

**IDENTIFIKASI KERUSAKAN CRANE KAPAL BULK CARRIER TERHADAP DISCHARGE TIME DALAM PROSES BONGKAR BATUBARA DI PT. ADHIKA SAMUDERA JAYA CABANG KENDARI****Johanis Silverius Renwarin<sup>1</sup>, Indah Ayu Johanda Putri<sup>2</sup>, Prima Yudha Yudianto<sup>3</sup>, Trisnowati Rahayu<sup>4</sup>**

Program Studi Diploma IV Transportasi Laut, Politeknik Pelayaran Surabaya

Email: [johanisrenwarin04@gmail.com](mailto:johanisrenwarin04@gmail.com)**Abstrak (Indonesia)**

*Ship Crane* kapal adalah salah satu alat yang berpengaruh dalam kegiatan Bongkar muat Batubara yang memiliki peran krusial dalam operasional bongkar muat Pelabuhan. Penggunaan *ship crane* menjadi fokus utama untuk meningkatkan kecepatan dan kualitas bongkar muat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor penyebab terjadinya kerusakan *crane* serta Upaya mengurangi kerusakan *crane* pada kegiatan Bongkar muat. Metode penelitian dalam penelitian ini adalah secara kualitatif dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) adalah dengan melakukan *review* dari berbagai komponen dan subsistem. Melakukan identifikasi mode-mode kegagalan, penyebab kegagalan dan efek atau dampak yang ditimbulkan dari kegagalan tersebut. Sehingga nantinya digunakan sebagai input dalam lembar kerja *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Hasil penelitian ini penyebab terjadinya kerusakan *Crane* yang memiliki risiko tinggi dengan *Nilai Risk Priority Number* (RPN) diantaranya adalah terjadinya kerusakan pada putusnya *wire crane*, keausan pada bearing, kurangnya pelumas pada *gearbox* serta *low generator* pada *auxiliary engine* dan juga putusnya kabel *hoist* yang menghambat waktu bongkar.

**Abstract (English)**

*Ship cranes* are one of the tools that influence coal loading and unloading activities and have a crucial role in port loading and unloading operations. The use of *ship cranes* is the main focus to increase the speed and quality of loading and unloading. This research aims to determine the factors that cause crane damage and efforts to reduce crane damage during loading and unloading activities. The research method in this study is qualitative using the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) method by conducting a review of various components and subsystems. Identify failure modes, causes of failure and the effects or impacts resulting from the failure. So that it will later be used as input in the *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) worksheet. The results of the research showed that the causes of crane damage that have a high risk with a *Risk Priority Number* (RPN) value include damage to the crane wire breakage, wear on the bearings, lack of lubricant on the gearbox and low generator on the auxiliary engine and also the breakage of the hoist cable which hinders the disassembly time.

**Sejarah Artikel**

Submitted: 19 Juli 2024

Accepted: 22 Juli 2024

Published: 29 Juli 2024

**Kata Kunci**Kerusakan, *Crane*, *Discharge Time*, FMEA**Article History**

Submitted: 19 Juli 2024

Accepted: 22 Juli 2024

Published: 29 Juli 2024

**Key Words**Damage, *Crane*, *Discharge Time*, FMEA**Latar Belakang**

Pelabuhan menjadi destinasi wajib bagi kapal laut yang berlayar, di mana mereka melakukan pembongkaran atau pembongkaran barang, transportasi laut di gunakan untuk mengangkut barang dan jasa karena memungkinkan pengangkutan muatan besar dengan biaya yang lebih efisien, seperti dalam hal pengiriman batu bara.

Batu bara adalah salah satu bahan fosil. Batubara adalah salah satu bahan bakar fosil yang menurut Undang-Undang Nomor 4 Tahun 2009 merupakan endapan senyawa organik yang terbentuk secara alamiah dari sisa tumbuh tumbuhan. Batubara dimanfaatkan di berbagai industri seperti pembangkit tenaga listrik, semen, kertas, baja, dan lainnya.

Proses bongkar muat batu bara dapat berlangsung di berbagai tempat, seperti Pelabuhan, *jetty*, *outer buoy*, atau bahkan di laut lepas, dengan metode *ship to ship*. karena akses masuk ke perairan Pelabuhan muara sampara Kendari tidak begitu dalam dan

tidak memungkinkan kapal yang bertonase besar disandarkan di Pelabuhan yang menggunakan peralatan bongkar muat. Batu bara dimuat ke kapal di lokasi penambangan, baik langsung dari alat penambangan maupun dengan bantuan *Floating Crane*.

◆ Untuk melakukan pengiriman batu bara menggunakan transportasi laut diperlukan banyak instansi yang terkait seperti Kesyahbandaran, Karantina Kesehatan, Perusahaan bongkar muat (*Stevedoring*), Pengirim barang (*Shipper*), Penerima Barang (*Consignee*), dan perusahaan keagenan. Pengangkatan sebagai agen dilakukan dengan surat penunjukan keagenan setelah adanya perundingan antara kedua belah pihak perusahaan pelayaran dan agen tentang Hak, kewajiban, tugas, serta tanggung jawab agen (Kosasih E & Soewedo H, 2007).

PT. Adhika Samudera Jaya cabang Kendari merupakan perusahaan pelayaran yang bergerak dibidang keagenan. Kegiatan bongkar muat di kapal besar yang diageni oleh PT. Adhika Samudera Jaya cabang Kendari bertujuan untuk meningkatkan kelancaran pelayanan kapal yang di agennya.

PT. Adhika Samudera Jaya mengalami tantangan dalam efisiensi penanganan kegiatan bongkar muat batu bara pada kapal. Keterlambatan dalam discharge time sering terjadi karena beberapa alasan utama. Pertama, kesiapan sarana bongkar seperti tongkang sering menjadi bottleneck karena keterbatasan jumlah armada. Kedua, kerusakan pada crane kapal mengurangi discharge rate dan memperlambat proses bongkar muat. Selain itu, tenaga kerja bongkar muat (TKBM) kurang profesional dalam melaksanakan tugasnya, yang juga berkontribusi terhadap masalah ini.

Penting bagi organisasi seperti PT. Adhika Samudera Jaya untuk menerapkan kriteria manajemen yang tepat, termasuk perencanaan yang matang, organisasi yang efektif dari staf, pengelolaan sumber daya yang baik, pelaksanaan program kerja yang terencana, serta pengawasan yang ketat terhadap jalannya pekerjaan. Perawatan berkala pada crane juga krusial untuk memastikan tidak ada kendala operasional yang menghambat kegiatan bongkar muat.

Dalam beberapa kasus, seperti pada kapal MV. Asian Wisdom, kerusakan pada alat berat seperti excavator dan loader sering kali menjadi penyebab waiting discharge yang tidak produktif, karena harus menunggu perbaikan atau kehadiran operator. Hal ini menunjukkan perlunya perawatan rutin dan peningkatan profesionalisme dalam pengoperasian peralatan bongkar muat untuk mengoptimalkan efisiensi waktu dan produktivitas dalam proses bongkar muat batu bara.

## METODE PENELITIAN

Penulis mengambil jenis penelitian kualitatif menggunakan metode failure modes and effect analysis (FMEA) ini dilakukan karena penelitian dengan metode ini mengidentifikasi kerusakan crane kemudian menentukan akibat dari masalah yang ditimbulkan yaitu kerusakan crane terhadap discharge time dalam proses bongkar. Setelah itu membuat rekomendasi dari permasalahan yang terjadi dan nantinya akan menambah keandalan dari penggunaan crane di kapal tersebut.

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

PT. Adhika Samudera Jaya juga dikenal sebagai ASJ *Shipping*, merupakan sebuah Perusahaan yang memberikan layanan keagenan kapal yang seperti pengurusan layanan Kapal, pengurusan muatan, awak kapal, dan masalah kebutuhan kapal. PT. Adhika Samudera Jaya memiliki beberapa cabang di wilayah Sulawesi, Kalimantan, Jakarta dan Palembang.

### Hasil Penelitian

#### Identifikasi Mode Kegagalan Potensial (*Failure Mode*)

Langkah yang dilakukan dalam metode FMEA adalah mengidentifikasi mode kegagalan potensial. Berdasarkan identifikasi terhadap komponen-komponen *crane* yang menyebabkan terjadinya kerusakan, sehingga ditemukan beberapa mode kegagalan potensial.

Komponen	Mode Kegagalan Potensial
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas
Gigi <i>gearbox</i>	Aus
<i>Low generator AE</i>	Mesin tiba-tiba mati
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus

#### Identifikasi Penyebab Kegagalan

Setelah melakukan identifikasi mode kegagalan, diperlukan adanya identifikasi untuk mengetahui faktor-faktor penyebab dari kegagalan yang terjadi. Faktor penyebab yang diidentifikasi nantinya akan membantu dari setiap rasio/skor yang diperlukan.

Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus	Gesekan berlebihan Paparan sinar matahari Usia pemakaian kabel
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Korosi Kontaminasi Panas berlebihan Gesekan berlebih
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Penggunaan berlebih Kualitas material yang buruk
<i>Auxiliary engine AE</i>	Mesin tiba-tiba mati	Beban yang di angkat melebihi kapasitas generator <u>Overheating</u> pada mesin <i>crane</i>
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Jarang <u>maintenance</u> Gear tidak seimbang Penggunaan berlebih

#### Identifikasi Efek Kegagalan

Pada identifikasi ini dilakukan setelah mengetahui penyebab dari kegagalan dari setiap komponen *crane*. Efek kegagalan yang telah diidentifikasi akan membantu menentukan *severity* atau tingkat keparahan dari kegagalan pada tiap komponen *crane* yang mengalami kerusakan.

Komponen	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus	Kegagalan pengangkatan muatan Potensi bahaya bagi operator
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Kinerja yang buruk Vibrasi tinggi Merusak <i>bearing</i>
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Kebisingan Getaran Penurunan efisiensi
<i>Auxiliary engine</i>	Mesin tiba-tiba mati	Mengurangi efektivitas <i>emergency generator</i>
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Kerusakan pada kabel <i>hoist</i> Getaran berlebih

### Menentukan *Rating Severity*

Parameter dalam menentukan *rating severity* dalam metode FMEA ini telah dimodifikasi oleh penulis dari penelitian sebelumnya menggunakan metode FMEA tentang kriteria *severity* (Carlson, 2012).

Tingkat Risiko	Deskripsi	Dampak
1-2	Tidak signifikan	Kegiatan tetap berlanjut
3-4	Minor	Penggunaan <i>crane</i> yang lebih hati-hati
5-6	Moderat	Penggantian alat yang rusak
7-8	Mayor	Penghentian kegiatan bongkar muat
9-10	<u>Katastropik</u>	Kecelakaan kerja & korban jiwa

Komponen	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	<u>Severity</u>
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus	Kegagalan pengangkatan muatan Potensi bahaya bagi operator	8
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Kinerja yang buruk Vibrasi tinggi Merusak <i>bearing</i>	4
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Kebisingan Getaran Penurunan efisiensi	4
<i>Auxiliary engine</i>	Mesin tiba-tiba mati	Mengurangi efektivitas <i>emergency generator</i>	5
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Kerusakan pada kabel <i>hoist</i> Getaran berlebih	6

### Menentukan *Rating Occurance*

Tingkat kejadian (*occurrence*) dalam *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) mengacu pada seberapa sering suatu mode kegagalan dan penyebabnya mungkin terjadi pada produk atau sistem yang dianalisis.

Tingkat Risiko	Deskripsi	Frekuensi
1-2	Sangat Jarang	< 5 tahun sekali
3-4	Jarang	< 2-5 tahun sekali
5-6	Mungkin Terjadi	Beberapa bulan
7-8	Sering	Tiap minggu
9-10	Sangat Sering	Beberapa hari

Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Occurance
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus	Gesekan berlebihan Paparan sinar matahari Usia pemakaian kabel	9
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Korosi Kontaminasi Panas berlebih Gesekan berlebih	7
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Penggunaan berlebih Kualitas material yang buruk	6
<i>Auxiliary engine</i>	Mesin tiba-tiba mati	Beban yang di angkat melebihi kapasitas generator <i>Overheating</i> pada mesin <i>crane</i>	9
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Jarang <i>maintenance</i> <i>Gear</i> tidak seimbang Penggunaan berlebih	4

### Menentukan *Rating Detection*

Tingkat detection dalam *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA) mengacu pada seberapa efektif penulis dapat mendeteksi suatu mode kegagalan sebelum mencapai pengguna akhir.

Tingkat Risiko	Deskripsi
1-2	Sangat Mudah Terdeteksi
3-4	Mudah Terdeteksi
5-6	Sedang untuk Terdeteksi
7-8	Sulit Terdeteksi
9-10	Sangat Sulit Terdeteksi

Komponen	Mode Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Detection
<i>Wire crane</i>	Putus, sobek, atau aus	Gesekan berlebihan Paparan sinar matahari Usia pemakaian kabel	2
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Korosi Kontaminasi Panas berlebih Gesekan berlebih	6
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Penggunaan berlebih Kualitas material yang buruk	6
<i>Auxiliary engine</i>	Mesin tiba-tiba mati	Beban yang di angkat melebihi kapasitas generator Overheating pada mesin <i>crane</i>	4
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Jarang <i>maintenance</i> Gear tidak seimbang Penggunaan berlebih	4

### Menentukan Nilai Risk Priority Number (RPN)

*Risk Priority Number* (RPN) adalah ukuran kuantitatif yang digunakan untuk memprioritaskan dan menilai risiko relatif dari potensi mode kegagalan juga membantu mengidentifikasi mode kegagalan yang memerlukan perhatian dan sumber daya paling cepat untuk mencegah atau mengurangi potensi masalah dengan menghitung RPN, kita dapat menentukan tindakan yang perlu diambil untuk mengurangi risiko.

Komponen	Severity	Occurance	Detection	Risk Priority Number (RPN)	Rank
<i>Wire crane</i>	8	9	2	144	3
<i>Bearing</i>	4	7	6	168	2
Gigi <i>gearbox</i>	4	6	6	144	3
<i>Auxiliary engine</i>	5	9	4	180	1
Kabel <i>hoist</i>	6	4	4	96	4

Komponen	Risk Priority Number (RPN)	%
<i>Low generator AE</i>	180	24.59%
<i>Bearing</i>	168	22.95%
<i>Wire crane</i>	144	19.67%
Gigi <i>gearbox</i>	144	19.67%
Kabel <i>hoist</i>	96	13.11%

Berdasarkan table diatas, telah didapatkan hasil perhitungan *Risk Priority Number* (RPN) pada setiap mode kegagalan komponen *crane*. Dari table diatas terdapat *rank* prioritas yang harus diperhatikan dalam kegiatan bongkar muat.

## Pembahasan Masalah

### 1. Penyebab Kerusakan Crane.

Kerusakan pada crane dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja dan keandalan crane. Berikut beberapa hal yang bisa menjadi penyebab kerusakan crane di luar komponen utama:

- Kondisi Lingkungan Kerja
- Kurangnya Pelatihan Operator
- Ketidaksesuaian Penggunaan & Usia Crane
- Kurangnya Pemeliharaan
- Kesalahan Desain
- Tidak Profesionalnya Pihak TKBM

Untuk mengatasi masalah ini, perusahaan harus memastikan bahwa TKBM mendapatkan pelatihan yang memadai, memahami prosedur perawatan, dan selalu mematuhi aturan keselamatan. Pemilihan TKBM yang berpengalaman dan selektif juga sangat penting untuk menjaga kinerja *crane* dan mencegah kerusakan yang dapat menghambat kegiatan bongkar muat di atas kapal.

### 2. FMEA Pada Komponen Crane.

Penelitian ini menerapkan metode FMEA untuk menganalisis keandalan komponen crane dengan tujuan mengidentifikasi dan mengatasi mode kegagalan potensial. Tabel FMEA disajikan untuk menilai risiko dari setiap mode kegagalan, dimulai dari nilai RPN tertinggi hingga terendah, guna menyarankan kontrol yang sesuai untuk meminimalkan kemungkinan kegagalan dan efek negatifnya. Analisis penyebab kegagalan menjadi kunci dalam menentukan tindak lanjut yang tepat untuk meningkatkan kehandalan dan efisiensi operasional crane.

Komponen	Mode Kegagalan	Efek Kegagalan	Penyebab Kegagalan	Solusi
<i>Auxiliary engine</i>	Mesin tiba-tiba mati	Mengurangi efektivitas <i>emergency generator</i>	Beban yang di angkat melebihi kapasitas <i>generator Overheating</i> pada mesin <i>crane</i>	Pasang proteksi yang tepat untuk menghindari kondisi berbahaya seperti <i>overvoltage, overcurrent, dan overtemperature</i>
<i>Bearing</i>	Aus dan kehilangan pelumas	Kinerja yang buruk Vibrasi tinggi Merusak bearing	Korosi Kontaminasi Panas berlebih Gesekan berlebih	Periksa seal pelindung secara berkala Gunakan bearing yang berkualitas
Gigi <i>gearbox</i>	Aus	Kebisingan Getaran Penurunan efisiensi	Penggunaan berlebih Kualitas material yang buruk	Periksa adanya retakan, keausan, atau ketidaksejajaran Gunakan sistem pemantauan getaran untuk mendeteksi perubahan pada gigi <i>gearbox</i>

Wire crane	Putus, sobek, atau aus	Kegagalan pengangkatan muatan Potensi bahaya bagi operator	Gesekan berlebihan Paparan sinar matahari Usia pemakaian kabel	Bersihkan <i>wire rope</i> secara teratur Pastikan <i>wire rope</i> dilumasi dengan baik
Kabel <i>hoist</i>	Aus, berkarat, dan putus	Kerusakan pada kabel <i>hoist</i> Getaran berlebih	Jarang <i>maintenance</i> Gear tidak seimbang Penggunaan berlebih	Ganti kabel <i>hoist</i> yang sudah mencapai batas umur Pilih ukuran kabel yang sesuai dengan kapasitas crane

Perhitungan dan perankingan RPN dalam FMEA merupakan alat penting untuk mengidentifikasi dan mengelola risiko terkait kerusakan pada komponen crane kapal. Komponen crane dengan nilai RPN tertinggi menunjukkan risiko kerusakan yang paling signifikan. RPN, yang didasarkan pada keparahan, frekuensi, dan deteksi mode kegagalan, membantu dalam mengidentifikasi prioritas tindakan perbaikan yang mendesak. Ini juga mendukung pengelolaan risiko yang efisien dan alokasi sumber daya yang tepat untuk meningkatkan keandalan operasional crane kapal.

### 3. Pengaruh Kerusakan Crane Pada Kegiatan Operasional.

Berikut beberapa pengaruh kerusakan *crane* pada operasional bongkar muat kapal:

- a. Keterlambatan Operasional
- b. Keselamatan
- c. Biaya Perbaikan
- d. Gangguan Produksi

### 1. Upaya Mengurangi Kerusakan Crane Pada Kegiatan Bongkar Muat.

Kerusakan pada *crane* dapat mempengaruhi keselamatan, efisiensi, dan produktivitas di berbagai industri. Untuk mengurangi kerusakan, sangat penting untuk memperhatikan baik sisi alat (*crane* itu sendiri) maupun sumber daya manusia (SDM) yang terlibat dalam pengoperasian dan pemeliharaan *crane*, upaya yang dapat dilakukan yaitu:

- a. Dari Sisi Alat (Crane):
  - 1) Pemeliharaan Rutin
  - 2) Penggunaan Sesuai Kapasitas
  - 3) Penggunaan Teknologi Pemantauan
- b. Dari Sisi SDM:
  - 1) Pelatihan Operator
  - 2) Kesadaran Keselamatan
  - 3) Tim Pemeliharaan
- c. Kerjasama dan Komunikasi antara tim alat dan SDM

## KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan penelitian tentang “Identifikasi Kerusakan Crane pada Kapal Bulk Carrier terhadap Discharge Time dalam Proses Bongkar Batubara di PT. Adhika Samudera Jaya Cabang Kendari dengan Metode FMEA” (failure modes and effect analysis), maka penulis menyimpulkan penelitian sebagai berikut:

- a. Kerusakan pada *crane* dapat disebabkan oleh faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja

- dan keandalan *crane* berdasarkan hasil penelitian yang memiliki tingkat resiko kegagalan tinggi *Risk Priority Number* (RPN) yaitu kerusakan *auxiliary engine* dengan Nilai RPN sebesar 180 atau 24.59% sehingga memiliki resiko tinggi dalam *discharge time* bongkar batu bara kemudian ranking kedua *bearing* dengan nilai RPN 168 atau 22.95% lalu ranking ketiga yaitu gigi *gearbox* dan *wire crane* dengan nilai 144 atau 19.67% kemudian ranking terakhir yaitu kabel *hoist* dengan Nilai 96 atau 13.11% sehingga waktu kegiatan bongkar batubara *discharge time* menjadi tidak optimal.
- b. Upaya mengatasi Kerusakan *Crane* yaitu dengan selalu Lakukan inspeksi rutin dan pemeliharaan preventif secara berkala pada semua komponen *crane* untuk meminimalisir terhambatnya proses bongkar Batubara agar tidak membuat *discharge time* yang semakin lama seharusnya selalu mengecek alat-alat yang menjadi kegiatan bongkar terutama pada *crane* kapal yang sering terjadi kerusakan. Oleh karena itu selalu melakukan *maintenance* pada *crane* kapal sebelum dan sesudah proses bongkar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad Yuda Laksamana (2021). *Identifikasi Keterlambatan Pemuatan Batubara Di MV. HI 01*.
- Anton priyanto (2023). *Analisis Kerusakan Pada Crane yang Mempengaruhi Kegiatan Loading dan Discharging di MV. Manalagi tisyia*.
- Cakra, B. (2021). *Analisa Kerusakan Plunger Barrel Terhadap Kerja Pressure Fuel Oil Injection Pum Pada Generator di MT. vijayanti (67)*.
- Carlson, Carl, (2012), *Effective FMEAs: Achieving Safe, Reliable, and Economical Products and Processes Using Failure Mode and Effect Anaysis*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, Canada.
- Faizi Nur Ihsani (2023). *Analisis Dampak Keterlambatan Pemuatan Batu Bara Menggunakan Ship's Crane Pada MV. Guang FA 29 Di Muara Berau*.
- Leitch, R.D. 1995. *Reliability Analysis for Engineering An Introduction*. New York: Oxford University Press Inc.
- Menteri Perhubungan (2007). Peraturan Menteri Perhubungan Nomor: KM 17 Tahun 2007 tentang Sistem Dan Prosedur Pelayanan Kapal, Barang Dan Penumpang Pada Pelabuhan Laut Yang Diselenggarakan Oleh Unit Pelaksana Teknis (UPT) Kantor Pelabuhan. Menteri Perhubungan Jakarta.
- Moloeng, (2006). *Metode penelitian tentang karya ilmiah terapan* (Online), Metode-penelitian-tentang-karya ilmiah-terapan.html.
- (PT. Asiacon Cipta Prima, 2023) Pengertian dan & macam jenis *Crane*.
- Pangestu, D. A. (2019). *Analisa Operasional Bongkar Muat Batu Bara di Zona STS Muara Berau Yang diageni oleh PT. Bahari Eka Nusantara* (Doctoral dissertation, Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta).
- Stamatis, D. H (1995) "*Failure Mode and Effect Analysis: FMEA from Theory to Execution*". Penerbit: ASQC Quality Press, Milwaukee.
- Sugiyono, (2016). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan Kombinasi (Mixed Methods)*. Bandung: Alfabeta.
- Yudiarsono dkk. (2018), *Analisis Pengaruh Ekspor dan Konsumsi Batu bara Terhadap Pertumbuhan Ekonomi Indonesia*, 110