Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri
Vol. 10 No. 1 Bulan 2026, hal 31 – 43

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

Tersedia secara online di http://ojs.unik-kediri.ac.id/index.php/jatiunik/index

JATI UNIK

Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri



Mitigasi Risiko dalam Pengadaan Unit Set Simulator Pelatihan: Integrasi House of Risk dan Interpretive Structural Modeling di PT XYZ

Ayuningtyas Woro Hapsari*[1], Galih Prihasetya Hermawan[2]

ayuningtyas.hapsari25@gmail.com[1], galih_prihasetya@yahoo.co.id[2]

[1]Departemen Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Al-Khairiyah

Informasi Artikel

Riwayat Artikel :

Received : 05 Oktober 2026
Revised : 27 Oktober 2026
Accepted : 16 November 2026

Kata kunci :
House of Risk; Interpretive Structural Modeling; Procurement; SCOR; Supply Chain Risk;

Abstract

Procuring an engineer-to-order training simulator requires close coordination between software development and the procurement of specialized hardware. Although the House of Risk method ranks mitigation actions, it does not identify which actions are prerequisites for others. This study aimed to identify the main sources of risk and determine the order of mitigation actions for the procurement of one simulator at PT XYZ. The case study drew on assessments by three project experts and data from 14 monthly progress reports. The Supply Chain Operations Reference model was used to map procurement activities. The House of Risk method quantified aggregate risk potential and ranked actions by their effectiveness-to-difficulty ratios. Interpretive Structural Modeling then mapped dependencies among actions. Five of eleven risk agents accounted for 86.18% of total aggregate risk potential. Poor coordination between programmers and users contributed the largest share (34.39%). Of nine mitigation actions, staged model acceptance testing ranked first (6,561), followed by user acceptance testing (5,832). The hierarchy identified user acceptance testing as foundational. These findings guide project teams in agreeing on user acceptance criteria at project initiation and using those criteria to define design specifications, set milestones, and validate the model.

Abstrak

Pengadaan simulator pelatihan yang dirancang sesuai pesanan menuntut keselarasan antara pengembangan perangkat lunak dan pengadaan perangkat keras khusus. Pemeringkatan risiko dengan metode *House of Risk* belum menunjukkan tindakan mana yang menjadi prasyarat bagi tindakan lain. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi penyebab risiko prioritas dan menentukan urutan mitigasi dalam pengadaan satu unit simulator di PT XYZ. Studi kasus ini menggunakan penilaian

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

Untuk melakukan sitasi pada penelitian ini dengan format: Hapsari, A. W., Hermawan, G. P., (2026). Mitigasi Risiko dalam Pengadaan Unit Set Simulator Pelatihan: Integrasi House of Risk dan Interpretive Structural Modeling di PT XYZ. JATI UNIK : Jurnal Ilmiah Teknik dan Manajemen Industri Universitas Kadiri, volume *10* (*1*), 31 – 43.

tiga ahli proyek dan data dari 14 laporan kemajuan bulanan. Aktivitas pengadaan dipetakan dengan model *Supply Chain Operations Reference*. Selanjutnya, *House of Risk* digunakan untuk menghitung potensi risiko agregat dan rasio efektivitas terhadap tingkat kesulitan pelaksanaan, sedangkan *Interpretive Structural Modeling* memetakan ketergantungan antartindakan. Lima dari sebelas penyebab risiko menyumbang 86,18% dari total potensi risiko agregat. Koordinasi yang lemah antara pemrogram dan pengguna memberikan kontribusi terbesar (34,39%). Dari sembilan tindakan mitigasi, uji penerimaan model secara bertahap memperoleh rasio tertinggi (6.561), diikuti uji penerimaan pengguna (5.832). Analisis hierarki menempatkan uji penerimaan pengguna sebagai dasar bagi tindakan lainnya. Temuan ini memberikan panduan bagi tim proyek untuk menyepakati kriteria penerimaan pengguna sejak awal, kemudian menggunakannya untuk menetapkan spesifikasi desain, menyusun jadwal, dan memvalidasi model.

1. Pendahuluan

Rantai pasok menghubungkan pengadaan, produksi, distribusi, dan pemenuhan kebutuhan pelanggan. Karena aktivitas dan pelakunya saling bergantung, gangguan pada satu titik dapat menyebar ke bagian lain melalui efek berantai (*ripple effect*) [1]. Oleh karena itu, manajemen risiko perlu mengidentifikasi pemicu gangguan, hubungan antarrisiko, dan tindakan mitigasi secara proaktif [2]–[4].

Pengadaan unit simulator pelatihan di PT XYZ menerapkan sistem *engineer-to-order* (ETO): desain dan spesifikasi disesuaikan dengan kebutuhan pengguna [5], [6]. Risiko muncul karena pengembangan perangkat lunak harus terintegrasi dengan pengadaan perangkat keras yang sebagian berasal dari luar negeri. Keterlambatan komponen dapat menunda pengujian algoritma dan validasi model, sedangkan perubahan desain dapat memicu pengerjaan ulang serta penyimpangan jadwal.

Catatan proyek PT XYZ periode Oktober 2023–Desember 2024 menunjukkan keterlambatan komponen impor selama 4–8 minggu, pengerjaan ulang perangkat lunak sebesar 15–20% dari anggaran rekayasa, serta tambahan 100–150 jam kerja teknis pada tahap integrasi. Dampak biaya akibat fluktuasi kurs tidak dianalisis karena datanya tidak tersedia.

House of Risk (HOR) mengidentifikasi kejadian dan agen risiko, memprioritaskan penyebab, lalu merancang tindakan pencegahan [7]. Metode ini telah diterapkan dalam beragam rantai pasok [8]–[13], termasuk studi terbaru pada industri pakaian [14] dan pada

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073 *Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

PT Mandiri Jogja Internasional [15]. Namun, HOR belum secara eksplisit menyusun hubungan hierarkis antartindakan mitigasi. *Interpretive Structural Modeling* (ISM) dapat melengkapi HOR dengan memetakan ketergantungan dan daya dorong antarfaktor [16]–[19].

Penelitian terdahulu telah membahas resiliensi rantai pasok [20]–[24], risiko pemasok dan metodologi manajemen risiko [25]–[27], digitalisasi pengadaan dan dukungan teknologi informasi [28], [29], serta pendekatan analitik berbasis optimasi dan kecerdasan buatan [30]–[33]. Studi lain menggabungkan HOR dan ISM untuk menganalisis risiko [8]–[13]. Namun, konteks pengadaan proyek ETO yang mengintegrasikan perangkat lunak dan perangkat keras khusus masih terbatas. Penelitian ini mengisi celah tersebut dengan memetakan proses melalui SCOR [34], memprioritaskan risiko dan mitigasi melalui HOR, serta menyusun prasyarat dan hierarki pelaksanaan mitigasi melalui ISM. Penetapan kriteria penerimaan dan pengendalian mutu mengacu pada prinsip perbaikan manajemen [35].

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi dan memprioritaskan risiko pengadaan unit simulator pelatihan di PT XYZ, memilih tindakan mitigasi yang layak, dan menganalisis hubungan hierarkis antartindakan melalui integrasi SCOR, HOR, dan ISM.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan studi kasus dengan data primer dan sekunder. Proses rantai pasok dipetakan menggunakan SCOR (*Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*). HOR Fase 1 menghitung *Aggregate Risk Potential* (ARP) untuk memprioritaskan agen risiko; HOR Fase 2 menghitung rasio *Effectiveness to Difficulty* (ETD) untuk mengurutkan tindakan mitigasi. ISM digunakan untuk memetakan hubungan kontekstual, matriks keterjangkauan (*reachability matrix*), tingkat hierarki, serta daya dorong (*driving power*) dan ketergantungan (*dependence power*) tindakan mitigasi.

2.1 Objek Penelitian

Objek penelitian adalah proses pengadaan satu unit simulator pelatihan operator di PT XYZ, termasuk pengadaan perangkat keras, pengembangan perangkat lunak, integrasi, pengujian, dan pengiriman. Proyek berlangsung pada Oktober 2023–Desember 2024 dengan tiga pemasok utama: satu pemasok lokal dan dua pemasok internasional.

Data primer diperoleh melalui observasi, wawancara semi-terstruktur, kuesioner, dan diskusi kelompok terarah (FGD). Tiga ahli, yaitu *Project Leader*, *Process Lead Engineer*,

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

dan *Instrument Lead Engineer*, dipilih secara purposif berdasarkan pengalaman dan keterlibatan langsung dalam proyek (Tabel 1).

Tabel 1. Profil dan distribusi peran para ahli

Kode Ahli	Peran / Jabatan	Pengalaman Kerja Total	Lama Bekerja di PT XYZ	Keterlibatan Tahapan
R1	*Project Leader*	12 tahun	12 tahun	Identifikasi, HOR 1 & 2, ISM *(Decision Maker)*
R2	*Process Lead Engineer*	8 tahun	6 tahun	Identifikasi, HOR 1 & 2, ISM
R3	*Instrument Lead Engineer*	10 tahun	7 tahun	Identifikasi, HOR 1 & 2, ISM

(Sumber: Data primer hasil wawancara, 2026)

Ketiga ahli memvalidasi daftar kejadian dan agen risiko serta memberi penilaian *severity*, *occurrence*, dan korelasi untuk HOR. Penilaian ISM dilakukan secara berpasangan; perbedaan diselesaikan melalui konsensus dan FGD. Data sekunder berasal dari 14 laporan kemajuan bulanan, laporan ketidaksesuaian, jadwal pemasok, serta SOP pengadaan.

2.2 Data Sekunder

Data sekunder digunakan untuk melandasi fakta historis sebelum dikonfirmasi kepada para ahli. Dokumen tersebut mencakup arsip proyek selama kurun waktu pelaksanaan, yaitu laporan kemajuan bulanan, laporan ketidaksesuaian, jadwal pemasok, dan SOP pengadaan.

2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi pemetaan SCOR, identifikasi risiko, analisis HOR Fase 1 dan 2, serta pemodelan ISM.

a. Pemetaan Aktivitas Rantai Pasok Menggunakan SCOR

Aktivitas rantai pasok dipetakan ke proses SCOR *Plan*, *Source*, *Make*, *Deliver*, dan *Return*. Kejadian risiko (*risk event*) didefinisikan sebagai gangguan atau kerugian yang teramati, sedangkan agen risiko (*risk agent*) adalah pemicu atau akar penyebabnya.

b. Identifikasi Risiko

Daftar kejadian dan agen risiko disusun dari observasi, wawancara, dan FGD, kemudian divalidasi oleh panel ahli. HOR Fase 1 menghitung ARP berdasarkan *occurrence* agen, *severity* kejadian, dan kekuatan hubungan keduanya; agen diurutkan menurut nilai ARP dan proporsi kumulatifnya.

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

Pada HOR Fase 1, nilai ARP dihitung menggunakan persamaan (1) [7].

$$\mathrm{ARP}_j = O_j \sum_i S_i R_{ij} \quad (1)$$

dengan O_j sebagai *occurrence* agen j, S_i sebagai *severity* kejadian i, dan R_{ij} sebagai kekuatan hubungan kejadian–agen.

c. Penentuan Strategi Mitigasi Menggunakan HOR Fase 2

HOR Fase 2 menilai efektivitas tindakan mitigasi terhadap agen risiko prioritas. Total efektivitas dihitung dari jumlah ARP agen dikalikan bobot hubungan tindakan; rasio ETD diperoleh dengan membagi total efektivitas dengan tingkat kesulitan pelaksanaan. Tindakan dengan ETD tertinggi diprioritaskan.

Total efektivitas dan rasio ETD dihitung menggunakan persamaan (2) dan (3) [7].

$$\mathrm{TE}_k = \sum_j \mathrm{ARP}_j E_{jk} \quad (2)$$

$$\mathrm{ETD}_k = \frac{\mathrm{TE}_k}{D_k} \quad (3)$$

dengan TE_k sebagai total efektivitas tindakan k, E_{jk} sebagai bobot hubungan antara agen j dan tindakan k (skala 0, 1, 3, atau 9), serta D_k sebagai tingkat kesulitan pelaksanaan tindakan k.

d. *Interpretive Structural Modeling*

ISM menyusun hubungan kontekstual antartindakan mitigasi berdasarkan penilaian tiga ahli. Relasi dirangkum dalam *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM), dikonversi menjadi *reachability matrix*, lalu digunakan untuk menentukan level hierarki, *driving power*, dan *dependence power*. Hasilnya divisualisasikan melalui diagram ISM dan analisis MICMAC (*Matrice d'Impacts Croisés Multiplication Appliquée à un Classement*).

2.4 Validasi Data

Hasil identifikasi, penilaian HOR, pilihan mitigasi, dan hubungan ISM dikonfirmasi kembali kepada tiga ahli untuk memastikan kesesuaiannya dengan proses pengadaan di PT XYZ.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini merangkum hasil analisis HOR dan ISM pada pengadaan simulator pelatihan di PT XYZ.

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

3.1 Risiko dan Penyebab Risiko dalam Proses Pengadaan

Identifikasi risiko divalidasi bersama tim pengadaan dan kepala departemen terkait. HOR Fase 1 menghasilkan 11 kejadian risiko dan 11 agen risiko; peringkat ARP seluruh agen disajikan pada Tabel 2.

Hasil penilaian HOR Fase 1 menempatkan kurangnya koordinasi antara *programmer* dan pengguna (A7) sebagai agen risiko tertinggi. Temuan ini sejalan dengan catatan proyek pada Pendahuluan: keterlambatan komponen impor berkaitan dengan agen A10, sedangkan pengerjaan ulang perangkat lunak dan tambahan jam kerja pada tahap integrasi berkaitan dengan agen A7, A1, dan A2.

Tabel 2. Peringkat Agen Risiko Berdasarkan *Aggregate Risk Potential* (ARP)

Kode	ARP	Peringkat	Persentase (%)	Kumulatif (%)
A7	1.458	1	34,39	34,39
A1	648	2	15,28	49,67
A2	576	3	13,58	63,25
A10	522	4	12,31	75,56
A3	450	5	10,61	86,18
A8	252	6	5,94	92,12
A11	135	7	3,18	95,31
A9	72	8	1,70	97,00
A6	54	9	1,27	98,28
A5	45	10	1,06	99,34
A4	28	11	0,66	100,00
Total	4.240		100,00	–

(Sumber: Hasil pengolahan HOR Fase 1, 2026)

A7 menempati peringkat pertama dengan ARP 1.458 (34,39%), diikuti A1 sebesar 648 (15,28%), A2 sebesar 576 (13,58%), A10 sebesar 522 (12,31%), dan A3 sebesar 450 (10,61%). Kelima agen menyumbang 86,18% dari total ARP 4.240. Nilai ini digunakan sebagai dasar penentuan agen prioritas dan tindakan mitigasi.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa risiko koordinasi dan pengendalian pengembangan perangkat lunak mendominasi, sementara ketergantungan pada komponen impor tetap

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

menjadi risiko penting. Karena itu, mitigasi perlu dimulai dari kesepakatan kebutuhan pengguna, pengendalian jadwal, dan koordinasi lintas fungsi.

Lima agen prioritas kemudian dipetakan terhadap sembilan tindakan mitigasi. Tindakan meliputi uji penerimaan, *milestone* yang jelas, spesifikasi desain yang disetujui, pengendalian perubahan, pelacakan progres, koordinasi mingguan, pemasok alternatif, dan pengiriman udara untuk komponen kritis.

3.2 Rencana Aksi Mitigasi

Sembilan tindakan mitigasi disusun melalui wawancara dan FGD dengan para ahli. Tabel 3 merangkum tindakan yang diarahkan pada lima agen risiko prioritas.

Tabel 3. Rencana Aksi Mitigasi Proaktif

Agen Risiko	Kode Aksi	Tindakan Mitigasi Proaktif	Waktu Pelaksanaan
A7 – Kurangnya koordinasi antara *programmer* dan pengguna	PA1	Melakukan uji penerimaan pengguna (*User Acceptance Test* / UAT) sebelum serah terima	Sebelum serah terima akhir (*pre-handover*)
A7 – Kurangnya koordinasi antara *programmer* dan pengguna	PA2	Melakukan validasi dan uji model bertahap sebelum melanjutkan ke fase pengembangan berikutnya	Tiap pergantian fase pengembangan
A1 – Tidak ada tenggat waktu ketat untuk penyelesaian program *software*	PA3	Membuat sistem pelacakan progres pekerjaan (*progress tracking*) terintegrasi yang dapat diakses pengguna dan pemasok	Awal hingga penutupan proyek
A1 – Tidak ada tenggat waktu ketat untuk penyelesaian program *software*	PA4	Menetapkan batas waktu (*milestone*) yang tegas dan terikat di setiap tahapan pengerjaan	Fase inisiasi dan perencanaan
A2 – Pembuatan *software* tanpa konfirmasi final	PA5	Menyusun dan mengesahkan dokumen *Approved Design Specification* (ADS) sebelum implementasi, serta melengkapi dokumen *As-Built* saat serah terima	Praimplementasi (ADS) & Serah terima (*As-Built*)
A2 – Pembuatan *software* tanpa konfirmasi final	PA6	Menerapkan prosedur *Engineering Change Order* (ECO) / konfirmasi tertulis untuk setiap perubahan desain	Sepanjang fase perancangan dan koding
A10 – Komponen *slow moving* yang diimpor dari luar negeri	PA7	Mengidentifikasi dan menjajaki pemasok alternatif (*dual-sourcing*) dari dalam negeri	Fase perencanaan pengadaan (*procurement*)
A10 – Komponen *slow moving* yang diimpor dari luar negeri	PA8	Menggunakan pengiriman kargo udara berjadwal untuk komponen kritis guna memangkas *lead time* impor	Saat pemesanan pengadaan darurat/kritis

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

Agen Risiko	Kode Aksi	Tindakan Mitigasi Proaktif	Waktu Pelaksanaan
A3 – Tidak ada kolaborasi *programmer* lintas divisi	PA9	Menyelenggarakan rapat sinkronisasi dan koordinasi teknis rutin mingguan lintas fungsi/divisi	Rutin mingguan selama proyek berjalan

(Sumber: Hasil wawancara dan FGD dengan para ahli, 2026)

3.3 Prioritas Mitigasi HOR Fase 2

Berdasarkan rasio ETD (Tabel 4), tindakan dengan prioritas tertinggi adalah uji penerimaan model bertahap (PA2; 6.561), uji penerimaan pengguna sebelum serah terima (PA1; 5.832), dan penetapan *milestone* proyek (PA4; 1.458). Prioritas ini mempertimbangkan efektivitas mitigasi dan tingkat kesulitan implementasi.

Tabel 4. Prioritas Aksi Mitigasi Berdasarkan Rasio ETD

Kode	Tindakan Mitigasi Proaktif	TE_k / D_k	ETD_k / Peringkat	Bobot / Kumulatif
PA2	Melakukan uji penerimaan model sebelum lanjut ke tahap berikutnya	13.122 / 2,00	6.561 / 1	36,5% / 36,5%
PA1	Melakukan uji penerimaan pengguna sebelum serah terima	13.122 / 2,25	5.832 / 2	32,4% / 68,9%
PA4	Menetapkan *milestone* proyek di setiap tahap	5.832 / 4,00	1.458 / 3	8,1% / 77,0%
PA9	Membentuk rapat koordinasi mingguan antardivisi	4.050 / 3,00	1.350 / 4	7,5% / 84,5%
PA5	Menyusun dokumen *Approved Design Specification* (ADS) sebelum proyek diimplementasikan	1.728 / 2,00	864,0 / 5	4,8% / 89,3%
PA3	Membuat sistem pelacakan progres yang mudah diakses pengguna dan pemasok	1.944 / 3,00	648,0 / 6	3,6% / 92,9%
PA6	Membuat dokumen konfirmasi untuk setiap perubahan desain	1.728 / 3,00	576,0 / 7	3,2% / 96,1%
PA8	Mengirim barang dari luar negeri via udara untuk mempercepat durasi	1.566 / 4,00	391,5 / 8	2,2% / 98,3%
PA7	Mencari sumber pemasok baru dari dalam negeri	1.566 / 5,00	313,2 / 9	1,7% / 100,0%
Total		— / —	17.993,7	100,0%

(Sumber: Hasil pengolahan HOR Fase 2, 2026)

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

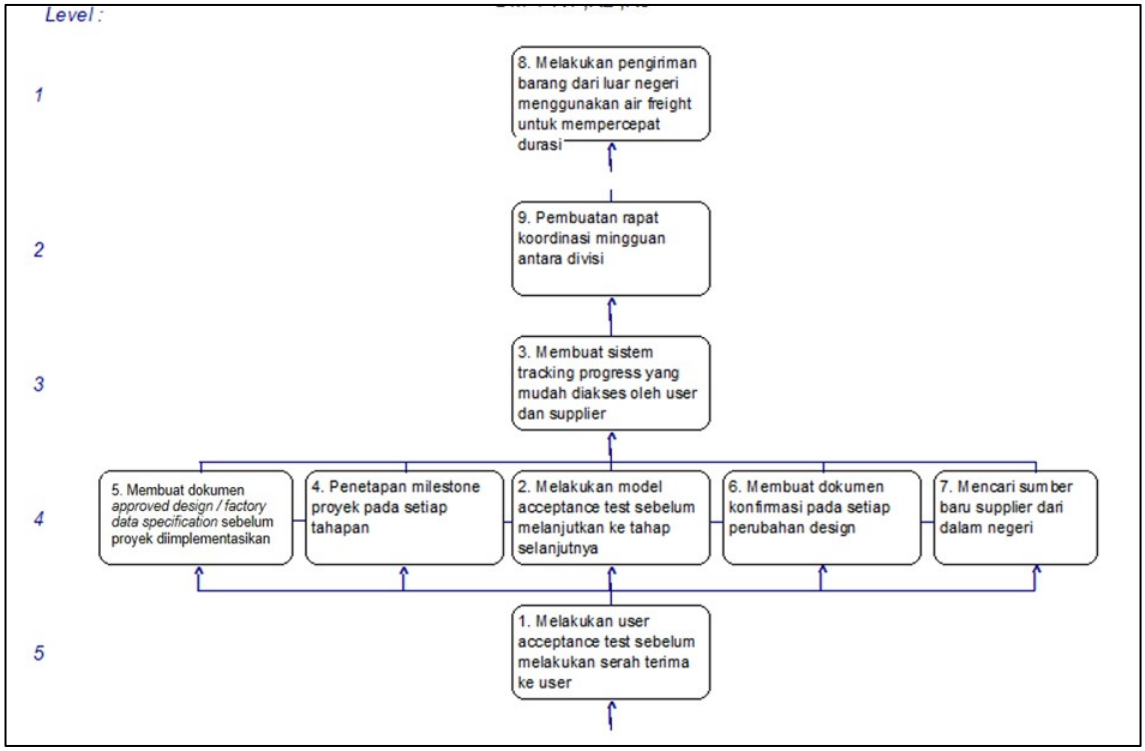
ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

3.4 Pembentukan *Interpretive Structural Modeling* (ISM)

Diagram ISM (Gambar 1) menunjukkan keterkaitan berjenjang antartindakan mitigasi. PA1 (uji penerimaan pengguna) menjadi penggerak dasar yang menetapkan kriteria penerimaan sejak awal proyek; kriteria ini menjadi acuan spesifikasi desain, *milestone*, dan validasi model.

Hasil ISM memperlihatkan bahwa tindakan mitigasi saling bergantung dan perlu dilaksanakan secara berurutan. PA1 menjadi fondasi penentuan kriteria penerimaan, sedangkan PA5, PA4, dan PA2 menerjemahkan kriteria tersebut ke dalam spesifikasi desain, jadwal, dan validasi model.

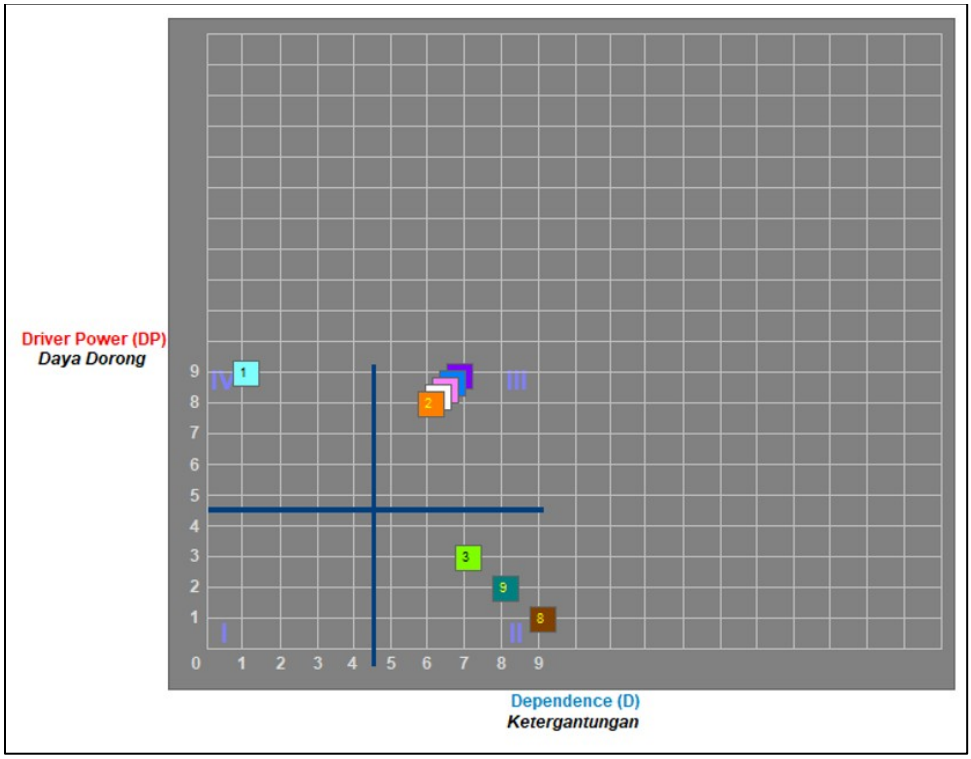
Struktur hierarkis ini membantu memahami hubungan kausal dan ketergantungan antarkomponen dalam sistem pengembangan simulator.



Gambar 1. *Interpretive Structural Modeling* (ISM)
(Sumber: Keluaran analisis menggunakan ISM *Software*, 2026)

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)



Gambar 2. Diagram MICMAC (*Driving Power–Dependence*)
Keterangan: angka 1–9 pada diagram menunjukkan tindakan PA1–PA9 (lihat Tabel 3).
(Sumber: Keluaran analisis menggunakan ISM *Software*, 2026)

Pemetaan MICMAC (Gambar 2) menunjukkan adanya hubungan struktural antartindakan. PA1 memiliki *driving power* tertinggi (9) dan *dependence power* terendah (1), sehingga berada pada Level 5 sebagai penggerak fundamental. PA2, PA4, PA5, PA6, dan PA7 berada pada kelompok *linkage*; hasil ini menegaskan bahwa efektivitas tindakan tersebut saling memengaruhi.

Secara operasional, kriteria penerimaan pengguna perlu ditetapkan sejak inisiasi proyek, meskipun pengujian akhir dilakukan sebelum serah terima. Kriteria tersebut menjadi dasar spesifikasi, *milestone*, validasi model, dan koordinasi lintas divisi.

Integrasi HOR dan ISM menunjukkan bahwa tindakan ber-ETD tinggi perlu ditempatkan dalam urutan yang tepat. Uji penerimaan dan validasi model perlu didukung lebih dahulu oleh kriteria pengguna, spesifikasi yang disetujui, *milestone*, dan koordinasi rutin. Dengan demikian, hasil analisis dapat digunakan sebagai urutan implementasi, bukan hanya daftar prioritas.

4. Kesimpulan

Penelitian ini mengintegrasikan SCOR, HOR, dan ISM untuk menganalisis risiko pengadaan unit simulator pelatihan di PT XYZ. Lima agen risiko dengan ARP tertinggi

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

adalah A7 (1.458; 34,39%), A1 (648; 15,28%), A2 (576; 13,58%), A10 (522; 12,31%), dan A3 (450; 10,61%); secara kumulatif, kelimanya mencakup 86,18% dari total ARP 4.240. HOR Fase 2 menempatkan PA2 (ETD 6.561), PA1 (ETD 5.832), dan PA4 (ETD 1.458) sebagai tiga prioritas pertama. ISM mengidentifikasi PA1 sebagai penggerak dasar yang menetapkan tolok ukur bagi spesifikasi, jadwal, dan validasi model. Temuan ini memberi PT XYZ urutan mitigasi yang dapat ditindaklanjuti. Penelitian selanjutnya perlu mengukur risiko residual dan menguji efektivitas mitigasi setelah diterapkan.

Daftar Pustaka

[1] A. Dolgui, D. Ivanov, and M. Rozhkov, "Does the ripple effect influence the bullwhip effect? An integrated analysis of structural and operational dynamics in the supply chain," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 58, no. 5, pp. 1285–1301, 2020, doi: 10.1080/00207543.2019.1627438.

[2] A. Wieland, "Dancing the supply chain: Toward transformative supply chain management," *J. Supply Chain Manag.*, vol. 57, no. 1, pp. 58–73, 2021, doi: 10.1111/jscm.12248.

[3] D. Ivanov, "Supply Chain Viability and the COVID-19 Pandemic: A Conceptual and Formal Generalisation of Four Major Adaptation Strategies," *Int. J. Prod. Res.*, vol. 59, no. 12, pp. 3535–3552, 2021, doi: 10.1080/00207543.2021.1890852.

[4] P. Madzík, L. Falát, L. Copuš, and K. Čarnogurský, "Resilience in supply chain risk management in disruptive world: rerouting research directions during and after pandemic," *Ann. Oper. Res.*, 2024, doi: 10.1007/s10479-024-06126-x.

[5] V. G. Cannas and J. Gosling, "A decade of engineering-to-order (2010–2020): Progress and emerging themes," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 241, p. 108274, Nov. 2021, doi: 10.1016/J.IJPE.2021.108274.

[6] H. Shurrab, P. Jonsson, and M. I. Johansson, "A tactical demand-supply planning framework to manage complexity in engineer-to-order environments: insights from an in-depth case study," *Prod. Plan. Control*, vol. 33, no. 5, pp. 462–479, 2022, doi: 10.1080/09537287.2020.1829147.

[7] I. N. Pujawan and L. H. Geraldine, "House of risk: a model for proactive supply chain risk management," *Bus. Process Manag. J.*, vol. 15, no. 6, pp. 953–967, 2009, doi: 10.1108/14637150911003801.

[8] T. L. T. Nguyen, T. T. Tran, T. P. Huynh, T. K. D. Ho, A. T. Le, and T. K. H. Do, "Managing risks in the fisheries supply chain using House of Risk Framework (HOR) and Interpretive Structural Modeling (ISM)," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Institute of Physics Publishing, Apr. 2018. doi: 10.1088/1757-899X/337/1/012030.

[9] C. Natalia, Y. F. T. Br. Hutapea, C. W. Oktavia, and T. P. Hidayat, "Interpretive Structural Modeling and House of Risk Implementation for Risk Association Analysis and Determination of Risk Mitigation Strategy," *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, vol. 19, no. 1, pp. 10–21, Jun. 2020, doi: 10.23917/jiti.v19i1.9014.

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

[10] R. Oktavera, M. R. Kurniawan, R. Saraswati, and B. Sutejo, "Risk Management Analysis in Tobacco Supply Chain Using the House of Risk Method," *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, vol. 4, no. 2, pp. 167–175, Dec. 2022, doi: 10.35877/454RI.asci844.

[11] M. M. Haqi, F. Pulansari, and S. Dewi, "The Implementation Of House Of Risk And Interpretive Structural Modeling Approach To Risk Mitigation Of Supply Chain Problems In The Fertilizer Industry," *Pamator J.*, vol. 17, no. 2, pp. 256–271, 2024, doi: 10.21107/pamator.v17i2/25875.

[12] N. A. Savitri, R. Kusumawardani, and N. Ramadani, "Supply Chain Risk Management in The Fertilizer Company Using Interpretive Structural Modelling (ISM) And House Of Risk (HOR)," *JISO: J. Ind. Syst. Optim.*, vol. 8, no. 1, pp. 104–111, Jun. 2025.

[13] A. F. L. Pettawali, Z. Zainuddin, J. C. Saputra, D. Nasihardani, and H. Pujianto, "Analisis Risiko Rantai Pasok Menggunakan Metode House Of Risk (HOR) pada CV. Padaidi," *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*, vol. 14, no. 2, pp. 229–242, Oct. 2025, doi: 10.26593/jrsi.v14i2.9156.229-242.

[14] S. Az-zahro and A. Kalista, "Strategi Mitigasi Risiko Supply Chain pada Industri Pakaian melalui Analisis SWOT dan House of Risk," *JATI UNIK: J. Ilm. Tek. dan Manaj. Ind.*, vol. 8, no. 2, pp. 108–122, Apr. 2025, doi: 10.30737/jatiunik.v8i2.6226.

[15] M. R. Akbar and A. E. Apsari, "Mitigasi Risiko Rantai Pasok Berbasis House of Risk di PT. Mandiri Jogja Internasional," *JURMATIS: J. Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 95–110, Aug. 2024, doi: 10.30737/jurmatis.v6i2.5681.

[16] H.-C. Pfohl, P. Gallus, and D. Thomas, "Interpretive structural modeling of supply chain risks," *Int. J. Phys. Distrib. Logist. Manag.*, vol. 41, no. 9, pp. 839–859, 2011, doi: 10.1108/09600031111175816.

[17] A. Sreenivasan, S. Ma, P. Nedungadi, V. R. Sreedharan, and R. R. Raman, "Interpretive Structural Modeling: Research Trends, Linkages to Sustainable Development Goals, and Impact of COVID-19," *Sustainability*, vol. 15, no. 5, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15054195.

[18] S. Sorooshian, M. Tavana, and S. Ribeiro-Navarrete, "From classical interpretive structural modeling to total interpretive structural modeling and beyond: A half-century of business research," *J. Bus. Res.*, vol. 157, Art. no. 113642, Mar. 2023, doi: 10.1016/j.jbusres.2022.113642.

[19] Z. C. Uk, C. Basfirinci, and A. Mitra, "Weighted Interpretive Structural Modeling for Supply Chain Risk Management: An Application to Logistics Service Providers in Turkey," *Logistics*, vol. 6, no. 3, Sep. 2022, doi: 10.3390/logistics6030057.

[20] J. El Baz and S. Ruel, "Can supply chain risk management practices mitigate the disruption impacts on supply chains' resilience and robustness? Evidence from an empirical survey in a COVID-19 outbreak era," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 233, Mar. 2021, doi: 10.1016/j.ijpe.2020.107972.

[21] X. Brusset, D. Ivanov, A. Jebali, D. La Torre, and M. Repetto, "A dynamic approach to supply chain reconfiguration and ripple effect analysis in an epidemic," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 263, Sep. 2023, doi: 10.1016/j.ijpe.2023.108935.

[22] H. Lorentz, S. Laari, J. Meehan, M. Eßig, and M. Henke, "An attention-based view of supply disruption risk management: balancing biased attentional processing for improved resilience in the COVID-19 context," *Int. J. Oper. Prod. Manag.*, vol. 41, no. 13, pp. 152–177, 2021, doi: 10.1108/IJOPM-06-2021-0381.

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com

ISSN : 2597-6257 (Print)
2597-7946 (Online)

[23] M. S. Narassima, S. P. Anbuudayasankara, K. Mathiyazhagan, K. Ganesh, and T.-R. Lee, "Supply chain resilience: conceptual model building and validation," *Int. J. Logist. Res. Appl.*, vol. 27, no. 5, pp. 781–813, 2024.

[24] A. S. Albana, R. D. Prihadianto, and H. Mardhiana, "Framework Development for The Assessment of The Supply Chain Resilience Using The House of Risk," *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, vol. 8, no. 2, p. 304, May 2022, doi: 10.17358/ijbe.8.2.304.

[25] C. R. dos Santos, U. R. de Oliveira, and V. Aprigliano, "Supplier Risk in Supply Chain Risk Management: An Updated Conceptual Framework," *Appl. Sci.*, vol. 15, no. 13, Jul. 2025, doi: 10.3390/app15137128.

[26] M. J. Hermoso-Orzáez and J. Garzón-Moreno, "Risk management methodology in the supply chain: a case study applied," *Ann. Oper. Res.*, vol. 313, no. 2, pp. 1051–1075, Jun. 2022, doi: 10.1007/s10479-021-04220-y.

[27] S. Akhmad, D. M. Utama, Q. Uyun, and D. S. Wijaya, "A new hybrid integrated framework for mitigating risks in sustainable supply chains: A case study on Indonesia's carrageenan industry," *Clean. Logist. Supply Chain*, vol. 19, Jun. 2026, doi: 10.1016/j.clscn.2026.100307.

[28] A. Harju, J. Hallikas, M. Immonen, and K. Lintukangas, "The impact of procurement digitalization on supply chain resilience: empirical evidence from Finland," *Supply Chain Manag.*, vol. 28, no. 7, pp. 62–76, 2023, doi: 10.1108/SCM-08-2022-0312.

[29] M. Halicki, "Project supply chain management and risk - analysis and IT support," in *Procedia Comput. Sci.*, Elsevier B.V., 2024, pp. 4058–4065. doi: 10.1016/j.procs.2024.09.244.

[30] M. Liu, T. Lin, F. Chu, Y. Ding, F. Zheng, and C. Chu, "Bi-objective optimization for supply chain ripple effect management under disruption risks with supplier actions," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 265, p. 108997, Nov. 2023, doi: 10.1016/J.IJPE.2023.108997.

[31] A. M. Khedr and S. R. S, "Enhancing supply chain management with deep learning and machine learning techniques: A review," *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 10, no. 4, p. 100379, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.joitmc.2024.100379.

[32] M. A. Jahin, S. A. Naife, A. K. Saha, and M. F. Mridha, "AI in Supply Chain Risk Assessment: A Systematic Literature Review and Bibliometric Analysis," Feb. 2025, [Online]. Available: http://arxiv.org/abs/2401.10895

[33] Y. Wang, A. Chen, and N. Liu, "Constructing resilient supply chain for risk-averse buyers by data-driven robust optimization approach," *Int. J. Prod. Econ.*, vol. 289, Nov. 2025, doi: 10.1016/j.ijpe.2025.109734.

[34] APICS, "APICS Supply Chain Operations Reference Model SCOR Version 12.0," 2017.

[35] J. M. Juran, *Managerial Breakthrough: The Classic Book on Improving Management Performance (Revised Edition)*. New York: McGraw-Hill, 1995.

http://dx.doi.org/10.30737/jatiunik.v10i1.8073
*Corresponding author : ayuningtyas.hapsari25@gmail.com