

e-ISSN: 2502-1516

Research Articles

Dikirim: 9 Juli 2025
Direvisi: 6 Juli 2026
Diterima: 28 Juli 2026
Tersedia Online: September 2026

USULAN STRATEGI MITIGASI RISIKO PENGADAAN PADA INDUSTRI *MAINTENANCE, REPAIR, AND OVERHAUL* (MRO) PESAWAT TERBANG

Kata Kunci:

Maintenance Repair and Overhaul (MRO); manajemen risiko; pengadaan; *House of Risk* (HOR); *risk agent*; *preventive action*

Penulis korespondensi:

e-mail:
paulina.ariningsih@unpar.ac.id

Marcellus Surya Darma¹, Paulina Kus Ariningsih^{2*}, Titi Iswari²

1. Teknik Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung, Indonesia
2. Pusat Studi Rantai Pasok, Fakultas Teknologi Rekayasa, Universitas Katolik Parahyangan, Jl. Ciumbuleuit No. 94, Bandung, Indonesia

Abstrak

Industri bidang *Maintenance, Repair, dan Overhaul* (MRO) memiliki peranan penting dalam manajemen rantai pasok untuk mengembangkan keunggulan operasionalnya. Namun, pada proses pengadaannya, perusahaan mengalami ketergantungan tinggi terhadap supplier *Original Equipment Manufacturer* (OEM) yang menjadi penyebab serangkaian permasalahan lanjutan, termasuk denda finansial dan penurunan kepuasan konsumen. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan merumuskan strategi mitigasi risiko pengadaan pada sebuah perusahaan MRO di industri aviasi dengan menggunakan kerangka kerja *House of Risk* (HOR), dilengkapi dengan analisis kualitatif *SWOT* dan *Porter's Five Forces* untuk menganalisis kondisi industri secara menyeluruh. Hasil analisis menunjukkan 10 *risk agent* yang berkontribusi terhadap sekitar 70% dari total nilai ARP (*Aggregate Risk Potential*) yang mengarah pada perumusan 23 *preventive actions* dengan acuan *risk agent* prioritas. Hasil akhir analisis adalah lima *preventive actions* utama, yakni melakukan *supplier development program*, membangun relasi strategis dengan supplier utama, menjaga hubungan dengan supplier lama, melakukan pemetaan *global supplier*, dan melakukan standarisasi dokumen teknis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strategi mitigasi risiko yang dihasilkan melalui HOR dapat diterapkan untuk mengelola risiko pengadaan dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik pada operasional perusahaan.

Copyright © 2026 by Authors,
Published by Universitas Diponegoro Publishing Group.
This open access article is distributed under a Creative Commons
Attribution 4.0 International license



1. Pendahuluan

Industri *Maintenance, Repair, & Overhaul* (MRO) berperan untuk mendukung keandalan operasional industri utama, termasuk menjaga kelancaran dan efisiensi produksi, memperpanjang umur aset sehingga meningkatkan daya saing bisnis. MRO berperan penting pula dalam pemenuhan standar kualitas yang relevan dengan keandalan dan kelancaran operasi sebuah industri.

Dalam bidang aeronautika, MRO memiliki peran krusial dalam memastikan kualitas dan keselamatan pesawat terbang. Aktivitas MRO mencakup pemeliharaan, perbaikan, dan pemeriksaan komponen pesawat, seperti mesin (*engine*) pesawat. Kualitas suku cadang dan ketepatan waktu menjadi beberapa faktor utama dalam memengaruhi kelancaran operasional perusahaan yang bergerak di bidang industri MRO. Pesawat terbang juga memiliki standar keselamatan yang ketat, di mana setiap komponen di dalamnya harus memenuhi standar atau regulasi dari otoritas penerbangan dan memiliki sertifikasi yang diakui. Dalam industri MRO, kebutuhan pemeliharaan ditentukan oleh OEM dan mencakup material (*part*) yang dikategorikan sebagai *rotable*, *consumable*, dan *expendable*, dengan aktivitas

pemeliharaan yang terbagi menjadi aktivitas perawatan baik yang terjadwal maupun tidak, serta perawatan dasar (*base*) dan perawatan *line* (Chandola et al., 2022).

Menurut Grand View Research (n.d), industri MRO pesawat terbang diperkirakan mencapai pendapatan sebesar USD 120.963 juta pada tahun 2030 dengan tingkat pertumbuhan tahunan gabungan sebesar 5,2% dari tahun 2024 hingga 2030. Kenaikan ini sejalan dengan prediksi Olaganathan et al, (2020). Hal ini didukung oleh perkembangan kebutuhan penerbangan global yang diprediksi akan tumbuh pesat (STS Aviation Group, 2025). Bahkan, Menperin pada artikel Info Publik, Indonesia juga diperkirakan menjadi 5 besar dunia pada tahun 2034 untuk penyedia layanan aviasi (Goenawan, 2016). Pertumbuhan permintaan ini menekan kapasitas pasokan part dan memperpanjang *lead time*, sehingga memperbesar risiko keterlambatan pengadaan yang menjadi fokus penelitian ini.

Di balik peluang tersebut, proses pengadaan barang memiliki pengaruh terhadap produktivitas perusahaan. Pada industri MRO aviasi, ketepatan spesifikasi pengadaan barang dan jasa dari OEM (*Original Equipment Manufacturers*) menjadi *bottleneck* (Hallensleben et al., 2025) dan waktu tunggu menjadi hal yang kritis untuk ditepati (Fahriza et al, 2024). Lebih jauh, Fahriza et al. (2024) menunjukkan bahwa pada industri MRO pesawat terbang di Indonesia, terdapat beberapa hal yang diperhatikan dalam proses pemilihan *supplier*, termasuk harga dan biaya, klirens impor, waktu tunggu dan kualitas.

Permasalahan pengadaan pada industri MRO pesawat terbang telah dikaji dari sisi seleksi *supplier* (Wafa & Sunitiyoso, 2025), digitalisasi *blockchain* (Fahriza et al., 2025), *Supplier Relationship Management* (Madzik & Suwannasap, 2023), dan aspek keberlanjutan (Paddack, 2025). Namun, perancangan strategi mitigasi risikonya masih belum ekstensif. Celah ini relevan bagi PT NTP, perusahaan MRO mesin pesawat di Indonesia, yang menghadapi risiko internal maupun eksternal pada pengadaan komponen mesin tipe lama. Kelangkaan komponen memicu keterlambatan pengadaan *part* hingga 57 kali per bulan, yang berdampak pada penundaan proses MRO, denda keterlambatan, hingga penurunan kepercayaan pelanggan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang strategi mitigasi risiko pengadaan pada industri MRO pesawat terbang, khususnya untuk mesin tipe lama, melalui studi kasus di PT NTP.

Perancangan strategi tersebut menggunakan metode *House of Risk* (HOR) yang mengintegrasikan *risk identification*, *risk assessment*, dan *risk mitigation* dalam satu kerangka kuantitatif serta secara eksplisit menautkan penyebab risiko (*risk agent*) dengan tindakan pencegahan (*preventive action*), sehingga memudahkan penentuan prioritas mitigasi (Pujawan & Geraldin, 2009). Dibandingkan dengan pendekatan seperti Fuzzy FMEA–AHP yang menekankan pembobotan prioritas kegagalan (Panudju et al., 2024), HOR unggul dalam mengaitkan sumber risiko secara langsung dengan alternatif tindakan mitigasi. Keunggulan ini mendorong penerapannya pada beragam sektor, antara lain rantai pasok global manufaktur (Ma et al., 2018), surat kabar (Ratnasari et al., 2018), pemotongan unggas (Astutik et al., 2024), pengadaan industri pupuk (Zulfiadi et al., 2025), eksplorasi pertambangan (Handayani & Rabihah, 2022), serta aktivitas MRO di industri pupuk (Away & Huzni, 2025).

Pada tahap identifikasi risiko, HOR kerap dipadukan dengan metode kualitatif atau kerangka struktural. Dalam industri aviasi, pendekatan ini tampak pada penggunaan *The Structured What-If Technique* (SWIFT) untuk keselamatan sisi udara (Ningrum & Sari, 2016) serta model *Supply Chain Operations Reference* (SCOR) untuk sistem transportasi darat bandara (Haekal, 2023) dan pengendalian risiko rantai pasok MRO pesawat terbang pada masa pandemi Covid-19 (Rifai & Subali, 2022). Namun, kajian-kajian tersebut menyoroti risiko rantai pasok secara umum dan belum secara spesifik merancang strategi mitigasi risiko pengadaan komponen mesin tipe lama yang menghadapi keterbatasan *supplier* dan ketergantungan tinggi pada OEM, yang telah lama menjadi perhatian dalam MRO aeronautika (Al-kaabi et al., 2007; Vieira & Loures, 2016; Masudin et al., 2024).

Untuk mengisi celah tersebut, penelitian ini menempatkan analisis SWOT dan *Porter's Five Forces* sebagai tahap identifikasi risiko kualitatif yang menjadi masukan bagi kuantifikasi risiko melalui HOR, sehingga sekaligus memperluas penerapan HOR dan menyediakan referensi strategi mitigasi risiko pengadaan pada industri MRO pesawat terbang.

Kontribusi penelitian ini ada dua. Pertama, penelitian ini mengisi celah penerapan metode HOR dalam konteks pengadaan industri MRO pesawat terbang, yang selama ini lebih banyak dikaji dari sisi seleksi *supplier* dan digitalisasi. Kedua, penelitian ini menunjukkan cara mengintegrasikan analisis SWOT dan *Porter's Five Forces* sebagai tahap identifikasi risiko kualitatif yang menjadi masukan bagi kuantifikasi risiko melalui HOR, sehingga menghasilkan strategi mitigasi yang kontekstual bagi perusahaan.

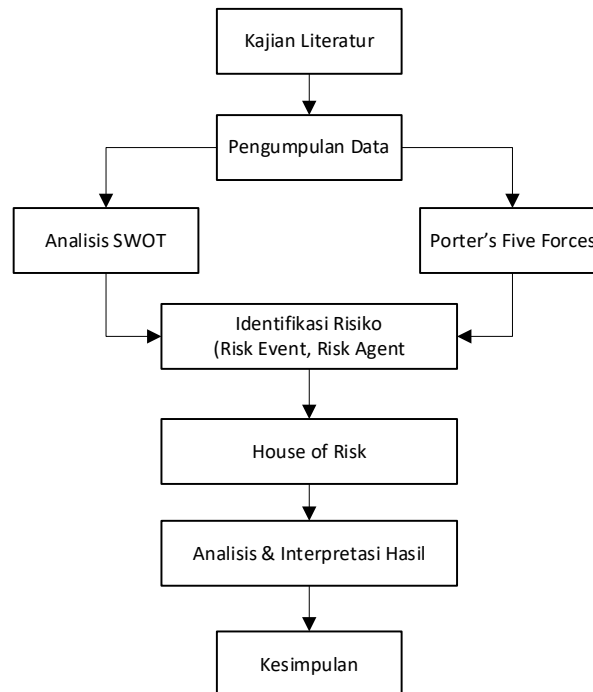
2. Metode Penelitian

Pada metodologi penelitian, dijabarkan langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan akhir penelitian. **Gambar 1** menggambarkan langkah utama yang dilakukan dalam penelitian ini.

Kajian Literatur dan Pegumpulan Data

Kajian literatur dibatasi pada industri MRO dan analisis risiko dengan usia literatur tidak lebih dari 10 tahun. Proses pengumpulan data dilakukan melalui wawancara dengan staf *departemen procurement* PT NTP selain dari studi literatur. Data historis seperti keterlambatan kiriman part dan *discrepancy report* yang berisi data ketidaksesuaian kedatangan *part* digunakan untuk membantu menemukan permasalahan yang sedang dialami.

Analisis Kualitatif SWOT dan *Porter's Five Forces*



Gambar 1. Metodologi Penelitian

Penelitian ini mengidentifikasi risiko lewat analisis industri dengan SWOT dan *Porter's Five Forces Analysis*. Dengan dilakukannya analisis industri, akan didapatkan gambaran menyeluruh yang berpengaruh terhadap proses pembelian di PT NTP. Pada penelitian ini, analisis SWOT dan *Porter's Five Forces* dilakukan secara kualitatif untuk dapat membantu mengidentifikasi kejadian risiko internal dan eksternal beserta penyebabnya yang sudah maupun berpotensi terjadi. Analisis ini dilakukan dengan wawancara terhadap *staf procurement department* yang diizinkan (1-2 orang *buyer* dengan pengalaman minimum 5 tahun), pencarian data sekunder (5 tahun terakhir), serta studi literatur. *Staf procurement* yang terlibat adalah *senior buyer* dan pengambil keputusan operasional, serta terlibat dalam analisis keputusan strategis bersama manajer *procurement*. Selain itu, beliau yang ditunjuk oleh perusahaan selama penelitian aktif berkoordinasi dengan manajer *procurement*.

Menurut Kotler dan Keller (2006), *SWOT analysis* merupakan evaluasi menyeluruh terhadap kekuatan, kelemahan, peluang, dan ancaman perusahaan. Analisis ini dibagi menjadi 2 hal besar, yakni *external environment analysis* dan *internal environment analysis*. Analisis eksternal akan melihat *Opportunities* (O) dan *Threats* (T). Komponen O akan membahas peluang yang dapat diambil untuk mengembangkan kekuatan perusahaan. Sedangkan komponen T akan melihat ancaman yang sekiranya dapat mengganggu operasional atau menjadi kelemahan. Analisis internal akan melihat komponen *Strengths* (S) dan *Weaknesses* (W). Komponen S akan mengevaluasi kekuatan perusahaan yang dimiliki. Sedangkan komponen W akan mengevaluasi kelemahan perusahaan. Melalui analisis ini, dipahami situasi dan kondisi internal departemen *procurement* melalui 4 komponen di dalamnya, yakni *Strengths* (S), *Weaknesses* (W), *Opportunities* (O), dan *Threats* (T).

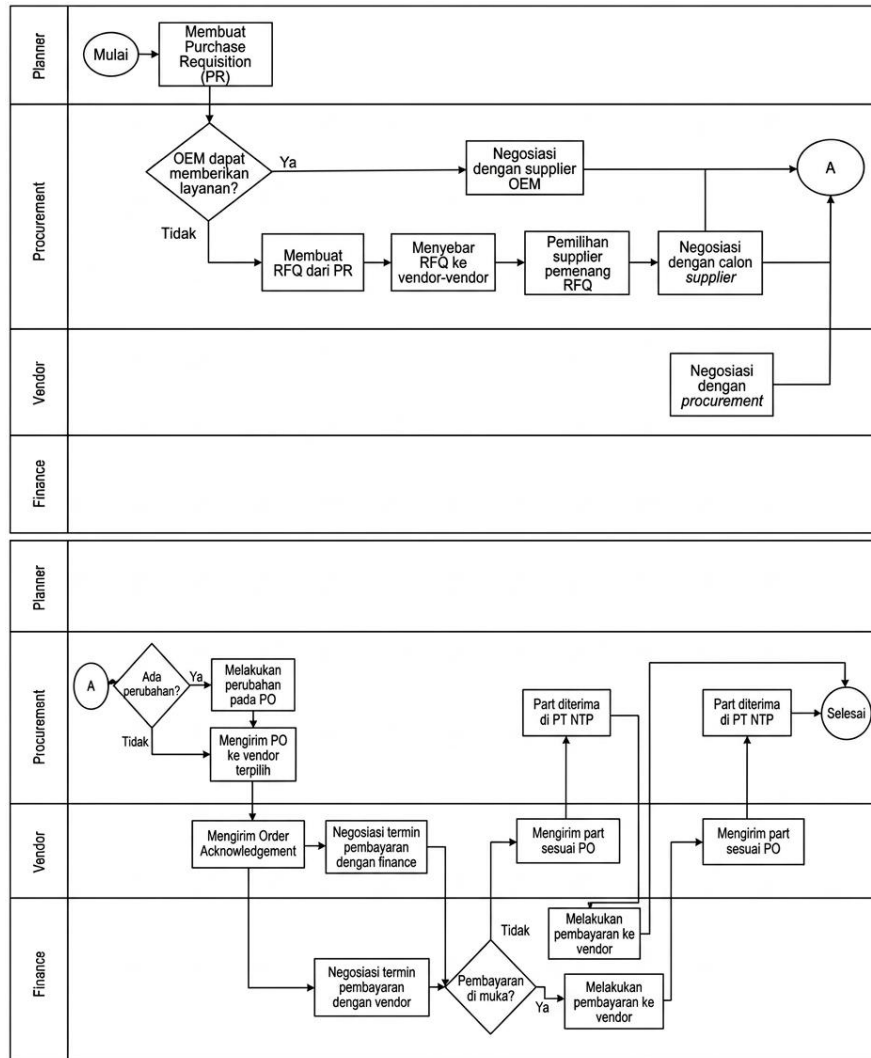
Menurut Porter (1998), analisis digunakan untuk menganalisis tingkat persaingan dalam suatu industri dan menentukan daya tarik serta profitabilitasnya. Terdapat 5 komponen di dalam *Porter's Five Forces analysis*, yakni persaingan dalam industri, ancaman pendatang baru, ancaman produk pengganti, daya tawar dari *supplier*, dan daya tawar pelanggan.

Identifikasi Risiko

Risiko pengadaan diidentifikasi melalui analisis kualitatif SWOT dan *Porter's Five Forces*, serta dengan mencocokkan terminologi dengan kajian literatur. Hasilnya berupa *Risk Event* dan *Risk Agent* yang dapat menjadi masukan olahan tahap selanjutnya. *Risk Event* dan *Risk Agent* divalidasi oleh seorang *senior buyer* yang berkoordinasi dengan seorang *senior buyer* lainnya maupun manajer *procurement* jika terjadi kebingungan.

House of Risk

Tahap selanjutnya adalah membuat *House of Risk* (HOR) yang memiliki 2 fase. Dibandingkan dengan metode manajemen risiko lain seperti FMEA yang berfokus pada mode kegagalan atau AHP yang menekankan pembobotan prioritas, HOR dipilih karena mengintegrasikan identifikasi, penilaian, dan mitigasi risiko dalam satu kerangka kuantitatif yang runtut, serta secara eksplisit menghubungkan penyebab risiko (*risk agent*) dengan tindakan pencegahan (*preventive action*). Menurut Pujawan & Geraldin (2009), HOR adalah kerangka kerja untuk manajemen risiko secara proaktif. HOR terdiri dari dua fase utama: HOR fase 1 berisi pengumpulan dan pengolahan *risk event* (E_i) dan *risk agent* (A_j). Hasil dari HOR fase 1 adalah penilaian potensi dan *ranking* prioritas *risk agent*. HOR fase 2 berisi



Gambar 2. Swimlane Proses Pembelian

perumusan *preventive action* (PA_k) untuk mencegah terjadinya *risk agent* yang telah dirumuskan sebelumnya. Seluruh *preventive action* yang dirumuskan akan diurutkan berdasarkan efektivitas dan tingkat kesulitan mengimplementasikannya. Penilaian dari HOR dilakukan oleh satu orang *senior buyer* saja dengan total pengalaman selama 8 tahun yang ditunjuk oleh manajer *procurement*.

Analisis dan Interpretasi Hasil serta Penarikan Kesimpulan

Tahap selanjutnya adalah analisis atas seluruh rangkaian tahapan yang telah dilalui. Analisis digunakan untuk memahami mengapa dan bagaimana langkah penelitian dapat menjawab rumusan masalah. Setelah itu, dilakukan penarikan kesimpulan.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian akan disajikan dalam beberapa bagian utama. Bagian ini mencakup prosedur pengadaan, SWOT analysis, *Porter's Five Forces Analysis*, HOR fase 1 dan 2, dan penerapan usulan strategi mitigasi risiko.

Prosedur Pengadaan

Proses pengadaan barang dimulai dengan permintaan pembelian bahan baku oleh departemen *planner* lewat pengajuan *Purchase Requisition* (PR) kepada departemen *procurement*. Setelah menerima dan menyetujui PR, departemen *procurement* mengutamakan pembelian lewat *supplier* OEM untuk pemesanan *part*. Jika *supplier* OEM dapat memenuhi permintaan, maka proses berlanjut dengan negosiasi, pembuatan, dan pengiriman *Purchase Order* (PO) kepada *supplier* OEM, diikuti dengan pembayaran dan pengiriman *part* kepada perusahaan. Jika tidak, departemen *procurement* akan membuat *Request for Quotation* (RFQ) untuk meminta perbandingan harga dan kondisi dari beberapa *supplier*. *Supplier* yang terpilih kemudian melalui proses negosiasi untuk menentukan syarat, dan jika ada perubahan, departemen *procurement* akan memperbarui PO sebelum mengirimkannya kepada *vendor* pemenang. Setelah PO diterima, *supplier* mengirimkan *Order Acknowledgement* (OA) sebagai tanda penerimaan pesanan. Sebelum pengiriman *part*, negosiasi pembayaran dilakukan antara departemen *finance* dan *supplier*, dengan kemungkinan

pembayaran di muka jika disepakati. Setelah pembayaran diproses, *supplier* akan mengirimkan part sesuai PO kepada



Gambar 3. Analisis SWOT

departemen terkait di perusahaan. **Gambar 2** menunjukkan *swimlane* proses pembelian.

SWOT Analysis

Pada bagian ini dibahas mengenai *SWOT analysis* sebagai langkah awal dalam mengidentifikasi risiko. Analisis dilakukan dengan wawancara terhadap seorang staf *procurement*. Hasilnya berupa 4 komponen utama, yakni S, W, O, dan T. **Gambar 3** merupakan hasil rekapitulasi dari analisis SWOT.

Terdapat 4 komponen utama yang dinilai untuk melihat bagaimana keadaan departemen *procurement* PT NTP, seperti yang dapat dilihat pada Gambar 2. *Strengths* dari departemen *procurement* adalah memiliki kontrak langsung dengan *supplier* OEM, memiliki jaringan *supplier* yang luas, memiliki *marketplace* untuk kemudahan pengadaan barang, dan adanya kerja sama dengan perusahaan besar untuk proses pengadaan. Sementara, *Weaknesses* dari departemen *procurement* adalah ketersediaan material yang terbatas untuk mesin tipe lama, lead time pengiriman part yang panjang, dan adanya risiko part yang kadaluarsa (contoh: korosi dan karat).

Perlu ditegaskan bahwa keterbatasan ketersediaan material untuk mesin tipe lama dikategorikan sebagai kelemahan (*weakness*) karena bersumber dari kondisi internal perusahaan, yaitu keterbatasan stok dan kapabilitas pengadaan part lama, yang masih dapat dikelola melalui strategi persediaan dan pengembangan *supplier*. Sebaliknya, krisis material di pasar global dikategorikan sebagai ancaman (*threat*) karena berada di luar kendali perusahaan dan dipengaruhi oleh faktor eksternal seperti penurunan produksi OEM dan dinamika geopolitik.

Opportunities yang dapat dimanfaatkan departemen *procurement* adalah memiliki peluang dalam negosiasi pembayaran dengan *supplier* (contoh: termin pembayaran dan potongan harga), kolaborasi dengan *supplier* baru, dan digitalisasi serta optimalisasi sistem *procurement* untuk meningkatkan efisiensi, mempermudah proses administrasi, proses *monitoring*, dan lain sebagainya. Sedangkan *threats* pada departemen *procurement* adalah krisis material di pasar global (ketersediaan *part* menipis), persaingan dengan perusahaan lain di industri MRO yang sama, dan kegagalan *supplier* dalam menyediakan *part* yang berkualitas dan tepat waktu.

Pada analisis ini, komponen W dan T ditekankan untuk mengidentifikasi potensi risiko yang relevan dengan proses pengadaan barang. Kedua komponen tersebut menjadi salah satu dasar penyusunan daftar *risk event* pada HOR fase 1. Sedangkan komponen S dan O ditekankan untuk menggali peluang perusahaan yang dapat dimanfaatkan sebagai dasar strategi mitigasi risiko yang digunakan pada HOR fase 2. Oleh karena itu, *SWOT analysis* tidak hanya digunakan sebagai alat analisis berdasarkan keadaan namun menjembatani antara pengamatan atas situasi dan pendekatan identifikasi risiko & perumusan strategi mitigasi atas risiko tersebut.

Porter's Five Forces Analysis

Hasil analisis Porter adalah 5 komponen, yakni persaingan dalam industri, ancaman pendatang baru, ancaman produk pengganti, daya tawar *supplier*, dan daya tawar pelanggan. Analisis Porter's Five Forces disusun berdasarkan hasil wawancara dengan staf pengadaan dan manajemen PT NTP serta data sekunder perusahaan, dengan uraian sebagai berikut: (1) Ancaman pendatang baru (*threat of new entrants*), (2) Daya tawar pemasok (*bargaining power of suppliers*), (3) Daya tawar pembeli (*bargaining power of buyers*), (4) Ancaman produk substitusi (*threat of substitutes*), (5) Persaingan dalam industri (*industry rivalry*). Setiap bagian akan dijelaskan dalam paragraf selanjutnya.

Tabel 1. Daftar *Risk Event* dari Analisis Industri dan Wawancara

Kategori	Risk Event	Validasi Literatur
Ketersediaan material	<i>Part</i> sulit ditemukan atau terbatas di pasar Krisis material global	Fahriza et al (2024)
Keterlambatan pengiriman	<i>Lead time</i> pengiriman <i>part</i> yang panjang <i>Supplier</i> tidak mengirim tepat waktu	Fahriza et al (2024)
Internal (risiko dari operasional departemen <i>procurement</i>)	<i>Purchase Requisition</i> (PR) tidak lengkap atau tidak sesuai spesifikasi yang dibutuhkan <i>Part</i> mengendap terlalu lama di gudang berujung pada kadaluarsa	Olaganathan et al (2020) Fahriza et al (2024)
Kualitas material	<i>Supplier</i> mengirim <i>part</i> tidak sesuai kualitas atau kurang sertifikasi dari OEM	Fahriza et al (2024); Wafa & Sunitiyoso (2025)
Negosiasi <i>supplier</i>	Harga <i>part</i> yang tidak bisa dinegosiasikan	Fahriza et al (2024)
Ketergantungan pada <i>supplier</i> OEM	<i>Supplier</i> OEM memiliki kontrol penuh atas pasokan	Fahriza et al (2024)
Daya saing	Kompetitor lebih efisien dalam pengadaan barang	Fahriza et al (2024)

Ancaman pendatang baru menunjukkan bagaimana hambatan masuk perusahaan ke industri MRO mesin pesawat terbang. Hambatan masuk ke industri ini cukup tinggi karena membutuhkan investasi awal yang sangat besar, mulai dari fasilitas, tempat yang memadai, dan lain sebagainya. Kepercayaan pelanggan untuk industri ini juga sangat bergantung pada histori, reputasi, dan sertifikasi perusahaan, sehingga memerlukan waktu dan sumber daya yang cukup untuk masuk. Peluang masuk industri ini ada, namun untuk memulai operasional dan membangun kepercayaan *customer* membuat hambatannya berada di tingkat sedang hingga tinggi.

Daya tawar *supplier* melihat seberapa besar kekuatan *supplier* dalam menentukan harga, kualitas, dan ketersediaan *part*. *Supplier* dari OEM yang merupakan pilihan utama dalam pengadaan barang, memiliki kekuatan besar dalam mengendalikan ketersediaan dan harga *part* (Fahriza et al, 2024). Oleh karena itu, daya tawar dari *supplier* OEM berada di tingkat tinggi. *Supplier* di luar OEM atau dari *marketplace*, memiliki daya tawar yang cenderung rendah hingga sedang. Daya tawar rendah hingga sedang ini disebabkan oleh departemen *procurement* yang memiliki cukup banyak pilihan *supplier*.

Daya tawar pelanggan menunjukkan seberapa besar kekuatan pelanggan dalam menekan harga, meminta kualitas layanan terbaik, atau meminta layanan tambahan yang menguntungkan. Perusahaan yang melayani mesin pesawat tipe lama pada penelitian ini lebih terbatas. Maka dari itu, daya tawar pelanggan lebih rendah dibandingkan dengan *engine* tipe baru atau yang lebih umum. Selain itu, regulasi ketat dalam industri MRO penerbangan membuat pelanggan harus tetap memilih perusahaan yang memenuhi standar tertentu. Oleh karena itu, daya tawar pelanggan cenderung berada pada tingkat yang sedang.

Komponen ancaman produk pengganti menunjukkan seberapa besar industri menghadapi tantangan dari layanan lain yang dapat menggantikan fungsinya. Ancaman substitusi dalam industri MRO mesin pesawat dapat muncul dari maskapai penerbangan yang memiliki *in-house* MRO sendiri. Meskipun begitu, mesin tipe lama dan adanya batasan dari regulasi yang ketat dan standar yang harus dipenuhi membuat ancaman substitusi berada pada tingkat rendah hingga sedang. Komponen persaingan dalam industri yang melihat tingkat persaingan *antarperusahaan* dalam industri yang sama. Menurut Harjanto (sebagaimana diwawancarai oleh Angriani, 2017), saat ini industri MRO nasional yang tergabung dalam *Indonesia Aircraft Maintenance Service Association* (IAMSAS) mencapai 32 perusahaan. Menurut Direktorat Jenderal Perhubungan Udara (2012) dalam artikel yang dipublikasikan di situs resmi Kementerian Perhubungan, kapasitas dan kapabilitas perusahaan MRO di Indonesia masih sangat terbatas. Akibatnya, hanya sekitar 30-40% pasar perawatan pesawat nasional yang mampu dilayani oleh MRO nasional, sedangkan sisanya dinikmati oleh perusahaan MRO asing. Mesin tipe lama (seperti GE CT7) hanya dilayani oleh beberapa perusahaan nasional MRO saja. Pada tingkat internasional, cukup banyak perusahaan MRO yang menawarkan layanan untuk tipe mesin tersebut. Berdasarkan informasi tersebut, tingkat persaingan dalam industri di dalam negeri berada di tingkat sedang, namun di luar negeri berada di tingkat sedang hingga tinggi.

Sebagaimana halnya analisis SWOT, hasil *Porter's Five Forces Analysis* tidak berhenti sebagai potret kondisi industri. Komponen dengan tekanan tinggi, khususnya daya tawar *supplier* OEM yang tinggi dan tingkat persaingan industri. Data ini digunakan sebagai dasar untuk mengidentifikasi *risk event* eksternal pada HOR fase 1, sedangkan komponen yang menunjukkan ruang gerak perusahaan (misalnya daya tawar pelanggan dan hambatan masuk yang tinggi) menjadi pertimbangan dalam merumuskan *preventive action* pada HOR fase 2. Dengan demikian, SWOT dan *Porter's Five Forces* berfungsi sebagai instrumen kualitatif yang saling melengkapi untuk memetakan sumber risiko sebelum dikuantifikasi melalui HOR, bukan sebagai metode strategi yang berdiri sendiri.

House of Risk Fase 1

HOR fase 1 digunakan untuk mengidentifikasi risiko dan merumuskan strategi mitigasi risiko pada proses pengadaan barang di departemen *procurement* PT NTP. Tahapan ini dimulai dengan menentukan *risk event* atau kejadian risiko yang sudah dan mungkin terjadi dalam proses pengadaan barang. Langkah ini dilakukan dengan melakukan wawancara dengan *staff* departemen *procurement* serta memasukkan hasil analisis SWOT dan *Porter's Five Forces* yang telah dibuat sebelumnya. **Tabel 1** merupakan daftar *risk event* dari hasil analisis industri dan wawancara.

Tabel 2. Daftar *Risk Event* dan Nilai *Severity*

Kode	<i>Risk Event</i>
E01	<i>Part</i> sulit ditemukan atau terbatas di pasar
E02	Tidak tersedianya material pada mitra lokal
E03	<i>Lead time</i> pengiriman <i>part</i> yang panjang
E04	<i>Supplier</i> tidak mengirim tepat waktu
E05	Kesalahan jadwal pengiriman bahan baku
E06	PR tidak lengkap atau tidak sesuai spesifikasi yang dibutuhkan
E07	Keterlambatan dalam permintaan material dari gudang
E08	<i>Part</i> mengendap terlalu lama di gudang berujung pada kedaluwarsa
E09	Proses pengadaan terkendala dana
E10	Keterlambatan dalam pembuatan PO
E11	Keterlambatan dalam mengevaluasi pengadaan
E12	Keterlambatan dalam penerimaan material
E13	Kesalahan dalam pengecekan material
E14	Kesalahan dalam membuat perhitungan <i>stock</i>
E15	Tidak tersedianya alat angkut
E16	Terjadi kecelakaan pekerja ketika pengangkatan material
E17	Terjadi kerusakan mesin dan material
E18	Kesalahan perencanaan bahan baku
E19	Pembayaran telat dilakukan oleh perusahaan
E20	<i>Supplier</i> mengirim <i>part</i> yang tidak sesuai kualitas atau kurang sertifikasi OEM
E21	Material yang diterima tidak sesuai spesifikasi
E22	Bahan baku yang diterima tidak sesuai dengan jumlah permintaan
E23	Harga <i>part</i> yang tidak bisa dinegosiasikan
E24	Negosiasi terlambat karena masalah teknis
E25	<i>Supplier</i> OEM memiliki kontrol penuh atas pasokan
E26	Kompetitor lebih efisien dalam pengadaan barang
E27	Sulit mencari mitra yang memenuhi kualifikasi OEM
E28	Mitra tidak dapat memenuhi kontrak
E29	Mitra tidak dapat memenuhi <i>order</i>
E30	Terjadi kehabisan stok
E31	Terjadi <i>overstock</i> material di gudang
E32	Terjadi bencana alam

Tabel 1 menunjukkan beberapa *risk event* yang sudah dan berpotensi terjadi ketika departemen *procurement* menjalankan operasionalnya dan telah dikategorikan. Terdapat 7 kategori untuk *risk event* dari hasil analisis industri, yang terdiri dari *event* yang dialami oleh perusahaan terkait dengan praktik nyata pengadaan, kondisi *supplier*, dan juga kondisi rantai pasok industri.

Selain itu, dilakukan studi literatur dari penelitian terdahulu untuk melihat *risk event* yang terjadi pada proses pengadaan barang. Tujuan dari studi ini adalah untuk membantu mengidentifikasi dan memahami risiko yang mungkin terjadi serta melengkapi risiko yang muncul dari analisis industri. Literatur yang digunakan adalah literatur yang terkait dengan pengadaan dari industri sejenis maupun risiko di industri MRO pesawat terbang. **Lampiran A** merangkum *risk event* hasil dari studi literatur.

Berdasarkan studi literatur terkait proses pengadaan barang, *risk event* dikelompokkan ke dalam 10 kategori besar, yakni pengadaan material, pemilihan mitra, penerbitan *Purchase Order* (PO), inspeksi, pengajuan pengadaan, penyimpanan material di gudang, faktor lingkungan, keterlambatan pengiriman, internal, dan kinerja mitra. Dalam tabel tersebut ditunjukkan bahwa beberapa risiko juga muncul pada pengadaan industri lain, misalnya, proses pengadaan terkendala dana, material yang diterima tidak sesuai spesifikasi.

Kumpulan daftar *risk event* dari **Tabel 2** dan Lampiran A menjadi dasar awal untuk membangun daftar *risk event* spesifik. Selanjutnya, validasi dilakukan pada gabungan **Tabel 2** dan Lampiran A, melalui diskusi dan wawancara dengan staf departemen *procurement* untuk memastikan relevansi *risk event* dengan kondisi aktual di lapangan. Langkah selanjutnya adalah menilai *Severity* (Si) yang merupakan tingkat keparahan dampak yang ditimbulkan oleh *risk event* terhadap proses pengadaan barang apabila risiko benar-benar terjadi. **Tabel 2** merupakan daftar *akhir risk event* dengan nilai *severity*-nya yang berpotensi terjadi pada departemen *procurement* PT NTP.

Setiap *risk event* diberikan nilai *severity* dengan skala penilaian 1-10, dengan nilai 10 merepresentasikan dampak yang sangat besar terhadap proses pengadaan. Beberapa *risk event* yang mendapatkan skor *severity* tinggi antara lain E01 dengan nilai 9 dan E04 dengan nilai 8.

Tabel 1 memuat *risk event* hasil identifikasi awal dari analisis industri (SWOT dan *Porter's Five Forces*), sedangkan **Tabel 2** merupakan daftar final *risk event* setelah divalidasi dan dikonsolidasikan melalui penelusuran literatur serta wawancara dengan tim pengadaan PT NTP. Proses validasi dan konsolidasi inilah yang menyebabkan

Tabel 3. Daftar Risk Agent dan Nilai Occurrence

Kode	Risk Agent	O _i
A01	Jumlah <i>supplier</i> terbatas untuk <i>part</i> tertentu	8
A02	Keterbatasan bahan baku di pihak mitra lokal	2
A03	Jarak geografis dan proses logistik yang panjang	2
A04	<i>Supplier</i> tidak memiliki manajemen pengiriman yang baik	6
A05	Kesalahan internal dalam penjadwalan pengiriman	1
A06	<i>User</i> ceroboh atau kurang paham dalam membuat PR	3
A07	Koordinasi antar divisi tidak efektif	1
A08	Tidak adanya kontrol kedaluwarsa	5
A09	Tidak tersedianya dana atau keterlambatan <i>approval</i>	7
A10	Proses administrasi dan <i>approval</i> PO lambat	5
A11	Waktu evaluasi <i>supplier</i> tidak terkelola	5
A12	Sistem <i>warehouse</i> kurang efektif atau kurang staf	7
A13	Departemen terkait kurang teliti	5
A14	Data stok tidak akurat	5
A15	Fasilitas <i>material handling</i> tidak tersedia atau rusak	1
A16	Kurangnya SOP K3 dan pelatihan keselamatan	1
A17	<i>Human error</i> atau alat angkut tidak layak	1
A18	<i>Forecast demand</i> tidak akurat	7
A19	Proses keuangan lambat	8
A20	<i>Supplier</i> tidak memiliki sertifikasi atau <i>quality control</i>	3
A21	Perbedaan pemahaman teknis antara <i>procurement</i> & <i>supplier</i> atau dokumen teknis tidak jelas	6
A22	<i>Supplier</i> tidak akurat dalam pengiriman	6
A23	<i>Supplier</i> memiliki posisi tawar yang tinggi (monopoli)	6
A24	Dokumen tidak lengkap atau pengetahuan teknis lemah	1
A25	Ketertarikan tinggi terhadap <i>supplier</i> dari OEM	8
A26	Sistem <i>procurement</i> kurang lincah dan inovatif	7
A27	Terbatasnya alternatif <i>supplier</i> yang memiliki sertifikasi OEM	6
A28	Komitmen <i>supplier</i> lemah	5
A29	Kapasitas produksi <i>supplier</i> tidak memadai	5
A30	Sistem pemesanan ulang kurang baik	5
A31	Perencanaan pembelian tidak sesuai kebutuhan	4
A32	Bencana alam/ <i>force majeure</i> seperti banjir, gempa, dll	3

jumlah *risk event* pada Tabel 2 berbeda dari Tabel 1; perbedaan tersebut mencerminkan tahapan penyusunan daftar risiko, bukan inkonsistensi data.

Setelah mendapatkan daftar *risk event*, langkah selanjutnya adalah mengumpulkan *risk agent* yang merupakan kemungkinan penyebab terjadinya *risk event*. Identifikasi *risk agent* dilakukan berdasarkan hasil wawancara dan analisis terhadap proses pengadaan di PT NTP serta didukung oleh referensi dari penelitian-penelitian terdahulu. *Risk agent* juga akan dinilai *Occurrence* (O_i) yang merupakan seberapa sering terjadinya penyebab tersebut. Tabel 3 menunjukkan daftar *risk agent* dan penilaian *occurrence risk* tersebut.

Pada Error! Reference source not found. 3 menunjukkan *risk agent* yang berpotensi menjadi penyebab terjadinya berbagai *risk event* yang telah diidentifikasi dalam proses pengadaan PT NTP. Masing-masing *risk agent* diberikan nilai *occurrence* menggunakan skala 1-10, dengan nilai 10 menunjukkan frekuensi kejadian yang tinggi. Nilai *occurrence* diambil dari data historis perusahaan selama 5 tahun terakhir yang diranking berdasarkan frekuensi kemunculannya oleh *senior buyer* yang ditunjuk oleh manajer *procurement*. Daftar *risk event* dan *risk agent* akan digunakan untuk membangun matriks hubungan antara keduanya dan menghitung nilai *Aggregate Risk Potential* (ARP) untuk merepresentasikan total potensi risiko yang ditimbulkan. Maka dari itu, langkah selanjutnya adalah membentuk *relationship matrix* dan menghitung ARP setiap *risk agent*.

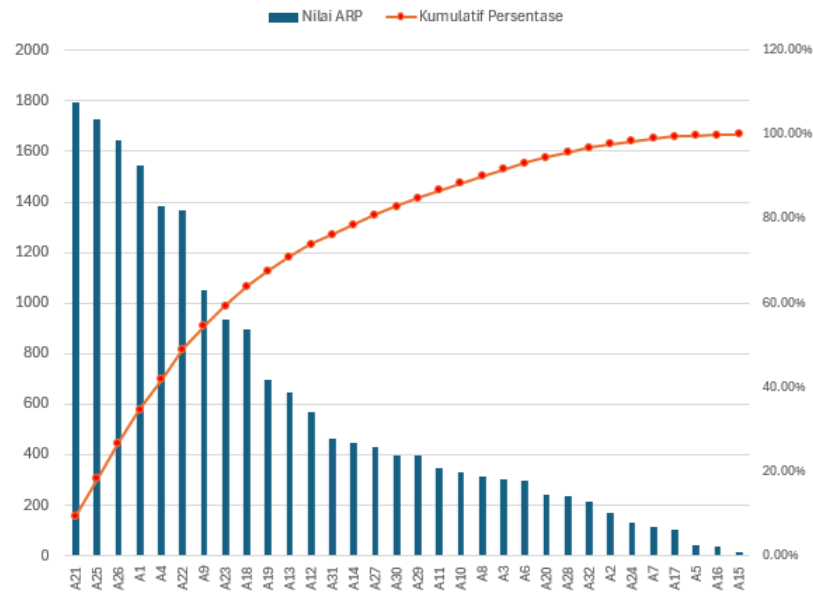
Temuan bahwa ketidakjelasan dokumen teknis menjadi salah satu *risk agent* prioritas sejalan dengan Chandola et al. (2022), yang mengidentifikasi dokumentasi teknis sebagai faktor penentu produktivitas organisasi MRO, yaitu bahwa penyimpangan kecil pada dokumentasi dapat menghentikan pekerjaan dan menimbulkan keterlambatan.

Tabel 4 merupakan cuplikan hasil *relationship matrix* antara *risk event* dan *risk agent* sebagai model dari HOR fase 1. *Relationship matrix* menunjukkan korelasi antara keduanya, di mana nilai korelasi (R_{ij}) memiliki skala: 0 = tidak ada korelasi, 1 = rendah, 3 = sedang, dan 9 = tinggi. Dengan nilai *severity*, *occurrence*, dan korelasi, dapat dilakukan perhitungan nilai ARP dengan persamaan (1), dengan cuplikan hasil seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4, sedangkan tabel lengkap tersaji pada Lampiran B.

$$ARP = O_j \sum i S_i R_{ij} \quad (1)$$

Tabel 4. Cuplikan Relationship Matrix HOR Fase 1

E _i	A _j					S _i
	A1	A2	A3	A4	A5	
E1	9	3				9
E2	9	9				1
E3			9	9		9
E4			9	9		8
E5				3	9	5
O _j	8	2	2	6	1	
ARP	1544	168	306	1386	45	
Rank	4	26	21	5	30	



Gambar 4. Diagram Pareto Risk Agent

Tabel 5. Daftar Risk Agent Prioritas

Kode	Risk Agent	ARP
A21	Perbedaan pemahaman teknis antara <i>procurement</i> & <i>supplier</i> atau dokumen teknis tidak jelas	1794
A25	Ketergantungan tinggi terhadap <i>supplier</i> dari OEM	1728
A26	Sistem <i>procurement</i> kurang lincah dan inovatif	1645
A1	Jumlah <i>supplier</i> terbatas untuk <i>part</i> tertentu	1544
A4	<i>Supplier</i> tidak memiliki manajemen pengiriman yang baik	1386
A22	<i>Supplier</i> tidak akurat dalam pengiriman	1368
A9	Tidak tersedianya dana atau keterlambatan <i>approval</i>	1050
A23	<i>Supplier</i> memiliki posisi tawar yang tinggi (monopoli)	936
A18	<i>Forecast demand</i> tidak akurat	896
A19	Proses keuangan lambat	696

Sebagai gambaran, hasil perhitungan ARP untuk *risk agent* A1 adalah 1544 dengan nilai *occurrence risk agent*-nya bernilai 8 dan memiliki hubungan kuat dengan *risk event* E1 dengan nilai *severity*-nya bernilai 8. Maka, kontribusi *risk agent* A1 untuk *risk event* E1 terhadap ARP = $8 \times (9 \times 9) = 648$. Apabila *risk agent* A1 juga berhubungan dengan *risk event* lain, maka seluruh kontribusinya dijumlahkan untuk mendapatkan total nilai ARP A1.

Nilai ARP yang tinggi menunjukkan bahwa suatu *risk agent* memiliki pengaruh signifikan terhadap risiko dalam proses pengadaan barang. Semakin tinggi nilai ARP, semakin besar potensi risiko yang ditimbulkan oleh *risk agent* terhadap *risk event*. Setelah dilakukan perhitungan ARP untuk masing-masing *risk agent*, diperoleh *ranking risk agent* berurutan dari nilai ARP terbesar ke terkecil, seperti pada Gambar 4.

Mengacu pada Gambar 3, terdapat 10 *risk agent* yang berkontribusi sekitar 70% dari total nilai ARP. Hal ini sejalan dengan prinsip Pareto, yaitu sebagian kecil penyebab (*risk agent*) berkontribusi terhadap sebagian besar dampak yang ditimbulkan. Oleh karena itu, fokus mitigasi yang dilakukan pada HOR fase 2 akan difokuskan pada 10 *risk agent* prioritas yang secara kumulatif berkontribusi sebesar 70% terhadap total nilai ARP.

Tabel 6. Daftar *Preventive Actions* dan *Degree of Difficulty*

Kode	<i>Preventive Actions</i>	D_k
PA01	Pemetaan global <i>supplier</i>	4
PA02	Membangun relasi strategis dengan <i>supplier</i> utama	5
PA03	Evaluasi dan meningkatkan sistem <i>procurement</i>	5
PA04	Menetapkan KPI dan penalti pada kontrak pengiriman	4
PA05	Pelatihan terkait teknis <i>procurement</i> .	3
PA06	Membentuk forum komunikasi agar reguler antar divisi	3
PA07	Sinkronisasi alur kas <i>procurement</i> dan keuangan	5
PA08	Membuat jadwal rutin evaluasi <i>supplier</i>	3
PA09	Membuat <i>dashboard procurement</i>	4
PA10	Melakukan <i>stock opname</i> reguler	3
PA11	Menggunakan metode <i>forecasting</i> berbasis data aktual dan historis	4
PA12	Memilih <i>supplier</i> dengan audit dan sertifikasi yang valid	3
PA13	Standarisasi dokumen teknis (spesifikasi, gambar, dll)	3
PA14	Melakukan verifikasi PO dan <i>packing list</i> sebelum kirim	3
PA15	Melakukan pembandingan harga pasar	4
PA16	Menyediakan <i>template</i> dokumen teknis standar	3
PA17	Membangun kontrak jangka panjang dengan OEM	5
PA18	Melakukan <i>supplier development program</i>	4
PA19	Evaluasi reputasi <i>supplier</i> dari histori dan referensi	3
PA20	Memperbarui <i>safety stock part</i>	4
PA21	<i>Maintain</i> hubungan dengan <i>supplier</i> yang sudah lama	4
PA22	Membuat sistem notifikasi dini bagi <i>supplier</i> jika terjadi potensi keterlambatan	3
PA23	Mengembangkan sistem <i>reorder point</i> berbasis <i>lead time</i> dan aktual	4

Tabel 7. *Sampling Relationship Matrix* HOR Fase 2

A_j	PA_k					ARP
	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	
A1	9	9	1			1544
A4		9		9		1386
A9					3	1050
A18						896
A19						696
TE_k	29448	50346	21731	24786	4944	
D_k	4	5	5	4	3	
ETD_k	7362	10069.2	4346.2	6196.5	1648	
Rank	4	2	13	6	19	

Tabel 5 menunjukkan daftar *risk agent* prioritas beserta nilai ARP-nya. *Risk agent* yang tercantum pada **Tabel 5** adalah penyebab dominan dari *risk event* yang telah diidentifikasi sebelumnya. Oleh karena itu, 10 *risk agent* tersebut diprioritaskan untuk ditindaklanjuti dalam penyusunan strategi mitigasi pada HOR fase 2.

House of Risk Fase 2

HOR fase 2 digunakan untuk merumuskan *preventive actions* atau strategi mitigasi dan menghitung serta mengurutkan efektivitas masing-masing strategi dalam menangani *risk agent* prioritas. HOR fase 2 berfokus pada pengelolaan risiko secara proaktif dengan memetakan hubungan antara *risk agent* dan *preventive action*.

Setiap *preventive action* juga akan dinilai tingkat kesulitannya dalam implementasi yang diwakili oleh komponen D_k yakni *degree of difficulty*. Semakin besar nilai D_k maka semakin besar pula kesulitan dalam implementasinya. **Tabel 6** menunjukkan daftar *preventive actions* untuk menangani 10 *risk agent* prioritas dengan *degree of difficulty* dalam proses implementasi aksi *preventive* tersebut.

Perumusan *preventive actions* dilakukan melalui wawancara dengan seorang staf *senior buyer* di departemen *procurement* yang ditunjuk perusahaan, yang juga berkoordinasi dengan *senior buyer* lain dan manajer *procurement* ketika ada keraguan. *Preventive actions* yang dirumuskan ini kemudian didukung oleh beberapa literatur yang menyatakan bahwa tindakan tersebut benar-benar dapat menangani *risk agent* yang ada. Setelah mendapatkan tindakan mitigasi, langkah selanjutnya adalah membuat *relationship matrix* antara *risk agent* dan *preventive action* untuk HOR fase 2.

Tabel 7 menunjukkan sebagian dari *relationship matrix* lengkap karena ukuran matriks yang cukup besar, sedangkan hasil lengkap seperti pada **Lampiran C**. Nilai korelasi antara *risk agent* dan *preventive action* (E_{jk}) dalam **Tabel 7** memiliki nilai yang sama dengan R_{jk} yakni 0, 1, 3, atau 9, dengan keterangan yang sama juga. Korelasi E_{jk} mengartikan seberapa efektif suatu *preventive action* dalam menangani atau meminimalkan terjadinya *risk agent* terkait.

Tabel 8. *Preventive Actions* dengan ETD_k Tertinggi

Kode	<i>Preventive Actions (PA_k)</i>	ETD_k
PA18	Melakukan <i>supplier development program</i>	13707
PA2	Membangun relasi strategis dengan <i>supplier</i> utama	10069.2
PA21	<i>Maintain</i> hubungan dengan <i>supplier</i> yang sudah lama	8212.5
PA1	Pemetaan global <i>supplier</i>	7362
PA13	Standardisasi dokumen teknis (spesifikasi, gambar, dll)	7027

Hasil pertama dari *relationship matrix* fase kedua ini adalah *Total Effectiveness* (TE_k) yang menunjukkan seberapa besar efektivitas *preventive action* dalam menurunkan kemungkinan terjadinya *risk agent*. Dengan nilai korelasi antara *risk agent* & *preventive action* dan nilai *ARP risk agent*, TE_k didapatkan dengan persamaan berikut.

$$TE_k = \sum_j (ARP_j E_{jk}) \quad (2)$$

Kemudian, *degree of difficulty* (D_k) adalah tingkat kesulitan implementasi *preventive action* yang memiliki skala penilaian: 3 = mudah diimplementasikan, 4 = cukup sulit untuk diimplementasikan, dan 5 = sulit untuk diimplementasikan. Selanjutnya, hasil utama yang didapatkan dari *matriks* ini adalah *Effectiveness to Difficulty Ratio* (ETD_k) yang merupakan rasio antara efektivitas dengan tingkat kesulitan *preventive action*. Nilai ETD_k didapatkan melalui pembagian TE_k dengan D_k . Setelah mendapatkan hasil ETD_k , seluruh *preventive action* dirangking dari ETD_k terbesar ke terkecil. Hasil dari perhitungan dicuplik dan disajikan pada **Tabel 8**.

Tabel 8 menampilkan 5 *preventive actions* dengan nilai ETD_k tertinggi berdasarkan pengolahan data HOR fase 2. Semakin tinggi nilai ETD_k , semakin tinggi efektivitas *action* tersebut dibandingkan dengan sumber daya yang dibutuhkan untuk penerapannya. Oleh karena itu, *preventive actions* pada **Tabel 8** merupakan prioritas utama untuk diimplementasikan oleh departemen *procurement*. Dari **Tabel 8** tersebut, didapatkan bahwa pemenuhan kebutuhan teknis diperlukan (PA13) dan dapat menjadi salah satu materi dasar untuk *supplier development program* (PA18). Selain itu, kolaborasi *supplier* diperlukan untuk mengurangi risiko (PA23, PA21). Sementara pemetaan *supplier global* (PA1) diperlukan untuk menentukan prioritas pada aktivitas kolaborasi dan *supplier development program*.

Pembahasan

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan studi terdahulu sekaligus menunjukkan sejumlah perbedaan yang kontekstual. Dari sisi metodologi, pola yang digunakan-memadukan kerangka kualitatif/struktural pada tahap identifikasi risiko dengan HOR dan diagram Pareto untuk menetapkan prioritas-konsisten dengan Ningrum dan Sari (2016) yang menggunakan SWIFT, serta Haekal (2023) dan Rifai dan Subali (2022) yang menggunakan SCOR. Skala hasil pun sebanding: penelitian ini mengidentifikasi 32 *risk event* dan 32 *risk agent* dengan 10 agen prioritas (kontribusi $\pm 70\%$ *ARP*) dan 23 *preventive action*; Rifai dan Subali (2022) memperoleh 50 *risk event* dan 30 *risk agent* dengan 9 agen prioritas dan 15 *preventive action*; Haekal (2023) memperoleh 21 *risk event* dan 34 *risk agent* dengan 16 agen prioritas dan 19 usulan strategi; sedangkan Ningrum dan Sari (2016) memperoleh 23 dan 13 *risk event* pada dua lingkup risiko yang berbeda. Perbedaan ambang Pareto ($\pm 70\%$ pada studi ini, 75% pada Ningrum dan Sari, dan 80% pada Haekal, 2023, serta Rifai dan Subali, 2022) menunjukkan pemfokusan prioritas yang relatif lebih ketat pada penelitian ini.

Secara substantif, temuan penelitian ini memperkuat hasil Rifai dan Subali (2022) pada industri MRO pesawat terbang yang sama-sama menempatkan ketergantungan pada OEM dan keterbatasan *supplier* sebagai sumber risiko signifikan. Pada studi ini, hal tersebut direpresentasikan oleh ketergantungan tinggi terhadap *supplier* OEM (A25) dan keterbatasan jumlah *supplier* untuk *part* tertentu (A1), sedangkan pada Rifai dan Subali oleh ketergantungan pada satu *supplier* serta kelangkaan material akibat penurunan produksi OEM. Konvergensi juga tampak pada arah mitigasi: kolaborasi dan kemitraan jangka panjang dengan *supplier* serta OEM menjadi tindakan prioritas pada kedua studi pada penelitian ini melalui *supplier development program*, pembangunan relasi strategis, dan kontrak jangka panjang dengan OEM; pada Rifai dan Subali melalui kerja sama dengan *vendor/supplier* dan OEM untuk menjamin ketersediaan material. Kesesuaian ini memperkuat validitas eksternal rekomendasi mitigasi berbasis pengelolaan relasi *supplier* pada industri MRO pesawat terbang.

Perbedaan muncul pada pemicu risiko dominan. Pada Rifai dan Subali (2022), *risk agent* dengan *ARP* tertinggi adalah keterbatasan arus kas yang dipicu oleh penurunan permintaan penerbangan pada masa pandemi, sehingga strategi utamanya berorientasi finansial (kerja sama pembiayaan). Sebaliknya, pada penelitian ini *risk agent* prioritas bersifat teknis operasional, perbedaan pemahaman teknis atau dokumen teknis yang tidak jelas (A21), ketergantungan pada OEM (A25), dan kurangnya kelincahan sistem pengadaan (A26) yang mencerminkan konteks pengadaan komponen Mesin tipe lama pada kondisi operasi normal, bukan guncangan permintaan. Perbedaan konteks ini menjelaskan mengapa strategi mitigasi pada penelitian ini lebih menekankan pengembangan *supplier* dan standardisasi dokumen teknis dibandingkan dengan intervensi finansial. Adapun studi Ningrum dan Sari (2016) dan Haekal (2023) berada pada domain berbeda (keselamatan sisi udara dan transportasi darat bandara), sehingga kesesuaiannya dengan penelitian ini lebih bersifat metodologis daripada substantif.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menggabungkan analisis industri dan HOR untuk merancang strategi mitigasi risiko pada proses pengadaan industri MRO. Hasil analisis industri melalui analisis kualitatif SWOT dan *Porter's Five Forces* menunjukkan bahwa risiko pengadaan di PT NTP bersumber terutama dari ketergantungan tinggi pada *supplier* OEM yang memiliki daya tawar besar, keterbatasan material untuk mesin tipe lama, serta *lead time* pengiriman yang panjang. Temuan ini menjadi konteks yang mendasari penyusunan daftar *risk event* dan arah strategi mitigasi pada tahapan HOR berikutnya.

Hasil penelitian memberikan 32 *risk event* dengan 32 *risk agent* yang dianggap berpotensi menjadi penyebab terjadinya *risk event*. Berdasarkan diagram Pareto yang dibuat, terdapat 10 *risk agent* prioritas yang berkontribusi terhadap 70% dari nilai ARP atau potensi terjadinya risiko. Kemudian, melalui HOR fase 2, terdapat 23 usulan *preventive actions* untuk mengatasi *risk agent* prioritas. Dari 23 *preventive actions*, terdapat 5 *preventive actions* yang diprioritaskan karena memiliki nilai ETD_k tertinggi, yakni melakukan *supplier development program*, membangun relasi strategis dengan *supplier* utama, mempertahankan hubungan dengan *supplier* lama, pemetaan *global supplier*, dan standarisasi dokumen teknis (contoh: spesifikasi, gambar). Kelima strategi mitigasi risiko prioritas memiliki efektivitas tinggi dalam mengurangi risiko dan cenderung layak untuk diterapkan pada kondisi perusahaan saat ini.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, yaitu: (1) penelitian menggunakan pendekatan studi kasus tunggal pada satu perusahaan MRO sehingga hasilnya belum tentu dapat digeneralisasi ke perusahaan MRO lain dengan karakteristik berbeda; (2) penilaian *severity*, *occurrence*, dan korelasi pada HOR diperoleh dari wawancara dan penilaian ahli internal sehingga bersifat subjektif dan berpotensi menimbulkan bias penilaian; (3) efektivitas *preventive action* yang diusulkan belum diuji secara empiris karena penelitian berhenti pada tahap perumusan strategi, bukan implementasi. Penelitian selanjutnya dapat memperluas cakupan dengan melibatkan beberapa perusahaan MRO sebagai studi multi-kasus agar hasil lebih dapat digeneralisasi. Selain itu, penilaian risiko dapat diperkuat dengan pendekatan kuantitatif atau semikuantitatif seperti *fuzzy* HOR untuk mengurangi subjektivitas, serta dilengkapi dengan pengujian dampak implementasi *preventive action* guna memvalidasi efektivitasnya secara empiris.

Pernyataan Penggunaan Kecerdasan Buatan (Artificial Intelligence)

Pengarang menyatakan bahwa dalam proses penulisan naskah ini, teknologi kecerdasan buatan (Artificial Intelligence, AI) telah dimanfaatkan dalam usulan pencarian pustaka. Namun, segala usulan pustaka yang telah diusulkan oleh AI tersebut telah diperiksa dan dilakukan analisis kesesuaian dan validasi oleh para pengarang. Seluruh isi, data, analisis, dan kesimpulan yang tercantum merupakan hasil penelitian dan pemikiran asli penulis tanpa adanya modifikasi interpretasi yang dilakukan oleh AI terhadap substansi ilmiah. Penulis bertanggung jawab atas keaslian, keakuratan dan integritas naskah ini sesuai dengan etika publikasi ilmiah.

5. Daftar Pustaka

- Al-Kaabi, H., Potter, A., & Naim, M. (2007). An outsourcing decision model for airlines' MRO activities. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 13(3), 217–227. <https://doi.org/10.1108/13552510710780258>
- Angriani, D. (2017, December 19). 2025, bisnis industri MRO Indonesia diramal capai Rp 29 triliun. Medcom.id. <https://www.medcom.id/ekonomi/mikro/wkBnBrek-2025-bisnis-industri-mro-indonesia-diramal-capai-rp-29-triliun>
- Astutik, W., Mujaddid, K. J., A., Y., & N. (2024). Enhancing risk mitigation strategies in innovative poultry slaughterhouses: A House of Risk method approach. *Scientica: Jurnal Ilmiah Sain dan Teknologi*, 2(11), 1–21.
- Away, F. Y., & Huzni, S. (2025). Risk mitigation of planning for procurement of material repair and operation with the integration of House of Risk and criticality ranking assessment methods based on failure mode effects analysis (Case study: PT. Pupuk Iskandar Muda). *Enrichment: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(4), 374–389.
- Chandola, D. C., Jaiswal, K., Verma, S., & Singh, B. (2022, February). Aviation MRO: A comprehensive review of factors affecting productivity of aircraft maintenance organization. In *2022 Advances in Science and Engineering Technology International Conferences (ASET)* (pp. 1–7). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ASET53988.2022.9734808>
- Fahriza, B., Shuib, A., & Wan Mohamed, W. M. (2024). Procurement issues in the Indonesian maintenance, repair, and overhaul (MRO) industry. *Global Journal of Business Social Sciences Review (GATR-GJBSSR)*, 12(1), 34.
- Fahriza, B., Shuib, A., & Wan Mohamed, W. M. (2025). An integrated blockchain-enabled DMAIC framework to optimise aviation MRO procurement in Indonesia. *Jurnal Ilmiah Manajemen Kesatuan*, 13(4), 3799–3810.
- Goenawan, R. M. (2016, April 21). *Potensi bisnis industri MRO di Indonesia capai USD 920 juta*. Infopublik. <https://infopublik.id/kategori/nasional-ekonomi-bisnis/153386/potensi-bisnis-industri-mro-di-indonesia-capai-usd-920-juta>
- Grand View Research. (n.d.). *Aircraft MRO market size horizon outlook*. <https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/aircraft-mro-market-size/global>
- Haekal, K. K. (2023). *Analisis risiko operasional pada sistem transportasi PT. Turangga Titian Nusantara menggunakan metode House of Risk (HOR)* [Skripsi, Universitas Islam Indonesia].
- Hallensleben, C., Albers, S., & Dewulf, W. (2025). Strategic bottlenecks in commercial aviation MRO: OEM influence and the response of traditional maintenance providers. *Journal of the Air Transport Research Society*, 100084.

- Handayani, W., & Rabihah, S. E. (2022). Risk mitigation in supply chain management process: Procurement using House of Risk method at PT. Pertamina EP Asset 4. *Jurnal Siasat Bisnis*, 70–84.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2006). *Marketing management* (12th ed.). Pearson Prentice Hall.
- Ma, H. L., & Wong, W. H. C. (2018). A fuzzy-based House of Risk assessment method for manufacturers in global supply chains. *Industrial Management & Data Systems*, 118(7), 1463–1476. <https://doi.org/10.1108/IMDS-10-2017-0467>
- Masudin, I., Habibah, I. Z., Wardana, R. W., Restuputri, D. P., & Shariff, S. S. R. (2024). Enhancing supplier selection for sustainable raw materials: A comprehensive analysis using analytical network process (ANP) and TOPSIS methods. *Logistics*, 8(3), 74. <https://doi.org/10.3390/logistics8030074>
- Ningrum, K., & Sari, D. P. (2016). *Manajemen risiko bagian airside menggunakan the structured what-if technique dan House of Risk (studi kasus di PT Angkasa Pura 1 Cabang Bandar Udara Adi Sumarmo Surakarta)* [Doctoral dissertation, Diponegoro University].
- Oktalia, R. D., Nafiah, S. I., & Kusuma, D. (2020, May). Analisa dan mitigasi risiko pada proses pengadaan barang menggunakan metode House of Risk. In *Prosiding Industrial Engineering National Conference (IENACO)* (pp. 318–323).
- Panudju, A. T., Sitorus, H., Marfuah, U., Sudarwati, W., & Nurhasanah, N. (2024). Risk mitigation of air knocker using fuzzy FMEA-AHP: A case study. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Keilmuan dan Aplikasi Teknik Industri*, 26(2), 193–206. <https://doi.org/10.9744/jti.26.2.193-206>
- Pettawali, A. F. L., & Dewita, H. (2024). Analisis risiko rantai pasok bahan baku dalam memenuhi permintaan konsumen pada industri pertambangan andesit di Cilegon. *JISI: Jurnal Integrasi Sistem Industri*, 11(2), 227–248. <https://doi.org/10.24853/jisi.11.2.227-248>
- Porter, M. E. (1998). *Competitive strategy: Techniques for analyzing industries and competitors*. Free Press.
- 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.
- Rajee Olaganathan, D., Miller, M., & Mrusek, B. M. (2020). Managing safety risks in airline maintenance outsourcing. *International Journal of Aviation, Aeronautics, and Aerospace*, 7(1), 7.
- Ratnasari, S., Hisjam, M., & Sutopo, W. (2018, February). Supply chain risk management in newspaper company: House of Risk approach. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 1931, No. 1, p. 030016). AIP Publishing.
- Rifai, A., & Subali, S. B. W. (2022). Supply chain risk control strategy for aircraft maintenance in the era of the COVID-19 pandemic. *J-MKLI (Jurnal Manajemen dan Kearifan Lokal Indonesia)*, 6(2), 70–88.
- STS Aviation Group. (n.d.). *Global MRO industry outlook for 2025*. <https://www.stsaviationgroup.com/global-mro-industry-outlook-for-2025/>
- Vieira, D. R., & Loures, P. L. (2016). Maintenance, repair and overhaul (MRO) fundamentals and strategies: An aeronautical industry overview. *International Journal of Computer Applications*, 135(12), 21–29.
- Wafa, A., & Sunitiyoso, Y. (2025). Proposed improvement of the supplier selection process using analytical hierarchy process (AHP) method: A case study of aircraft MRO in Indonesia. *Journal of Applied Business Administration*, 9(2), 296–310. <https://doi.org/10.30871/jaba.9543>
- Zulfiadi, A., & Fradinata, E. (2025). Risk mitigation analysis with the House of Risk (HOR) method approach in the service procurement process. *Enrichment: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(3), 513–529.