

Analisis Risiko Rantai Pasok Peternakan Ayam Petelur Menggunakan *House of Risk* dan *Interpretive Structural Modelling*

Supply Chain Risk Analysis of Egg-Laying Chicken Farms Using House of Risk and Interpretive Structural Modeling

Khabib Fahrudin^{*}, Farida Pulansari

Fakultas Teknik dan Sains, UPN “Veteran” Jawa Timur, Indonesia

^{*}e-mail korespondensi: khabibbismillah@gmail.com

Info Artikel	Abstrak
<i>Riwayat Artikel :</i> Diterima: 21 Mei 2025 Disetujui: 04 Juli 2025 Dipublikasikan: Januari 2026	Penelitian ini bertujuan merumuskan strategi mitigasi risiko rantai pasok peternakan ayam petelur CV. XYZ dengan metode <i>House of Risk</i> (HOR) dan <i>Interpretive Structural Modeling</i> (ISM). HOR berguna mengidentifikasi risiko dan menghitung <i>aggregate risk potential</i> (ARP), menghasilkan delapan strategi mitigasi berdasarkan nilai efektivitas terhadap kesulitan pelaksanaan (ETD) seperti standarisasi administrasi (ETD 9526) atau evaluasi pemasok berbasis kualitas (8088), serta pemasangan sensor suhu & kelembapan (6438). ISM digunakan untuk menyusun hubungan dan prioritas implementasi strategi. Hasil menunjukkan bahwa kombinasi HOR dan ISM efektif dalam perancangan mitigasi risiko. Batasan penelitian ini terletak pada fokus hanya pada CV. XYZ dan data yang diperoleh dari wawancara internal, sehingga hasil belum tentu mewakili seluruh industri peternakan ayam petelur. Kata Kunci: Ayam Petelur, <i>House of Risk</i>, <i>Interpretive Structural Modeling</i>, Rantai Pasok, Risiko.
<i>Nomor DOI :</i> 10.33059/jseb.v17i1.11719 <i>Cara Mensitasi :</i> Fahrudin, K., & Pulansari, F. (2026). Analisis risiko rantai pasok peternakan ayam petelur menggunakan <i>house of risk</i> dan <i>interpretive structural modelling</i>. <i>Jurnal Samudra Ekonomi dan Bisnis</i>, 17(1), 29-44. DOI: 10.33059/jseb.v17i1.11719.	

Article Info	Abstract
<i>Article History :</i> Received: 21 May 2025 Accepted: 04 July 2025 Published: January 2026	<i>The study aims to formulate risk mitigation strategies for the supply chain of laying hen farms CV. XYZ using the House of Risk (HOR) and Interpretive Structural Modeling (ISM) methods. HOR is used to identify risks and calculate aggregate risk potential (ARP), resulting in eight mitigation strategies based on the effectiveness value against the difficulty of implementation (ETD) such as administrative standardization (ETD 9526) and quality-based supplier evaluation (8088), and installation of temperature & humidity sensors (6438). ISM is used to compile the relationships and priorities for strategy implementation. The results show that the combination of HOR and ISM is effective in designing risk mitigation. The limitations of this study lie in the focus only on CV. XYZ and data obtained from internal interviews, so the results do not necessarily represent the entire laying hen farm industry.</i> Keywords: Layer Chicken, House of Risk, Interpretive Structural Modeling, Supply Chain, Risk.
<i>DOI Number :</i> 10.33059/jseb.v17i1.11719 <i>How to Cite :</i> Fahrudin, K., & Pulansari, F. (2026). Analisis risiko rantai pasok peternakan ayam petelur menggunakan <i>house of risk</i> dan <i>interpretive structural modelling</i>. <i>Jurnal Samudra Ekonomi dan Bisnis</i>, 17(1), 29-44. DOI: 10.33059/jseb.v17i1.11719.	

PENDAHULUAN

Telur merupakan salah satu kebutuhan pokok yang memiliki peran vital dalam kehidupan sehari-hari, khususnya dalam pemenuhan kebutuhan pangan masyarakat. Sebagai sumber protein hewani yang kaya akan nutrisi esensial seperti asam amino, vitamin, dan mineral, telur telah lama menjadi bagian penting dari pola makan masyarakat di berbagai kalangan (Jalili- Firoozinezhad *et al.*, 2020). Industri peternakan ayam petelur memegang peranan penting dalam mendukung kebutuhan pangan global, terutama dalam menyediakan telur sebagai sumber protein hewani yang terjangkau dan bergizi. Seiring dengan pertumbuhan populasi dunia, produksi telur menjadi salah satu sektor pertanian yang vital untuk memenuhi kebutuhan pangan masyarakat di berbagai belahan dunia (Yang, 2021).

Seperti sektor pertanian lainnya, industri ayam petelur menghadapi berbagai risiko, termasuk wabah penyakit, risiko terkait iklim, dan volatilitas harga. Di antara risiko ini, risiko produksi telah mendapatkan perhatian yang lebih besar secara tidak proporsional dari para peneliti karena potensi dampak tinggi dari risiko dan efek berjenjang yang mereka miliki pada risiko lain, seperti risiko pemasaran (Senadhilankara *et al.*, 2024). CV. XYZ, sebagai peternakan ayam petelur, menghadapi tantangan rantai pasok yang memengaruhi stabilitas produksi dan distribusi. Risiko utama meliputi ancaman penyakit seperti flu burung dapat menurunkan produktivitas hingga 60 persen (Ilham & Yusdja, 2010). Dari sisi distribusi, keterlambatan pengiriman dan fasilitas penyimpanan yang kurang memadai menurunkan kualitas telur (Jin *et al.*, 2011). Ketidakpastian permintaan akibat daya beli masyarakat yang fluktuatif juga menjadi tantangan tersendiri.

Oleh karena itu, analisis risiko dalam manajemen rantai pasok menjadi krusial untuk memastikan kelancaran operasional dan keberlanjutan bisnis. Metode *House of Risk* (HOR) digunakan untuk mengidentifikasi, menilai, dan memitigasi risiko berdasarkan faktor penyebab utama. Metode ini melibatkan dua langkah utama, yaitu identifikasi risiko dan analisis dampak serta pengembangan langkah-langkah mitigasi (Haswika *et al.*, 2024). Sedangkan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) menganalisis hubungan antar mitigasi risiko dan menentukan strategi mitigasi yang lebih terstruktur. Dengan pendekatan ini, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi, ketahanan rantai pasok, serta pengambilan keputusan berbasis data guna meminimalkan gangguan operasional dan memastikan kestabilan harga serta kualitas produk (Chakraborty *et al.*, 2023).

Dalam penelitian ini, studi kasus difokuskan pada CV. XYZ, sebuah perusahaan peternakan ayam petelur yang menghadapi tantangan signifikan dalam mengelola rantai pasok yang kompleks dan rentan terhadap berbagai risiko. Keunikan penelitian ini terletak pada integrasi metode HOR dan ISM dalam mengidentifikasi, memetakan, serta mengelola mitigasi risiko rantai pasok secara lebih komprehensif. Tidak hanya sekedar mengklasifikasikan risiko berdasarkan prioritas, penelitian ini juga memberi pendekatan struktural pada keterkaitan antar mitigasi risiko, ISM memiliki keunggulan dalam memetakan hubungan antar variabel dalam sistem yang kompleks secara bertahap yang selama ini jarang diterapkan secara simultan dalam industri peternakan ayam petelur. Dengan pendekatan ini, temuan penelitian tidak hanya menghasilkan daftar risiko dan strategi mitigasi, tetapi juga menawarkan pemahaman mendalam tentang faktor-faktor mitigasi risiko. Hasil penelitian ini juga menjadi referensi bagi industri sejenis dalam membangun sistem manajemen risiko yang lebih baik.

TELAAH LITERATUR

Proses analisis risiko dilakukan dengan menggunakan metode *House of Risk* (HOR) dengan tujuan untuk menentukan agen risiko yang harus diprioritaskan untuk mendapatkan pencegahan

(Perdana *et al.*, 2020). Agen diberi peringkat berdasarkan jumlah nilai ARP untuk setiap risiko. Hal ini memungkinkan pemilihan beberapa agen peringkat teratas yang dianggap berpotensi menyebabkan insiden risiko. Model HOR1 dan HOR2 digunakan dalam penelitian ini (Albana *et al.*, 2022). HOR1 digunakan untuk menentukan agen yang harus diprioritaskan untuk mendapatkan pengobatan pencegahan. Sebaliknya, HOR2 digunakan untuk menentukan strategi manajemen risiko yang dominan dengan mempertimbangkan tingkat kenyamanan implementasi strategi, di samping korelasi antara strategi dan penyebab risiko (Oktavera *et al.*, 2022).

Tahap pertama metode HOR dilakukan dengan menilai tingkat keparahan suatu peristiwa risiko dan frekuensi terjadinya penyebab risiko, masing-masing menggunakan skala 1 hingga 5 (Perdana *et al.*, 2020). Selain itu, hubungan antara peristiwa risiko dan penyebabnya (agen risiko) juga dinilai berdasarkan skala korelasi. Skala korelasi ini terdiri dari empat tingkatan, yaitu: tidak ada hubungan (diberi nilai 0), hubungan rendah (1), sedang (3), dan tinggi (9). Dari hasil penilaian tersebut, diperoleh nilai *aggregate risk potential* (ARP), yaitu indikator untuk mengidentifikasi tingkat bahaya dari masing-masing agen risiko (Fradinata *et al.*, 2025). Semakin tinggi nilai ARP, maka semakin besar potensi risikonya. Oleh karena itu, peristiwa risiko yang memiliki tingkat keparahan dan kemungkinan kejadian yang tinggi perlu mendapatkan prioritas penanganan lebih lanjut. HOR fase I secara khusus memetakan hubungan antara peristiwa risiko dengan agen risikonya melalui matriks hubungan (Rani *et al.*, 2024). Setelah seluruh nilai ARP dihitung, data kemudian diurutkan dari yang tertinggi hingga terendah. Tahap akhir dalam fase ini adalah menyusun diagram Pareto berdasarkan nilai ARP untuk membantu memvisualisasikan agen risiko yang paling signifikan dan perlu ditangani terlebih dahulu (Purwaningsih *et al.*, 2021).

Tahap kedua dari metode HOR2 bertujuan untuk menentukan tindakan mitigasi risiko yang paling tepat dan efektif. Pada tahap ini, dilakukan penilaian terhadap tingkat keterkaitan antara agen risiko dengan strategi mitigasi yang mungkin dilakukan (Syamsiyah *et al.*, 2024). Selain itu, dinilai pula tingkat kesulitan dalam melaksanakan masing-masing tindakan tersebut. Dari hasil penilaian tersebut, kemudian dihitung nilai efektivitas total (TEK), tingkat kesulitan (Dk), dan rasio antara efektivitas terhadap kesulitan (ETDk). Nilai ETDk digunakan untuk menentukan prioritas tindakan mitigasi, dimana tindakan dengan nilai ETDk tertinggi dianggap paling efektif dan efisien untuk diimplementasikan (Syamsiyah *et al.*, 2024). Selanjutnya, hasil perhitungan ini diurutkan dari nilai tertinggi ke terendah dan disajikan dalam bentuk diagram Pareto (Natalia *et al.*, 2020). Diagram ini digunakan mengidentifikasi tindakan mitigasi yang memberikan kontribusi terbesar, dengan fokus pada tindakan-tindakan yang secara kumulatif mencakup 80 persen dari total efektivitas mitigasi risiko, sehingga bisa menjadi prioritas utama dalam penanganan risiko (Junus & Baihaqi, 2025).

Berikutnya, metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) digunakan untuk menganalisis hubungan dan struktur hirarki antar elemen yang berpengaruh terhadap permasalahan yang dikaji (Cilingir *et al.*, 2022). ISM merupakan pendekatan yang sistematis dan berbasis ekspert dalam menyusun keterkaitan antar variabel secara bertahap hingga membentuk model struktur hierarkis (Ahmad & Qahmash, 2021). Langkah penyelesaian pertama dari metode ISM adalah *structural self-interaction matrix* (SSIM). Prosedur ISM umumnya bergantung pada pendapat para ahli yang dikumpulkan melalui berbagai metode pengumpulan data, seperti *brainstorming* (Zhang *et al.*, 2024). Pendekatan ini digunakan untuk mengenali dan menyusun hubungan antara berbagai faktor yang sedang diteliti. Dalam prosesnya, para ahli diminta menjelaskan dengan jelas bagaimana satu elemen dapat memengaruhi elemen lainnya. Arah hubungan ini ditentukan berdasarkan pemahaman terhadap konteks serta kemungkinan adanya keterkaitan antara dua faktor tersebut. Untuk menggambarkan

arah hubungan tersebut, digunakan simbol-simbol tertentu, dimana simbol V menunjukkan bahwa faktor i memengaruhi faktor j , simbol A menunjukkan bahwa faktor i dipengaruhi oleh faktor j , simbol X menandakan adanya hubungan timbal balik antara kedua faktor (saling memengaruhi), dan simbol O menunjukkan bahwa tidak ada hubungan antara faktor i dan j (Amade, 2021).

Langkah penyelesaian berikutnya yaitu *Reachability matrix*. Matriks awal disusun berdasarkan SSIM yang telah dibuat sebelumnya (Małyjurek, 2022). Dalam proses ini, setiap simbol dalam SSIM yaitu V , A , X , dan O diubah menjadi angka 1 atau 0 sesuai dengan aturan tertentu. Notasi i dan j dimana i menunjukkan posisi baris dan j menunjukkan posisi kolom dalam matriks. Jika entri (i, j) pada SSIM bernilai V , artinya faktor i memengaruhi faktor j , sehingga dalam matriks keterjangkauan, nilai pada posisi (i, j) menjadi 1 dan (j, i) menjadi 0. Jika simbolnya adalah A , berarti faktor i dipengaruhi oleh faktor j , maka posisi (i, j) bernilai 0 dan (j, i) bernilai 1. Simbol X menunjukkan hubungan timbal balik, sehingga kedua posisi (i, j) dan (j, i) bernilai 1. Simbol O menandakan tidak ada hubungan antara kedua faktor, sehingga kedua posisi tersebut bernilai 0 (Sarikhani *et al.*, 2020).

Selanjutnya adalah langkah penyelesaian *level by level partitioning*, dimana langkah ini digunakan untuk menentukan tingkatan atau level dari setiap elemen berdasarkan struktur hubungan yang diperoleh dari *reachability matrix* (Shaukat *et al.*, 2021). Proses ini dimulai dengan mengidentifikasi dua himpunan utama untuk setiap elemen, yaitu *reachability set* dan *antecedent set*. *Reachability set* adalah kumpulan semua faktor lain yang dipengaruhi oleh faktor yang sedang dianalisis, termasuk faktor itu sendiri (Shaukat *et al.*, 2021). Himpunan ini ditentukan dari nilai “1” secara HORIZONTAL pada baris yang sesuai dalam *transitivity matrix*. Sementara itu, *antecedent set* merupakan kumpulan semua faktor yang memengaruhi faktor yang sedang dianalisis, termasuk faktor itu sendiri, dan ditentukan dari nilai “1” secara VERTIKAL pada kolom yang sesuai (Sarikhani *et al.*, 2020). Selanjutnya, dicari *intersection set*, yaitu irisan antara *reachability set* dan *antecedent set*. Jika hasil *intersection set* suatu elemen sama dengan *reachability set*-nya, maka elemen tersebut ditempatkan pada level tertinggi karena tidak memengaruhi elemen lain yang belum diproses. Elemen-elemen tersebut kemudian dikeluarkan dari analisis pada tahap berikutnya, dan proses ini diulang hingga semua elemen mendapatkan levelnya masing-masing (Bagherpour *et al.*, 2020).

Langkah *Conical matrix* berikutnya digunakan untuk menyusun matriks berbentuk kerucut, dimana elemen-elemen pada tingkat yang sama dikelompokkan berdasarkan baris dan kolom dalam *reachability matrix* final (Palit *et al.*, 2022). Kekuatan pengaruh (*driving power*) suatu faktor dihitung dengan menjumlahkan nilai 1 pada barisnya, sedangkan tingkat ketergantungan (*dependence power*) dihitung dengan menjumlahkan nilai 1 pada kolomnya. Selanjutnya, masing-masing faktor diberi peringkat berdasarkan kekuatan pengaruh dan ketergantungannya - faktor dengan jumlah nilai 1 terbanyak pada baris atau kolom akan mendapat peringkat tertinggi (Palit *et al.*, 2022).

Langkah terakhir yaitu membangun Model ISM. Dalam model ini, setiap faktor divisualisasikan sebagai kotak (*node*), sementara hubungan antar faktor ditunjukkan dengan panah yang mengarah dari satu kotak ke kotak lainnya (Amini & Alimohammadlou, 2021). Panah ini menandakan adanya pengaruh langsung antara dua faktor. Proses pembuatan gambar ISM diawali dari matriks struktur awal, kemudian melalui tahapan *level partitioning* untuk mengelompokkan faktor berdasarkan tingkatan hierarkisnya. Faktor yang memiliki pengaruh besar terhadap faktor lain akan ditempatkan di tingkat bawah (sebagai *driving factors*), sedangkan faktor yang banyak dipengaruhi ditaruh pada tingkat atas (sebagai *dependent factors*) (Hughes *et al.*, 2020). ISM mengilustrasikan faktor-faktor dan jangkauannya ke faktor-faktor dengan tingkat yang lebih tinggi, menentukan keterkaitan yang terjalin di antara faktor-faktor yang terlibat (Amini & Alimohammadlou, 2021).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada CV. XYZ, sebuah perusahaan yang bergerak di bidang peternakan. Pemilihan lokasi ini dikarenakan peternakan ini sudah cukup lama beroperasi dan saat ini membutuhkan rekomendasi strategi mitigasi risiko rantai pasok.

Pengumpulan data mencakup berbagai aktivitas yang dilakukan untuk mendapatkan informasi yang diperlukan dalam proses pengolahan data penelitian. Data yang dihimpun dikelompokkan menjadi dua kategori berdasarkan sumbernya, yaitu data primer dan data sekunder (Cerar *et al.*, 2021). Data primer dalam penelitian ini adalah data yang diperoleh langsung dari sumber utama yang terlibat dalam aktivitas rantai pasok di peternakan ayam petelur CV. XYZ. Data ini dikumpulkan melalui wawancara dengan pihak-pihak yang memiliki peran penting dalam rantai pasok, meliputi informasi terkait faktor risiko yang berpotensi mengganggu kelancaran rantai pasok, tingkat keparahan dampaknya, serta frekuensi terjadinya risiko tersebut. Data sekunder berupa data yang diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada sebelumnya dan relevan dengan manajemen risiko rantai pasok di peternakan ayam petelur.

Proses pengolahan data penelitian dirancang untuk memastikan setiap informasi yang terkumpul dapat dianalisis secara efektif dan relevan dengan tujuan penelitian. Data dianalisis menggunakan metode *House of Risk* (HOR) untuk menghitung tingkat keparahan dan frekuensi agen risiko dan mitigasi risiko yang disarankan (Kurniawan *et al.*, 2021). Hasil dari proses pengolahan ini digunakan untuk menentukan risiko mana yang memiliki prioritas tertinggi untuk segera ditangani. Langkah berikutnya adalah menjalankan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) untuk memahami bagaimana mitigasi risiko saling berkaitan. Analisis ISM ini membantu menggambarkan hubungan hierarkis antar mitigasi risiko, mulai dari mitigasi risiko yang menjadi akar penyelesaian hingga mitigasi risiko yang dipengaruhi (Natalia *et al.*, 2020).

HASIL ANALISIS

Perusahaan berinisial CV. XYZ ini memiliki aliran *supply chain* yang melibatkan berbagai tahap, mulai dari pengadaan bibit ayam, pemberian pakan, pemeliharaan, produksi telur, hingga distribusi ke pelanggan. Dalam menjalankan operasionalnya menggunakan sistem produksi *make to stock*, dimana produksi telur dilakukan secara terus-menerus tanpa menunggu pesanan spesifik dari pelanggan. Alur rantai pasok pada peternakan ayam petelur ini terdiri dari lima proses utama, yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return* (Windrawati *et al.*, 2022). Pada tahap *plan*, dilakukan analisis permintaan pasar, perencanaan produksi, serta manajemen stok. Tahap *source* mencakup pengadaan DOC, bahan pakan, vitamin, dan pemilihan supplier. Tahap *make* meliputi pemeliharaan ayam, pemberian pakan, serta pengawasan kualitas telur. Pada tahap *deliver*, dilakukan pengemasan, distribusi ke konsumen, dan pelabelan produk. Terakhir, tahap *return* menangani pengembalian telur rusak serta pemanfaatan ayam afkir.

Identifikasi Kejadian Risiko

Proses identifikasi risiko ini diperoleh melalui analisis yang telah dilakukan sebelumnya, kemudian divalidasi dan diperkaya melalui wawancara bersama pihak perusahaan. Seluruh kejadian risiko yang berhasil diidentifikasi pada aktivitas rantai pasok disajikan dalam Tabel 1. Tabel ini menunjukkan daftar "*Risk Event*" (peristiwa risiko) dalam rantai pasok telur ayam berdasarkan model SCOR (*Supply Chain Operations Reference*). Model SCOR membagi proses rantai pasok menjadi

lima komponen utama, yaitu *plan*, *source*, *make*, *deliver*, dan *return*. Setiap komponen di tabel ini diikuti daftar kejadian risiko (RE) yang dapat mengganggu kelancaran proses pada tiap tahap.

House of Risk Fase 1

Dari hasil penelusuran, didapatkan 30 agen risiko yang kemudian diolah pada HOR fase 1 yang mendapatkan total nilai ARP 12516 diurutkan dari yang terbesar sampai yang terkecil. Selanjutnya, diperoleh 15 agen risiko yang memiliki nilai ARP kumulatif atau kemungkinan mempengaruhi *risk event* sebesar 80 persen. Agen risiko potensial ditunjukkan pada Tabel 2.

House of Risk Fase 2

Agen risiko potensial merupakan sumber utama risiko yang diprioritaskan untuk mitigasi dalam tahap kedua metode HOR (Natalia *et al.*, 2020). Mitigasi ini dapat berupa rencana, strategi, tindakan, ataupun evaluasi. Sebanyak 15 usulan tindakan mitigasi diperoleh melalui diskusi dengan pihak perusahaan. Setiap tindakan mitigasi kemudian dinilai berdasarkan tingkat kesulitan implementasinya (Dk) menggunakan skala 3, 4, dan 5 (Purnomo *et al.*, 2021), serta dievaluasi hubungannya dengan masing-masing agen risiko potensial. Setelah itu, dilakukan perhitungan total efektivitas (TEk) dari setiap tindakan mitigasi. Namun, nilai TEk saja belum cukup merepresentasikan ketepatan mitigasi dalam menangani risiko, sehingga digunakan perbandingan efektivitas terhadap kesulitan (ETD). Nilai ETD diurutkan dari tertinggi ke terendah untuk menetapkan prioritas tindakan mitigasi yang paling sesuai dengan kapabilitas perusahaan (Ahmad *et al.*, 2020). Hasil pengurutan ETD ini menghasilkan delapan tindakan mitigasi utama yang tercantum pada Tabel 3.

Penjelasan tentang nilai ETD yang diurutkan yang menghasilkan sembilan tindakan mitigasi risiko yang dipilih berdasarkan nilai kumulatif mendekati 80 persen. Rekomendasi yang dipilih harus berlaku untuk rantai pasok peternakan ayam petelur. Rekomendasi harus relatif mudah untuk diterapkan dan berdampak dalam mengurangi keparahan dan frekuensi kejadian risiko. Rekomendasi ini terkait dengan penerapan manajemen yang baik untuk pekerja, ayam dan membina hubungan baik dengan pihak mitra eksternal. Hasil dari rekomendasi ini akan dilanjutkan pada metode ISM untuk pengambilan keputusan yang baik. Tabel rekomendasi mitigasi risiko disajikan pada Tabel 4.

Interpretive Structural Modeling

Tahap pertama metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM) adalah penyusunan *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) yang bertujuan mengidentifikasi hubungan antar faktor yang dilambangkan dengan V, A, X, dan O. Hubungan antar faktor itu diperoleh melalui hasil wawancara dengan narasumber yang memiliki keahlian dan pemahaman mendalam di bidang terkait, yaitu pemilik perusahaan. Tabel itu menunjukkan hubungan antar elemen (PA) dalam ISM. Simbol "X" berarti hubungan timbal balik, "V" menunjukkan baris memengaruhi kolom, "A" sebaliknya, dan "O" berarti tidak ada hubungan. Matriks SSIM yang diperoleh ditunjukkan pada Tabel 5.

Setelah menyusun SSIM berdasarkan hasil diskusi pakar dan identifikasi hubungan antar risiko, tahap selanjutnya yaitu mengubah SSIM menjadi *Reachability Matrix* sebagai representasi matematis dari arah hubungan antar elemen dalam biner, yaitu angka 1 untuk menunjukkan adanya pengaruh dan 0 menunjukkan tidak adanya pengaruh. Konversi dilakukan dengan simbol V diterjemahkan menjadi 1 pada posisi (i, j) (i, j) dan 0 pada posisi (j, i) (j, i), simbol A menjadi 0 pada (i, j) (i, j) dan 1 pada (j, i) (j, i), simbol X menjadi 1 pada kedua posisi, serta simbol O menjadi 0 pada keduanya. Hasil konversi dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 1. Kejadian Risiko pada Rantai Pasok berdasarkan SCOR

SCOR	Risk Event
<i>Plan</i>	RE 1: Fluktuasi harga pasar telur ayam. RE 2: Produksi telur tidak stabil atau menurun RE 3: Jadwal pemeliharaan tidak sesuai dengan kondisi realistis RE 4: Kelebihan/kekurangan stok
<i>Source</i>	RE 5: Keterlambatan pasokan bahan bakupakan RE 6: Bahan baku pakan tidak berkualitas RE 7: DOC stres/mati RE 8: Kualitas bibit ayam rendah RE 9: Kegagalan alat kandang RE 10: Ketidaksesuaian pasokan karena miskomunikasi RE 11: Ketidakkonsistenan kualitas pemasok
<i>Make</i>	RE 12: Ayam terserang penyakit RE 13: Ayam stres akibat kepadatan tinggi RE 14: Penyakit menyebar akibat lingkungan tidak steril. RE 15: Penanganan ayam tidak optimal RE 16: Tingkat kematian DOC tinggi RE 17: Penurunan kualitas telur. RE 18: Telur tidak sesuai standar. RE 19: Telur tidak layak konsumsi. RE 12: Ayam terserang penyakit RE 13: Ayam stres akibat kepadatan tinggi RE 14: Penyakit menyebar akibat lingkungan tidak steril. RE 15: Penanganan ayam tidak optimal RE 16: Tingkat kematian DOC tinggi RE 17: Penurunan kualitas telur. RE 18: Telur tidak sesuai standar. RE 19: Telur tidak layak konsumsi.
<i>Deliver</i>	RE 20: Telur rusak saat pengiriman. RE 21: Telur rusak saat proses penyimpanan RE 22: Kesalahan pencatatan stok telur RE 23: Pakan membusuk akibat kelembaban gudang tinggi RE 24: Kontaminasi pakan oleh hama (tikus/serangga) RE 25: Jumlah pakan banyak terbuang karena penataan gudang tidak efisien RE 26: Distribusi terlambat RE27 Pengemasan telur tidak sesuai standar RE28 Konsumen tidak percaya bobot telur
<i>Return</i>	RE 29: Pengembalian tinggi RE 30: Produk rusak tidak ditangani sesuai prosedur RE 31: Tidak ada kepastian agen akan membeli setiap periode RE 32: Harga tawar agen terlalu rendah

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 2. Agen Risiko Potensial

Kode	Penyebab Risiko (<i>Risk agent</i>)	ARP	Kumulatif (persen)
RA 20	Cuaca ekstrem dan siklus bertelur tidak dimonitor	1140	9,11
RA 13	Evaluasi dan kontrak pemasok tidak ada	940	16,62
RA 22	Suhu penyimpanan tidak stabil & alat penyimpanan rusak	852	23,43
RA 15	Kepadatan kandang dan ventilasi buruk	852	30,23
RA 17	Karyawan kurang pelatihan dan SOP handling kurang	804	36,66
RA 3	Kualitas pakan rendah	760	42,73
RA 16	SOP kebersihan tidak dijalankan & petugas tidak disiplin	654	47,95
RA 30	Ketergantungan pada satu agen	555	52,39
RA 4	Stress pada ayam	540	56,70
RA 9	Transportasi dan handling tidak sesuai standar	540	61,02
RA 8	Kontrol kualitas bahan baku lemah	510	65,09
RA 19	Nutrisi tidak tercukupi	495	69,05
RA 10	Pemilihan supplier tidak ketat dan tidak ada uji genetic	486	72,93
RA 25	Material kemasan tidak sesuai; Proses packing tidak diawasi	378	75,95
RA 29	Tidak ada kontrak tetap	366	78,88

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 3. Mitigasi Risiko dengan *Effectiveness to Difficulty of Ratio* Kumulatif

Rank	PA	Strategi Mitigasi	ETDk	Kumulatif (persen)
1	PA15	Standardisasi Administrasi	9526	13,17
2	PA2	Buat standar evaluasi pemasok berbasis kualitas dan ketepatan waktu.	8088	24,35
3	PA7	Lakukan negosiasi kontrak dengan beberapa pihak untuk mengurangi risiko gangguan rantai pasok.	6438	33,25
4	PA1	Pasang sensor suhu & kelembaban otomatis.	6399	42,10
5	PA5	Update dan sosialisasi SOP kepada seluruh karyawan.	5994	50,39
6	PA10	Terapkan standar kualitas minimum dan checklist QC.	5268	57,67
7	PA12	Menerapkan Sistem Seleksi Supplier Berbasis Audit	5140	64,78
8	PA8	Audit harian penerapan SOP.	4496	70,99
9	PA4	Tambahkan exhaust fan atau ventilasi silang alami.	4482	77,19
10	PA13	Perbaiki Manajemen Lingkungan Kandang.	4478	83,38
11	PA6	Adakan inspeksi kualitas pakan sebelum pembelian massal.	3810	88,65
12	PA3	Investasi pada alat penyimpanan dengan sistem alarm suhu.	3199	93,07
13	PA11	Formulasikan pakan berbasis kebutuhan nutrisi ayam bertelur.	2259	96,19
14	PA9	Buat SOP khusus transportasi bahan baku dan hasil produksi.	1620	98,43
15	PA14	SOP dan Spesifikasi Material Kemasan	1134	100,00

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 4. Mitigasi Risiko yang Direkomendasi

Kode	Strategi Mitigasi
PA15	Standardisasi Administrasi
PA2	Buat standar evaluasi pemasok berbasis kualitas dan ketepatan waktu.
PA7	Lakukan negosiasi kontrak dengan beberapa pihak untuk mengurangi risiko gangguan rantai pasok.
PA1	Pasang sensor suhu & kelembaban otomatis.
PA5	Update dan sosialisasi SOP kepada seluruh karyawan.
PA10	Terapkan standar kualitas minimum dan checklist QC.
PA12	Menerapkan Sistem Seleksi Supplier Berbasis Audit.
PA8	Audit harian penerapan SOP.
PA4	Tambahkan exhaust fan atau ventilasi silang alami.

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 5. Matriks SSIM

	PA15	PA2	PA7	PA1	PA5	PA10	PA12	PA8	PA4
PA15	X	V	V	O	O	A	A	O	O
PA2		X	V	O	A	V	X	V	O
PA7			X	O	O	V	A	O	O
PA1				X	V	O	O	V	X
PA5					X	V	V	O	A
PA10						X	V	O	O
PA12							X	V	O
PA8								X	O
PA4									X

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 6. Reachability Matrix

	PA15	PA2	PA7	PA1	PA5	PA10	PA12	PA8	PA4
PA15	1	1	1	0	0	0	0	0	0
PA2	0	1	1	0	0	1	1	1	0
PA7	0	0	1	0	0	1	0	0	0
PA1	0	0	0	1	1	0	0	1	1
PA5	0	1	0	0	1	1	1	0	0
PA10	1	0	0	0	0	1	1	0	0
PA12	1	1	1	0	0	0	1	1	0
PA8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
PA4	0	0	0	1	1	0	0	0	1

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Setelah konversi dilakukan, langkah berikutnya adalah menambahkan logika transitivitas. Transitivitas mengacu pada hubungan tidak langsung antar elemen, misalnya jika elemen A memengaruhi B, dan B memengaruhi C, maka dapat disimpulkan bahwa A secara tidak langsung juga memengaruhi C. Oleh karena itu, nilai 1 ditambahkan pada sel (A, C) jika belum ada nilai sebelumnya. Sel yang mengalami perubahan akibat proses ini ditandai dengan simbol (*), menandakan bahwa nilainya telah diperbarui setelah pengujian konsistensi dilakukan. Pengujian

tersebut difokuskan pada sel-sel dalam baris dan kolom yang sebelumnya memiliki nilai 0. Hasil akhir dari proses ini disajikan pada Tabel 7 yang menampilkan matriks transitivitas.

Hasil akhir dari proses ini adalah *Final Reachability Matrix*, yang digunakan untuk menentukan himpunan keterjangkauan (*reachability set*) dan himpunan pendahulu (*antecedent set*) untuk masing-masing elemen. Kedua himpunan tersebut kemudian digunakan dalam proses levelisasi untuk membentuk struktur hierarki risiko. *Reachability set* adalah kumpulan semua faktor lain yang dipengaruhi oleh faktor dalam pertimbangan dan faktor itu sendiri, dimana faktor tersebut memiliki nilai “1” secara HORIZONTAL. *Antecedent set* adalah kumpulan semua faktor yang mempengaruhi faktor dalam pertimbangan dan faktor itu sendiri, dimana faktor tersebut memiliki nilai “1” secara VERTIKAL. *Intersection set* adalah kumpulan faktor-faktor yang sama dari *reachability set* dan *antecedent set*, atau irisannya. Jika hasil *intersection set* suatu elemen sama dengan *reachability set*-nya, maka elemen tersebut ditempatkan pada level tertinggi karena tidak memengaruhi elemen lain yang belum diproses. Elemen-elemen tersebut kemudian dikeluarkan dari analisis pada tahap berikutnya, dan proses ini diulang hingga semua elemen mendapatkan levelnya masing-masing. Tabel 8 menunjukkan hasil dari perhitungan *level by partitioning* dari mitigasi risiko rantai pasok di peternakan ayam petelur.

Setelah proses pembentukan *Final Reachability Matrix* dan dilakukannya levelisasi, tahapan berikutnya dalam metode ISM adalah penyusunan *Conical Matrix*. Matriks ini disusun untuk mengelompokkan elemen-elemen berdasarkan tingkat pengaruh (*driving power*) dan tingkat ketergantungan (*dependence*) masing-masing elemen, sehingga dapat memberikan gambaran yang lebih terstruktur dan strategis terhadap posisi setiap risiko dalam sistem yang dianalisis. Tabel 9 menyajikan hasil dari penyusunan *matrix conical* tersebut.

Gambar ISM merupakan representasi visual dari struktur hubungan antar elemen risiko yang telah dianalisis melalui metode *Interpretive Structural Modeling*. Diagram ini disusun berdasarkan hasil *level by level partitioning*, yang menggambarkan hirarki logis antar elemen — mulai dari elemen yang memiliki pengaruh besar (*driving elements*) hingga elemen yang paling dipengaruhi (*dependent elements*). Gambar ini diatur secara vertikal berdasarkan level hasil analisis, di mana level bawah berisi elemen dengan pengaruh kuat terhadap sistem, sedangkan level atas berisi elemen yang dampaknya besar tetapi dipicu oleh elemen lain. Panah antar elemen menunjukkan arah pengaruh, sedangkan untuk setiap levelnya dihubungkan berdasarkan matriks SSIM yang dibuat sebelumnya. Gambar 10 menunjukkan model ISM yang dihasilkan untuk mitigasi risiko rantai pasok pada peternakan ayam petelur.

Tabel 7. Transitivity Matrix

	PA15	PA2	PA7	PA1	PA5	PA10	PA12	PA8	PA4
PA15	1	1	1	0	0	1 *	1 *	1 *	0
PA2	1 *	1	1	0	0	1	1	1	0
PA7	1 *	0	1	0	0	1	1 *	0	0
PA1	0	0	0	1	1	1 *	1 *	1	1
PA5	1 *	1	1 *	0	1	1	1	1 *	0
PA10	1	1 *	1 *	0	0	1	1	1 *	0
PA12	1	1	1	0	0	1 *	1	1	0
PA8	0	0	0	0	0	0	0	1	0
PA4	0	0	0	1	1	1 *	1 *	1 *	1

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 8. Level by Level Partitioning

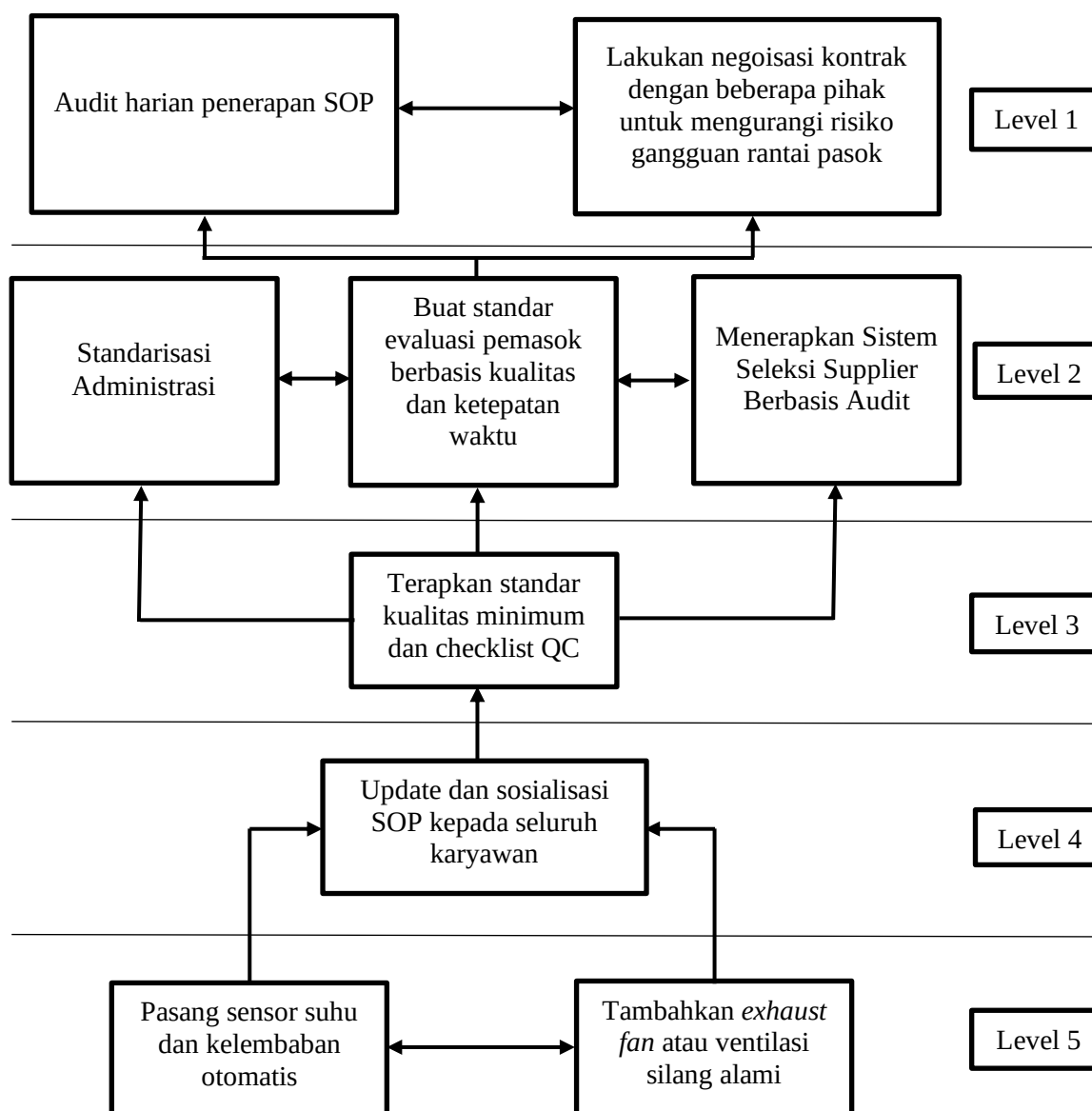
Faktor	Reachability set	Antecedent set	Intersection set	Level
Iterasi 1				
PA15	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12, PA8	PA15, PA2, PA7, PA5, PA10, PA12	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12	1
PA2	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12, PA8	PA15, PA2, PA5, PA10, PA12	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12	
PA7	PA15, PA7, PA10, PA12	PA15, PA2, PA7, PA5, PA10, PA12	PA15, PA7, PA10, PA12	
PA1	PA1, PA5, PA10, PA12, PA8, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	
PA5	PA15, PA2, PA7, PA5, PA10, PA12, PA8	PA1, PA5, PA4	PA5	
PA10	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12, PA8	PA2, PA7, PA5, PA10,	PA2, PA7, PA10	
PA12	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12, PA8	PA15, PA2, PA7, PA1, PA5, PA10, PA12, PA4	PA15, PA2, PA7, PA10, PA12	
PA8	PA8	PA15, PA2, PA1, PA5, PA10, PA12, PA8, PA4	PA8	1
PA4	PA1, PA5, PA10, PA12, PA8, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	
Iterasi 2				
PA15	PA15, PA2, PA10, PA12,	PA15, PA2, PA5, PA10, PA12	PA15, PA2, PA10, PA12	2
PA2	PA15, PA2, PA10, PA12,	PA15, PA2, PA5, PA10, PA12	PA15, PA2, PA10, PA12	2
PA1	PA1, PA5, PA10, PA12, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	2
PA5	PA15, PA2, PA5, PA10, PA12,	PA1, PA5, PA4	PA5	
PA10	PA15, PA2, PA10, PA12,	PA2, PA5, PA10,	PA2, PA10	
PA12	PA15, PA2, PA10, PA12,	PA15, PA2, PA1, PA5, PA10, PA12, PA4	PA15, PA2, PA10, PA12	
PA4	PA1, PA5, PA10, PA12, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	
Iterasi 3				
PA1	PA1, PA5, PA10, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	3
PA5	PA5, PA10,	PA1, PA5, PA4	PA5	
PA10	PA10	PA5, PA10,	PA10	
PA4	PA1, PA5, PA10, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	
Iterasi 4				
PA1	PA1, PA5, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	4
PA5	PA5	PA1, PA5, PA4	PA5	
PA4	PA1, PA5, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	
Iterasi 5				
PA1	PA1, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	5
PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	PA1, PA4	5

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Tabel 9. Conical Matrix

	PA15	PA2	PA7	PA1	PA5	PA10	PA12	PA8	PA4	DP
PA15	1	1	1	0	0	1 *	1 *	1 *	0	6
PA2	1 *	1	1	0	0	1	1	1	0	6
PA7	1 *	0	1	0	0	1	1 *	0	0	4
PA1	0	0	0	1	1	1 *	1 *	1	1	6
PA5	1 *	1	1 *	0	1	1	1	1 *	0	7
PA10	1	1 *	1 *	0	0	1	1	1 *	0	6
PA12	1	1	1	0	0	1 *	1	1	0	6
PA8	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
PA4	0	0	0	1	1	1 *	1 *	1 *	1	6
D	6	5	6	2	3	8	8	8	2	

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.



Gambar 1. ISM

Sumber: Data sekunder (diolah), 2025.

Pembahasan

Setelah dilakukan pengolahan data pada tahap pertama metode *House of Risk* (HOR), diidentifikasi 32 kejadian risiko dari 30 penyebab dalam aktivitas rantai pasok. Nilai *aggregate risk potential* (ARP) dihitung untuk masing-masing penyebab, dan berdasarkan prinsip Pareto 80:20, ditentukan 15 penyebab risiko utama. Pada tahap kedua HOR, disusun enam strategi mitigasi untuk empat penyebab risiko dominan, dan masing-masing dievaluasi menggunakan rasio *effectiveness to difficulty* (ETDk). Terdapat sembilan mitigasi dalam kelompok A dengan total nilai ETDk sebesar 77,19% dari keseluruhan mitigasi. Sembilan strategi ini selanjutnya dianalisis menggunakan metode *Interpretive Structural Modeling* (ISM). Hasil ISM menunjukkan tingkatan pengaruh dari masing-masing strategi, mulai dari level 5 (paling mendasar) hingga level 1 (paling terpengaruh). Selanjutnya, analisis MICMAC menempatkan faktor-faktor tersebut ke dalam kuadran, yaitu: kuadran II (*dependent*) mencakup PA4, PA5, dan PA7; kuadran III (*linkage*) diisi PA2, PA7, PA10, PA12, dan PA15; sementara PA8 berada di kuadran IV (*independent*) sebagai faktor paling berpengaruh. Tidak ada faktor yang muncul di kuadran I (*autonomous*). Temuan ini sejalan dengan penelitian Ramos *et al.* (2021) yang menggunakan metode ISM–MICMAC untuk memetakan dan mengelompokkan risiko utama dalam rantai pasok agrifood di Peru, serta menekankan pentingnya strategi mitigasi terstruktur berdasarkan kekuatan pengaruh dan ketergantungan antar faktor. Selain itu, temuan ini sejalan dengan hasil studi Purwaningsih *et al.* (2021) yang menerapkan HOR pada rantai pasok peternakan unggas (*broiler/slaughterhouse*) di Indonesia, yang menemukan dari 26 kejadian risiko dan 52 agen penyebab, delapan strategi mitigasi diprioritaskan berdasarkan kemampuan teknis dan biaya perusahaan.

Berdasarkan hasil pemetaan risiko dan prioritas mitigasi yang diperoleh dari metode HOR dan ISM, terdapat beberapa strategi yang dapat diimplementasikan oleh CV. XYZ maupun pihak-pihak yang berkepentingan dalam rantai pasok peternakan ayam petelur. Strategi prioritas pertama yang direkomendasikan yaitu pemasangan sensor suhu & kelembapan otomatis serta penambahan exhaust fan atau ventilasi silang alami. Strategi ini juga didasarkan dengan saran penelitian Paputungan *et al.* (2020), yang menunjukkan bahwa penggunaan sistem pemantauan suhu dan kelembapan otomatis pada kandang broiler mampu mengurangi angka kematian ayam serta menjaga performa produksi yang lebih stabil. Strategi prioritas kedua yang dimunculkan adalah *update* dan sosialisasi SOP kepada seluruh karyawan, dimana hal ini dirujuk pada hasil studi Wicaksono & Kamal (2020) yang menekankan bahwa keberhasilan sistem pemantauan dan kontrol operasional di lingkungan peternakan unggas sangat dipengaruhi oleh keteraturan pelaksanaan SOP dan efektivitas pengawasan harian oleh manajemen. Selain itu, temuan penelitian ini merekomendasikan beberapa strategi prioritas lainnya yaitu penerapan standar kualitas minimum dan checklist QC untuk menjamin mutu produk; penyusunan standar evaluasi pemasok berbasis kualitas dan ketepatan waktu, yang menjadi dasar untuk menerapkan sistem seleksi supplier berbasis audit; pelaksanaan standardisasi administrasi untuk meningkatkan efisiensi dan konsistensi proses; serta, penerapan audit harian terhadap penerapan SOP dan negosiasi kontrak dengan beberapa pihak. Implementasi dari beberapa strategi prioritas ini diharapkan mampu meningkatkan resiliensi rantai pasok dan mendukung keberlanjutan operasional perusahaan dalam jangka panjang.

SIMPULAN

Hasil-hasil dari penelitian ini menyimpulkan bahwa strategi mitigasi risiko dalam rantai pasok pada peternakan ayam petelur berhasil dirumuskan menggunakan metode *House of Risk* (HOR) dan

Interpretive Structural Modeling (ISM). Delapan strategi prioritas ditetapkan berdasarkan efektivitas terhadap kesulitan (ETD), dengan urutan seperti standarisasi administrasi dan membuat standar evaluasi pemasok berbasis kualitas serta ketepatan waktu. Pendekatan ISM kemudian menyusun hierarki implementasi mitigasi, dimulai dari pemasangan sensor suhu dan kelembapan otomatis serta penambahan exhaust fan atau ventilasi silang alami untuk menjaga kestabilan lingkungan produksi.

Penelitian ini berhasil memetakan hubungan antar risiko dalam rantai pasok peternakan ayam petelur menggunakan pendekatan IM), namun terdapat beberapa kendala. Jumlah pakar yang terbatas dapat memengaruhi objektivitas dalam penyusunan SSIM, dan juga dikarenakan penelitian hanya dilakukan pada satu entitas usaha generalisasi hasil masih terbatas. Selain itu, pendekatan ISM yang bersifat kualitatif belum mencakup analisis kuantitatif terkait tingkat kemungkinan dan dampak risiko. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melibatkan lebih banyak responden dari berbagai titik rantai pasok, serta mengintegrasikan metode kuantitatif.

REFERENSI

- Ahmad, Kosasih, W., Kristina, H. J., Widodo, L., & Pasaribu, K. (2020). Mitigation of supply chain risk using HOR model at PT. Sumber Karya Indah. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 847(1), 1–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/847/1/012059>.
- Ahmad, N., & Qahmash, A. (2021). Smartism: Implementation and assessment of interpretive structural modeling. *Sustainability (Switzerland)*, 13(16), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su13168801>.
- Albana, A. S., Prihadianto, R. D., & Mardhiana, H. (2022). Framework development for the assessment of the supply chain resilience using the house of risk. *Indonesian Journal of Business and Entrepreneurship*, 8(2), 304–312. <http://dx.doi.org/10.17358/IJBE.8.2.304>.
- Amade, B. (2021). An interpretive structural modeling approach to enablers of green supply chain management on construction projects. *Journal of Project Management (Canada)*, 6(2), 73–82. <https://doi.org/10.5267/j.jpmm.2021.1.003>.
- Amini, A., & Alimohammadlou, M. (2021). Toward equation structural modeling: An integration of interpretive structural modeling and structural equation modeling. *Journal of Management Analytics*, 8(4), 693–714. <https://doi.org/10.1080/23270012.2021.1881927>.
- Bagherpour, M., Zadeh, M. K., Mahmoudi, A., & Deng, X. (2020). Interpretive structural modeling in earned value management. *Journal of Civil Engineering and Management*, 26(6), 524–533. <https://doi.org/10.3846/jcem.2020.12182>.
- Cerar, J., Nell, P. C., & Reiche, B. S. (2021). The declining share of primary data and the neglect of the individual level in international business research. *Journal of International Business Studies*, 52(7), 1365–1374. <https://doi.org/10.1057/s41267-021-00451-0>.
- Chakraborty, A., Amin, M. A., & Baldacci, R. (2023). Analysis of internal factors of green supply chain management: An interpretive structural modeling approach. *Cleaner Logistics and Supply Chain*, 7(January), 100099. <https://doi.org/10.1016/j.clscn.2023.100099>.
- Cilingir, Z. uk., Basfirinci, C., & Mitra, A. (2022). Weighted Interpretive structural modeling for supply chain risk management: An application to logistics service providers in Turkey. *Logistics*, 6(3), 1–22. <https://doi.org/10.3390/logistics6030057>.
- Fradinata, E., Zulfiadi, & Arhami. (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. <https://journalenrichment.com/index.php/jr/%0A>.
- Haswika, Mansur, A., & Maghfiroh, M. F. N. (2024). Risk mitigation strategies for sustainable poultry supply chain management. *Advance Sustainable Science Engineering and Technology*, 6(4), 02403011. <https://doi.org/10.26877/asset.v6i4.997>.

- Hughes, D. L., Rana, N. P., & Dwivedi, Y. K. (2020). Elucidation of IS project success factors: An interpretive structural modelling approach. *Annals of Operations Research*, 285(1–2), 35–66. <https://doi.org/10.1007/s10479-019-03146-w>.
- Ilham, N., & Yusdja, Y. (2010). Dampak flu burung terhadap produksi unggas dan kontribusi usaha unggas terhadap pendapatan peternak skala kecil di Indonesia. *Jurnal Agro Ekonom*, 28(1), 39–68. <https://doi.org/10.21082/jae.v28n1.2010.39-68>.
- Jalili-Firoozinezhad, S., Filippi, M., Mohabatpour, F., Letourneur, D., & Scherberich, A. (2020). Chicken egg white: Hatching of a new old biomaterial. *Materials Today*, 40(November), 193–214. <https://doi.org/10.1016/j.mattod.2020.05.022>.
- Jin, Y. H., Lee, K. T., Lee, W. I., & Han, Y. K. (2011). Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 24(2), 279–284. <https://doi.org/10.5713/ajas.2011.10210>.
- Junus, R., & Baihaqi, I. (2025). Supply chain risk analysis in wholesale pharmaceutical trading companies using the house of risk (HOR) method. *Journal of Applied Sciences, Management and Engineering Technology*, 6(1), 57–68. <https://doi.org/10.31284/j.jasmet.2025.v6i1.7253>.
- Kurniawan, S., Marzuky, D., Ryanto, R., & Agustine, V. (2021). Risk and supply chain mitigation analysis using house of risk method and analytical network process (A case study on palm oil company). *The Winners*, 22(2), 123–136. <https://doi.org/10.21512/tw.v22i2.7056>.
- Małyjurek, S. K. (2022). Interpretive structural modelling of inter-agency collaboration risk in public safety networks. *Quality and Quantity*, 56(3), 1193–1221. <https://doi.org/10.1007/s11135-021-01172-0>.
- Natalia, C., Hutapea, Y. F. T. B., Oktavia, C. W., & Hidayat, T. P. (2020). Interpretive structural modeling and house of risk implementation for risk association analysis and determination of risk mitigation strategy. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 19(1), 10–21. <https://doi.org/10.23917/jiti.v19i1.9014>.
- Natalia, C., Oktavia, C. W., Hidayat, T. P., & Makatita, W. (2020). Risk management model development by integrating house of risk model and ANP model. *Journal of Administrative and Business Studies*, 6(4), 138–149. <https://doi.org/10.20474/jabs-6.4.4>.
- Oktavera, R., Kurniawan, M. R., Saraswati, R., & Sutejo, B. (2022). Risk management analysis in tobacco supply chain using the house of risk method. *Journal of Applied Science, Engineering, Technology, and Education*, 4(2), 167–175. <https://doi.org/10.35877/454RI.asci844>.
- Palit, T., Bari, A. B. M. M., & Karmaker, C. L. (2022). An integrated principal component analysis and interpretive structural modeling approach for electric vehicle adoption decisions in sustainable transportation systems. *Decision Analytics Journal*, 4(August), 100119. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100119>.
- Paputungan, I. V., Faruq, A. Al, Puspasari, F., Hakim, F. Al, Fahrurrozi, I., Oktawati, U. Y., & Mutakhiroh, I. (2020). Temperature and humidity monitoring system in broiler poultry farm. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 803(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/803/1/012010>.
- Perdana, S., Usman, R., & Arifiya, N. (2020). Analysis of supply chain risk mitigation strategies in the Bogor compressor company with the house of risk method. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 852(1), 1–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/852/1/012094>.
- Purnomo, B. H., Suryadharma, B., & Al-Hakim, R. G. (2021). Risk mitigation analysis in a supply chain of coffee using house of risk method. *Industria: Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 10(2), 111–124. <https://doi.org/10.21776/ub.industria.2021.010.02.3>.
- Purwaningsih, R., Ramadani, I., Hartini, S., Aisyah, A., & Putri, A. (2021). Supply chain risk assessment at poultry slaughterhouses using house of risk method to define mitigation action.

Proceedings of the Second Asia Pacific International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, 14(16), 2973–2982. <http://ieomsociety.org/proceedings/2021indonesia/551.pdf>.

- Ramos, E., Pettit, T. J., Habib, M., & Chavez, M. (2021). A model ISM-MICMAC for managing risk in agri-food supply chain: An investigation from the Andean region of Peru. *International Journal of Value Chain Management*, 12(1), 62–85. <https://doi.org/10.1504/IJVM.2021.112845>.
- Rani, H. A., Amin, J., Syuhada, R., Mubarak, M. H., & Shafly Aqsha, M. (2024). Enhancing supply chain management risk mitigation: A house of risk methodology applied to brick manufacturing in Aceh Besar Regency. *Qeios*, 4(1), 1–22. <https://doi.org/10.32388/fsjf2f.2>.
- Sarikhani, Y., Shojaei, P., Rafiee, M., & Delavari, S. (2020). Analyzing the interaction of main components of hidden curriculum in medical education using interpretive structural modeling method. *BMC Medical Education*, 20(1), 1–9. <https://doi.org/10.1186/s12909-020-02094-5>.
- Senadhilankara, P., Korale-Gedara, P., & Perera, W. N. U. (2024). Risk perception, management strategies, determinants of adoption and sustainability in Sri Lanka's layer chicken farming industry: Navigating crisis. *Sage Journals*, 34(1), 35–51. <https://doi.org/10.1177/10185291241297440>.
- Shaukat, M. Z., Niazi, A. A. K., Qazi, T. F., & Basit, A. (2021). Analyzing the underlying structure of online teaching during the COVID-19 pandemic period: An empirical investigation of issues of students. *Frontiers in Psychology*, 12(April), 1–12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.605138>.
- Syamsiyah, N., Qanti, S. R., & Rochdiani, D. (2024). Risk mitigation in environmental conservation for potato production in Cisangkuy Sub-Watershed, Bandung Regency, West Java, Indonesia. *Agriculture (Switzerland)*, 14(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/agriculture14101726>.
- Wicaksono, D., & Kamal, T. (2020). Micro climate monitoring system in closed broiler cages based on the internet of things. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 8(2), 100–105. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.8.2.2020.100-105>.
- Windrawati, R., Susrusa, K. B., & Ambarawati, I. G. A. A. (2022). Supply chain management performance on laying chicken farm. *International Journal of Business, Economics & Management*, 5(4), 496–503. <https://doi.org/10.21744/ijbem.v5n4.2056>.
- Yang, N. (2021). Egg production in China: Current status and outlook. *Frontiers of Agricultural Science and Engineering*, 8(1), 25–34. <https://doi.org/10.15302/J-FASE-2020363>.
- Zhang, H., Wu, X., & Ju, M. (2024). Developing a cognitive model of solid geometry based on interpretive structural modeling method. *Heliyon*, 10(5), e27063. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e27063>.