Rp. 1.903.000.000 = Rp. 7.919.349.488,-. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [4] yang menyatakan bahwa penggunaan *shore connection* dapat meningkatkan efisiensi biaya kapal.

Kontribusi yang diperoleh dari penelitian ini adalah studi yang membahas tentang penggunaan *shore connection* di Indonesia masih sedikit, oleh karena itu studi ini membahas kesenjangan berdasarkan hasil observasi lapangan dan berkontribusi pada literatur yang ada menggunakan analisis keuntungan biaya dengan memasukkan komponen biaya operasional kapal, biaya perbaikan dan biaya bahan bakar dalam variabel biaya secara keseluruhan.

Namun ada keterbatasan penelitian ini, yaitu dalam penelitian ini hanya dilakukan dalam satu perusahaan dengan jenis kapal yang sama. Oleh karena itu disarankan untuk penelitian serupa di masa depan tentang perhitungan efisiensi operasional kapal dapat menambahkan faktor kuantitatif lainnya seperti faktor jarak, dan waktu dalam analisis

### Kesimpulan

Penggunaan *shore connection* pada saat kegiatan bongkar muat dapat meningkatkan performa mesin dikarenakan kondisi *Auxiliary Engine* (AE) dalam kondisi mati sehingga jam kerja (*running hours*) dari mesin tersebut menjadi berkurang. Untuk memanfaatkan waktu pada saat tidak beroperasinya AE maka dapat dilakukan perawatan mesin sesuai *Ship Plan Maintenance* dan *Preventive Maintenance System* dengan tujuan untuk meningkatkan keandalan mesin kapal. Keuntungan yang diberikan karena tidak ada kendala kerusakan AE maka dapat meningkatkan tonase angkutan pupuk dengan bertambahnya jumlah voyage kapal. Selain itu dengan adanya penggunaan fasilitas listrik melalui *shore connection* juga dapat mendukung tercapainya program pemerintah yaitu *Go Green Port (Environmental Friendly)* melalui adanya pengurangan pencemaran udara oleh gas buang cerobong kapal sebagai implementasi dari [11] MARPOL Annex VI dan [12] permenhub nomor 29 tahun 2014 pasal 37 tentang pencegahan pencemaran lingkungan maritim. Meskipun masih adanya kekurangan dari penggunaan *shore connection* ini adalah diperlukan biaya investasi

pemasangan instalasi *cable connection* dikapal yang cukup besar dan adanya kenaikan besaran biaya pemakaian listrik yang berbanding lurus dengan kenaikan tarif listrik pemerintah setiap tahunnya.

### Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Pupuk Indonesia Logistik atas dukungan dalam kegiatan ilmiah dan finalisasi hasil penelitian. Penulis juga berterimakasih kepada konsultan teknik dan pemeliharaan kapal PT. PILOG atas diskusinya yang bermanfaat.

### Daftar Pustaka

- [1] D. S. A. Pambudi, E. P. Hidayat, and A. N. Yankumara, "Analisis Teknis Penggunaan Shore Connection Di Pelabuhan Terminal Teluk Lamong," *J. Teknol. Marit.*, pp. 1–5, 2021, [Online]. Available: <https://media.neliti.com/media/publications/494215-none-28790826.pdf>
- [2] T. Borkowski and D. Tarnapowicz, "Shore to Ship System: an Alternative Electric Power Supply in Port," *J. KONES. Powertrain Transp.*, vol. 19, no. 3, pp. 49–58, 2015, doi: 10.5604/12314005.1137943.
- [3] S. Espinosa Martínez, P. Casals, and M. Castells, "Hoteling Cruise Ship's Power Requirements for High Voltage Shore Connection Installations," *J. Marit. Res. JMR*, vol. 13, no. 2, pp. 19–28, 2016.
- [4] D. Silaksanti and S. T. Sudarmo, "Cost and Environmental Benefit in the Use of Shore Connection in BJTI Port," *Adv. Transp. Logist. Res.*, vol. 3, no. 0, pp. 38–45, 2020, doi: <https://doi.org/10.25292/atlr.v3i0.251>.
- [5] N. Almuzani, B. Wahyudi, and I. Fachruddin, "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Kapal Niaga Berdasarkan American Society for Testing Materials the Institute of Petroleum (ASTM-IP)," *Din. Bahari*, vol. 1, no. 1, pp. 21–26, 2020, doi: 10.46484/db.v1i1.181.
- [6] F. Tjipto, *Sevice Quality dan Satisfaction (4 ed.)*, Edisi ke 4. Yogyakarta, 2016. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=1161367>
- [7] I. E. C. Pas, "Utility connections in port – Part 3: Low Voltage Shore Connection

- (LVSC) Systems – General requirements,” in *PUBLICLY AVAILABLE SPECIFICATION - PRE - STANDARD*, Edition 1.2008, pp. 1–5.
- [8] and J. A. H. Huesemann, Michael H., ““Technofix: Why Technology Won’t Save Us or the Environment, Chapter 8, ‘The Positive Biases of Technology Assessments and Cost Benefit Analyses’.” *New Society Publishers*, 2011.  
<https://encyclopedia.pub/entry/35536>
- [9] M. B. Miles, A. M. Huberman, T. R. Rohidi, and Mulyarto, *Analisis Data Kualitatif: Buku Sumber Tentang Metode Metode Baru*. Jakarta: Jakarta : Penerbit Universitas Indonesia (UI -Press), 1992, 1992. [Online]. Available: <https://opac.perpusnas.go.id/DetailOpac.aspx?id=298242>
- [10] M. Rohmadi and Y. Nasucha, *Dasar-Dasar Penelitian*. Surakarta: Pustaka Brilliant. Surakarta: Pustaka Brilliant, 2015.
- [11] A. official website of the U. S. Government, “MARPOL Annex VI,” *An official website of the United States government*, 2023.  
[https://www.epa.gov/enforcement/marpol-annex-vi-and-act-prevent-pollution-ships-apps#:~:text=Annex VI of the MARPOL treaty is the main international,1901-1905 \(APPS\)](https://www.epa.gov/enforcement/marpol-annex-vi-and-act-prevent-pollution-ships-apps#:~:text=Annex VI of the MARPOL treaty is the main international,1901-1905 (APPS)).
- [12] K. Perhubungan, “Peraturan Menteri Perhubungan 29 Tahun 2014 - Pencegahan Pencemaran Lingkungan Maritim.” Menteri Perhubungan Republik Indonesia, Jakarta, 2014. [Online]. Available: [https://hubla.dephub.go.id/storage/portal/documents/post/6659/pm\\_29\\_tahun\\_2014.pdf](https://hubla.dephub.go.id/storage/portal/documents/post/6659/pm_29_tahun_2014.pdf)