

Managing Risk Of Spare Parts Supply Chain For Heavy Equipment Maintenance Through Implementation Of House Of Risk (HOR)

Manajemen Risiko Rantai Pasok Pengadaan Suku Cadang Pada Perbaikan Alat Berat Melalui Implementasi House Of Risk (HOR)

Aditya Dwi Septyanur^{1*}, Syarifa Hanoum² Muhammad Saad Salahudin³

Institut Teknologi Sepuluh Nopember^{1,2,3}

Septyanurds@gmail.com¹, syarifa.hanoum@gmail.com², muhammad.salahudin@its.ac.id³

**Corresponding Author*

ABSTRACT

The spare parts supply chain in the mining sector involves high levels of risk, which can lead to downtime of heavy equipment. This study aims to identify and mitigate these risks using the House of Risk (HOR) method in two phases. In the first phase, 22 risk agents and 12 risk events were identified, with priority risk agents based on the highest Aggregate Risk Potential (ARP) values, including A22, A14, A17, A9, and A12. In the second phase, 13 mitigation strategies were developed, with five priority strategies: PA1, PA7, PA11, PA10, and PA9. The approach employed in this research is action research, which includes risk identification, expert validation, formulation of mitigation strategies, and reflection on the results. The findings are expected to improve the effectiveness of risk management in the spare parts supply chain within the heavy equipment industry.

Keywords: Action Research, House Of Risk, Mitigation Strategy, Spare Parts, Supply Chain Risk

ABSTRAK

Rantai pasok pengadaan suku cadang dalam sektor pertambangan memiliki tingkat risiko yang tinggi, yang dapat menyebabkan downtime pada alat berat. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan memitigasi risiko tersebut menggunakan metode House of Risk (HOR) dalam dua fase. Pada fase pertama, diidentifikasi 22 agen risiko dan 12 kejadian risiko, dengan agen risiko prioritas berdasarkan nilai Aggregate Risk Potential (ARP) tertinggi meliputi A22, A14, A17, A9, dan A12. Pada fase kedua, disusun 13 strategi mitigasi, dengan lima strategi prioritas yaitu PA1, PA7, PA11, PA10, dan PA9. Pendekatan yang digunakan adalah action research yang meliputi siklus identifikasi risiko, validasi oleh ahli, perumusan strategi mitigasi, dan refleksi hasil. Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efektivitas manajemen risiko dalam rantai pasok suku cadang industri alat berat.

Kata Kunci: Action Research, House Of Risk, Risiko Rantai Pasok, Suku Cadang, Strategi Mitigasi

1. Pendahuluan

Dalam industri pertambangan, keberlangsungan aktivitas operasional sangat bergantung pada performa alat berat seperti dump truck, bulldozer, dan excavator. Peralatan ini memegang peranan krusial dalam menjaga produktivitas, sehingga ketergantungan terhadap ketersediaan suku cadang menjadi aspek strategis yang tidak dapat diabaikan. Gangguan pasokan yang mengakibatkan keterlambatan pengadaan atau kesalahan pengiriman suku cadang berpotensi menyebabkan waktu henti (downtime) yang berkepanjangan, berdampak pada efisiensi operasional serta menyebabkan kerugian ekonomi dan berkurangnya daya saing perusahaan (Liu et al., 2021, Hanoum, 2021; Hanoum & Islam, 2021).

Sistem rantai pasok untuk pengadaan suku cadang di sektor pertambangan memiliki karakteristik yang kompleks dan rentan terhadap berbagai bentuk ketidakpastian. Beragam insiden seperti kekeliruan dalam pengiriman, hambatan distribusi, serta ketidaksesuaian spesifikasi komponen sering kali terjadi dan menjadi ancaman berulang terhadap kelancaran operasional (Zhang & Chen, 2023, Azizi et-al, 2025). Berdasarkan studi kasus yang dilakukan di sebuah perusahaan kontraktor tambang batu bara di wilayah Kalimantan, yang dalam

penelitian ini disamakan dengan nama Coaltech, ditemukan bahwa lebih dari 60% total downtime peralatan berat disebabkan oleh permasalahan yang bersumber dari proses rantai pasok suku cadang.

Namun praktik manajemen risiko yang dijalankan oleh perusahaan seperti Coaltech masih bersifat sporadis dan reaktif, tanpa adanya kerangka kerja sistematis yang dapat mengantisipasi potensi risiko secara menyeluruh. Kondisi ini memperkuat urgensi akan perlunya pendekatan analisis risiko yang tidak hanya mampu mengidentifikasi penyebab utama secara komprehensif, tetapi juga menyediakan strategi mitigasi yang relevan dan dapat diimplementasikan secara efektif.

Salah satu pendekatan yang dinilai sesuai untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah metode House of Risk (HOR), yang dikembangkan oleh Pujawan dan Geraldin (2009). Metodologi HOR terdiri dari dua tahapan utama: fase pertama berfokus pada identifikasi serta pemeringkatan agen risiko berdasarkan perhitungan nilai Aggregate Risk Potential (ARP), sementara fase kedua diarahkan pada penyusunan strategi mitigasi berdasarkan rasio efektivitas relatif terhadap risiko yang telah diidentifikasi.

Melalui penelitian ini, diterapkan metode HOR secara langsung pada konteks nyata pengadaan suku cadang alat berat di Coaltech, dengan pendekatan action research sebagai landasan metodologis. Dengan melibatkan pemangku kepentingan internal perusahaan secara aktif, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk merumuskan profil risiko dan strategi mitigasi yang tepat, tetapi juga mendorong terbentuknya proses perbaikan berkelanjutan yang berbasis pada kolaborasi antara peneliti dan praktisi di lapangan. Sehingga hal diatas akan dibahas dalam peneitian ini:

- Risiko dan penyebab risiko apa saja yang terjadi dalam aktivitas rantai pasok pengadaan suku cadang alat berat di Coaltech?
- Agen risiko apa saja yang menjadi prioritas untuk dimitigasi berdasarkan perhitungan metode House of Risk fase 1?
- Strategi mitigasi apa yang dapat disusun dan diimplementasikan secara efektif dalam mengurangi dampak risiko utama?

2. Tinjauan Pustaka

Manajemen Risiko

Manajemen risiko merupakan suatu pendekatan terstruktur yang dirancang untuk mengenali, mengevaluasi, dan merespons berbagai ancaman potensial yang dapat menghambat pencapaian sasaran organisasi. Pendekatan ini melibatkan proses analisis atas kemungkinan terjadinya insiden yang merugikan serta penilaian sejauh mana dampaknya terhadap kelangsungan operasi perusahaan (Aven, 2011). Tindakan yang diambil dalam menghadapi risiko dapat berupa pengurangan (mitigasi), pemindahan tanggung jawab (transfer), maupun penerimaan risiko tersebut, tergantung pada tingkat urgensinya dan kapasitas organisasi dalam mengelolanya.

Menurut Hillson (2017), penerapan manajemen risiko yang efektif tidak cukup hanya dilakukan secara teknis atau sesekali saja, melainkan harus tertanam dalam budaya organisasi dan diintegrasikan ke dalam proses pengambilan keputusan harian. Artinya, manajemen risiko berperan tidak hanya sebagai mekanisme perlindungan terhadap ancaman (defensif), tetapi juga sebagai alat strategis untuk mendorong pengambilan keputusan yang lebih adaptif dan berbasis data.

Selain menjaga keberlangsungan nilai organisasi, sistem manajemen risiko yang dirancang secara menyeluruh juga mampu menghasilkan nilai tambah yang mendukung peningkatan keunggulan kompetitif perusahaan (Yap, 2017). Dalam konteks dinamika bisnis

jangka panjang, pendekatan yang proaktif terhadap risiko akan membuat organisasi lebih siap dan tangguh dalam menghadapi volatilitas dan ketidakpastian pasar.

Wagner dan Bode (2009) mengemukakan bahwa proses manajemen risiko secara umum terbagi ke dalam tiga tahapan utama: identifikasi risiko, penilaian risiko, dan pengembangan strategi mitigasi. Ketiga komponen tersebut saling terhubung dan harus dijalankan secara berkelanjutan agar tindakan mitigasi yang dirumuskan tetap relevan terhadap perkembangan kondisi internal dan eksternal perusahaan. Dengan mengadopsi kerangka ini, perusahaan dapat secara sistematis menyesuaikan strategi operasional dan kebijakan bisnis untuk merespons dinamika risiko yang terus berubah.

Manajemen Rantai Pasok

Rantai pasokan dapat dipahami sebagai sebuah sistem terintegrasi yang mencakup berbagai fasilitas dan jalur logistik yang saling terhubung, mulai dari proses pengadaan bahan baku, kegiatan produksi, penyimpanan, hingga pendistribusian produk akhir kepada konsumen. Setiap sektor industri memiliki desain rantai pasok yang unik, yang ditentukan oleh skala, tingkat kerumitan, dan kebutuhan operasional masing-masing (Chopra & Meindl, 2012). Di dalam sistem ini, terdapat berbagai aktor penting seperti produsen, pemasok, distributor, pengecer, hingga pengguna akhir, yang semuanya memainkan peran strategis dalam aliran produk dan informasi (Indrajit & Djokopranoto, 2006).

Agar rantai pasok dapat berjalan secara efisien, maka diperlukan perancangan sistem yang mampu mengakomodasi interaksi optimal dari seluruh komponen di dalamnya. Efisiensi ini umumnya diukur melalui sejumlah indikator kinerja yang mencerminkan kemampuan sistem dalam memenuhi permintaan pasar dengan biaya dan waktu yang minimal (Wassick, 2009). Namun, upaya untuk mengoptimalkan jaringan rantai pasok sering kali menghadapi berbagai tantangan teknis, terlebih pada sistem dengan skala global dan struktur yang kompleks.

Sebagaimana dijelaskan oleh Ottino (2011), rantai pasokan global yang besar umumnya terdiri atas berbagai titik fasilitas yang tersebar secara geografis untuk menunjang proses pengadaan, manufaktur, dan distribusi produk. Jaringan ini juga membutuhkan integrasi berbagai moda transportasi—seperti angkutan darat, laut, dan udara—yang masing-masing memiliki karakteristik waktu tempuh, biaya, dan risiko berbeda. Selain itu, sistem tersebut harus siap menghadapi beragam bentuk ketidakpastian, seperti gangguan pasokan, ketidakaturan permintaan, serta volatilitas harga komoditas di pasar internasional, yang semuanya dapat mengganggu stabilitas aliran barang dan informasi dalam jaringan.

House of Risk

Salah satu metode yang berkembang dalam pengelolaan risiko rantai pasok adalah House of Risk (HOR) yang dikembangkan oleh Pujawan dan Geraldin (2009). HOR dirancang untuk mengidentifikasi penyebab risiko (risk agent) dan peristiwa risiko (risk event), serta memberikan prioritas berdasarkan nilai Aggregate Risk Potential (ARP). Pendekatan ini dinilai lebih proaktif dibanding metode konvensional seperti FMEA karena tidak hanya mengidentifikasi risiko tetapi juga memetakan kontribusi penyebab terhadap kejadian risiko melalui penilaian korelasi. HOR terdiri dari dua fase, di mana fase pertama bertujuan untuk menentukan prioritas agen risiko, sedangkan fase kedua merancang strategi mitigasi berdasarkan perhitungan Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD).

Berbagai penelitian sebelumnya telah mengaplikasikan metode HOR dalam berbagai konteks. Pujawan dan Geraldin (2009) mengidentifikasi 22 risk event dalam perusahaan pupuk di Indonesia dan menyusun strategi mitigasi berdasarkan tingkat prioritas risiko. Penelitian oleh Boonyanusith dan Jittamai (2018) yang mengkaji rantai pasok darah menunjukkan bahwa keberhasilan mitigasi sangat bergantung pada kolaborasi antarunit dan ketersediaan informasi

yang akurat. Sementara itu, Partiwi et al. (2023) menekankan pentingnya pemetaan risiko menyeluruh di sektor manufaktur untuk menghasilkan strategi mitigasi yang adaptif dan kontekstual.

3. Metode Penelitian

Desain Penelitian

Penelitian ini mengadopsi pendekatan *action research* yang berbasis pada metode House of Risk (HOR) untuk mengidentifikasi serta merancang langkah mitigasi terhadap risiko yang muncul dalam sistem rantai pasok pengadaan suku cadang pada perusahaan kontraktor pertambangan, yang selanjutnya disebut Coaltech. Pendekatan ini dipilih karena keunggulannya dalam menggabungkan metode analisis kuantitatif dengan keterlibatan langsung dari praktisi, sehingga memungkinkan adanya proses pembelajaran reflektif dan perbaikan berkelanjutan di lingkungan kerja yang riil. Rancangan penelitian ini mengikuti struktur metode HOR sebagaimana dikembangkan oleh Pujawan dan Geraldin (2009), yang membagi analisis risiko ke dalam dua tahapan utama:

- Fase HOR 1 bertujuan untuk mengidentifikasi *risk events* (kejadian risiko) serta *risk agents* (penyebab risiko), yang selanjutnya dihitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP)-nya untuk menetapkan prioritas risiko yang perlu ditangani terlebih dahulu. Perhitungan ARP dilakukan dengan mengalikan tingkat keparahan (*severity*) dari tiap kejadian risiko dengan korelasi antara risiko dan agen pemicunya.
- Fase HOR 2 berfokus pada penyusunan serta evaluasi strategi mitigasi, dengan mempertimbangkan *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD), yaitu rasio antara efektivitas mitigasi terhadap tingkat kesulitan pelaksanaannya. Strategi dengan rasio ETD tertinggi diprioritaskan sebagai tindakan yang paling rasional untuk diimplementasikan.

Pemetaan Aktivitas Rantai Pasok Menggunakan Model SCOR

Dalam membangun struktur analisis yang sistematis, digunakan model Supply Chain Operations Reference (SCOR) sebagai acuan untuk mengidentifikasi dan mengelompokkan sub-proses utama dalam aktivitas rantai pasok. Model SCOR ini berfungsi sebagai alat untuk mengevaluasi dan mengukur performa proses rantai pasok pada suatu organisasi, dengan mencakup lima dimensi utama: perencanaan (*plan*), pengadaan (*source*), produksi (*make*), pengiriman (*deliver*), serta pengembalian (*return*) (Knolmayer, Mertens, Zeier, & Dickersbach, 2009). Struktur proses berdasarkan kerangka SCOR yang telah dianalisis dan disesuaikan dengan kondisi faktual di lapangan, disajikan secara terperinci dalam Tabel 1 di bawah ini, sebagai representasi awal untuk mendukung proses identifikasi dan mitigasi risiko dalam kerangka HOR.

Tabel 1. Model SCOR dari Aktivitas Rantai Pasok di Coaltech

Proses Bisnis (SCOR)	Sub-Proses Manajemen Rantai Pasok
Perencanaan (<i>Plan</i>)	<i>Demand planning</i> (Chopra & Meindl, 2022).
	<i>Sourcing strategy</i> (Monczka et al., 2020).
Pengadaan (<i>Source</i>)	Seleksi dan Evaluasi Vendor (Handfield et al., 2020).
	Negosiasi dan pemesanan (Monczka et al., 2016).
Pembuatan (<i>Make</i>)	Penerimaan dan Inspeksi Suku cadang (Stevenson, 2021)
	<i>Production Scheduling</i> (Heizer et al., 2020).
	<i>Quality Inspection</i> (Montgomery, 2019).
Pengiriman (<i>Deliver</i>)	<i>Transportation Management</i> (Coyle et al., 2016).
	Distribusi suku cadang ke lokasi perbaikan (Setiawan, 2022).
	Pemantauan dan pelaporan status pengiriman (Setiawan, 2022).
Pengembalian (<i>Return</i>)	Pengembalian Suku cadang (Blanchard, 2021).
	<i>Warranty Claim</i> (Blanchard, 2021).

Gambar 1 dan gambar 2 menyajikan pemetaan subproses rantai pasok di kantor pusat Coaltech yang menjadi dasar dalam identifikasi risiko pada tiap aktivitas. Setiap subproses dianalisis untuk mengungkap potensi risiko serta faktor penyebab utamanya. Tujuannya adalah untuk memahami secara menyeluruh dampak risiko terhadap kelancaran operasional. Melalui pemetaan ini, dapat disusun kerangka kerja manajemen risiko yang lebih sistematis dan strategi mitigasi yang lebih efektif

Kode	Kejadian Risiko (Risk Event)
E1	Menyebabkan kelebihan atau kekurangan stok (Jacobs et al., 2018).
E2	Perubahan jadwal perbaikan (Chopra & Meindl, 2022).
E3	Gangguan pasokan jika vendor bermasalah (Monczka et al., 2020).
E4	kualitas spareparts yang buruk dan keterlambatan pengiriman (Monczka et al., 2020).
E5	Spare parts cacat atau tidak memenuhi spesifikasi (Handfield et al., 2020)
E6	Keterlambatan pengiriman (Handfield et al., 2020)
E7	Barang tidak sesuai spesifikasi atau tidak dapat dikembalikan (Monczka et al., 2020).
E8	Suku cadang datang terlambat (Monczka et al., 2020).
E9	Barang Tidak Sesuai Pesanan (Monczka et al., 2020).
E10	Kerusakan saat Pengiriman (Monczka et al., 2020).
E11	Jadwal tidak sinkron (Heizer et al., 2020).
E12	Cacat Tidak Terdeteksi (Setiawan, 2022).
E13	Standar Kualitas Tidak Jelas (Setiawan, 2022).
E14	Keterlambatan Pengiriman (Christopher, 2016).
E15	Kehilangan suku cadang yang telah diberikan kepada tim lapangan (Christopher, 2016).
E16	Kesalahan Alamat Pengiriman (Bowersox et al., 2020).
E17	Spare parts menumpuk di gudang lapangan (Setiawan, 2022).
E18	Menyebabkan ketidakpastian dalam status pengiriman spareparts (Setiawan, 2022).
E19	Spare parts cacat menumpuk di gudang (Blanchard, 2021)
E20	Kerugian finansial (Blanchard, 2021)
E21	Spare parts rusak akibat kesalahan instalasi (Blanchard, 2021).
E22	Alat berat idle menunggu spare parts (Blanchard, 2021).

Gambar 1. Identifikasi untuk setiap kejadian risiko (Risk event) pada sub proses di Coaltech

Kode	Risk Agent
A1	Forecasting Error, Kebutuhan spare parts tidak akurat (Chopra & Meindl, 2022).
A2	Fluktuasi kebutuhan yang tidak terkelola (Chopra & Meindl, 2022).
A3	Ketergantungan vendor Tunggal (Monczka et al., 2020).
A4	Pemilihan pemasok yang tidak tepat (Monczka et al., 2020).
A5	Kualitas Pemasok Tidak Konsisten (Handfield et al., 2020)
A6	Pemasok Tidak Memenuhi Komitmen (Handfield et al., 2020)
A7	Syarat garansi, pengiriman, atau pembayaran tidak jelas (Monczka et al., 2020).
A8	Pemasok menunda pengiriman karena masalah pembayaran (Monczka et al., 2020).
A9	Tidak ada prosedur verifikasi spesifikasi sebelum PO dikirim (Handfield et al., 2020)
A10	Pengemasan tidak sesuai standar perlindungan barang (Monczka et al., 2020).
A11	Kurangnya koordinasi antar departemen (produksi vs pengadaan) (Heizer et al., 2020).
A12	Spare parts gagal berfungsi setelah dipasang (Setiawan, 2022).
A13	Pemasok dan penerima memiliki ekspektasi berbeda (Setiawan, 2022).
A14	Tidak ada kontrol tracking real-time. (Christopher, 2016).
A15	Prosedur serah terima barang tidak terdokumentasi dengan baik serta penyimpanan sementara tidak aman (Christopher, 2016).
A16	Input data lokasi salah, Koordinasi lapangan buruk (Setiawan, 2022).
A17	Koordinasi dengan Tim Lapangan Buruk (Setiawan, 2022).
A18	Kurangnya pemantauan (Setiawan, 2022).
A19	Proses Retur Berbelit Birokrasi administrasi kompleks (Blanchard, 2021).
A20	Biaya Retur Tinggi, Spare parts dikirim dari luar negeri (Blanchard, 2021)
A21	SOP instalasi tidak dijalankan, Manual teknis diabaikan (Blanchard, 2021).
A22	Pemasok tidak merespon cepat (Blanchard, 2021).

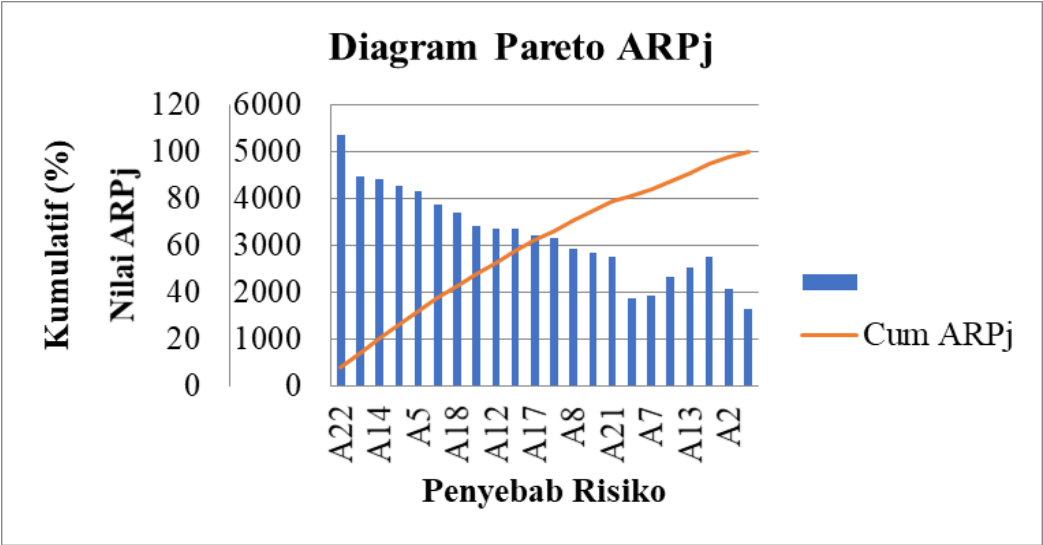
Gambar 2. Penyebab risiko untuk setiap sub proses aktivitas rantai pasok di Coaltech

4. Hasil dan Pembahasan

Dalam tahap awal penerapan metode House of Risk (HOR) fase 1, penilaian risiko dimulai dengan menentukan tingkat keparahan atau severity dari masing-masing risk event (kejadian risiko). Penilaian ini dilakukan dengan menggunakan skala likert 1–10, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan potensi dampak yang lebih besar terhadap kelangsungan aktivitas rantai pasok pengadaan suku cadang di Coaltech. Selanjutnya, dilakukan penilaian occurrence, yaitu sejauh mana kemungkinan terjadinya suatu risk agent (penyebab risiko) berdasarkan frekuensinya muncul dalam aktivitas operasional perusahaan. Penilaian ini juga menggunakan skala 1–10, dengan nilai tinggi mencerminkan kejadian yang sering terjadi. Setelah itu, dilakukan pemetaan korelasi antara setiap risk event dan risk agent menggunakan skala Rij = 0, 1, 3, atau 9, yang merepresentasikan hubungan tidak ada, lemah, sedang, dan kuat. Hasil dari ketiga parameter ini (severity, occurrence, dan korelasi Rij) kemudian dikalikan untuk menghasilkan nilai Aggregate Risk Potential (ARP) guna menentukan prioritas risiko yang paling signifikan untuk segera dimitigasi. Melalui pendekatan ini, identifikasi risiko menjadi lebih sistematis dan terukur sehingga membantu manajemen dalam menyusun strategi mitigasi yang tepat sasaran.

Kejadian Risiko	Penyebab Risiko																						S _r
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20	A21	A22	
E1	9	9	1	0	0	1	0	0	3	0	9	0	3	9	9	0	9	1	0	3	1	9	7
E2	3	3	3	9	9	9	1	3	9	3	9	9	3	9	9	3	0	3	1	1	0	9	7
E3	1	3	9	3	1	3	3	9	1	0	3	0	3	3	3	0	0	3	0	3	3	3	7
E4	3	3	9	9	9	3	9	9	3	3	3	3	9	3	3	9	3	3	3	3	3	3	7
E5	1	1	3	9	9	9	3	3	3	3	3	9	3	3	3	1	3	3	9	3	3	3	7
E6	1	1	9	9	9	9	9	9	3	3	3	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3	3	6
E7	1	1	3	3	3	3	9	3	3	1	1	1	9	1	1	3	1	3	1	3	3	3	5
E8	1	1	3	1	1	1	3	9	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	0	3	3	6
E9	1	1	1	9	9	3	1	1	9	1	3	3	1	3	3	1	3	3	9	3	3	3	8
E10	0	0	1	3	3	3	0	0	1	9	3	1	0	3	1	3	3	1	9	3	3	3	6
E11	3	3	3	3	3	3	1	1	3	1	9	3	1	9	9	3	3	3	3	3	3	9	6
E12	1	1	1	3	9	1	1	1	3	3	3	9	3	3	3	1	1	3	9	3	3	3	8
E13	1	1	1	3	3	1	9	1	3	1	3	9	3	3	1	3	3	3	3	3	3	3	6
E14	1	1	3	3	3	9	1	3	3	1	9	3	1	9	9	9	3	9	3	3	3	9	9
E15	0	0	1	1	1	3	1	1	3	3	3	1	1	3	3	3	3	3	3	3	3	3	6
E16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	9	3	1	1	3	3	3	6
E17	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	1	9	3	1	3	3	3	8
E18	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	3	3	3	1	3	9	1	3	3	3	8
E19	1	1	1	1	3	1	1	1	9	1	3	1	1	1	3	1	1	1	9	3	3	3	5
E20	1	1	1	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	3	1	1	1	3	9	3	3	5
E21	1	1	1	1	3	1	1	1	3	3	3	3	1	1	1	1	1	1	3	3	9	3	8
E22	1	3	3	3	3	3	3	3	3	1	9	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	9	8
Q _j	8	7	7	8	7	7	8	7	8	6	7	8	6	8	6	8	8	8	5	5	6	8	
ARP _j	1864	2065	2835	4256	4144	3409	1920	2912	3880	1650	4459	3368	2514	4408	3354	3144	3224	3704	2615	2315	2760	5352	
P _j	21	19	14	4	5	8	20	13	6	22	2	9	17	3	10	12	11	7	16	18	15	1	

Gambar 3. House of Risk Fase 1 (Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)



Gambar 4. Diagram Pareto Penyebab Risiko terhadap ARP (Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)

Berdasarkan hasil evaluasi yang dilakukan oleh penanggung jawab di masing-masing divisi melalui metode pemangku jabatan terkait, terhadap parameter tingkat keparahan (severity), kemungkinan kejadian (occurrence), serta tingkat korelasi antara penyebab dan kejadian risiko, selanjutnya dilakukan perhitungan nilai Aggregate Risk Potential (ARP). Nilai ARP yang dihasilkan merupakan indikator kuantitatif untuk mengukur prioritas risiko yang memerlukan tindakan mitigasi. Untuk memfasilitasi proses identifikasi dan pengurutan risiko secara sistematis, hasil perhitungan ARP tersebut kemudian divisualisasikan dalam bentuk diagram Pareto. Berdasarkan gambar 4.1 yang merupakan diagram pareto, dapat diketahui bahwa A22 yakni alat berat idle menunggu spare parts menjadi penyebab risiko dengan nilai aggregate tertinggi. Nilai aggregate tertinggi kedua yakni kode A14 yakni mengganggu jadwal perbaikan.

Berdasarkan hasil analisis diagram Pareto terhadap nilai Aggregate Risk Potential (ARP), sebanyak 15 penyebab risiko telah diidentifikasi sebagai kontributor utama yang secara kumulatif menyumbang hingga 80% dari total risiko yang ada. Agen-agen risiko ini selanjutnya diprioritaskan untuk dianalisis lebih lanjut guna merancang langkah-langkah mitigasi yang tepat dan terukur. Sementara itu, terdapat 7 penyebab risiko lainnya yang berada di luar kelompok prioritas karena kontribusinya relatif kecil terhadap keseluruhan tingkat risiko. Oleh karena itu, kelompok risiko non-prioritas ini tidak termasuk dalam daftar penyusunan rencana tindakan mitigasi pada tahap awal pengelolaan risiko.

Code	Penyebab Risiko	ARP/	Cum ARP
A22	Pemasok tidak merespon cepat (Blanchard, 2021).	5352	8%
A11	Kurangnya koordinasi antar departemen (produksi vs pengadaan) (Heizer et al., 2020).	4459	14%
A14	Tidak ada kontrol tracking real-time. (Christopher, 2016).	4408	20%
A4	Pemilihan pemasok yang tidak tepat (Monczka et al., 2020).	4256	26%
A5	Kualitas Pemasok Tidak Konsisten (Handfield et al., 2020)	4144	32%
A9	Tidak ada prosedur verifikasi spesifikasi sebelum PO dikirim (Handfield et al., 2020)	3880	38%
A18	Kurangnya pemantauan. (Setiawan, 2022).	3704	43%
A6	Pemasok Tidak Memenuhi Komitmen (Handfield et al., 2020)	3409	48%
A12	Spare parts gagal berfungsi setelah dipasang (Setiawan, 2022).	3368	53%
A15	Prosedur serah terima barang tidak terdokumentasi dengan baik serta penyimpanan sementara tidak aman (Christopher, 2016).	3354	57%
A17	Koordinasi dengan Tim Lapangan Buruk (Setiawan, 2022).	3224	62%
A16	Input data lokasi salah, Koordinasi lapangan buruk (Setiawan, 2022).	3144	66%
A8	Pemasok menunda pengiriman karena masalah pembayaran. (Monczka et al., 2020).	2912	71%
A3	Ketergantungan vendor Tunggal (Monczka et al., 2020).	2835	75%
A21	SOP instalasi tidak dijalankan, Manual teknis diabaikan (Blanchard, 2021).	2760	79%

Gambar 5. Hasil perhitungan ARP berdasarkan diagram pareto

Code	Rancangan Usulan Mitigasi
PA1	Koordinasi intensif dengan vendor melalui komunikasi terjadwal dan penetapan SLA (Service Level Agreement) dengan vendor
PA2	Penerapan sistem 3-way matching antara PO, pengiriman, dan penerimaan, serta foto bukti sebelum pengiriman
PA3	Penjadwalan koordinasi rutin antar divisi lapangan & gudang
PA4	Checklist spesifikasi suku cadang yang diverifikasi oleh tim lapangan dan tim pengadaan
PA5	Melakukan Pengecekan kondisi fisik sebelum instalasi dan memastikan ke vendor terkait warranty kegagalan fungsi part
PA6	Audit rutin dan penilaian kinerja pemasok menggunakan vendor performance scorecard
PA7	Dashboard bersama untuk melihat status kebutuhan spare part secara real-time
PA8	Koordinasi aktif dengan tim finance untuk prioritaskan invoice vendor krusial
PA9	Pembuatan tag untuk suku cadang yang sudah diserahkan ke tim lapangan agar tidak hilang berdasarkan work order
PA10	Koordinasi dengan vendor terkait kontrak pekerjaan agar komunikasi lebih lancar
PA11	Terapkan proses supplier selection berbasis kriteria teknis dan historis performa
PA12	Membuat tag lokasi pengiriman barang ke masing-masing lokasi berdasarkan refrensi PO
PA13	Adakan training teknisi dan pembuatan standard operating procedure (SOP) untuk pemasangan secara berkala

Gambar 6. Rancangan usulan mitigasi dari penyebab risiko di coaltech (Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)

Dalam fase ini, pemilihan risk agent yang masuk prioritas tinggi didasarkan pada nilai ARP terbesar, yang diperoleh dari hasil perkalian severity, occurrence, dan korelasi Rij antara risk event dan risk agent. Setiap risk agent yang diprioritaskan kemudian dikaitkan dengan sejumlah aksi mitigasi (preventive action/PA), di mana hubungan antara risk agent dan tindakan mitigasi tersebut dinilai berdasarkan tingkat efektivitasnya menggunakan skala korelasi 1, 3, 5, 7, dan 9. Nilai efektivitas ini kemudian dikalikan dengan nilai ARP masing-

masing risk agent untuk menghasilkan Total Effectiveness (TE) dari tiap aksi mitigasi. Dalam perhitungan akhir, dilakukan penilaian kesulitan implementasi (difficulty) dari masing-masing aksi mitigasi, yang diberi bobot skala 3 (rendah) hingga 5 (tinggi). Perbandingan antara TE dan difficulty menghasilkan nilai Effectiveness to Difficulty Ratio (ETD), yang digunakan untuk memprioritaskan strategi mitigasi. Semakin tinggi nilai ETD, semakin besar manfaat relatif suatu aksi mitigasi dibandingkan dengan tingkat kesulitan pelaksanaannya. Pendekatan ini memungkinkan perusahaan untuk memilih tindakan mitigasi yang paling efektif dan efisien dalam menurunkan potensi risiko utama pada rantai pasoknya.

Penyebab Risiko	Usulan Mitigasi												ARP _j
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7	PA8	PA9	PA10	PA11	PA12	
A22	9							3		3			5352
A11	3		9						3	3			4459
A14							9						4408
A4						3					9		4256
A5		3		3		9							4144
A9		9		9								3	3880
A18						1	3						3704
A6	3	1				3							3409
A12		3		3	9				3				3368
A15			1						9				3354
A17			3										3224
A16			3									9	3144
A8	3							9					2912
A3											9		2835
A21		1			9								2760
TE _k	80508	63625	62589	57456	55152	63995	50784	42264	53667	29433	63819	39936	
D _k	3	4	3	3	3	4	5	3	2	3	4	2	
ETD _k	26836	15906	20863	19152	18384	15999	10157	14088	26834	9811	15955	19968	
R _k	1	9	3	5	6	7	11	10	2	12	8	4	

Gambar 7. Hasil House of Risk Fase 2 coaltech (Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)

Tindakan mitigasi atau rekomendasi perbaikan terhadap risiko yang dianggap paling krusial dipilih berdasarkan lima nilai tertinggi dari rasio Effectiveness to Difficulty (ETD). Jumlah usulan aksi mitigasi yang dijadikan prioritas ditentukan melalui proses diskusi dan pertimbangan bersama dengan pihak perusahaan, guna memastikan kesesuaian dengan kondisi operasional dan sumber daya yang tersedia. Rincian dari usulan mitigasi yang diprioritaskan tersebut dapat dilihat secara lebih lanjut pada Tabel 4.10 dibawah ini:

Tabel 2 Prioritas Usulan Mitigasi dari Penyebab Risiko di Coaltech (Sumber: Hasil Pengolahan, 2025)

Rank	Kode	Rancangan Usulan Mitigasi	Nilai
1	PA1	Koordinasi intensif dengan vendor melalui komunikasi terjadwal dan penetapan SLA (Service Level Agreement) dengan vendor	26836
2	PA9	Pembuatan tag untuk suku cadang yang sudah diserahkan ke tim lapangan agar tidak hilang berdasarkan work order	26834
3	PA3	Penjadwalan koordinasi rutin antar divisi lapangan, gudang, dan pengadaan	20863
4	PA12	Membuat tag lokasi pengiriman barang ke masing-masing lokasi berdasarkan refrensi PO	19968
5	PA4	Checklist spesifikasi suku cadang yang diverifikasi oleh tim lapangan dan tim pengadaan	19152

Koordinasi intensif dengan vendor melalui komunikasi terjadwal dan penetapan SLA (Service Level Agreement) dengan vendor

Menjalin koordinasi yang kuat dengan vendor melalui pola komunikasi yang terjadwal serta penetapan Service Level Agreement (SLA) merupakan pendekatan yang krusial dalam memastikan proses pengadaan berjalan efektif dan efisien. Komunikasi yang berlangsung secara konsisten memungkinkan kedua belah pihak untuk saling bertukar informasi penting terkait kebutuhan material, status pemenuhan pesanan, dan potensi keterlambatan, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. SLA berfungsi sebagai pedoman operasional yang mendefinisikan secara jelas tanggung jawab vendor, tenggat waktu pengiriman, serta parameter kualitas yang harus dipenuhi, sehingga dapat mencegah ambiguitas dan meningkatkan disiplin kerja.

Menurut penelitian Rahman dan Subramaniam (2021), keberadaan SLA yang diterapkan secara disiplin mampu memperkuat transparansi, meningkatkan akuntabilitas mitra kerja, serta membangun kepercayaan dalam jangka panjang. Dengan demikian, pengelolaan hubungan vendor yang dilakukan secara intensif dan sistematis tidak hanya mendukung kelancaran rantai pasokan, tetapi juga menciptakan kolaborasi yang berorientasi pada kinerja dan keberlanjutan operasional.

Pembuatan tag untuk suku cadang yang sudah diserahkan ke tim lapangan agar tidak hilang berdasarkan work order

Penerapan label atau tag pada setiap suku cadang yang telah didistribusikan kepada tim lapangan berdasarkan work order merupakan salah satu praktik terbaik dalam menjaga kendali terhadap pergerakan barang dan mencegah kehilangan. Dengan mencantumkan informasi rinci, seperti nomor work order, deskripsi pekerjaan, lokasi proyek, dan nama teknisi yang bertanggung jawab, proses pelacakan suku cadang menjadi lebih akurat dan terstruktur. Tidak hanya mempermudah proses identifikasi dan pencatatan saat inspeksi atau pengembalian, tetapi juga memperkuat sistem pengawasan internal terhadap penggunaan barang di lapangan.

Sistem ini berperan penting dalam memastikan bahwa suku cadang digunakan sesuai rencana kerja dan tidak terselip dalam aktivitas operasional. Sejalan dengan temuan Lee dan Kim (2019), penerapan metode pelacakan yang sistematis dapat meningkatkan efisiensi pengelolaan stok serta mengurangi pemborosan waktu akibat pencarian barang yang tidak terdokumentasi dengan baik. Oleh sebab itu, tagging berbasis work order merupakan solusi praktis dan efektif dalam mendukung kelancaran operasional serta akuntabilitas penggunaan inventaris.

Penjadwalan koordinasi rutin antar divisi lapangan, gudang, dan pengadaan

Pelaksanaan jadwal koordinasi secara rutin antara tim lapangan, unit gudang, dan bagian pengadaan sangat penting untuk menciptakan kesinambungan dalam alur kerja dan efisiensi operasional. Penelitian oleh Silalahi et al. (2023) mengungkapkan bahwa penerapan metode goal programming dan binary integer programming dalam penjadwalan tenaga kerja gudang secara signifikan mampu memangkas waktu penyusunan jadwal dari hitungan hari menjadi hanya beberapa detik, sekaligus menekan beban lembur yang tidak efisien. Hal ini menandakan bahwa pengelolaan jadwal kerja yang terintegrasi mampu mempercepat proses koordinasi antar divisi sekaligus meningkatkan ketepatan alokasi sumber daya.

Dalam konteks pengelolaan gudang dan distribusi material, Rahardjo (2017) juga menekankan pentingnya penerapan prosedur baku operasional (SOP) yang mencakup sistem pencatatan stok dan pengaturan tata letak barang agar alur pengadaan menjadi lebih terkontrol dan mudah dilacak. Oleh karena itu, penyelenggaraan rapat koordinasi secara berkala, baik dalam bentuk harian, mingguan, maupun berdasarkan proyek, sangat

direkomendasikan sebagai sarana untuk menyelaraskan kebutuhan antarunit, memastikan ketersediaan barang, dan memperkecil risiko keterlambatan dalam pengadaan. Penjadwalan yang terstruktur dan kolaboratif ini juga berperan penting dalam mendorong transparansi informasi, meningkatkan akurasi pengambilan keputusan, serta memperkuat integrasi lintas fungsi dalam sistem manajemen logistik perusahaan.

Membuat Tag Lokasi Pengiriman Barang ke Masing-Masing Lokasi Berdasarkan Referensi PO

Pemberian tag lokasi pengiriman barang yang diacu dari Purchase Order (PO) ke tiap site pengiriman adalah metode krusial untuk memastikan barang dikirim secara tepat dan akurat. Tag ini, yang mencakup nomor PO, lokasi tujuan, dan jenis barang, mempermudah tim lapangan dalam mengidentifikasi barang yang akan diterima, tanpa harus membuka atau menebak isi kiriman. Dengan sistem ini, potensi kesalahan pengiriman—seperti salah alamat atau penerimaan barang yang tidak sesuai—dapat diminimalisir, sehingga perbaikan atau operasional dapat berjalan sesuai jadwal.

Johnson dan Smith (2022) dalam studi mereka pada penerapan area tagging di pusat distribusi e-commerce menemukan bahwa integrasi tagging dengan referensi PO mampu meningkatkan visibilitas pengiriman dan menurunkan biaya logistik serta kesalahan alokasi barang. Oleh karena itu, menerapkan tag lokasi berdasarkan PO bukan hanya meningkatkan efisiensi logistik, tetapi juga memastikan akurasi pengiriman dan mendukung keberlangsungan operasional dalam manajemen rantai pasok modern.

Koordinasi dengan tim lapangan untuk segera install parts yang sudah supply

Melakukan verifikasi terhadap spesifikasi suku cadang melalui checklist yang disusun secara terkoordinasi antara tim lapangan dan tim pengadaan merupakan praktik penting dalam menjamin bahwa setiap komponen yang dipesan benar-benar sesuai dengan kebutuhan teknis di lapangan. Proses ini mencakup pemeriksaan mendetail terhadap elemen seperti kode part dan pabrikan, ukuran, jenis material, kesesuaian fungsi, dan ketentuan teknis lain yang relevan dengan pekerjaan yang akan dilakukan. Tim pengadaan bertanggung jawab untuk memastikan bahwa spesifikasi yang tercantum dalam dokumen pembelian sesuai dengan informasi di vendor, sementara tim lapangan berperan dalam memvalidasi kesesuaian teknis di titik penggunaan. Dengan adanya dua lapis validasi ini, risiko kesalahan pengadaan, seperti pengiriman part yang tidak kompatibel, dapat ditekan secara signifikan. Penelitian oleh Huang dan Chen (2018) pada sistem pengadaan suku cadang di lingkungan militer Taiwan menunjukkan bahwa penggunaan sistem verifikasi berbasis TRIZ dan pengecekan kode komponen sebelum proses lelang mampu meningkatkan efisiensi pengadaan serta menekan terjadinya mismatch spesifikasi. Oleh karena itu, penerapan checklist yang disepakati dan diverifikasi lintas tim merupakan pendekatan strategis dalam membangun proses pengadaan yang transparan, akurat, dan berorientasi pada kinerja lapangan.

5. Penutup

Kesimpulan

Penelitian ini telah mengidentifikasi 22 jenis risiko dalam aktivitas rantai pasok pengadaan suku cadang alat berat di Coaltech menggunakan pendekatan model Supply Chain Operation Reference (SCOR). Risiko-risiko tersebut mencakup proses utama Plan, Source, Make, Deliver, dan Return. Data diperoleh melalui wawancara terstruktur dengan responden ahli serta observasi langsung di lapangan, yang mencerminkan berbagai permasalahan seperti ketidaksesuaian permintaan dengan kebutuhan aktual, keterlambatan pengiriman, dan kekeliruan spesifikasi teknis.

Hasil analisis House of Risk (HOR) fase 1 menunjukkan bahwa beberapa agen risiko memiliki nilai Aggregate Risk Potential (ARP) tertinggi, sehingga menjadi prioritas untuk

dimitigasi. Risiko dengan ARP tertinggi meliputi keterlambatan pengiriman dari vendor, kurangnya informasi spesifikasi barang, dan ketidaksesuaian antara perencanaan permintaan dan kebutuhan aktual.

Dalam HOR fase 2, mitigasi yang paling efektif berdasarkan Effectiveness to Difficulty Ratio (ETDk) adalah evaluasi dan pemilihan pemasok. Aksi mitigasi ini memiliki Total Efektivitas (TEK) sebesar 34.722, nilai ETDk sebesar 11.574, dan Derajat Kesulitan Implementasi (Dk) sebesar 3, menunjukkan bahwa tindakan tersebut cukup feasible untuk dilaksanakan. Evaluasi terhadap pemasok dilakukan berdasarkan kemampuan memenuhi persyaratan sistem mutu dan keandalan pengiriman, guna mengurangi kemungkinan risiko serupa terulang kembali.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi pengembangan model manajemen risiko yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan faktor eksternal seperti perubahan pasar dan regulasi. Selain itu, studi pengaruh penerapan teknologi digital, seperti sistem informasi manajemen rantai pasok berbasis blockchain atau IoT, terhadap pengurangan risiko dan peningkatan efisiensi juga dapat menjadi fokus menarik untuk riset berikutnya.

Daftar Pustaka

- Aven, T. (2011). *Risk analysis: Assessing uncertainties beyond expected values and probabilities*. Wiley.
- Azizi, M. Z., Hanoum, S., Purnomo, J. D. T., & Gandolfi, F. (2025). Leveraging digital transformation and absorptive capacity for competitive advantage: Empirical insights from the automotive components sector. *International Journal of Innovative Research and Scientific Studies*, 8(2), 2718-2732
- Chopra, S., & Meindl, P. (2022). *Supply chain management: Strategy, planning, and operation* (8th ed.). Pearson.
- Coyle, J. J., Langley, C. J., Novack, R. A., & Gibson, B. J. (2016). *Supply chain management: A logistics perspective*. Cengage Learning.
- Handfield, R. B., Monczka, R. M., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2020). *Sourcing and supply chain management* (6th ed.). Cengage Learning.
- Hanoum, S. (2021). Manufacturing enterprise performance using network DEA: a profitability and marketability framework. *International Journal of Business Excellence*, 25(3), 277-299.
- Hanoum, S., & Islam, S. M. (2021). Linking performance measurements and manufacturing process improvements: the two-stage analytical framework. *International Journal of Process Management and Benchmarking*, 11(4), 542-564.
- Heizer, J., Render, B., & Munson, C. (2020). *Operations management: Sustainability and supply chain management* (13th ed.). Pearson.
- Jacobs, F. R., Chase, R. B., & Aquilano, N. J. (2018). *Operations and supply management*. McGraw-Hill Education.
- Knolmayer, G. F., Mertens, P., Zeier, A., & Dickersbach, J. T. (2009). *Supply chain management based on SAP systems: Architecture and planning processes*. Springer.
- Liu, X., Zhang, W., Zhang, D., & Song, Y. (2021). Critical spare parts management in mining: A risk-driven approach. *Resources Policy*, 72, 102121.
- Monczka, R. M., Handfield, R. B., Giunipero, L. C., & Patterson, J. L. (2016). *Purchasing and supply chain management* (6th ed.). Cengage Learning.
- Montgomery, D. C. (2019). *Introduction to statistical quality control* (8th ed.). Wiley.
- Pujawan, I. N., & Geraldin, L. H. (2009). House of Risk: A model for proactive supply chain risk management. *Business Process Management Journal*, 15(6), 953-967. <https://doi.org/10.1108/14637150911003801>

- Setiawan, B. (2022). Strategi distribusi spareparts untuk efisiensi waktu perbaikan. *Jurnal Logistik dan Rantai Pasok*, 10(2), 89–97.
- Wagner, S. M., & Bode, C. (2009). Dominant risks and risk management practices in supply chains. In G. A. Zsidisin & B. Ritchie (Eds.), *Supply chain risk: A handbook of assessment, management, and performance* (pp. 271–290). Springer.
- Yap, P. (2017). *Panduan praktis manajemen risiko perusahaan*. Growing Publishing.
- Zhang, L., & Chen, Y. (2023). Adaptive spare parts procurement for remote mining sites. *Journal of Cleaner Production*, 386, 139543.