

ANALISIS RISIKO KETERLAMBATAN BONGKAR MUAT DI PELABUHAN CURAH KERING MENGGUNAKAN METODE FMEA

Dwi Febrianti Agustin¹⁾, Alma Vita Sophia²⁾, dan Parman³⁾

¹⁾ Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²⁾ Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³⁾ Teknik Bangunan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

E-mail: dwifebrianti@student.ppns.ac.id

Abstract

The dry bulk terminal plays a vital role in maintaining the continuity of industrial supply chains. Delays in loading and unloading processes can lead to decreased operational efficiency, increased vessel waiting times, and significant financial losses. This study aims to identify and analyze the risks of loading and unloading delays at Port X, Gresik, using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) method. Risk assessment was carried out through three main parameters: severity, occurrence, and detection capability for each sub-risk. The results indicate four priority sub-risks with the highest Risk Priority Number (RPN) values: congested truck circulation (216.75), grab equipment failure (194.88), weather effects (181.44), and insufficient fleet availability (157.76). These findings suggest that delays in dry bulk operations are predominantly influenced by external factors rather than internal ones. Therefore, risk management in ports should focus on strengthening external coordination with stakeholders, while also ensuring the reliability of internal equipment to maintain operational performance. The implications of this study highlight the importance of a structured, priority-based risk mitigation strategy to reduce logistics costs, improve service quality, and enhance port competitiveness in supporting the continuity of industrial supply chains.

Keywords: cargo handling, delay, dry bulk terminal, FMEA, operational risk

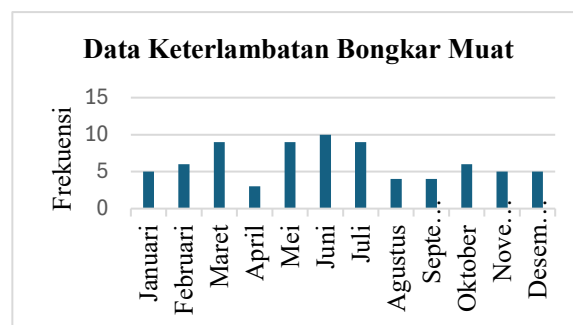
Abstrak

Proses bongkar muat di pelabuhan curah kering memiliki peran penting dalam menjaga kelancaran rantai pasok industri. Keterlambatan pada proses ini dapat menimbulkan penurunan efisiensi operasional, peningkatan waktu tunggu kapal, hingga kerugian finansial yang signifikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi serta menganalisis risiko keterlambatan bongkar muat di Pelabuhan X, Gresik, dengan menggunakan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Analisis risiko dilakukan berdasarkan tiga parameter utama, yaitu tingkat keparahan (*severity*), kemungkinan terjadi (*occurrence*), dan kemampuan deteksi (*detection*) pada setiap sub-risiko. Hasil penelitian menunjukkan terdapat empat sub-risiko prioritas dengan nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi, yaitu sirkulasi truk tidak lancar (216,75), kerusakan alat grab (194,88), pengaruh cuaca (181,44), serta jumlah armada yang tidak sesuai kesepakatan (157,76). Temuan ini mengindikasikan bahwa keterlambatan bongkar muat lebih dominan dipengaruhi faktor eksternal dibandingkan faktor internal. Oleh karena itu, pengelolaan risiko di pelabuhan perlu diarahkan pada peningkatan koordinasi eksternal dengan pihak terkait, sekaligus menjaga keandalan peralatan internal agar efisiensi operasional tetap terjaga. Implikasi penelitian ini menekankan pentingnya strategi mitigasi risiko berbasis prioritas untuk menekan biaya logistik, memperbaiki kualitas layanan, serta meningkatkan daya saing pelabuhan dalam mendukung kelancaran rantai pasok industri.

Kata kunci: bongkar muat, keterlambatan, pelabuhan curah kering, FMEA, risiko operasional

1. Pendahuluan

Pelabuhan memiliki peran strategis dalam mendukung kelancaran rantai pasok logistik. Salah satu fasilitas yang sangat vital adalah dermaga curah kering, yang digunakan untuk bongkar muat komoditas seperti batubara, bijih besi, semen, dan gandum (Aufa & Dahda, 2023). Efisiensi bongkar muat menjadi faktor penentu, karena keterlambatan tidak hanya berdampak pada tertundanya proses produksi dan meningkatnya biaya logistik, tetapi juga dapat menurunkan kapasitas sandar serta kualitas layanan pelabuhan. Dalam praktiknya, operasional dermaga curah kering kerap menghadapi tantangan berupa lamanya waktu tunggu kapal, penurunan produktivitas, dan inefisiensi pemanfaatan sumber daya. Oleh sebab itu, dibutuhkan pengelolaan yang lebih optimal agar kegiatan bongkar muat dapat berlangsung sesuai standar sekaligus mendukung daya saing pelabuhan.



Gambar 1. Data Keterlambatan Bongkar Muat Tahun 2024
Sumber: Data Diolah, 2025

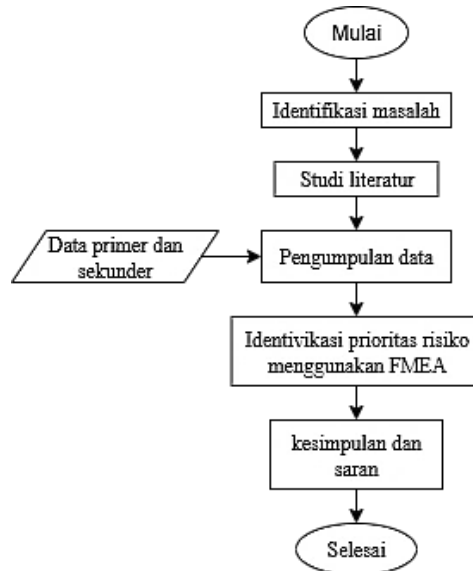
Berdasarkan data tahun 2024, tercatat 76 kejadian keterlambatan bongkar muat di dermaga dry bulk dengan rata-rata enam kapal per bulan, mayoritas kapal pengangkut batubara. Keterlambatan ini memicu antrean kapal, mengganggu jadwal sandar, menurunkan layanan, bahkan berpotensi membuat kapal beralih ke pelabuhan lain. Dampak finansialnya diperkirakan mencapai sekitar 2 miliar untuk kapal besar dan 200 juta untuk kapal tongkang. Selain itu, kondisi tersebut menimbulkan inefisiensi penggunaan tenaga kerja, peralatan, dan fasilitas, sehingga memperpanjang waktu tunggu dan menurunkan daya saing pelabuhan. Untuk itu, diperlukan analisis risiko dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) guna mengidentifikasi sumber

keterlambatan serta menentukan prioritas risiko yang paling berpengaruh terhadap kelancaran operasional.

Penelitian mengenai keterlambatan bongkar muat telah dilakukan dengan berbagai metode. Aufa & Dahda (2023) menggunakan FMEA dan mengidentifikasi 15 jenis risiko, dengan tiga risiko utama sebagai prioritas mitigasi. Asbullah dkk (2024) melalui analisis deskriptif menemukan faktor utama keterlambatan berasal dari SDM, alat bongkar muat, dan cuaca. Sementara itu, Dwiano dkk (2021) menggunakan AHP dan FTA dan menunjukkan bahwa *customs clearance* memiliki bobot risiko terbesar, dengan rekomendasi penyederhanaan birokrasi. Metode FMEA sendiri juga banyak diterapkan di bidang lain, seperti analisis risiko operasional logistik (Baihaqie dkk, 2022), instalasi pengolahan limbah (Ismoyo dkk, 2020), serta identifikasi dan pengendalian risiko kecelakaan kerja (Rizal dkk, 2022).

Sejumlah penelitian telah mengkaji keterlambatan bongkar muat dengan berbagai pendekatan, namun penerapan FMEA pada dermaga curah kering masih jarang dilakukan. Padahal, dermaga ini memiliki karakteristik operasional dan risiko yang berbeda dari pelabuhan kontainer maupun terminal lainnya, sehingga kajian kontekstual menjadi penting. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan menetapkan prioritas risiko keterlambatan di Pelabuhan X dengan metode FMEA, guna menghasilkan temuan yang relevan serta rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi dan daya saing pelabuhan.

2. Metode Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir
Sumber: Data Diolah, 2025

Tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi masalah: Meninjau permasalahan di dermaga curah kering, khususnya keterlambatan bongkar muat.
2. Studi literatur: Digunakan untuk mempelajari teori-teori terkait risiko operasional dan metode FMEA berdasarkan jurnal, buku, artikel dan sumber lainnya.
3. Pengumpulan data: Data yang digunakan pada penelitian ini yaitu data historis operasional pelabuhan satu tahun terakhir, observasi, wawancara dan kuesioner yang diberikan kepada lima *expert* yang dipilih berdasarkan pengalaman operasional mereka di Pelabuhan X. Terdapat kriteria *expert judgment* yaitu asisten manager operasional (2 orang), *loading master/* SPV operasional (1 orang) dan SPV *commercial and planning* (2 orang).
4. Identifikasi risiko: Menggunakan metode FMEA untuk mengidentifikasi, mengkategorikan, dan menilai risiko operasional berdasarkan penilaian *expert*. Hasil dianalisis dengan perhitungan RPN (*Risk Priority Number*) untuk menentukan prioritas risiko tertinggi. Perhitungan dilakukan dengan rumus:

$$RPN = S \times O \times D$$

Dengan keterangan:

S (*Severity*): tingkat keparahan dampak risiko

O (*Occurrence*): tingkat kemungkinan terjadi risiko

D (*Detection*): tingkat kemampuan mendeteksi risiko

Selanjutnya dilakukan evaluasi menggunakan matriks risiko untuk mengetahui status risiko, yang dikategorikan menjadi 3 tingkatan yaitu *low*, *medium* dan *high* (Chrisanty & Tambotoh, 2023). Peta risiko dapat dilihat pada Gambar 3.

<i>Li</i>	<i>Certain</i>	5	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi	Tinggi
<i>ke</i>	<i>Likely</i>	4	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi	Tinggi
<i>lih</i>	<i>Possible</i>	3	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang	Tinggi
<i>oo</i>	<i>Unlikely</i>	2	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang	Sedang
<i>d</i>	<i>Rare</i>	1	Rendah	Rendah	Rendah	Sedang	Sedang
			1	2	3	4	5
			<i>Insignificant</i>	<i>Minor</i>	<i>Moderate Impact</i>	<i>Major</i>	<i>Catastrophic</i>

Gambar 3. Peta Risiko
(Chrisanty & Tambotoh, 2023)

- Kesimpulan dan saran: Tahap ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan hasil analisis risiko keterlambatan proses bongkar muat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis Risiko Menggunakan Metode FMEA

Tahap analisis risiko dengan metode FMEA bertujuan mengidentifikasi efek dan penyebab sub-risiko dalam proses bongkar muat, yang dikelompokkan ke dalam empat kategori: internal, SDM, sistem, dan eksternal. Analisis dilakukan melalui wawancara dengan 5 *expert*, dengan hasil disajikan pada tabel dibawah ini.

Tabel 1
Analisis Cause And Effect Risiko Internal

No	Sub Risiko	Kode Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
1	Kesalahan input timbangan	A1	Human eror, nalis manual	Data timbangan tidak akurat, potensi disput
2	Kerusakan alat grab	A2	Lifetime, benturan, penggunaan yang tidak sesuai prosedur oleh user/operator	Kegiatan bongkar muat berhenti sementara
3	Truck scale rusak	A3	Tersambar petir	Proses penimbangan terganggu, antrian panjang
4	Antrian saat penimbangan	A4	Banyak truk masuk bersamaan, system lambat	Waktu tunggu meningkat, efisiensi menurun

Tabel 2

Analisis *Couse And Effect* Risiko Sumber Daya Manusia (SDM)

No	Sub Risiko	Kode Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
1	Kecelakaan kerja	B1	Human eror	Operasi dihentikan sementara, investigasi, potensi cedera/ kematian
2	Kekurangan man power	B2	Hari raya, tanggal merah	Waktu bongkar muat semakin lama

Tabel 3

Analisis *Couse And Effect* Risiko System

No	Sub Risiko	Kode Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
1	System ERP mengalami trouble	C1	Server down, gangguan jaringan	Data operasional tidak dapat diakses

Tabel 4

Analisis *Couse And Effect* Risiko Eksternal

No	Sub Risiko	Kode Sub Risiko	Failure Cause	Failure Effect
1	Pengaruh cuaca	D1	Hujan, badai,	Kegiatan bongkar muat harus dihentikan
2	Surveyor belum hadir/ terlambat	D2	Kurangnya koordinasi	Proses verifikasi dan dokumentasi tertunda
3	Warehouse belum siap	D3	Penataan barang belum selesai, kapasitas tidak cukup	Cargo tidak bisa dibongkar
4	Ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan	D4	Jumlah armada kurang dikarenakan juga melakukan pembongkaran ditempat lain	Distribusi cargo terhambat, bongkar muat terganggu/ berhenti
5	Kesiapan PBM	D5	Koordinasi PBM kurang, operator alat tidak hadir/ terlambat	Delay kegiatan bongkar muat
6	Menunggu konfirmasi agen/ cargo owner	D6	Belum ada info valid soal claim/plan, masalah admin fee, cargo tidak sesuai	Delay pembongkaran
7	Menunggu dokumen custom	D7	EMKL lambat/ cargo yang masuk jalur merah memerlukan pemeriksaan ketat	Cargo tidak bisa mulai dibogkar harus menunggu terlebih dahulu
8	System inaport eror	D8	Gangguan aplikasi/server	Tidak bisa input/ catat aktivitas (kapal delay sandar)

9	Koordinasi antar pihak PBM dan TKBM lemah	D9	Kurangnya komunikasi dan briefing teknis	Delay kegiatan awal, waktu operasional bertambah
10	Kurangnya eskavator dalam tongkang	D10	Distributor alat tidak merata	Proses bongkar lambat, waktu operasional bertambah
11	Sirkulasi truk tidak lancar	D11	Kemacetan di luar area pelabuhan, kendala gudang penerimaan, keterbatasan koordinasi dan kesiapan armada	Proses bongkar muat terganggu, waktu operasional bertambah

3.2. Perhitungan Nilai RPN

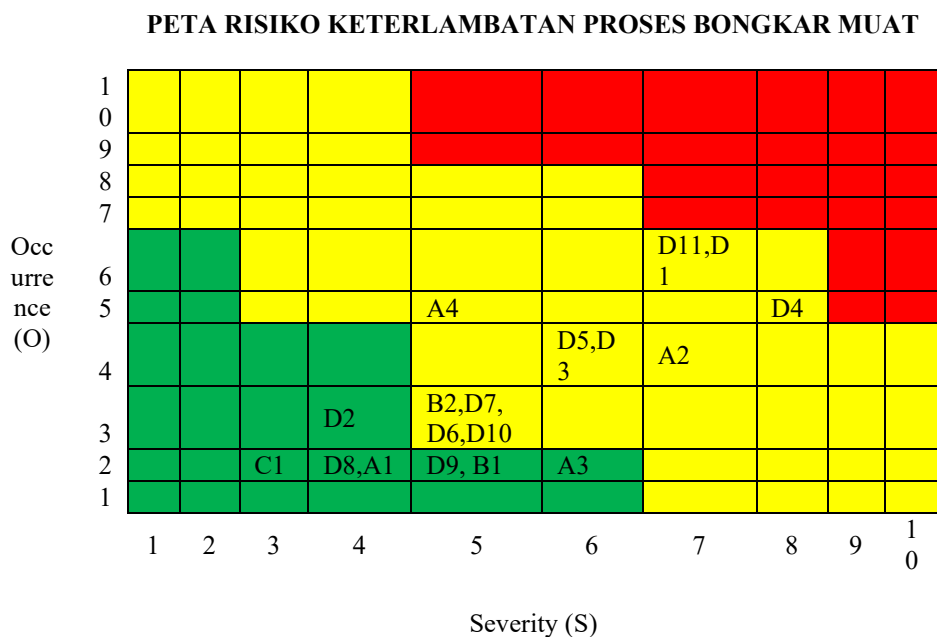
Dalam menentukan nilai SOD pada masing-masing sub risiko, dilakukan analisa terhadap rata-rata hasil kuesioner yang diisi oleh 5 expert judgement. Langkah pertama menghitung rata-rata dari masing-masing parameter, kemudian mengalikan rata-rata dari masing-masing parameter, sehingga ditemukan nilai RPN. Berikut merupakan perhitungan RPN terhadap seluruh sub risiko dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Perhitungan Nilai RPN

No	Sub Risiko	Kode Sub Risiko	Rata-Rata			RPN
			S	O	D	
1	Kesalahan input timbangan	A1	4,8	2,4	4.2	48.39
2	Kerusakan alat grab	A2	7	4,8	5.8	194.88
3	Truck scale rusak	A3	6,4	2,4	3.2	49.15
4	Antrian saat penimbangan	A4	5,8	5,2	3.8	114.61
5	Kecelakaan kerja	B1	5,2	2,2	3.4	38.90
6	Kekurangan man power	B2	5,8	3,6	3	62.64
7	Sistem ERP mengalami trouble	C1	3,6	2,6	3	28.08
8	Pengaruh cuaca	D1	7,2	6	4.2	181.44
9	Surveyor belum hadir/ terlambat	D2	4	3,6	4.6	66.24
10	Warehouse belum siap	D3	6,2	4,2	2.8	72.91
11	Ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan	D4	8	5,8	3.4	157.76

12	Kesiapan PBM	D5	6	4. 8	4.2	120.9 6
13	Menunggu konfirmasi agen/ cargo owner	D6	5. 6	3. 2	3	53.76
14	Menunggu dokumen custom	D7	5. 2	3. 6	3.2	59.90
15	System inaport eror	D8	4. 6	2. 4	3.8	41.95
16	Koordinasi antar pihak PBM dan TKBM lemah	D9	5. 2	2. 8	3.8	55.33
17	Kurangnya eskavator dalam tongkang	D10	5. 8	3	2.6	45.24
18	Sirkulasi truk tidak lancar	D11	7. 6	6. 2	4.6	216.7 5

Berikutnya, dilakukan evaluasi menggunakan peta risiko untuk mengetahui status risiko. Peta risiko keterlambatan proses bongkar muat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Risiko Keterlambatan Proses Bongkar Muat
Sumber: Data Diolah, 2025

Berdasarkan peta risiko pada Gambar 4.1 menunjukkan sebaran status risiko keterlambatan proses bongkar muat. fokus dalam analisis ini pada risiko-risiko yang minimal memiliki tingkat *occurrence* sedang (*moderate*) yaitu pada skala 4 ke atas dan tingkat *severity* tinggi (*high*), yaitu pada skala 7 ke atas. Risiko yang memenuhi kedua kriteria tersebut adalah risiko kerusakan alat grab (A2), risiko pengaruh cuaca (D1), risiko ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan (D4), dan risiko sirkulasi truk tidak

lancar (D11) yang berada pada risiko menengah (*medium risk*). Hal tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat risiko yang berbahaya namun harus tetap segera ditindaklanjuti. Selain itu terdapat 8 sub risiko lain yang termasuk medium risk/ risiko sedang yaitu A2, A4, B2, D3, D5, D6, D7, dan D10.

3.4. Pembahasan

Tabel 6
Hasil Perhitungan RPN Tertinggi

No	Sub Risiko	Severity	Occurance	RPN
1	Sirkulasi truk tidak lancar	7,6	6,2	216,75
2	Kerusakan alat grab	7	4,8	194,88
3	Pengaruh cuaca	7,2	6	181,44
4	Ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan	8	5,8	157,76

Selanjutnya, pembahasan difokuskan pada 4 sub risiko prioritas. Berikut merupakan penjabaran dari 4 sub risiko prioritas.

1. Sirkulasi truk tidak lancar (D11)

Sub-risiko sirkulasi truk tidak lancar memiliki nilai RPN 216,75. Risiko ini disebabkan oleh kemacetan di luar pelabuhan, keterbatasan kapasitas gudang, serta kurangnya koordinasi, yang berdampak pada meningkatnya waktu tunggu kapal, turunnya produktivitas, dan menurunnya kepercayaan pelanggan.

2. Kerusakan alat grab (A2)

Sub risiko kerusakan alat grab memiliki nilai RPN 194,88. Penyebab utamanya adalah usia pakai alat, benturan fisik saat operasional, serta penggunaan yang tidak sesuai prosedur. Dampaknya berupa downtime dengan biaya perbaikan tinggi, meningkatnya risiko kecelakaan kerja, serta penurunan kepercayaan dan pendapatan pelabuhan.

3. Pengaruh cuaca (D1)

Sub risiko pengaruh cuaca memiliki nilai RPN 181,44. Faktor alam seperti hujan deras atau badai menyebabkan penghentian bongkar muat, risiko kerusakan material maupun peralatan, serta menimbulkan kerugian finansial.

4. Ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan (D4)

Sub-risiko ketersediaan jumlah armada tidak sesuai kesepakatan memiliki nilai RPN 157,76. Risiko ini terjadi karena ketidakonsistenan PBM dalam menyediakan armada sesuai hasil pre-arrival meeting, sehingga menghambat bongkar muat, memperpanjang waktu operasional, dan menurunkan kinerja pelabuhan

4. Kesimpulan

1. Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat 18 sub-risiko keterlambatan bongkar muat pada dermaga curah kering yang berhasil diidentifikasi dengan metode FMEA. Dari hasil analisis, empat sub-risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah sirkulasi truk tidak lancar (216,75), kerusakan alat grab (194,88), pengaruh cuaca (181,44), dan ketidaksesuaian ketersediaan armada (157,76). Risiko-risiko tersebut memberikan dampak signifikan berupa keterlambatan operasional, peningkatan waktu tunggu kapal, potensi kerugian finansial hingga miliaran rupiah, serta penurunan daya saing pelabuhan. Oleh karena itu, diperlukan penerapan manajemen risiko yang sistematis, pemeliharaan peralatan secara berkelanjutan, serta peningkatan koordinasi dengan pihak eksternal. Selain itu, evaluasi berkala terhadap aspek operasional, termasuk peralatan, sistem informasi, dan alur logistik, perlu dilakukan secara konsisten agar risiko dapat dideteksi dan diantisipasi sejak dini, sehingga keandalan operasional dan daya saing pelabuhan tetap terjaga.
2. Penelitian selanjutnya disarankan melibatkan perspektif pengguna jasa dan pihak eksternal agar hasil lebih komprehensif, serta mengintegrasikan metode lain atau data historis yang lebih panjang untuk meningkatkan akurasi analisis risiko dan efektivitas strategi mitigasi.

5. Referensi

- Asbullah, Ginting, D., & Suparman. (2024). Analisis Keterlambatan dan Efisiensi Kegiatan Bongkar Muat Petikemas Di Terminal PT . Prima Terminal Petikemas Belawan. *Journal of Social Science Research*, 4, 10156–10166.
- Aufa, A. F., & Dahda, S. S. (2023). Analisis Risiko Proses Bongkar Muat Curah Kering

- Dengan Menggunakan Metode FMEA (Failure Mode And Effect Analysis) Di PT.XYZ. *Journal of Information Technology and Computer Science (INTECOMS)*, 6, 592–598.
- Baihaqie, M. I., Andesta, D., & Priyana, E. D. (2022). Identifikasi dan Evaluasi Risiko Operasional Logistik dengan Metode Failure Mode and Effect Analysis (Studi Kasus : PT. ABC Gresik). *Jurnal Serambi Engineering*, 7(4). <https://doi.org/10.32672/jse.v7i4.4631>
- Chrisanty, T. W., & Tambotoh, J. (2023). Analisis Manajemen Risiko Sistem Informasi Menggunakan ISO 31000:2018 di PT. XYZ. *ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi*, 5(2), 371–380. <https://doi.org/10.31849/zn.v5i2.13198>
- Dwiano, R. E., Mulyatno, I. P., & Sisworo, S. J. (2021). Analisis Risiko Pada Proses Bongkar Muat Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP) dan Fault Tree Analysis (FTA) di PT. Abadi Jaya Maritim. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(2), 162–172.
- Ismoyo, G. C., Widiana, D. R., & Sophia, A. V. (2020). Identifikasi Risiko pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Industri Gum Rosin Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA). 254–258.
- Rizal, M., Jufriyanto, M., & Rizqi, A. W. (2022). Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Failure Mode And Effect Analysis (FMEA) (Studi Kasus: Pekerja Project Economizer, Tangki Scrubber dan Draiyer di Bengkel Fabrikasi PT. Petrokimia Gresik). *Jurnal Sains, Teknologi Dan Industri*, 20(1), 156–165.