

ANALISIS RISIKO OPERASIONAL KERUSAKAN CONVEYOR BELT DENGAN METODE BOWTIE ANALYSIS DI BONTANG COAL TERMINAL (BOCT)

[Operational Risk Analysis of Conveyor Belt Damage Using the Bowtie Analysis Method at Bontang Coal Terminal (BoCT)]

Ira Nirmala¹⁾, Syifa Fajar Maulani^{2)*}, Melia Handayani³⁾

Program Studi Logistik Kelautan, Universitas Pendidikan Indonesia, Serang

syifa.fajar@upi.edu (corresponding)

ABSTRAK

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh terjadinya kerusakan sobek pada *belt conveyor* di area C26 di Bontang Coal Terminal yang dikelola oleh PT Indominco Mandiri, anak Perusahaan PT Indo Tambangraya Megah Tbk, yang menyebabkan gangguan signifikan terhadap proses *loading* batubara dan menimbulkan kerugian operasional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko operasional akibat kejadian tersebut serta mengidentifikasi penyebab, konsekuensi, dan efektivitas pengendalian risiko. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif kualitatif dengan pendekatan *Bowtie Analysis* melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, dan studi dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan dipengaruhi oleh faktor keausan *belt*, *misalignment conveyor*, pengaruh lingkungan, potensi masuknya objek asing, serta keterbatasan sistem deteksi dini. Insiden ini mengakibatkan penghentian *loading* selama tujuh hari, peningkatan biaya operasional akibat *demurrage*, serta risiko keselamatan kerja. Penerapan *Bowtie Analysis* menghasilkan rekomendasi penguatan pengendalian preventif dan mitigatif, seperti integrasi sensor pemantauan *real-time* untuk meningkatkan keandalan operasional.

Kata kunci: *Bowtie Analysis; risiko operasional; belt conveyor; manajemen risiko; loading batubara*

ABSTRACT

This study was motivated by the occurrence of a belt conveyor tear in Area C26 at the Bontang Coal Terminal, which is managed by PT Indominco Mandiri, a subsidiary of PT Indo Tambangraya Megah Tbk. The incident caused significant disruptions to the coal loading process and resulted in substantial operational losses. This research aims to analyze the operational risks arising from the incident and to identify its causes, consequences, and the effectiveness of existing risk controls. The study employs a qualitative descriptive research design using the Bowtie Analysis approach, supported by field observations, semi-structured interviews, and document analysis. The findings indicate that the damage was influenced by several factors, including belt wear, conveyor misalignment, environmental conditions, the potential ingress of foreign objects, and limitations in early detection systems. The incident led to a seven-day suspension of loading activities, increased operational costs due to demurrage, and elevated occupational safety risks. The application of Bowtie Analysis generated recommendations to strengthen both preventive and mitigative controls, such as integrating real-time monitoring sensors to enhance operational reliability.

Keywords: *Bowtie Analysis; operational risk; belt conveyor; risk management; coal loading*

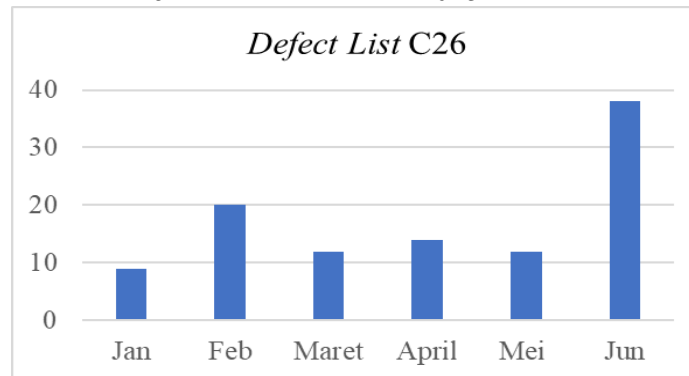
PENDAHULUAN

PT Indo Tambangraya Megah Tbk merupakan perusahaan pertambangan yang beroperasi di Indonesia. Perusahaan ini menjadi salah satu pelaku utama dalam industri energi dengan mengelola rantai nilai (*value chain*) batubara secara menyeluruh, mulai dari tahap eksplorasi dan produksi hingga pengangkutan serta pemasaran. Menurut Salsabilah, A. J., & Wicaksono, P. A. (2024),

perusahaan ini melakukan ekspor batubara ke China, India, Korea Selatan dan Asia Pasifik lainnya. Perusahaan ini dilengkapi dengan berbagai fasilitas, seperti fasilitas *hauling* (pengangkutan batubara), *coal* terminal, dan sistem penyimpanan yang terintegrasi untuk menunjang kegiatan ekspor. Fasilitas tersebut berperan penting dalam menunjang kelancaran dan keandalan distribusi batubara ke berbagai pasar tujuan.

Salah satu anak perusahaan yang mengelola *coal* terminal yaitu PT Indominco Mandiri, terminal tersebut ialah Bontang Coal Terminal (BoCT) sebagai terminal khusus yang dibangun pada tahun 1997 dan mulai beroperasi pada tahun 1999. Terminal ini dapat mengakomodasi hingga 20,5 juta ton batubara per tahun dan memiliki kapasitas penumpukan hingga 550.000 ton. Fasilitas terintegrasi tersebut mampu menangani kapal hingga 95.000 DWT. Operasional batubara pada terminal tersebut didukung juga dengan *conveyor belt* yang memungkinkan pemuatan batubara dengan volume besar ke atas kapal pengangkut. Menurut pihak *Port Contractor Management*, *conveyor belt* di BoCT ini menjurus sepanjang 6 km, sepanjang 4 km di atas tanah dan 2 km di atas laut.

Menurut Priyambada, *et al.* (2024), *conveyor belt* memiliki keunggulan efisiensi, *maintenance* yang murah, namun rentan terjadinya kerusakan. Tetapi, dalam operasional *conveyor* yang digunakan untuk mengangkut batubara ini masih ditemukan beberapa kendala yang terjadi. Inspeksi harian yang dilakukan pada area C26 (jalur *conveyor*) ditemukan beberapa kerusakan pada area tersebut. Meskipun kerusakan termasuk ringan, namun penanganan harus dilakukan secepat mungkin agar tidak berdampak terhadap kelancaran proses pengangkutan batubara. Berikut ini grafik hasil inspeksi harian pada area C26 bulan Januari-Juni 2025:



Gambar 1. Grafik *Defect List Conveyor C26* Januari-Juni 2025

Sumber: Diolah Peneliti berdasarkan Hasil Laporan Harian, 2025

Berdasarkan Gambar 1., *defect list* pada area conveyor C26 dari bulan Januari hingga Juni mengalami fluktuasi. Peningkatan jumlah *defect* tertinggi terjadi pada bulan Juni dengan total 38 kejadian. Adapun pada bulan lainnya, tercatat sebanyak 9 kejadian pada Januari, 20 pada Februari, 12 pada Maret, 14 pada April, dan 12 pada Mei. Kondisi ini mengindikasikan adanya gangguan operasional yang lebih tinggi pada bulan Juni dibandingkan dengan periode sebelumnya, sehingga terjadi peningkatan aktivitas perbaikan conveyor.

Hasil wawancara dengan pihak *Shipper Representative*, pada tanggal 15 April 2025 *belt conveyor* mengalami kerusakan serius yaitu *belt* sobek pada area C26 saat proses *loading* batubara ke MV Agri Kinsale dengan total batubara yang dimuat sebanyak 75.068 MT. *Belt* tersebut sobek dari *Tripper 1 C26* yang berdekatan dengan *Control Room* BoCT hingga setelah jembatan 1 *gate 09*, dengan panjang kerusakan 986 meter. Kerusakan tersebut membuat proses *loading* terhenti hingga perbaikan selesai dilakukan. Berikut ini dokumentasi kerusakan *belt* yang terjadi di area C26:



Gambar 2. Dokumentasi Kerusakan Belt Conveyor di Area C26 BoCT
Sumber : Port Maintenance Bontang Coal Terminal, (2025)

Kerusakan pada *belt conveyor* tersebut membutuhkan waktu perbaikan selama empat hari hingga peralatan dapat berfungsi kembali secara optimal. Menurut Sari & Sukmono (2022), sebisa mungkin kerusakan alat saat loading berlangsung ini harus dihindari. Sistem pengiriman *Free on Board* (FOB) proses loading batubara menjadi tanggung jawab akhir sebelum dikirimkan ke konsumen. Sehingga kerusakan tersebut menyebabkan proses pemuatan mengalami keterlambatan yang berdampak pada terjadinya waktu *demurrage* yang menambah biaya operasional dan menurunkan efisiensi pengiriman.

Menurut Nababan, H. O., (2025) implementasi manajemen risiko menjadi aspek yang sangat penting diterapkan pada proses bongkar muat curah kering untuk meminimalkan kecelakaan kerja dan menjaga kelancaran operasi. Kerusakan *conveyor* menjadi salah satu risiko pada proses bongkar muat curah kering. Kejadian tersebut menunjukkan bahwa terdapat potensi kerugian yang belum sepenuhnya dikendalikan secara optimal. Salah satu pendekatan penilaian risiko yang bersifat menyeluruh karena mampu menggambarkan secara terstruktur dan visual hubungan antara faktor penyebab kegagalan operasional dan dampak yang mungkin ditimbulkan yaitu metode *Bowtie*. Pengendalian dengan metode ini berupa tindakan preventif untuk mencegah terjadinya insiden maupun langkah mitigatif untuk mengurangi dampak apabila insiden tetap terjadi.

Menurut Bayu, D. S. (2022), perusahaan pertambangan sering menggunakan *conveyor belt* seperti dalam proses pengangkutan hasil tambang. Menurut Jein, et al (2024) dalam Minerba One Data Indonesia (MODI), sebanyak 60 perusahaan sudah menandatangani Perjanjian Karya Pengusahaan Pertambangan Batubara (PKP2B) dengan pemegang Izin Usaha Pertambangan (IUP) sebanyak 924 per tanggal 20 Januari 2023. Banyaknya entitas yang sudah memiliki IUP ini menjadi faktor pendorong tingginya volume produksi batubara nasional. Berdasarkan data Badan Pusat Statistika (BPS) mengalami peningkatan dari tahun ke tahun dan menjadi hasil produksi terbanyak dibandingkan dengan mineral lainnya, berikut ini data produksi barang tambang mineral pada tahun 2021-2023:

Tabel 1. Data Produksi barang tambang mineral pada tahun 2021-2023

Barang Tambang Mineral	Produksi Barang Tambang Mineral		
	2021	2022	2023
Batubara	614.058.577	687.402.285	775.183.592
Bauksit	25.781.187	28.808.674	9.889.569
Emas	78.996	85.203	82.972
Konsentrat Tin	52.467	57.735	67.625
Konsentrat Tembaga	3.377.023	3.321.239	3.999.565
Bijih Nikel	65.509.854	98.187.963	137.801.372

Sumber : Badan Pusat Statistika (BPS), 2025

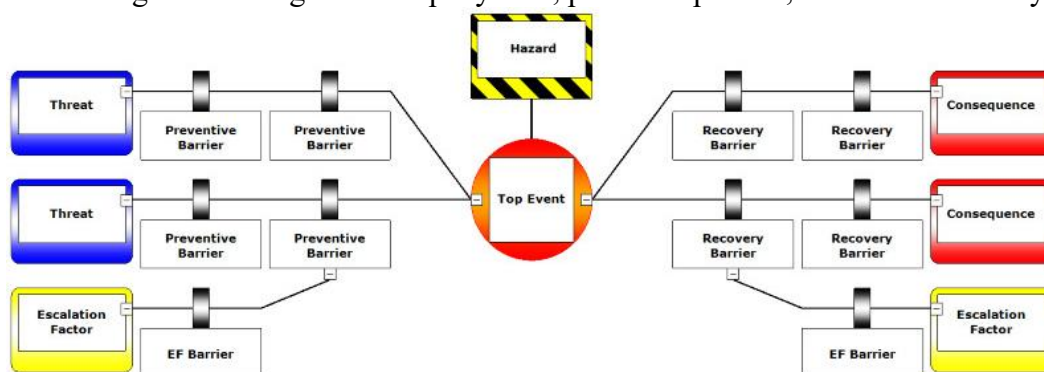
Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko operasional akibat kejadian sobeknya *belt conveyor* di area C26 yang berdampak langsung terhadap kelancaran kegiatan *loading* batubara dengan menggunakan metode *Bowtie Analysis*. Analisis dilakukan untuk mengidentifikasi secara sistematis penyebab terjadinya kerusakan belt, potensi konsekuensi terhadap operasional terminal, serta efektivitas pengendalian yang telah diterapkan. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat dirumuskan langkah mitigasi yang tepat dan berkelanjutan guna mencegah kejadian serupa, meminimalkan gangguan operasional, serta meningkatkan keandalan proses *loading* dan tingkat kepuasan pelanggan.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan oleh peneliti adalah penelitian deskriptif kualitatif. Menurut Waruwu, M. (2023), penelitian kualitatif adalah metode penelitian yang memanfaatkan narasi atau penggunaan kata-kata untuk menjelaskan serta menginterpretasikan makna dari berbagai fenomena, gejala, maupun situasi sosial tertentu. Penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang menggambarkan dan menginterpretasikan berbagai hal, seperti kondisi dan situasi yang ada, hubungan yang terjalin, pendapat yang berkembang, serta dampak atau konsekuensi yang terjadi (Rusandi & Muhammad Rusli, 2021). Pada penelitian kualitatif ini peneliti terlibat secara aktif dalam proses pengumpulan data. Peran ini mencakup kegiatan pengamatan, wawancara, serta interpretasi terhadap data yang diperoleh, sesuai dengan pendekatan kualitatif yang digunakan.

Menurut Taylor dalam (Teguh Saefuddin et al., 2023), wawancara mendalam merupakan proses pertemuan yang berlangsung beberapa kali antara peneliti dan subjek penelitian, dengan tujuan untuk menggali pemahaman subjek mengenai pengalamannya, atau kondisi yang dialaminya. Menurut Rachmawati dalam (M Teguh Saefuddin, Tia Norma Wulan, Savira, 2023) penelitian kualitatif umumnya menggunakan wawancara tidak berstruktur atau semi berstruktur. Jenis wawancara yang digunakan dalam penelitian ini adalah wawancara semi-terstruktur. Pemilihan jenis wawancara ini didasarkan pada kebutuhan peneliti untuk memperoleh data yang mendalam namun tetap terarah mengenai permasalahan kerusakan pada *conveyor*. Wawancara semi-terstruktur memungkinkan peneliti menyusun pertanyaan utama sebagai pedoman, tetapi juga memberikan fleksibilitas untuk mengeksplorasi informasi tambahan berdasarkan jawaban yang diberikan oleh informan. Penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling* sebagai metode penentuan subjek penelitian. Menurut Adhimah, S. (2020), subjek penelitian merupakan individu yang dipilih secara sengaja melalui teknik *purposive sampling*, berdasarkan kriteria dan pertimbangan tertentu, karena dianggap mampu memberikan informasi yang relevan dan mendalam terkait permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini.

Menurut (Ahmad & Muslimah, 2021), analisis data kualitatif adalah proses untuk mengidentifikasi dan mengolah data secara sistematis, seperti hasil wawancara dan lainnya, dengan tujuan untuk memperdalam pemahaman peneliti terhadap masalah yang sedang diteliti dan menyajikan temuan yang diperoleh untuk langkah selanjutnya. Teknik analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah *Bowtie Analysis*, yang dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai hubungan antara penyebab, peristiwa puncak, dan konsekuensinya.

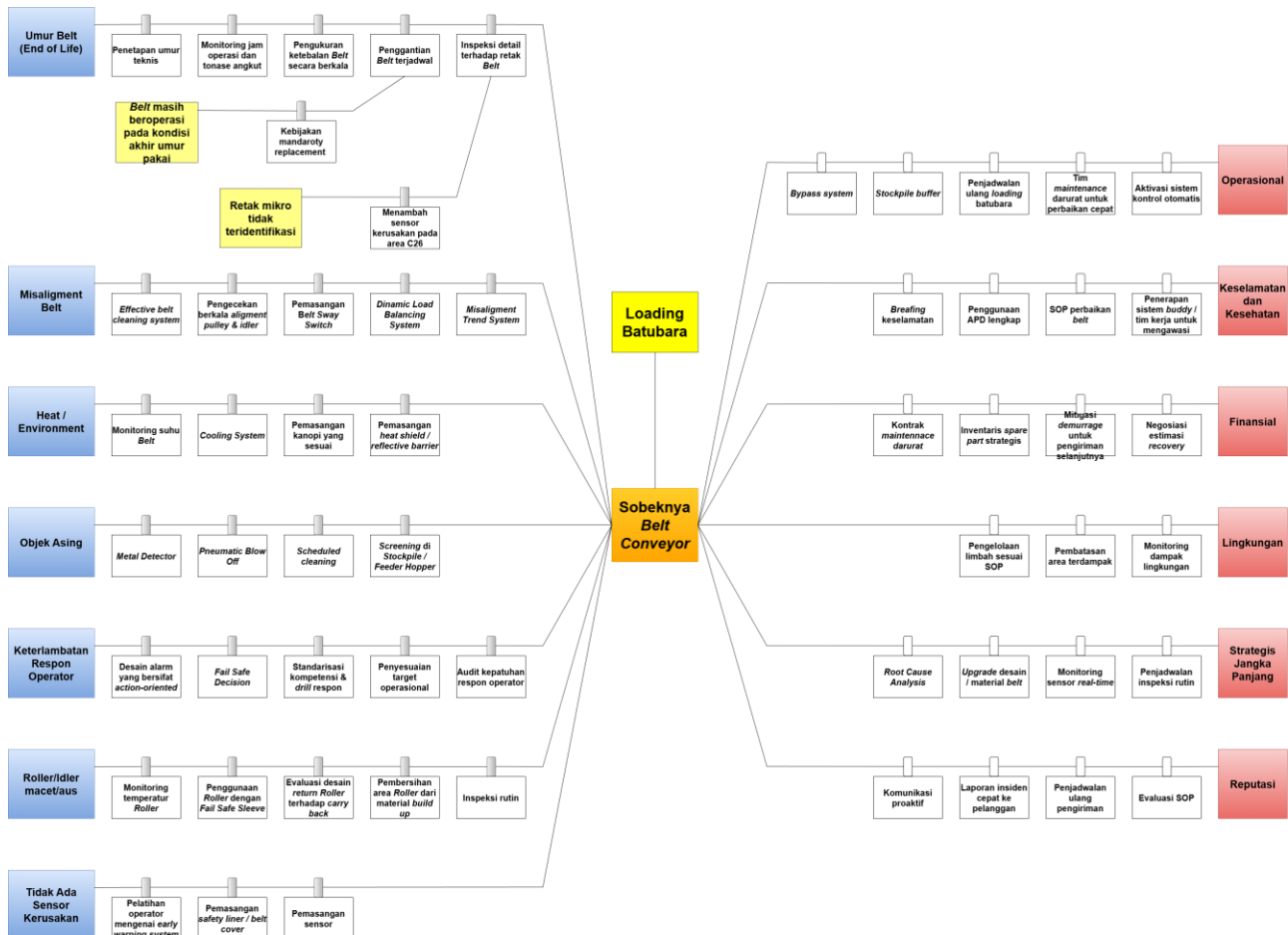


Gambar 3. Kerangka Bowtie Analysis

Sumber : <https://www.ors-consulting.com/bowtie-analysis> (2025)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerusakan berupa sobeknya *belt conveyor* pada proses loading batubara merupakan risiko operasional yang berpotensi menimbulkan gangguan signifikan terhadap kontinuitas kegiatan produksi. Analisis terhadap kejadian tersebut dilakukan dengan menggunakan metode *Bowtie Analysis* untuk mengkaji secara sistematis faktor penyebab, alur perkembangan risiko, serta peran pengendalian dalam pencegahan dan pengurangan dampak. Metode ini memungkinkan penyusunan gambaran yang terstruktur dan menyeluruh mengenai pengelolaan risiko pada sistem *conveyor*. Berikut diagram hasil analisis sobeknya *belt conveyor* pada area C26:



Gambar 4. Diagram Bowtie Analysis Sobeknya *Belt Conveyor*

Sumber : Diolah Peneliti, 2026

Analisis penyebab menunjukkan bahwa faktor umur *belt* yang telah mendekati akhir masa pakai (*end of life*) merupakan salah satu ancaman utama. *Belt* yang dioperasikan dalam kondisi aus memiliki kecenderungan mengalami retak mikro yang sulit terdeteksi melalui inspeksi visual biasa. Retak tersebut dapat berkembang menjadi sobekan besar ketika *belt* menerima beban dinamis tinggi selama proses loading. Terdapat beberapa *preventive barriers* yang dapat diterapkan, antara lain penetapan umur teknis *belt*, pemantauan jam operasi dan tonase angkut, pengukuran ketebalan *belt* secara berkala, inspeksi detail terhadap kondisi permukaan *belt*. Namun, kejadian di area C26 mengindikasikan bahwa efektivitas implementasi *barrier* tersebut masih perlu ditingkatkan, khususnya dalam aspek deteksi dini kerusakan. Integrasi sensor pemantauan kondisi secara real-time di area kritis menjadi rekomendasi penting untuk memperkuat sistem pemeliharaan berbasis kondisi (*condition-based maintenance*).

Misalignment conveyor di area C26 diidentifikasi sebagai ancaman yang mempercepat keausan *belt*. Ketidakejajaran jalur conveyor dapat dipicu oleh ketidakstabilan *pulley* dan *idler*, penumpukan material, atau distribusi beban yang tidak merata. Pengendalian risiko dilakukan melalui penerapan sistem pembersihan *belt* yang efektif, inspeksi dan penyetelan *alignment* secara berkala, pemasangan *belt sway switch*, serta pemantauan *tren misalignment*. Faktor lingkungan juga berkontribusi terhadap

degradasi sifat mekanik material *belt*. Monitoring suhu belt, penggunaan sistem pendingin, pemasangan kanopi pelindung, dan *heat shield* untuk mengurangi paparan panas langsung sangat penting dilakukan. Ancaman lain berasal dari kemungkinan masuknya objek asing seperti logam atau material keras dari area *stockpile*. Keberadaan benda asing ini dikendalikan melalui pemasangan *metal detector*, sistem *pneumatic blow-off*, program pembersihan terjadwal, dan *screening* pada *feeder hopper*.

Area C26 yang belum dilengkapi dengan sensor kerusakan menyebabkan sistem deteksi gangguan pada *belt conveyor* masih sepenuhnya bergantung pada pengamatan manual oleh operator di lapangan. Ketergantungan pada metode manual ini membuat proses identifikasi tanda-tanda awal kerusakan, seperti keausan, sobekan kecil, atau ketidaksesuaian pergerakan *belt*, berpotensi tidak terdeteksi secara *real-time*. Akibatnya, respons terhadap gangguan cenderung menjadi lebih lambat dibandingkan dengan sistem yang telah terotomatisasi. Keterlambatan dalam mendeteksi kerusakan awal dapat menyebabkan gangguan berkembang menjadi kerusakan yang lebih serius, termasuk risiko sobeknya *belt conveyor* yang berdampak pada penghentian operasional. Kondisi ini tidak hanya memengaruhi kontinuitas proses loading, tetapi juga berpotensi menimbulkan kerugian operasional dan finansial akibat downtime, keterlambatan pengiriman, serta kebutuhan perbaikan darurat.

Konsekuensi sobeknya *belt conveyor* di area C26 menimbulkan dampak operasional berupa penghentian total proses loading batubara yang berujung pada akumulasi *demurrage*. Insiden tersebut menyebabkan penghentian kegiatan *loading* selama tujuh hari, dengan durasi perbaikan teknis *belt* berlangsung selama empat hari. Sisa waktu *downtime* berkaitan dengan proses identifikasi kerusakan, mobilisasi sumber daya perbaikan, serta pengujian dan normalisasi sistem sebelum operasi kembali berjalan. Dampak finansial yang ditimbulkan berupa kewajiban pembayaran *demurrage* sebesar USD 20.000 per hari. Kondisi ini menunjukkan bahwa kegagalan sistem *conveyor* tidak hanya berdampak teknis, tetapi juga memiliki implikasi ekonomi dan manajerial yang signifikan. Insiden ini juga menimbulkan risiko keselamatan kerja selama proses perbaikan, potensi dampak lingkungan akibat tumpahan material, serta risiko penurunan kepercayaan pelanggan. Penerapan prosedur keselamatan kerja, penggunaan alat pelindung diri, pengelolaan limbah sesuai standar, dan komunikasi proaktif dengan pelanggan menjadi bagian integral dari strategi pemulihan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kejadian sobeknya *belt conveyor* di area C26 merupakan manifestasi dari interaksi berbagai faktor teknis, lingkungan, dan manusia. Pendekatan *Bowtie Analysis* menegaskan pentingnya sistem pengendalian risiko yang berlapis dan saling melengkapi. Strategi mitigasi untuk mencegah kejadian serupa di masa mendatang, diperlukan pelaksanaan *root cause analysis* secara mendalam, peningkatan desain dan kualitas material belt, serta integrasi sistem monitoring berbasis sensor *real-time* yang didukung dengan penguatan budaya keselamatan, optimalisasi strategi pemeliharaan preventif dan prediktif, serta peningkatan koordinasi antara fungsi operasi dan *maintenance* menjadi aspek strategis dalam meningkatkan keandalan sistem conveyor. Penerapan *Bowtie Analysis* tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi pascakejadian, tetapi juga sebagai landasan pengembangan sistem manajemen risiko yang proaktif untuk menjamin keberlanjutan, efisiensi, dan keandalan operasi di area C26.

PENUTUP

Penelitian ini menegaskan bahwa kejadian sobeknya *belt conveyor* di area C26 pada Bontang Coal Terminal merupakan indikator penting perlunya penguatan sistem manajemen risiko operasional pada fasilitas penanganan batubara. Melalui penerapan *Bowtie Analysis*, penelitian ini berhasil mengidentifikasi secara terstruktur hubungan antara berbagai faktor penyebab, mekanisme perkembangan risiko, serta konsekuensi yang ditimbulkan terhadap aspek operasional, finansial, keselamatan kerja, dan kepercayaan pelanggan. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kerusakan *conveyor* tidak disebabkan oleh satu faktor tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi faktor teknis, lingkungan, dan manusia yang memerlukan pendekatan pengendalian risiko yang komprehensif dan berlapis.

Saran

Rekomendasi yang dihasilkan menekankan pentingnya optimalisasi strategi pemeliharaan preventif dan prediktif, integrasi teknologi pemantauan kondisi berbasis sensor *real-time*, peningkatan kualitas inspeksi, serta penguatan koordinasi antara fungsi operasi dan pemeliharaan. Selain itu, peningkatan kompetensi sumber daya manusia menjadi aspek strategis dalam mendukung keandalan sistem *conveyor*. Implementasi langkah-langkah tersebut diharapkan mampu meminimalkan potensi gangguan operasional, menekan kerugian finansial *demurrage*, serta meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan proses *loading* batubara.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhimah, S. (2020). Peran orang tua dalam menghilangkan rasa canggung anak usia dini (studi kasus di desa karangbong rt. 06 rw. 02 Gedangan-Sidoarjo). *Jurnal Pendidikan Anak*, 9(1), 57-62.
- Ahmad, & Muslimah. (2021). Memahami Teknik Pengolahan dan Analisis Data Kualitatif. *Proceedings*, 1(1), 173–186.
- BAYU, D. S. (2022). KERUSAKAN CONVEYOR PADA KEGIATAN TRANSHIPMENT BATUBARA DI PT INDO TAMBANGRAYA MEGAH (Doctoral dissertation, POLITEKNIK ILMU PELAYARAN SEMARANG).
- Jein, K., Putra, F. F., Ayu, M. P., Khaerunisa, D. S., Pambudi, A. A., & Sawitri, N. N. (2024). Pengaruh Likuiditas, Profitabilitas dan Debt to Equity Ratio terhadap Harga Saham Perusahaan SubSektor Pertambangan Batubara yang Terdaftar di BEI Tahun 2022-2023. *Fibonacci: Jurnal Ilmu Ekonomi, Manajemen dan Keuangan*, 1(2), 42-57.
- M Teguh Saefuddin, Tia Norma Wulan, Savira, dan D. E. (2023). TEKNIK PENGUMPULAN DATA KUANTITATIF DAN KUALITATIF PADA METODE PENELITIAN. *Teknik Pengumpulan Data Kuantitatif Dan Kualitatif Pada Metode Penelitian*, 08.
- Nababan, H. O., Ginting, D., & Ginting, S. (2025). Strategi Pengelolaan Risiko dalam Bongkar Muat Curah di PT Gelora Perkasa Belawan. *Wawasan: Jurnal Ilmu Manajemen, Ekonomi dan Kewirausahaan*, 3(2), 65-75.
- Priyambada, A., Finali, A., DY, I. S. P., Umar, M. L., & Utomo, R. E. P. (2024). Analisa Penyebab Kerusakan Pada Belt Conveyor di PT XYZ Menggunakan Metode FTA dan FMEA. *Journal of Scientech Research and Development*, 6(1), 1015-1025.
- Rusandi, & Muhammad Rusli. (2021). Merancang Penelitian Kualitatif Dasar/Deskriptif dan Studi Kasus. *Al-Ubudiyah: Jurnal Pendidikan Dan Studi Islam*, 2(1), 48–60. <https://doi.org/10.55623/au.v2i1.18>
- Salsabilah, A. J., & Wicaksono, P. A. (2024). USULAN PERENCANAAN PERAMALAN & SAFETY STOCK PERSEDIAAN SPAREPART ADAPTER MENGGUNAKAN METODE TIME SERIES PADA PT INDO TAMBANGRAYA MEGAH. *Industrial Engineering Online Journal*, 13(4).
- Sari, R. A., & Sukmono, T. (2022). Continuous Ship Unloader Availability Analysis Using Association Rules Method with Apriori Algorithm Analisa Availability Continuous Ship Unloader Menggunakan Metode Association Rules dengan Algoritma Apriori. *Procedia of Engineering and Life Science Vol*, 2(2).
- Waruwu, M. (2023). Pendekatan penelitian pendidikan: metode penelitian kualitatif, metode penelitian kuantitatif dan metode penelitian kombinasi (Mixed Method). *Jurnal pendidikan tambusai*, 7(1), 2896-2910.