

MANAJEMEN RISIKO OPERASIONAL DALAM RANTAI PASOK PERTAMBANGAN BATUGAMPING

Yelli Fitri ¹⁾, Sri Wahyuni ²⁾, Hendriono ³⁾

¹⁾ Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²⁾ Prodi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Cordova

³⁾ Prodi Teknik Pertambangan, Sekolah Tinggi Teknologi Industri Padang

Email: yellifitri@staff.unram.ac.id

Abstrak, Industri pertambangan batugamping menghadapi berbagai risiko operasional yang berpotensi mengganggu lancarnya rantai pasok, mulai dari penambangan hingga distribusi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan melepaskan risiko operasional dalam rantai pasok pertambangan batugamping dengan pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA). Data diperoleh melalui wawancara, observasi lapangan, serta dokumen internal perusahaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa risiko utama meliputi konflik sosial dengan masyarakat sekitar (RPN 288), keterlambatan transportasi akibat cuaca ekstrem (RPN 280), dan kerusakan alat berat (RPN 252). Strategi mitigasi yang disarankan mencakup pemeliharaan preventif berbasis teknologi, sistem pemantauan cuaca, pelacakan GPS, serta program Corporate Social Responsibility (CSR) untuk memperkuat hubungan sosial. Penelitian ini memberikan kontribusi pada pengembangan manajemen risiko dalam rantai pasok pertambangan, sekaligus mendukung terciptanya operasi yang adaptif, efisien, dan berkelanjutan.

Kata Kunci: manajemen risiko, rantai pasok, batugamping, FMEA, pertambangan

PENDAHULUAN

Pertambangan batugamping merupakan salah satu sektor strategis dalam industri konstruksi dan manufaktur. Batugamping memiliki peranan penting sebagai bahan baku dalam produksi semen, bahan pengontrol polusi dalam industri metalurgi, bahan netralisasi limbah dalam industri kimia, serta sebagai komponen dasar dalam pembangunan infrastruktur (British Geological Survey, 2020). Permintaan yang tinggi terhadap batugamping menuntut efisiensi dan keberlanjutan dalam seluruh proses rantai pasok, mulai dari kegiatan ekstraksi, pemrosesan, pengangkutan, hingga distribusi ke konsumen akhir.

Namun demikian, aktivitas pertambangan batugamping tidak terlepas dari berbagai risiko, terutama pada aspek operasional rantai pasok. Risiko tersebut meliputi keterlambatan pengiriman, kerusakan alat berat, cuaca ekstrem, fluktuasi harga bahan bakar, kendala perizinan, hingga konflik sosial dengan masyarakat sekitar tambang (Dolgui et al., 2020). Ketidakmampuan dalam mengidentifikasi dan mengelola risiko tersebut dapat menyebabkan peningkatan biaya logistik, terganggunya kontinuitas produksi, bahkan kerusakan lingkungan yang berujung pada penolakan sosial terhadap aktivitas pertambangan (Kumar & Anbanandam, 2020).

Manajemen risiko operasional menjadi aspek krusial dalam mendukung kelancaran rantai pasok pertambangan. Dalam perspektif teknik industri, penerapan metode identifikasi risiko, analisis dampak, dan perancangan strategi mitigasi mampu meningkatkan ketahanan sistem rantai pasok terhadap berbagai gangguan operasional (Fan & Stevenson, 2018). Oleh karena itu, pengelolaan risiko yang efektif diperlukan untuk menciptakan sistem operasi pertambangan yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Manajemen risiko operasional merupakan proses terstruktur untuk mengidentifikasi, menilai, memantau, dan mengendalikan risiko yang timbul dari kegagalan proses internal, kesalahan manusia, kegagalan sistem, maupun faktor eksternal yang dapat memengaruhi kinerja operasional organisasi (Hopkin, 2018). Menurut ISO 31000:2018, pendekatan manajemen risiko sebaiknya melibatkan proses identifikasi, analisis, evaluasi, serta pengendalian risiko berdasarkan konteks organisasi dan tujuan operasional. Penerapan metode seperti *Failure Mode and Effects Analysis* (FMEA), Risk Matrix, dan Monte Carlo Simulation umum digunakan untuk menilai dan mereduksi dampak risiko operasional (Sarkar & Kumar, 2021).

Rantai pasok di sektor pertambangan mencakup aktivitas mulai dari eksplorasi, ekstraksi, pengolahan, hingga distribusi produk tambang kepada konsumen akhir. Rantai pasok tambang memiliki karakteristik khusus yang membedakannya dari sektor manufaktur atau jasa, antara lain: ketergantungan pada lokasi geografis yang tetap, dampak lingkungan tinggi, serta regulasi pemerintah yang ketat (KPMG, 2020). Risiko pada rantai pasok ini bisa muncul dari berbagai sumber, termasuk cuaca ekstrem, keterbatasan infrastruktur, hingga konflik sosial dengan masyarakat sekitar lokasi tambang (Kshetri, 2018).

Pada pertambangan batugamping, risiko sering terjadi pada tahap transportasi akibat keterbatasan sarana jalan dan medan berat, yang berdampak pada keterlambatan pengiriman dan peningkatan biaya logistik (Putra & Santosa, 2019). Teknik industri menyediakan berbagai pendekatan kuantitatif dan sistemik dalam mengelola risiko operasional dalam rantai pasok. Pendekatan seperti *Supply Chain Risk Management* (SCRM), *lean supply chain*, dan digital twin modeling telah digunakan untuk mengidentifikasi dan memitigasi risiko pada sistem kompleks seperti pertambangan (Ivanov & Dolgui, 2020). Teknik ini memungkinkan perusahaan mengembangkan strategi mitigasi yang adaptif dan responsif terhadap gangguan.

Selain itu, integrasi teknologi seperti *Internet of Things* (IoT), *big data analytics*, dan *predictive maintenance* juga mulai diterapkan dalam rantai pasok pertambangan untuk meningkatkan visibilitas dan ketahanan operasional (Lee et al., 2021). Dengan demikian, pendekatan teknik industri tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga daya tahan sistem rantai pasok terhadap ketidakpastian.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi risiko operasional pada rantai pasok pertambangan batugamping, menganalisis tingkat risiko yang berpengaruh terhadap kelancaran operasional, serta merumuskan strategi mitigasi risiko yang efektif guna mendukung efisiensi dan keberlanjutan sistem rantai pasok pertambangan.

METODE

a. Desain Penelitian, penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-

kuantitatif dengan metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) sebagai alat utama dalam identifikasi, evaluasi, dan mitigasi risiko operasional pada rantai pasok pertambangan batugamping. Fokus penelitian diarahkan pada tahapan ekstraksi, transportasi, hingga distribusi material ke konsumen.

- b. Lokasi dan Objek Penelitian. Penelitian dilakukan pada salah satu perusahaan tambang batugamping di wilayah Sumatera Barat. Objek penelitian mencakup seluruh aktivitas rantai pasok mulai dari penggunaan alat berat di area tambang, proses pengangkutan material melalui jalan umum, hingga aspek distribusi.
- c. Teknik Pengumpulan Data
 - Data Primer: Wawancara dengan manajer operasional, pengawas tambang, dan pengemudi angkutan untuk mengidentifikasi risiko yang sering terjadi.
 - Observasi lapangan untuk melihat langsung kondisi jalan, alat berat, serta aktivitas transportasi material.
 - Data Sekunder: Dokumen internal perusahaan seperti laporan produksi, data kerusakan alat, laporan logistik, serta catatan pengaduan masyarakat.
- d. Tahapan Analisis. Analisis risiko dilakukan dengan tahapan menentukan aktivitas utama dalam rantai pasok (penambangan, pengolahan, transportasi, distribusi). Menggali potensi risiko dari setiap aktivitas, termasuk penyebab, mekanisme, dan dampak yang ditimbulkan. Serta penilaian risiko dengan FMEA
 - Mengukur setiap risiko berdasarkan tiga parameter:
Severity (S) : tingkat keparahan dampak
Occurrence(O): frekuensi terjadinya
Deteksi (D) : kemampuan mendeteksi risiko.
 - Selanjutnya menghitung Risk Priority Number ($RPN=S \times O \times D$) untuk memprioritaskan risiko.
 - Evaluasi dan Prioritisasi Risiko Risiko dengan nilai RPN tertinggi ditetapkan sebagai prioritas utama yang memerlukan mitigasi segera.
 - Perancangan Strategi Mitigasi Menyusun rekomendasi mitigasi risiko berbasis teknis, sosial, dan manajerial

sesuai prinsip *Supply Chain Risk Management* (SCRM).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Identifikasi Risiko Utama

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa risiko operasional dalam rantai pasok pertambangan batugamping terlihat pada lima kategori:

- Kerusakan alat berat (*excavator* dan *dump truck*) yang berdampak pada keterlambatan produksi dan distribusi.
- Keterlambatan transportasi akibat cuaca ekstrem atau kondisi jalan yang rusak, sehingga menghambat aliran material.
- Konflik sosial dengan masyarakat lokal, terutama terkait dampak lingkungan, gangguan, dan keselamatan.

- Ketidakpastian izin dan regulasi pemerintah yang dapat mengganggu kesinambungan operasi.
- Kehilangan material saat transportasi yang berimplikasi pada peningkatan biaya logistik.

Kelima risiko tersebut mewakili titik kritis dalam rantai pasok, khususnya pada fase transportasi yang menjadi penghubung utama antara lokasi tambang dengan konsumen.

b. Analisis FMEA

Pendekatan *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) digunakan untuk mengukur tingkat keparahan (*severity*), peluang kejadian (*occurrence*), dan tingkat deteksi (*detection*) dari setiap risiko. Hasil analisis dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*)

Risiko	Severity (S)	Occurrence (O)	Detection (D)	RPN = S×O×D
Kerusakan alat berat	9	7	4	252
Keterlambatan karena cuaca	7	8	5	280
Konflik sosial	8	6	6	288
Jalan rusak	7	7	5	245
Kehilangan material	6	5	6	180

Sumber: *pengumpulan data*

Konflik sosial memiliki nilai *Risk Priority Number* (RPN) tertinggi (288), menandakan perlunya strategi komunikasi dan program CSR yang konsisten. Keterlambatan akibat cuaca (RPN 280) menempati prioritas kedua, yang dapat diantisipasi melalui pemantauan cuaca dan perencanaan jadwal distribusi yang lebih fleksibel.

Kerusakan alat berat (RPN 252) menunjukkan pentingnya program pemeliharaan preventif secara berkala. Kerusakan jalan/infrastruktur (RPN 245) perlu dikelola melalui kolaborasi perusahaan dengan pemerintah daerah.

Kehilangan material (RPN 180) memiliki prioritas terendah, namun tetap membutuhkan mitigasi berupa sistem pelacakan digital.

c. Strategi Mitigasi dalam Konteks Rantai Pasok

Hasil analisis FMEA menunjukkan bahwa risiko operasional dalam rantai pasok pertambangan batugamping saling berkaitan dan berpotensi menimbulkan efek domino terhadap kelancaran produksi dan distribusi. Untuk itu, strategi mitigasi yang disusun tidak

hanya berfokus pada efisiensi teknis, tetapi juga pada operasional operasional. Strategi tersebut meliputi:

- Mitigasi Teknis: Pemeliharaan preventif dan prediktif berbasis teknologi sensor (IoT) untuk alat berat. Penerapan sistem pelacakan GPS untuk mengurangi kehilangan material.
- Mitigasi Lingkungan & Infrastruktur: Penyiraman jalan secara berkala dan pemasangan terpal pada truk pengangkut untuk mengurangi polusi debu. Kolaborasi perusahaan dengan pemerintah dalam perbaikan infrastruktur jalan.
- Mitigasi Sosial: Implementasi program *Corporate Social Responsibility* (CSR) yang berfokus pada kebutuhan masyarakat lokal. Mediasi dan komunikasi publik untuk membangun kepercayaan masyarakat.
- Mitigasi Manajerial: Integrasi biaya penyelesaian lingkungan ke dalam biaya produksi perusahaan sebagai bagian dari risiko manajemen. Penggunaan teknologi prediktif (*big data & digital twin*) untuk mencegah gangguan operasional.

- Implikasi bagi Manajemen Rantai Pasok
Temuan ini memperkuat bahwa keberhasilan manajemen risiko operasional tidak hanya bergantung pada faktor internal (teknologi dan proses), tetapi juga pada faktor eksternal (lingkungan, regulasi, dan sosial). Dengan mengintegrasikan prinsip *Supply Chain Risk Management* (SCRM), perusahaan tambang dapat membangun rantai pasok yang lebih tangguh (*resilient supply chain*) serta meningkatkan keinginan operasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Risiko operasional dalam rantai pasok pertambangan batugamping bersifat kompleks, terutama pada tahap transportasi yang menjadi titik kritis penghubung antara lokasi tambang dan konsumen. Hasil FMEA menunjukkan bahwa risiko dengan nilai RPN tertinggi adalah konflik sosial (288), keterlambatan transportasi akibat cuaca ekstrem (280), dan kerusakan alat berat (252), diikuti kerusakan jalan (245) serta kehilangan material (180). Mitigasi yang efektif memerlukan pendekatan teknis (pemeliharaan preventif, IoT, GPS), sosial (CSR dan komunikasi publik), serta manajerial (integrasi biaya risiko ke dalam operasional perusahaan).

Penerapan risiko manajemen berbasis FMEA terbukti membantu perusahaan dalam menyusun prioritas mitigasi, meningkatkan ketahanan rantai pasok, serta mendukung penghentian operasional tambang.

Perusahaan disarankan untuk mengintegrasikan sistem pemeliharaan prediktif berbasis teknologi sensor agar kerusakan alat berat dapat diminimalkan.

Dan perlu adanya kerja sama intensif dengan pemerintah daerah dalam peningkatan infrastruktur jalan tambang untuk mengurangi hambatan distribusi.

DAFTAR PUSTAKA

British Geological Survey. (2020). Limestone Commodity Profile. BGS.
ISO. (2018). ISO 31000:2018 Risk Management – Guidelines. International Organization for Standardization.
Dolgui, A., Ivanov, D., & Sokolov, B. (2020). Reconfigurable supply chain: The X-network. *International Journal of Production Research*, 58(13), 4138–4163.

<https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1774679>
Fan, Y., & Stevenson, M. (2018). A review of supply chain risk management: Definition, theory, and research agenda. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 48(3), 205–230.
Hopkin, P. (2018). *Fundamentals of Risk Management: Understanding, Evaluating and Implementing Effective Risk Management* (5th ed.). Kogan Page.
Ivanov, D., & Dolgui, A. (2020). A digital supply chain twin for managing the disruption risks and resilience in the era of Industry 4.0. *Production Planning & Control*, 32(9), 775–788. <https://doi.org/10.1080/09537287.2020.1768450>
KPMG. (2020). Risks and opportunities for mining: Global outlook 2020. <https://home.kpmg/xx/en/home/insights/2020/02/risks-and-opportunities-for-mining-2020.html>
Kshetri, N. (2018). 1 Blockchain's roles in meeting key supply chain management objectives. *International Journal of Information Management*, 39, 80–89. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2017.12.005>
Kumar, S., & Anbanandam, R. (2020). Impact of risk management culture on supply chain resilience: An empirical study from Indian manufacturing industry. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part O: Journal of Risk and Reliability*, 234(2), 246–259.
Lee, J., Bagheri, B., & Jin, C. (2021). Introduction to cyber manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 30, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2021.07.002>
Putra, A. A., & Santosa, B. (2019). Analisis Risiko dalam Rantai Pasok Pengangkutan Hasil Tambang Batugamping di Kabupaten Lima Puluh Kota. *Jurnal Teknik Industri Indonesia*, 18(2), 77–84.
Sarkar, A., & Kumar, A. (2021). A framework for evaluating supply chain disruption risks in mining sector. *Resources Policy*, 74, 102327. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102327>