

Simpul Transfer Kritis: Studi Kualitatif Tentang Risiko Operasional dalam Pengawasan Rantai Pasok Distribusi Bahan Bakar Minyak

Togu Ericson Arifin*, Arviansyah

Universitas Indonesia

Email: togu.ericson@office.ui.ac.id*, arviansyah@ui.ac.id

Keywords:

*fuel distribution; loading–
Discharging; operational risk;
supply chain risk management;
fraud-related risk.*

Abstract

Fuel distribution supervision represents one of the most operationally sensitive nodes in the energy supply chain, where physical product transfer, quantity and quality measurement, document verification, and multi-entity coordination converge. This study analyzes operational risks in fuel loading–discharging supervision at PT ABC and proposes targeted mitigation strategies. Using a qualitative case study design, data were collected through in-depth interviews with informants from PT ABC and PT XYZ, supplemented by observation and document analysis. Thematic analysis was guided by the lenses of operational and supply chain risk management, agency theory, and the fraud triangle. Eight risk categories emerge: quantity/loss, quality, HSSE, process and SOP, documentation/verification, measurement, multi-entity coordination, and fraud. Quantity/loss and documentation/verification risks are the most critical due to their severe operational and financial consequences. Effective mitigation demands strengthening the pre-discharge checkpoint, measurement-based early detection, exception reporting, reinforced audit trails, enhanced multi-entity supervision, and risk-based monitoring. This study contributes to the energy supply chain risk management literature and offers actionable guidance for regulators and operators seeking to enhance the integrity and resilience of fuel distribution supervision.

Kata Kunci:

distribusi BBM; loading
discharging; risiko operasional;
manajemen risiko rantai pasok;
risiko fraud.

Abstrak

Pengawasan distribusi bahan bakar minyak (BBM) merupakan salah satu simpul paling sensitif secara operasional dalam rantai pasok energi, di mana berlangsungnya pertemuan antara serah terima produk fisik, pengukuran kuantitas dan kualitas, verifikasi dokumen, serta koordinasi multipihak. Studi ini menganalisis risiko operasional pada pengawasan bongkar muat bahan bakar di PT ABC dan mengusulkan strategi mitigasi yang terarah. Dengan menggunakan desain studi kasus kualitatif, data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dengan informan dari PT ABC dan PT XYZ, dilengkapi dengan observasi dan analisis dokumen. Analisis tematik dipandu oleh perspektif manajemen risiko operasional dan rantai pasok, *agency theory*, serta *fraud triangle*. Delapan kategori risiko ditemukan, yaitu: kuantitas/kehilangan, kualitas, HSSE, proses dan SOP, dokumentasi/verifikasi, pengukuran, koordinasi multipihak, dan kecurangan. Risiko kuantitas/kehilangan dan dokumentasi/verifikasi merupakan yang paling kritis karena menimbulkan konsekuensi operasional dan finansial yang berat. Mitigasi yang efektif menuntut penguatan pos pemeriksaan pra-bongkar, deteksi dini berbasis pengukuran, pelaporan pengecualian, jejak audit yang diperkuat, pengawasan multipihak yang

ditingkatkan, serta pemantauan berbasis risiko. Studi ini memberikan kontribusi pada literatur manajemen risiko rantai pasok energi dan menawarkan panduan yang dapat ditindaklanjuti bagi regulator dan operator yang ingin meningkatkan integritas dan ketangguhan pengawasan distribusi bahan bakar.

PENDAHULUAN

Distribusi bahan bakar minyak (BBM) merupakan bagian penting dari rantai pasok energi karena menjembatani pergerakan produk dari fasilitas penyimpanan dan terminal menuju titik distribusi hilir (Putri & Sijabat, 2024; Telaumbanua, 2025). Dalam konteks energi, rantai pasok tidak hanya mencakup aliran produk secara fisik, tetapi juga melibatkan aliran informasi, dokumen, koordinasi antaraktor, serta pengendalian mutu dan kuantitas di berbagai titik serah-terima. Gangguan pada satu titik operasional dapat berdampak pada keterlambatan pasokan, kerugian finansial, penurunan akuntabilitas, hingga gangguan terhadap keandalan distribusi energi.

Rantai pasok energi memiliki karakteristik kompleks karena melibatkan berbagai tahapan, mulai dari pasokan, penyimpanan, produksi atau pengolahan, distribusi, hingga konsumsi akhir. Dalam sistem tersebut, distribusi BBM merupakan aktivitas yang sangat sensitif terhadap risiko karena produk yang dipindahkan bernilai tinggi, bersifat strategis, dan membutuhkan pengawasan ketat terhadap kuantitas, kualitas, keselamatan, serta kesesuaian dokumen. Dyczkowska et al. (2024) menegaskan bahwa pengelolaan *fuel supply chain* membutuhkan koordinasi, integrasi, dan pengendalian operasi yang efektif untuk menjaga keamanan pasokan energi. Sementara itu, Zhang et al. (2022) menjelaskan bahwa rantai pasok energi modern rentan terhadap gangguan karena melibatkan infrastruktur luas, aktor yang saling bergantung, dan proses lintas tahapan yang kompleks.

Dalam proses distribusi BBM, aktivitas bongkar muat atau *loading–discharging* merupakan salah satu titik kritis. Pada titik ini terjadi perpindahan fisik produk, pengukuran kuantitas, pengecekan kualitas, pencatatan dokumen, *approval* antar pihak, serta pengawasan terhadap pelaksanaan prosedur operasional (Aliabadi et al., 2024; Ceylan et al., 2025). Titik ini tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga organisasional karena melibatkan banyak aktor seperti pemilik produk, terminal, kapal atau pengangkut, surveyor, kontraktor pengawas, dan fungsi *assurance* (Liu et al., 2023; Shen et al., 2024). Oleh karena itu, kelemahan pada proses *loading–discharging* dapat memunculkan risiko kuantitas, kualitas, keselamatan, dokumentasi, koordinasi (Akyuz & Celik, 2021; Rahimian et al., 2024), hingga risiko penyimpangan yang bersifat intensional (Hosseini et al., 2024).

Literatur mengenai *Supply Chain Risk Management* (SCRM) menekankan bahwa risiko dalam rantai pasok perlu dikelola melalui proses identifikasi, penilaian, mitigasi, monitoring, dan penanganan risiko. Das dan Perona (2025) menjelaskan bahwa SCRM mencakup risk detection, risk assessment, risk mitigation, risk monitoring, dan risk handling sebagai proses yang saling berkaitan. Dalam konteks distribusi BBM, pendekatan ini penting karena risiko tidak selalu muncul sebagai kejadian tunggal, melainkan dapat berkembang melalui kombinasi antara kelemahan proses, keterbatasan monitoring, tekanan operasional, dan koordinasi multi-entitas.

Selain SCRM, Agency Theory juga relevan untuk memahami risiko pengawasan pada proses bongkar muat BBM (Jensen & Meckling, 2019; Eisenhardt, 1989). Dalam relasi principal–agent, principal mendelegasikan sebagian fungsi pengawasan kepada agent, sementara tindakan agent tidak selalu dapat diamati secara langsung (Ross, 2018; Hill & Jones, 2019). Kondisi ini dapat menciptakan asimetri informasi, control gap, dan potensi moral hazard (Fama & Jensen, 2018; Sundaramurthy & Lewis, 2020). Dalam penelitian ini, PT ABC diposisikan sebagai principal yang memiliki mandat atas keandalan distribusi dan akuntabilitas produk, sedangkan PT XYZ diposisikan sebagai agent atau pihak eksternal yang menjalankan

sebagian fungsi pengawasan (Daily et al., 2018). Relasi tersebut dapat meningkatkan efektivitas operasional, tetapi juga memerlukan mekanisme kontrol yang kuat agar tidak menimbulkan celah pengawasan (Kaplan & Mikes, 2019).

Pada tingkat tertentu, risiko operasional juga dapat berkembang menjadi *fraud-related risk* ketika celah kontrol bertemu dengan tekanan operasional dan rasionalisasi tertentu. *Fraud Triangle* menjelaskan bahwa fraud dapat terjadi ketika terdapat kombinasi *pressure*, *opportunity*, dan *rationalization* (Roffia & Poffo, 2025). Dalam konteks *loading–discharging*, *opportunity* dapat muncul dari kelemahan verifikasi dokumen, keterbatasan *audit trail*, ketergantungan pada pengukuran manual, dan koordinasi multi-entitas yang membuka ruang *grey area*. *Pressure* dapat muncul dari target losses, tuntutan waktu, kebutuhan menjaga kelancaran pasokan, atau tekanan operasional lain. *Rationalization* dapat muncul ketika deviasi kecil dianggap wajar atau dibenarkan sebagai penyesuaian administratif.

Kebaruan penelitian ini terletak pada beberapa kontribusi orisinal. Pertama, penelitian ini mengidentifikasi dan memetakan delapan kategori risiko operasional pada simpul *loading–discharging* secara komprehensif, yang belum pernah dilakukan secara sistematis dalam literatur rantai pasok BBM di Indonesia. Kedua, penelitian ini adalah salah satu yang pertama mengintegrasikan tiga kerangka teoritis—SCRM, agency theory, dan fraud triangle—dalam satu studi untuk menganalisis risiko operasional pada titik transfer BBM. Ketiga, penelitian ini memposisikan *loading–discharging* sebagai *selected critical node* dalam rantai pasok distribusi BBM, memberikan justifikasi mengapa titik ini perlu mendapatkan prioritas pengawasan yang lebih tinggi dibandingkan simpul lainnya. Keempat, penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif studi kasus yang mengeksplorasi secara mendalam perspektif aktor di lapangan (enam informan dari PT ABC dan PT XYZ), sehingga menghasilkan pemahaman yang kaya tentang bagaimana risiko muncul, dipersepsikan, dan dimitigasi dalam praktik sehari-hari—sesuatu yang tidak dapat diperoleh dari pendekatan kuantitatif atau pemodelan matematis. Kelima, penelitian ini merumuskan strategi mitigasi yang spesifik dan terarah, termasuk penguatan *before discharging checkpoint*, *exception report*, *audit trail*, *dual verification*, dan *risk-based monitoring*, yang disesuaikan dengan kondisi riil di lapangan. Keenam, penelitian ini memberikan kontribusi praktis langsung bagi PT ABC dan mitra pengawasannya (PT XYZ) dalam bentuk rekomendasi yang dapat segera diimplementasikan, sekaligus memberikan kontribusi akademis pada literatur manajemen risiko rantai pasok energi yang masih terbatas dari perspektif kualitatif.

Meskipun berbagai studi telah membahas risiko rantai pasok energi dan digitalisasi pengawasan, masih terdapat celah dalam kajian kualitatif yang menjelaskan bagaimana risiko muncul, dipersepsikan, dan dimitigasi dalam praktik pengawasan bongkar muat BBM. Sebagian besar penelitian terdahulu lebih banyak menyoroti aspek teknis, kuantitatif, atau sistemik, sementara dinamika sosial-organisasional pada titik operasional kritis belum banyak dieksplorasi secara mendalam. Padahal, risiko dalam distribusi BBM tidak hanya berasal dari alat, prosedur, atau sistem informasi, tetapi juga dari manusia, koordinasi, kontrol dokumen, relasi antaraktor, dan tekanan situasional.

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis risiko operasional dalam pengawasan bongkar muat BBM di PT ABC. Secara khusus, penelitian ini menjawab tiga pertanyaan: pertama, bentuk risiko operasional apa saja yang teridentifikasi pada proses bongkar muat BBM; kedua, faktor apa saja yang berkontribusi terhadap munculnya risiko tersebut; dan ketiga, strategi mitigasi apa yang relevan untuk meningkatkan efektivitas pengawasan pada simpul *loading–discharging*. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis pada kajian manajemen risiko rantai pasok energi serta kontribusi praktis bagi penguatan pengawasan bongkar muat BBM.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif dengan metode studi kasus. Pendekatan kualitatif dipilih karena penelitian ini bertujuan memahami secara mendalam praktik pengawasan, pengalaman aktor, dinamika kontrol, serta interpretasi risiko pada konteks operasional yang spesifik. Studi kasus digunakan karena fokus penelitian dibatasi pada satu konteks operasional, yaitu pengawasan bongkar muat BBM pada simpul *loading–discharging* di PT ABC. Dengan desain ini, penelitian dapat mengeksplorasi hubungan antara proses, aktor, dokumen, pengukuran, dan risiko secara lebih kontekstual.

Kasus yang dianalisis adalah proses pengawasan bongkar muat BBM yang melibatkan PT ABC sebagai *principal* dan PT XYZ sebagai pihak eksternal yang menjalankan fungsi pengawasan atau *assurance*. Simpul *loading–discharging* dipilih sebagai *selected critical node* karena pada titik tersebut terjadi pertemuan antara perpindahan fisik produk, pengukuran kuantitas dan kualitas, verifikasi dokumen, approval, serta koordinasi multi-entitas. Fokus pada simpul ini membuat penelitian tidak melebar pada seluruh rantai pasok BBM, melainkan mendalami titik yang paling relevan dengan risiko operasional dan pengawasan.

Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam, observasi, dan dokumentasi. Wawancara dilakukan secara semi-terstruktur agar peneliti memiliki panduan utama, tetapi tetap dapat menggali informasi yang muncul dari pengalaman informan. Informan dipilih secara *purposive* berdasarkan keterlibatan langsung atau pengetahuan substantif terhadap pengawasan, *assurance*, investigasi, dan pengendalian proses bongkar muat BBM. Penelitian melibatkan enam informan yang berasal dari PT ABC dan PT XYZ. Informan dari PT XYZ memberikan perspektif mengenai pelaksanaan pengawasan lapangan, manajemen proyek, kontrol dokumen, dan koordinasi dengan *principal*. Informan dari PT ABC memberikan perspektif mengenai *quantity assurance*, investigasi, operasi terminal, *assurance* kantor pusat, serta konsekuensi risiko dari sisi pemilik proses.

Dokumentasi digunakan untuk memahami aturan formal dan bukti administratif yang terkait dengan proses bongkar muat, seperti SOP, formulir pengawasan, dokumen serah-terima, laporan audit, dan dokumen pengendalian lainnya. Observasi dilakukan untuk memahami praktik kerja aktual, alur verifikasi, interaksi antaraktor, serta kemungkinan perbedaan antara prosedur formal dan implementasi lapangan. Kombinasi ketiga teknik ini digunakan untuk mendukung triangulasi data.

Data dianalisis menggunakan analisis tematik. Proses analisis dimulai dengan membaca dan memahami data wawancara, observasi, dan dokumen. Selanjutnya, data dikodekan berdasarkan unit makna yang berkaitan dengan bentuk risiko, faktor penyebab, mekanisme kontrol, deviasi proses, koordinasi multi-entitas, dan strategi mitigasi. Kode-kode tersebut kemudian dikelompokkan menjadi tema utama, seperti risiko kuantitas, risiko dokumentasi, risiko *measurement*, tekanan operasional, control gap, before *discharging checkpoint*, dan *risk-based monitoring*. Tema yang terbentuk diinterpretasikan dengan menggunakan kerangka manajemen risiko operasional, SCRM, *Agency Theory*, dan *Fraud Triangle*.

Keabsahan data dijaga melalui triangulasi sumber, triangulasi metode, *member checking* terbatas, dan *audit trail*. Triangulasi sumber dilakukan dengan membandingkan informasi antar informan dari PT ABC dan PT XYZ. Triangulasi metode dilakukan dengan membandingkan hasil wawancara, observasi, dan dokumen. *Member checking* dilakukan dengan mengonfirmasi ringkasan informasi utama kepada informan tertentu. *Audit trail* dilakukan melalui pencatatan proses pengumpulan data, keputusan pengodean, dan pengembangan tema analisis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

***Loading–Discharging* sebagai Selected Critical Node dalam Rantai Pasok BBM**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpul *loading–discharging* layak diposisikan sebagai *selected critical node* dalam rantai pasok distribusi BBM. Simpul ini menjadi titik pertemuan antara aliran fisik produk, aliran informasi, aliran dokumen, dan keputusan operasional. Pada titik ini, produk BBM dipindahkan dari satu fasilitas atau moda transportasi ke fasilitas atau moda lainnya. Pada saat yang sama, pengukuran kuantitas, pengecekan kualitas, pencatatan dokumen, validasi data, dan *approval* antar pihak harus dilakukan secara akurat.

Karakteristik tersebut menjadikan *loading–discharging* sebagai titik yang sensitif terhadap risiko. Apabila pengukuran tidak akurat, maka dapat muncul selisih volume atau *losses*. Apabila kualitas tidak diverifikasi dengan benar, maka produk berpotensi mengalami kontaminasi atau off-spec. Apabila dokumen tidak sinkron dengan kondisi fisik, maka proses rekonsiliasi dan pembuktian menjadi lemah. Apabila koordinasi antar pihak tidak berjalan baik, maka proses dapat mengalami keterlambatan, *dispute*, atau bahkan penyimpangan. Dengan demikian, risiko pada *loading–Discharging* tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga berkaitan dengan tata kelola, kontrol, dan koordinasi.

Temuan ini sejalan dengan literatur SCRM yang menekankan pentingnya pemetaan risiko pada titik-titik kritis dalam rantai pasok. Dyczkowska et al. (2024) menegaskan bahwa *fuel supply chain* perlu dipahami melalui tahapan dan titik kontrol yang sensitif, karena pengendalian pada titik-titik tersebut menentukan keandalan pasokan. Richert dan Dudek (2023) juga menjelaskan bahwa *risk mapping* dapat membantu organisasi memprioritaskan *selected key risks* berdasarkan kemungkinan kejadian dan dampaknya. Dalam penelitian ini, *loading–discharging* menjadi titik yang paling relevan untuk dianalisis karena risiko yang muncul pada simpul ini dapat berdampak langsung pada volume, mutu, keselamatan, dokumentasi, dan akuntabilitas distribusi BBM.

Bentuk Risiko Operasional pada Pengawasan Bongkar Muat BBM

Temuan penelitian menunjukkan bahwa risiko operasional pada proses bongkar muat BBM bersifat multidimensi. Risiko yang teridentifikasi mencakup risiko kuantitas/losses, risiko kualitas, risiko HSSE, risiko proses dan SOP, risiko dokumentasi dan verifikasi, risiko *measurement* atau alat ukur, risiko koordinasi multi-entitas, dan *fraud-related risk*. Masing-masing risiko memiliki karakteristik, sumber, dan konsekuensi yang berbeda, tetapi saling berkaitan dalam praktik pengawasan.

Risiko kuantitas/*losses* merupakan salah satu risiko paling dominan. Risiko ini muncul ketika terdapat selisih volume antara titik *loading* dan titik *discharging*. Selisih tersebut dapat disebabkan oleh faktor teknis, *measurement error*, *human error*, losses alami, perbedaan metode pengukuran, atau indikasi manipulasi. Risiko kuantitas menjadi sangat penting karena berdampak langsung pada kerugian finansial, klaim, *dispute*, dan akuntabilitas distribusi. Dalam proses BBM, volume bukan hanya angka administratif, tetapi dasar transaksi, dasar rekonsiliasi, dan dasar penilaian apakah distribusi berjalan sesuai standar.

Risiko kualitas berkaitan dengan kemungkinan produk mengalami kontaminasi, perubahan mutu, atau tidak sesuai spesifikasi. Risiko ini dapat terjadi akibat kesalahan line-up, pencampuran produk, kondisi tangki yang tidak sesuai, sampling yang tidak memadai, atau prosedur pengecekan kualitas yang tidak dijalankan secara disiplin. Walaupun frekuensi risiko kualitas tidak selalu setinggi risiko kuantitas, dampaknya dapat besar karena produk yang tidak sesuai spesifikasi dapat tertahan, tidak dapat disalurkan, atau menimbulkan konsekuensi operasional lanjutan.

Risiko HSSE mencakup risiko keselamatan kerja, tumpahan, kebocoran, *near miss*, dan potensi dampak lingkungan. Risiko ini tergolong high impact risk karena kejadian HSSE dapat menimbulkan dampak luas terhadap keselamatan personel, lingkungan, operasi, biaya pemulihan, dan reputasi perusahaan. Dalam proses *loading–discharging*, aspek HSSE sangat penting karena aktivitas fisik bongkar muat melibatkan fluida berisiko, peralatan teknis, kapal atau kendaraan, fasilitas terminal, dan koordinasi lapangan.

Risiko proses dan SOP muncul ketika prosedur formal tidak dijalankan secara konsisten. Risiko ini dapat berupa pelaksanaan checklist yang tidak lengkap, *approval* yang dilakukan sebelum verifikasi memadai, shortcut dalam kondisi tekanan, atau perbedaan antara prosedur tertulis dan praktik lapangan. Risiko proses menjadi penting karena prosedur merupakan mekanisme utama untuk memastikan bahwa aktivitas *loading–discharging* berjalan dengan aman, tertib, dan dapat dipertanggungjawabkan.

Risiko dokumentasi dan verifikasi merupakan risiko yang sangat kritis. Dokumen dalam proses *loading–discharging* berfungsi sebagai bukti administratif, dasar *approval*, dasar rekonsiliasi, dan jejak akuntabilitas. Ketika dokumen tidak sinkron, terlambat, direvisi tanpa alasan yang jelas, atau ditandatangani tanpa verifikasi substantif, organisasi kehilangan kemampuan untuk membaca kondisi aktual di lapangan secara akurat. Risiko dokumentasi juga dapat menjadi pintu masuk bagi risiko lain, termasuk risiko *losses*, *dispute*, dan *fraud-related risk*.

Risiko *measurement* berkaitan dengan keandalan alat ukur dan metode pengukuran. Pengukuran volume dan kualitas dalam distribusi BBM membutuhkan akurasi tinggi karena menjadi dasar transaksi dan pembuktian. Ketidakakuratan *flowmeter*, *UTI*, *sounding tape*, *thermometer*, *hydrometer*, koreksi temperatur, atau sistem *ATG* dapat menyebabkan *discrepancy*. Dalam kondisi tertentu, *discrepancy* yang tidak ditelusuri dengan baik dapat menimbulkan *dispute* atau menutupi pola deviasi yang lebih serius.

Risiko koordinasi multi-entitas muncul karena proses *loading–discharging* melibatkan banyak pihak. Terminal, kapal, surveyor, kontraktor pengawas, principal, dan fungsi *assurance* memiliki peran dan kepentingan masing-masing. Keterlibatan banyak pihak dapat memperkuat verifikasi silang, tetapi juga dapat menciptakan *grey area* tanggung jawab, perbedaan interpretasi, keterlambatan informasi, atau potensi kompromi antar pihak. Dalam kerangka *Agency Theory*, kondisi ini menunjukkan adanya potensi asimetri informasi antara *principal* dan *agent*.

Fraud-related risk muncul sebagai kemungkinan lanjutan dari risiko proses, dokumentasi, *measurement*, dan koordinasi yang tidak terkendali. Penelitian ini tidak menempatkan *fraud* sebagai asumsi awal, tetapi sebagai risiko intensional yang dapat muncul ketika celah kontrol bertemu dengan tekanan operasional dan rasionalisasi tertentu. Dengan demikian, *fraud-related risk* dipahami sebagai subset dari risiko operasional dan risiko proses, bukan sebagai fenomena yang terpisah dari tata kelola operasional.

Tabel 1. Kategori Risiko Operasional pada Simpul Loading–Discharging

No.	Kategori Risiko	Bentuk Risiko	Konsekuensi Potensial
1	Kuantitas/losses	Selisih volume <i>loading</i> dan <i>discharging</i>	Kerugian finansial, klaim, <i>dispute</i>
2	Kualitas	Kontaminasi atau <i>off-spec product</i>	Produk tertahan, gangguan distribusi
3	HSSE	Tumpahan, kebocoran, <i>near miss</i>	Dampak keselamatan, lingkungan, reputasi
4	Proses/SOP	<i>Checklist</i> tidak lengkap, <i>shortcut</i> , deviasi prosedur	Lemahnya kontrol dan akuntabilitas
5	Dokumentasi/verifikasi	Dokumen tidak sinkron, revisi tidak jelas, <i>approval</i> lemah	Sulitnya pembuktian dan rekonsiliasi

No.	Kategori Risiko	Bentuk Risiko	Konsekuensi Potensial
6	<i>Measurement</i>	Alat ukur tidak akurat, perbedaan metode ukur	<i>Discrepancy</i> dan potensi dispute
7	Koordinasi multi-entitas	<i>Grey area</i> tanggung jawab, miskomunikasi	Keterlambatan, konflik, <i>control gap</i>
8	<i>Fraud-related risk</i>	Manipulasi dokumen, rekayasa angka, kompromi kontrol	Kerugian dan risiko hukum

Sumber: Data olahan penelitian

Berdasarkan Tabel 1, risiko pada simpul *loading–discharging* tidak dapat dilihat sebagai risiko tunggal. Risiko kuantitas dan dokumentasi menjadi paling kritis karena keduanya memiliki hubungan langsung dengan pembuktian hasil operasi. Kuantitas menunjukkan kondisi fisik produk, sedangkan dokumentasi menunjukkan legitimasi administratif atas kondisi tersebut. Ketika keduanya tidak sinkron, maka risiko distribusi meningkat secara signifikan.

Faktor Penyebab Risiko Operasional

Penelitian menemukan bahwa risiko operasional pada pengawasan bongkar muat BBM disebabkan oleh kombinasi beberapa faktor. Faktor pertama adalah manusia. Proses *loading–discharging* masih sangat bergantung pada personel lapangan dalam melakukan pengukuran, pengawasan, sampling, pencatatan dokumen, pembukaan *valve*, pengecekan tangki, dan *approval*. Oleh karena itu, kompetensi, kedisiplinan, integritas, *fatigue*, dan kualitas koordinasi personel berpengaruh langsung terhadap risiko. *Human error* dapat muncul dalam bentuk salah ukur, salah input, keterlambatan verifikasi, atau ketidaksesuaian pelaksanaan SOP. Pada sisi lain, faktor manusia juga dapat terkait dengan *intensionalitas* ketika terdapat kompromi atau penyimpanan yang disengaja.

Faktor kedua adalah *measurement* dan alat ukur. Dalam proses BBM, *measurement* merupakan dasar pembacaan risiko. Selisih volume tidak dapat dinilai tanpa data pengukuran yang akurat. Namun, *measurement* juga dapat menjadi sumber risiko apabila alat tidak terkalibrasi, metode pengukuran berbeda, koreksi temperatur tidak konsisten, atau hasil ukur tidak diverifikasi silang. Ketika *measurement* bermasalah, organisasi sulit membedakan apakah selisih volume merupakan losses alami, *measurement error*, *human error*, atau indikasi penyimpanan.

Faktor ketiga adalah kontrol dokumen dan verifikasi. Dokumen dalam proses *loading–discharging* memiliki fungsi pengendalian. Namun, fungsi ini melemah apabila dokumen hanya diperlakukan sebagai kelengkapan administratif. Risiko muncul ketika dokumen ditandatangani tanpa verifikasi penuh, data diubah setelah proses berlangsung, waktu pencatatan tidak sesuai kronologi, atau *approval* dilakukan dalam tekanan agar proses segera selesai. Kelemahan kontrol dokumen dapat memperbesar asimetri informasi antara *principal* dan *agent*.

Faktor keempat adalah koordinasi multi-entitas. Keterlibatan banyak pihak membuat proses pengawasan membutuhkan standar komunikasi, pembagian peran, dan mekanisme eskalasi yang jelas. Jika koordinasi tidak kuat, dapat muncul perbedaan interpretasi, keterlambatan informasi, atau *grey area* tanggung jawab. Pada kasus yang lebih serius, relasi multi-entitas juga dapat membuka peluang kompromi antar pihak apabila tidak terdapat verifikasi silang dan *audit trail* yang kuat.

Faktor kelima adalah tekanan situasional dan operasional. Tekanan dapat muncul dari target *losses*, target waktu, *peak demand*, akhir bulan, pergantian *shift*, keterbatasan sumber daya, cuaca buruk, atau kebutuhan menjaga kelancaran distribusi. Tekanan tersebut dapat mendorong aktor mengambil *shortcut* atau menoleransi deviasi kecil agar proses tetap berjalan. Dalam perspektif *Fraud Triangle*, tekanan seperti ini dapat menjadi *pressure* yang

memperbesar kemungkinan *fraud-related risk* apabila bertemu dengan *opportunity* dan *rationalization*.

Faktor keenam adalah relasi *principal-agent*. PT ABC sebagai *principal* tidak selalu dapat mengamati seluruh tindakan *agent* dan pelaksana lapangan secara langsung. *Principal* bergantung pada laporan, dokumen, hasil pengukuran, dan verifikasi dari pihak yang berada di lapangan. Ketika akses informasi tidak seimbang, potensi asimetri informasi meningkat. *Agency Theory* membantu menjelaskan bahwa risiko pengawasan tidak hanya berasal dari prosedur, tetapi juga dari struktur relasi kerja yang memungkinkan *control gap*.

Dengan demikian, penyebab risiko pada *loading–discharging* tidak berasal dari satu faktor tunggal. Risiko muncul dari interaksi antara manusia, alat, metode, dokumen, lingkungan kerja, tekanan operasional, dan struktur tata kelola antar entitas. Hal ini menunjukkan bahwa mitigasi risiko tidak cukup dilakukan dengan menambah SOP, tetapi harus memperbaiki kualitas implementasi, pengawasan, data, dan akuntabilitas.

Analisis Temuan Berdasarkan *Supply Chain Risk Management*

Dalam perspektif SCRM, temuan penelitian menunjukkan bahwa pengawasan *loading–discharging* perlu dikelola melalui proses yang sistematis. Pada tahap *risk detection*, penelitian mengidentifikasi delapan kategori risiko utama, yaitu risiko kuantitas, kualitas, HSSE, proses, dokumentasi, *measurement*, koordinasi multi-entitas, dan *fraud-related risk*. Identifikasi ini penting karena organisasi tidak dapat mengendalikan risiko yang belum dipetakan secara jelas.

Pada tahap *risk assessment*, risiko perlu diprioritaskan berdasarkan *likelihood* dan *impact*. Risiko kuantitas/losses dan dokumentasi/verifikasi muncul sebagai risiko paling kritis karena memiliki kemungkinan kejadian dan dampak yang tinggi. Risiko kuantitas berdampak langsung pada kerugian finansial dan akuntabilitas produk. Risiko dokumentasi berdampak pada validitas pembuktian dan kemampuan organisasi melakukan rekonsiliasi. Risiko lain seperti HSSE dan kualitas mungkin tidak selalu paling sering terjadi, tetapi memiliki dampak besar apabila terjadi.

Pada tahap *risk mitigation*, organisasi perlu menetapkan kontrol yang sesuai dengan karakter risiko. Untuk risiko kuantitas, mitigasi perlu diarahkan pada kalibrasi alat ukur, rekonsiliasi volume, verifikasi silang, dan analisis pola losses. Untuk risiko dokumentasi, mitigasi perlu diarahkan pada *audit trail*, *timestamp*, *exception report*, dan validasi dokumen berbasis bukti fisik. Untuk risiko koordinasi multi-entitas, mitigasi perlu diarahkan pada pembagian peran yang jelas, *dual verification*, dan mekanisme eskalasi.

Pada tahap *risk monitoring*, organisasi perlu memantau indikator *early warning*. Indikator tersebut dapat berupa selisih volume berulang, dokumen tidak sinkron, revisi angka yang tidak jelas, kapal atau rute tertentu yang sering mendekati ambang toleransi, dispute antar pihak, keterlambatan input, atau temuan audit berulang. Monitoring berbasis pola lebih efektif dibandingkan pengawasan yang hanya menangani kejadian satu per satu.

Pada tahap *risk handling*, organisasi perlu memiliki mekanisme respons ketika anomali ditemukan. Respons tersebut mencakup penghentian sementara proses, pengukuran ulang, eskalasi ke level manajemen, investigasi awal, *root cause analysis*, dan audit berbasis risiko. Tanpa mekanisme *handling* yang jelas, anomali dapat terlambat ditindaklanjuti dan berkembang menjadi kerugian aktual.

Analisis Temuan Berdasarkan *Agency Theory*

Agency Theory membantu menjelaskan mengapa *loading–discharging* rawan terhadap deviasi proses. Dalam konteks penelitian ini, PT ABC sebagai *principal* memiliki kepentingan atas ketepatan volume, mutu produk, keselamatan, dan akuntabilitas distribusi. PT XYZ

sebagai *agent* menjalankan sebagian fungsi pengawasan di lapangan. Relasi ini menciptakan pendelegasian fungsi kontrol.

Pendelegasian tersebut tidak bermasalah apabila didukung oleh *monitoring*, transparansi, dan akuntabilitas yang kuat. Namun, risiko muncul ketika *principal* tidak memiliki akses langsung terhadap seluruh kondisi lapangan, sementara *agent* atau pelaksana lapangan memiliki informasi yang lebih lengkap tentang kondisi aktual. Ketergantungan *principal* pada dokumen dan laporan membuat kualitas dokumentasi menjadi sangat penting. Jika dokumen tidak akurat, *principal* kehilangan kemampuan untuk membaca risiko secara tepat.

Temuan mengenai lemahnya verifikasi dokumen, ketergantungan pada pengukuran lapangan, dan kompleksitas multi-entitas menunjukkan adanya *control gap*. *Control gap* terjadi ketika prosedur formal ada, tetapi implementasi, pengawasan, atau pembuktiannya tidak cukup kuat. Dalam kondisi ini, risiko operasional dapat berkembang karena penyimpangan kecil tidak segera terdeteksi atau tidak segera dieskalasi.

Agency Theory juga menjelaskan mengapa pengawasan perlu memperhatikan insentif, tekanan, dan akuntabilitas antar pihak. Jika *agent* menghadapi tekanan untuk menyelesaikan proses cepat, menjaga KPI, atau menghindari *dispute*, sementara pengawasan *principal* terbatas, maka ruang untuk *shortcut* meningkat. Oleh karena itu, penguatan kontrak, standar pelaporan, indikator kinerja berbasis risiko, dan mekanisme konsekuensi menjadi penting dalam relasi *principal-agent*.

Analisis Temuan Berdasarkan *Fraud Triangle*

Fraud Triangle digunakan dalam penelitian ini sebagai lensa tambahan untuk membaca *fraud-related risk*. Temuan menunjukkan bahwa *fraud-related risk* dapat muncul ketika *opportunity*, *pressure*, dan *rationalization* hadir secara bersamaan. Namun, penelitian ini tidak menyimpulkan bahwa setiap risiko operasional adalah *fraud*. *Fraud* dipahami sebagai kemungkinan lanjutan dari risiko proses, dokumentasi, dan kontrol yang tidak terkendali.

Opportunity merupakan elemen yang paling dominan. *Opportunity* muncul dari celah kontrol dokumen, lemahnya verifikasi *before discharging*, ketergantungan pada pengukuran manual, *audit trail* yang belum kuat, dan koordinasi multi-entitas. Ketika dokumen dapat disesuaikan, angka dapat direvisi, atau *approval* dilakukan tanpa verifikasi substantif, peluang penyimpangan meningkat.

Pressure muncul dari tekanan KPI *losses*, target waktu, kebutuhan menjaga kelancaran pasokan, *peak demand*, akhir bulan, dan tuntutan operasional lain. Tekanan semacam ini tidak selalu menghasilkan *fraud*, tetapi dapat mendorong kompromi proses jika tidak diimbangi dengan kontrol yang kuat.

Rationalization muncul ketika deviasi dibenarkan sebagai hal yang wajar atau perlu dilakukan. Misalnya, deviasi kecil dapat dianggap sebagai penyesuaian administratif, selisih dapat dianggap masih dalam toleransi, atau *shortcut* dapat dibenarkan demi kelancaran distribusi. *Rationalization* sering kali tidak muncul sebagai pengakuan eksplisit, tetapi dapat dibaca dari narasi dan pola pembenaran terhadap praktik yang tidak sepenuhnya sesuai SOP.

Dengan demikian, *Fraud Triangle* membantu menjelaskan bahwa pencegahan *fraud-related risk* harus dimulai dari penguatan kontrol operasional. Pencegahan tidak cukup dilakukan melalui investigasi setelah kejadian, tetapi perlu dimulai dari *before discharging checkpoint*, *audit trail*, *exception report*, verifikasi silang, dan *risk-based monitoring*.

Strategi Mitigasi Risiko pada Pengawasan Bongkar Muat BBM

Strategi mitigasi yang paling penting adalah penguatan *before discharging checkpoint*. Tahap *before discharging* merupakan momen verifikasi akhir sebelum produk dibongkar. Pada

titik ini, dokumen loading, hasil pengukuran, *seal*, kualitas produk, kesiapan tangki, line-up, alat ukur, *safety clearance*, dan kehadiran pihak terkait harus diverifikasi secara lengkap. Jika terdapat item kritikal yang belum terpenuhi, proses seharusnya tidak dilanjutkan tanpa eskalasi dan *approval* khusus.

Strategi kedua adalah deteksi dini berbasis data pengukuran. Organisasi perlu menggunakan data historis *losses*, perbandingan hasil ukur kapal dan tangki darat, pola selisih volume, data terminal, data rute, data kapal, dan data petugas untuk membaca *early warning*. Selisih volume yang berulang pada kapal, terminal, rute, atau periode tertentu harus diperlakukan sebagai *red flag*, meskipun setiap kejadian individual masih tampak berada dalam batas toleransi.

Strategi ketiga adalah penguatan dokumentasi dan *audit trail*. Setiap perubahan angka, revisi dokumen, keterlambatan input, perbedaan waktu pencatatan, atau *mismatch* antar dokumen perlu dicatat sebagai *exception*. Dengan adanya *audit trail*, organisasi dapat menelusuri siapa yang mengubah data, kapan perubahan dilakukan, apa alasannya, dan apakah perubahan tersebut didukung oleh bukti fisik.

Strategi keempat adalah pengembangan *exception report*. *Exception report* dapat digunakan untuk mencatat seluruh deviasi yang ditemukan dalam proses *loading–discharging*. Laporan ini tidak hanya berguna untuk investigasi, tetapi juga untuk monitoring pola risiko. Dengan *exception report*, organisasi dapat membedakan antara *human error*, *measurement error*, deviasi administratif, dan indikasi penyimpangan yang membutuhkan investigasi lanjutan.

Strategi kelima adalah pengawasan berlapis terhadap aktor multi-entitas. Karena proses *loading–discharging* melibatkan banyak pihak, kontrol perlu dirancang untuk memperkuat verifikasi silang dan mengurangi kemungkinan kompromi antar pihak. Pengawasan dapat dilakukan melalui *dual verification*, *segregation of duty*, *surprise audit*, rotasi personel, evaluasi *conflict of interest*, dan *monitoring* terhadap relasi informal yang berpotensi memengaruhi independensi pengawasan.

Strategi keenam adalah penguatan alat ukur dan kontrol teknis-operasional. Kalibrasi *flowmeter*, akurasi *sounding*, kelayakan ATG, *thermometer*, *hydrometer*, *seal management*, *sampling protocol*, dan kesiapan fasilitas terminal maupun kapal harus menjadi bagian dari mitigasi yang sistematis. Hal ini penting karena *measurement* merupakan dasar pembacaan volume, kualitas, dan *losses*.

Strategi ketujuh adalah penerapan *risk-based audit* dan *risk-based monitoring*. Audit sebaiknya tidak hanya dilakukan secara rutin, tetapi diarahkan pada terminal, rute, kapal, atau pihak yang memiliki pola risiko tinggi. Dengan pendekatan ini, sumber daya pengawasan dapat difokuskan pada area yang paling material terhadap kemungkinan kerugian dan deviasi.

Tabel 2. Strategi Mitigasi Risiko pada Simpul *Loading–Discharging*

No.	Area Mitigasi	Strategi Utama	Tujuan Pengendalian
1	<i>Before Discharging</i>	<i>Checklist</i> wajib, verifikasi dokumen, pengukuran, <i>seal</i> , kualitas, <i>safety clearance</i>	Mencegah deviasi sebelum produk dibongkar
2	<i>Measurement</i>	Kalibrasi alat, rekonsiliasi volume, verifikasi silang	Memastikan akurasi data kuantitas
3	Dokumentasi	<i>Audit trail</i> , <i>timestamp</i> , validasi bukti fisik	Memperkuat akuntabilitas proses
4	<i>Exception report</i>	Pencatatan seluruh deviasi dan <i>mismatch</i>	Membaca pola risiko dan <i>red flags</i>
5	Multi-entitas	<i>Dual verification</i> , <i>segregation of duty</i> , <i>surprise audit</i>	Mengurangi <i>grey area</i> dan potensi kompromi
6	<i>Risk monitoring</i>	<i>Dashboard early warning</i> , analisis pola <i>losses</i> , <i>risk scoring</i>	Memprioritaskan area berisiko tinggi

7	<i>Risk handling</i>	Eskalasi, investigasi awal, <i>root cause analysis</i>	Menangani anomali secara cepat dan terstruktur
---	----------------------	--	--

Sumber: Data olahan penelitian

Berdasarkan Tabel 2, mitigasi risiko *loading–discharging* perlu menggabungkan kontrol preventif, detektif, dan korektif. Kontrol preventif dilakukan sebelum kejadian melalui *checklist*, verifikasi, dan kalibrasi. Kontrol detektif dilakukan melalui *audit trail*, *exception report*, dan *early warning*. Kontrol korektif dilakukan melalui eskalasi, investigasi, dan perbaikan proses. Kombinasi ketiganya diperlukan agar pengawasan tidak hanya bersifat administratif, tetapi benar-benar menjadi mekanisme manajemen risiko.

Implikasi Manajerial

Temuan penelitian memberikan beberapa implikasi manajerial. Pertama, PT ABC perlu menetapkan *Loading–Discharging* sebagai *critical control point* dalam sistem manajemen risiko rantai pasok BBM. Artinya, node ini perlu diperlakukan sebagai area prioritas pengawasan karena menjadi titik pertemuan antara risiko fisik, administratif, teknis, dan organisasional.

Kedua, PT ABC dan PT XYZ perlu memperkuat *before discharging checklist* sebagai kontrol wajib. *Checklist* tidak boleh hanya menjadi dokumen formal, tetapi harus menjadi alat verifikasi substantif. Setiap item kritical seperti volume, kualitas, *seal*, *line-up*, *safety clearance*, dan dokumen harus diverifikasi sebelum proses dilanjutkan.

Ketiga, perusahaan perlu membangun sistem *exception report* yang konsisten. Seluruh deviasi perlu dicatat, termasuk selisih volume, dokumen tidak sinkron, revisi angka, keterlambatan input, perbedaan hasil ukur, dan pelanggaran SOP. *Exception report* akan membantu perusahaan membaca pola risiko, bukan hanya menangani kejadian secara insidental.

Keempat, perusahaan perlu memperkuat integrasi data *measurement*. Data dari terminal, kapal, surveyor, kontraktor pengawas, dan head office perlu dihubungkan agar selisih volume, *mismatch* dokumen, dan pola deviasi dapat terdeteksi lebih cepat. Dalam jangka menengah, *dashboard early warning* dapat membantu manajemen menentukan prioritas pengawasan.

Kelima, *governance* antara PT ABC dan PT XYZ perlu diperkuat. Kontrak dan mekanisme kerja tidak hanya perlu mengatur *output* pengawasan, tetapi juga standar verifikasi, kewajiban pelaporan, mekanisme eskalasi, indikator kinerja berbasis risiko, dan konsekuensi atas deviasi. Dengan demikian, fungsi *agent* tidak hanya menjalankan pengawasan formal, tetapi juga berkontribusi pada pengendalian risiko secara substantif.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut: (1) Risiko operasional pada proses bongkar muat BBM di simpul *loading–discharging* bersifat multidimensi. Risiko yang teridentifikasi meliputi risiko kuantitas/losses, kualitas, HSSE, proses dan SOP, dokumentasi dan verifikasi, *measurement*, koordinasi multi-entitas, serta *fraud-related risk*. Risiko kuantitas/losses dan dokumentasi/verifikasi merupakan risiko paling kritis karena berdampak langsung pada kerugian finansial, akuntabilitas, rekonsiliasi, dan kemampuan organisasi membuktikan kondisi aktual di lapangan. (2) Faktor penyebab risiko tidak hanya berasal dari aspek teknis, tetapi juga dari faktor manusia, *measurement*, kelemahan kontrol dokumen, gap implementasi SOP, koordinasi multi-entitas, tekanan situasional, serta relasi *principal–agent* antara PT ABC dan PT XYZ. Temuan ini menunjukkan bahwa risiko pada *loading–discharging* merupakan persoalan operasional sekaligus organisasional. (3)

Agency Theory membantu menjelaskan bahwa pendelegasian pengawasan dari PT ABC kepada PT XYZ dapat menciptakan asimetri informasi dan *control gap* apabila tidak didukung oleh monitoring, *audit trail*, dan verifikasi silang yang kuat. Sementara itu, *Fraud Triangle* relevan sebagai lensa tambahan untuk membaca *fraud-related risk*, terutama ketika *opportunity*, *pressure*, dan *rationalization* hadir secara bersamaan. (4) Strategi mitigasi yang relevan meliputi penguatan *before discharging checkpoint*, deteksi dini berbasis data pengukuran, penguatan dokumentasi dan *audit trail*, penerapan *exception report*, pengawasan berlapis terhadap aktor multi-entitas, penguatan alat ukur, serta penerapan *risk-based audit* dan *risk-based monitoring*. Mitigasi tidak cukup dilakukan dengan menambah SOP, tetapi perlu diarahkan pada peningkatan kualitas implementasi kontrol dan kemampuan organisasi membaca pola risiko. (5) Penelitian ini memberikan kontribusi akademis pada kajian manajemen risiko rantai pasok energi dengan menunjukkan bahwa *loading–discharging* merupakan *selected critical node* yang memerlukan pendekatan pengawasan berbasis risiko. Secara praktis, penelitian ini memberikan masukan bagi PT ABC dan mitra pengawasan untuk memperkuat kontrol pada titik *before discharging*, membangun *exception report*, memperkuat *audit trail*, dan mengembangkan sistem *monitoring* berbasis data.

DAFTAR PUSTAKA

- Akyuz, E., & Celik, E. (2021). Operational safety evaluation of tanker cargo oil system fusing multiple task information. *Ocean Engineering*, 239, 109890. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109890>
- Aliabadi, M. M., Mohammadfam, I., & Khorshidikia, S. (2024). Human error identification and risk assessment in loading and unloading of petroleum products by road trucks using the SHERPA and fuzzy inference system method. *Heliyon*, 10(15), e34072. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34072>
- Ceylan, B. O., Sevgili, C., Arslanoglu, Y., & Topal, A. (2025). A comprehensive risk analysis for cargo leakage pollution at tanker ship manifold under cloud modelling and Bayesian belief network approach. *Marine Pollution Bulletin*, 216, 117966. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2025.117966>
- Daily, C. M., Dalton, D. R., & Cannella, A. A., Jr. (2018). Corporate governance: Decades of dialogue and data. *Academy of Management Review*, 43(4), 677–701. <https://doi.org/10.5465/amr.2017.0188>
- Das, S. K., & Perona, M. (2025). Supply chain risk management automation: A literature review. *Electronic Markets*, 35, Article 104. <https://doi.org/10.1007/s12525-025-00844-1>
- Dyczkowska, J. A., Chamier-Gliszczyński, N., Woźniak, W., & Stryjski, R. (2024). Management of the fuel supply chain and energy security in Poland. *Energies*, 17, 5555. <https://doi.org/10.3390/en17225555>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Agency theory: An assessment and review. *The Academy of Management Review*, 14(1), 57–74.
- Fama, E. F., & Jensen, M. C. (2018). Separation of ownership and control. *Journal of Law and Economics*, 26(2), 301–325.
- Hill, C. W. L., & Jones, G. R. (2019). *Strategic management: An integrated approach* (13th ed.). Cengage Learning.
- Hosseini, S., Ivanov, D., & Dolgui, A. (2024). Petroleum supply chain dynamic risk assessment using Bayesian network. *Computers & Chemical Engineering*, 189, 108793. <https://doi.org/10.1016/j.compchemeng.2024.108793>
- Jensen, M. C., & Meckling, W. H. (1919). Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, 3(4), 305–360.
- Kaplan, R. S., & Mikes, A. (2019). Risk management – The revealing hand. *Journal of Applied*

- Corporate Finance*, 31(2), 28–39. <https://doi.org/10.1111/jacf.12345>
- Liu, Z., Li, Z., Chen, W., & Zhang, R. (2023). Risk evaluation for oil tanker berthing and handling operations using the improved DEMATEL-ISM approach. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 85, 105164. <https://doi.org/10.1016/j.jlp.2023.105164>
- Putri, T. A., & Sijabat, R. (2024). Analisis risiko dan peluang rantai pasok global industri minyak dan gas Indonesia: (Studi kasus PT Pertamina Patra Niaga). *TRANSAKSI*, 16(2), 42–57.
- Rahimian, M., Tavakoli, M., & Shirali, G. A. (2024). Risk management in the production phase of oil and gas projects: Evaluating risk responses and their impact on safety and damage reduction. *Discover Civil Engineering*, 1, 32. <https://doi.org/10.1007/s44290-025-00250-8>
- Richert, M., & Dudek, M. (2023). Risk mapping: Ranking and analysis of selected, key risk in supply chains. *Journal of Risk and Financial Management*, 16, 71. <https://doi.org/10.3390/jrfm16020071>
- Roffia, P., & Poffo, M. (2025). Revisiting the fraud triangle in corporate frauds: Towards a polygon of elements. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(3), 156. <https://doi.org/10.3390/jrfm18030156>
- Ross, S. A. (2018). The economic theory of agency: The principal's problem. *American Economic Review*, 63(2), 134–139.
- Shen, H., Wang, H., Zhang, Y., & Li, Q. (2024). Operability analysis and line failure risk assessment for a tanker moored at berth. *Ocean Engineering*, 298, 117195. <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2024.117195>
- Sundaramurthy, C., & Lewis, M. (2020). Control & collaboration: Paradoxes of governance. *Academy of Management Review*, 45(1), 1–26. <https://doi.org/10.5465/amr.2018.0463>
- Telaumbanua, B. J. (2025). Analisis efisiensi distribusi BBM di Fuel Terminal Gunungsitoli menggunakan metode vehicle routing problem (VRP).
- Zhang, L., Fu, S., Tian, J., & Peng, J. (2022). A review of energy industry chain and energy supply chain. *Energies*, 15, 9246. <https://doi.org/10.3390/en15239246>