

PERANCANGAN MEKANISME PENILAIAN DAN EVALUASI KINERJA SUPPLIER PADA PUSAT PENJUALAN DAN DISTRIBUSI X DENGAN PENDEKATAN FUZZY MULTI-CRITERIA DECISION MAKING (FMCDM) DAN ISM-FUZZY MICMAC

Budhi Prihartono^{*1}, Rachel Aliya Darmawan², Mursyida Kamilah², Aldila Rizkiana¹

¹Prodi Teknik Industri dan Manajemen Rekayasa, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung,

²Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha No.10, Kampus Ganesha, Bandung, Indonesia 40132

Abstrak

Pusat penjualan dan distribusi X mengalami penurunan penjualan yang besar pada tahun 2021–2023. Hal ini disebabkan oleh disrupsi eksternal, seperti pandemi global dan perubahan teknologi. Analisis internal menunjukkan kelemahan supplier, terutama dalam ketepatan pengiriman, kualitas produk, dan penanganan klaim. Ketidadaan mekanisme evaluasi supplier yang formal dan terstruktur berisiko menghambat pemulihan kondisi dan menurunkan daya saing operasional jangka panjang. Penelitian ini bertujuan membuat mekanisme penilaian dan evaluasi kinerja supplier yang strategis dan selaras dengan tujuan bisnis, dengan mengacu pada standar internasional seperti ISO 9001 dan Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade (SAFE FoS). Metode penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dan kuantitatif, termasuk gap analysis untuk merumuskan tujuan strategis dan mengembangkan kriteria yang divalidasi melalui literatur dan wawancara pemangku kepentingan. Pembobotan kriteria dilakukan dengan Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM), lalu pemetaan hierarkis menggunakan ISM–Fuzzy MICMAC. Hasil penelitian berupa structured scorecard, indikator, dan protokol evaluasi yang diformalkan dalam prosedur standar untuk supplier baru maupun yang sudah ada. Sistem ini memungkinkan pemantauan berkelanjutan dan penilaian objektif, sehingga meningkatkan manajemen risiko pengadaan dan mendukung efisiensi operasional pusat penjualan dan distribusi X.

Kata kunci: Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM); indikator penilaian kinerja; Interpretive Structural Modeling (ISM); kinerja supplier; Matrice d'Impacts Croisés Appliquée à un Classement (MICMAC)

Abstract

[Design of Supplier Performance Assessment and Evaluation Mechanism at Sales and Distribution Center X Using Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM) and ISM-Fuzzy MICMAC Approach] Sales and distribution center X sales decline from 2021 to 2023 due to the external disruptions, like the global pandemic and changes in technology demand. Internal analysis showed weak supplier performance, especially in on-time delivery, product quality, and claim handling. No formal and clear supplier evaluation system risks slowing recovery and cutting long-term competitiveness. This study aims to make a strategic supplier assessment and evaluation system that matches business goals and follows global standards like ISO 9001 and the Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade (SAFE FoS). The study uses both qualitative and quantitative methods, including gap analysis to set goals and build criteria, checked by literature and interviews with stakeholders. Criteria are weighted with Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM) and hierarchical mapping with ISM–Fuzzy MICMAC. The research output includes a structured scorecard, indicators, and standard evaluation steps that helps ongoing monitoring, fair assessment, and higher operational efficiency.

Keywords: Fuzzy Multi-Criteria Decision Making (FMCDM); Interpretive Structural Modeling (ISM); Matrice d'Impacts Croisés Appliquée à un Classement (MICMAC); supplier performance; performance assessment indicators

* Penulis Korespondensi

E-mail: budhi.prihartono@itb.ac.id

1. Pendahuluan

Pusat penjualan dan distribusi X menghadapi krisis ketahanan rantai pasok akibat ketergantungan

impor ekstrem (90% produk dari luar negeri), disrupsi logistik global pasca pandemi, dan volatilitas permintaan teknologi. Rantai pasok yang sangat bergantung pada pemasok global lebih rentan terhadap keterlambatan dan fluktuasi kinerja (Chopra & Meindl, 2016), sehingga memerlukan pendekatan sistematis dalam penilaian. Penelitian terkini menunjukkan bahwa pendekatan *Fuzzy Multi-Criteria Decision Making* (FMCDM) banyak digunakan untuk mengevaluasi pemasok pada konteks keberlanjutan dan ketahanan rantai pasok, terutama pada kondisi yang tidak pasti dan disrupsi global (Afrasiabi dkk., 2022). Selain itu, studi empiris pada periode disrupsi pandemi menegaskan bahwa evaluasi *supplier* perlu secara eksplisit mengintegrasikan aspek *resilience* untuk menghadapi tingkat ketidakpastian yang tinggi (Hailiang dkk., 2023). Tekanan ini bermanifestasi dalam tiga gangguan operasional: keterlambatan pengiriman berulang, inkonsistensi kualitas, dan respons lambat terhadap klaim pelanggan. Akar permasalahan terletak pada absennya mekanisme evaluasi pemasok yang adaptif, holistik, dan selaras dengan tujuan strategis pemulihan: sistem saat ini bersifat reaktif dan hanya mengandalkan data historis, tanpa menangkap kapabilitas dinamis seperti fleksibilitas operasional, ketahanan pasok, atau kesiapan kolaborasi. Tinjauan literatur terbaru menunjukkan bahwa penelitian *sustainable supplier selection* didominasi oleh pendekatan MCDM untuk pemeringkatan pemasok, sementara pengembangan

mekanisme evaluasi pemasok yang terintegrasi dan berkelanjutan masih terbatas (Alastal dkk., 2025).

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang mekanisme evaluasi kinerja pemasok yang mengintegrasikan pendekatan FMCDM dan ISM (*Interpretive Structural Modeling*)–Fuzzy MICMAC (Hong dkk., 2024; Mahmoud dkk., 2018). Mekanisme ini menghasilkan bobot kriteria yang valid secara empiris (*flexibility*, *delivery*, dan *quality performance* sebagai prioritas utama) sekaligus memetakan struktur hierarkis pengaruh antar kriteria untuk mendukung keputusan strategis. Dengan demikian, penelitian ini menjawab kesenjangan antara tekanan kontekstual nyata dan sistem evaluasi formal, sekaligus memperkuat daya saing melalui ketahanan rantai pasok yang berbasis bukti dan selaras dengan standar internasional ISO 9001 dan *Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade* (SAFE FoS) (*International Organization for Standardization*, 2015; *World Customs Organization*, 2021).

2. Metode Penelitian

Pada tahapan ini dijelaskan terkait tahap-tahap utama elaborasi penelitian. Data dikumpulkan melalui wawancara mendalam dan penilaian panel ahli internal untuk merumuskan tujuan strategis, memvalidasi kriteria, serta membobotkan dan memetakan hubungan antar kriteria evaluasi *supplier*. Wawancara mendalam dengan *Country Head* dan staf *Sales* untuk memahami kondisi aktual, mengidentifikasi masalah, dan

Tabel 1. Notasi Model

Notasi	Definisi
WG_k	Total tingkat kepentingan <i>fuzzy</i> dari tujuan
G	Tingkat kepentingan <i>fuzzy</i> dari tujuan strategis G_k yang dinilai oleh ahli ke- s
S	Jumlah ahli yang melakukan penilaian
$\oplus$	Operasi penjumlahan <i>fuzzy</i>
$\otimes$	Operasi perkalian <i>fuzzy</i>
R_{kj}	<i>Rating</i> kekuatan hubungan <i>fuzzy</i> antara tujuan strategis (G_k) dengan kriteria penilaian dan evaluasi C_j (R_{kj})
R	Matriks <i>rating</i> kekuatan hubungan <i>fuzzy</i> R_{kj}
R_{kjf}	<i>Rating</i> kekuatan hubungan <i>fuzzy</i> yang dinilai oleh ahli ke- f .
f	Jumlah ahli
$\overline{WG}$	Rata-rata tingkat kepentingan <i>fuzzy</i>
WG_t	Tingkat kepentingan <i>fuzzy</i> tujuan strategis G_k yang disampaikan oleh ahli
$\overline{wg_l}, \overline{wg_m}, \overline{wg_u}$	Komponen dari $\overline{WG}$, nilai rata-rata <i>fuzzy</i> berturut-turut untuk nilai batas bawah, nilai tengah, dan batas atas.
t	Jumlah tujuan strategis
$\mu p * (WG_k, \overline{WG})$	<i>Relative preference relation</i> dari tingkat kepentingan <i>fuzzy</i>
$(wg_{kl}, wg_{km}, wg_{ku})$	Komponen dari WG_k
$\ T_w\ $	Ukuran interval
$t_{wl}^+, t_{wm}^+, t_{wu}^+$	Nilai <i>max</i> dari masing-masing komponen ($w'_{jl}, w'_{jm}, w'_{ju}$)
$t_{wl}^-, t_{wm}^-, t_{wu}^-$	Nilai <i>min</i> dari masing-masing komponen ($w'_{jl}, w'_{jm}, w'_{ju}$)
W'	Matriks bobot yang disesuaikan (<i>corrected</i>) dengan derajat preferensi relatif.
$\mu p *$	Fungsi keanggotaan preferensi relatif.
$\overline{W'}$	Rata-rata bobot <i>corrected</i> dari $\overline{W'_1}, \overline{W'_2}, \dots, \overline{W'_n}$
$(\overline{w'_l}, \overline{w'_m}, \overline{w'_u})$	Komponen nilai $\overline{W'}$ untuk nilai batas bawah, nilai tengah, dan batas atas.
$(w'_{jl}, w'_{jm}, w'_{ju})$	Komponen dari W'_j untuk nilai batas bawah, nilai tengah, dan batas atas.
$\ T_{W'}\ $	Ukuran interval untuk bobot <i>corrected</i>
$t_{w'l}^+, t_{w'm}^+, t_{w'u}^+$	Nilai <i>max</i> dari masing-masing komponen ($w'_{jl}, w'_{jm}, w'_{ju}$)
$t_{w'l}^-, t_{w'm}^-, t_{w'u}^-$	Nilai <i>min</i> dari masing-masing komponen ($w'_{jl}, w'_{jm}, w'_{ju}$)

Tabel 2. *Linguistic Evaluation Terms and The Corresponding Fuzzy Numbers (Wang, 2014)*

<i>Linguistic</i>	<i>Abbreviation</i>	<i>Triangular Fuzzy Numbers (TFN)</i>
<i>Very Low</i>	<i>VL</i>	(0, 0, 0.3)
<i>Low</i>	<i>L</i>	(0, 0.3, 0.5)
<i>Medium</i>	<i>M</i>	(0.3, 0.5, 0.7)
<i>High</i>	<i>H</i>	(0.5, 0.7, 1)
<i>Very High</i>	<i>VH</i>	(0.7, 1, 1)

memvalidasi kriteria. Penilaian oleh lima ahli internal (*Country Head, Sales Engineer, CS Supervisor, Logistic Supervisor*) untuk: (a) menilai tingkat kepentingan tujuan strategis, (b) menilai kekuatan hubungan antara tujuan strategis dan kriteria, (c) menentukan hubungan kontekstual antar kriteria (melalui FGD-Focus Group Discussion).

2.1 Tahap Pembobotan Kriteria dengan Integrasi FQFD dan Relative Preference Relation pada FMCDM

Tahap ini bertujuan untuk mempertimbangkan kekaburan/ambiguitas penilaian subyektif *stakeholder* dalam konteks ketergantungan impor tinggi dan disrupsi pasca-pandemi yang dihadapi perusahaan. Pendekatan FMCDM terintegrasi FQFD dan *relative preference relation* dipilih, karena mampu mempertimbangkan ambiguitas penilaian subyektif *stakeholder* melalui representasi *fuzzy*, sehingga menghasilkan pembobotan kriteria yang *robust* dalam konteks ketergantungan impor tinggi dan disrupsi pasca-pandemi.

Proses pembobotan kriteria dilakukan menggunakan metode FMCDM yang terintegrasi dengan *Fuzzy Quality Function Deployment (FQFD)* dan *relative preference relation* (Wang, 2014). Digunakan variabel linguistik yang dikonversi ke *Triangular Fuzzy Numbers (TFN)* yang ditunjukkan pada **Tabel 2**. Notasi model disajikan pada **Tabel 1**.

Langkah-langkah perhitungan dan formula yang digunakan dijabarkan sebagai berikut.

1. Menghitung tingkat kepentingan *fuzzy* dari tujuan strategis berdasarkan input ahli atau *stakeholder* (WG_k)
$$WG_k = \frac{1}{s} \otimes (WG_{k1} \oplus WG_{k2} \oplus \dots \oplus WG_{ks}) \quad (1)$$

$$= 1, 2, \dots, t$$
2. Merancang matriks tingkat kepentingan *fuzzy* (WG) berdasarkan *input* ahli:

$$\mu p * (WG_k, \overline{WG}) = \frac{1}{2} \otimes \left(\frac{(wg_{kl} - \overline{wg}_u) + (wg_{km} - \overline{wg}_m) + (wg_{ku} - \overline{wg}_l)}{2\|T_w\|} + 1 \right) \quad (8)$$

$$\|T_w\| = \begin{cases} \frac{(t_{wl}^+ - t_{wu}^-) + 2(t_{wm}^+ - t_{wm}^-) + (t_{wu}^+ - t_{wl}^-)}{2} & \text{jika } t_{wl}^+ \geq t_{wu}^- \\ \frac{(t_{wl}^- - t_{wu}^+) + 2(t_{wm}^- - t_{wm}^+) + (t_{wu}^- - t_{wl}^+)}{2} + 2(t_{wu}^- - t_{wl}^+) & \text{jika } t_{wl}^+ < t_{wu}^- \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu p * (\overline{W'}, \overline{W'}) = \frac{1}{2} \otimes \frac{(w'_{jl} - \overline{w'}_u) + 2(w'_{jm} - \overline{w'}_m) + (w'_{ju} - \overline{w'}_l)}{2\|T_{w'}\|} \quad (10)$$

$$\|T_{w'}\| = \begin{cases} \frac{(t_{wl}^+ - t_{wu}^-) + 2(t_{wm}^+ - t_{wm}^-) + (t_{wu}^+ - t_{wl}^-)}{2} & \text{jika } t_{wl}^+ \geq t_{wu}^- \\ \frac{(t_{wl}^- - t_{wu}^+) + 2(t_{wm}^- - t_{wm}^+) + (t_{wu}^- - t_{wl}^+)}{2} + 2(t_{wu}^- - t_{wl}^+) & \text{jika } t_{wl}^+ < t_{wu}^- \end{cases} \quad (11)$$

$$WG = [WG_k]_{1 \times t} = [WG_1, WG_2, \dots, WG_t] \quad (2)$$

3. Menghitung *rating* kekuatan hubungan *fuzzy* antara tujuan strategis (G_k) dan kriteria penilaian dan evaluasi C_j (R_{kj}).

$$R_{kj} = \frac{1}{f} \otimes (R_{kj1} \oplus R_{kj2} \oplus \dots \oplus R_{kjf}), \quad (3)$$

$$k = 1, 2, \dots, t; j = 1, 2, \dots, n$$

4. Merancang matriks rata-rata hubungan *fuzzy* (R)

$$R = [R_{kj}]_{k \times n} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ R_{t1} & R_{t2} & \dots & R_{tn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

5. Menghitung rata-rata tingkat kepentingan *fuzzy* ($\overline{WG}$):

$$\overline{WG} = \frac{1}{t} \otimes (WG_1 \oplus WG_2 \oplus \dots \oplus WG_t) \quad (5)$$

$$= (\overline{wg}_l, \overline{wg}_m, \overline{wg}_u)$$

6. Menghitung *relative preference relation* dengan persamaan (8). Perhitungan $\|T_w\|$ dengan persamaan (9).

7. Merancang matriks bobot *corrected* (W')

$$W' = [W'_1, W'_2, \dots, W'_n] \quad (6)$$

$$= \frac{1}{t} \otimes \mu p$$

$$* [(WG_1, \overline{WG}), \mu p * (WG_2, \overline{WG}), \dots, \mu p * (WG_t, \overline{WG})]$$

$$\begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ R_{t1} & R_{t2} & \dots & R_{tn} \end{bmatrix}$$

8. Menghitung rata-rata bobot *corrected* ($\overline{W'}$)

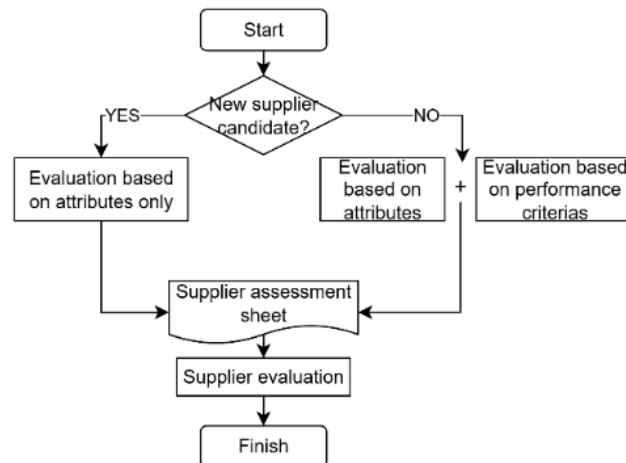
$$\overline{W'} = \frac{1}{n} \otimes (\overline{W'}_1 \oplus \overline{W'}_2 \oplus \dots \oplus \overline{W'}_n) \quad (7)$$

$$= (\overline{w'}_l, \overline{w'}_m, \overline{w'}_u)$$

9. Menghitung *relative preference relation* dengan persamaan (10). Perhitungan $\|T_{w'}\|$ dengan persamaan (11).

Tabel 3. *Possibility of Numerical Value Reachability*

<i>Possibility of Reachability</i>	<i>Value</i>
<i>No</i>	0
<i>Very Low</i>	0.1
<i>Low</i>	0.3
<i>Medium</i>	0.5
<i>High</i>	0.7
<i>Very High</i>	0.9
<i>Complete</i>	1

**Gambar 1.** Kerangka Umum untuk Evaluasi *Supplier* Baru dan *Existing*

Rumus ini digunakan untuk menentukan bobot akhir dari setiap kriteria penilaian, yang kemudian diurutkan berdasarkan nilai prioritasnya.

2.2 Tahap Kategorisasi dengan Pendekatan *Hybrid ISM-Fuzzy MICMAC*

Tahap ini bertujuan untuk mengungkap struktur hierarkis dan pengaruh timbal balik antar kriteria, sesuai kompleksitas interdependensi dalam rantai pasok global perusahaan. Prosedur kategorisasi mencakup: (1) preparasi kriteria; (2) penetapan hubungan kontekstual antar kriteria dalam *Structural Self-Interaction Matrix* (SSIM) dengan simbol V, S, X, dan O yang berturut-turut berarti hubungan ketercapaian dari I ke j, hubungan ketercapaian dari j ke I, hubungan dua arah, dan tidak ada hubungan; (3) konstruksi *reachability matrix* berdasarkan SSIM dengan verifikasi transitivitas (apabila suatu hubungan berlaku antara elemen i-j dan j-k, tetapi tidak ada hubungan langsung antara i-k, maka akan dianggap ada); (4) *level partition* untuk membagi kriteria ke dalam *reachability set*, *antecedent set*, dan *intersection set*; (5) pembentukan *structural graph* dan ISM (*Interpretive Structural Modeling*) *graph*; (6) penyusunan *binary direct relationship matrix*; (7) pengembangan *fuzzy direct relationship matrix* menggunakan skala numerik posibilitas *reachability* pada **Tabel 3** dan (8) formulasi *stabilized fuzzy direct relationship matrix* melalui perkalian iteratif hingga tercapai kestabilan, diikuti kalkulasi *driving power* dan *dependence power* (Hong dkk., 2024).

2.3 Penentuan Prioritas dan Pengembangan Indikator

Tahap ini bertujuan untuk memastikan fokus evaluasi pada kriteria yang paling berdampak terhadap ketahanan dan adaptasi operasional perusahaan.

Penentuan prioritas kriteria menggunakan gabungan analisis Pareto dan MICMAC, yaitu kriteria 80% Pareto sebagai prioritas utama dengan mempertimbangkan karakteristik *driver* dan *dependency*-nya. Kriteria prioritas akan dirumuskan indikatornya untuk penilaian. Tahap akhir melibatkan perancangan mekanisme penilaian komprehensif yang mengintegrasikan seluruh indikator ke dalam sistem evaluasi kinerja *supplier* yang terstruktur (Neely dkk., 2000).

3. Hasil dan Pembahasan

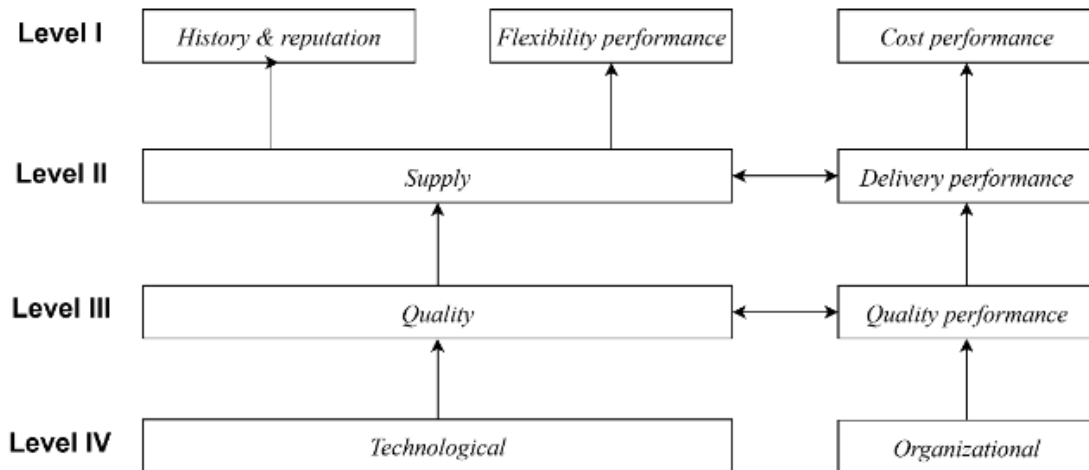
Kriteria penilaian dari literatur terbagi ke dalam dua kategori indikator, yaitu atribut dan performansi kinerja (Cheshmberah, 2020). Melalui validasi *stakeholders*, didapatkan sembilan kriteria penilaian. Atribut mencakup aspek *supply* (C_1), *technological* (C_2), *quality* (C_3), *organizational* (C_4), dan *history & reputation* (C_5). Sementara itu, performansi kinerja meliputi *cost performance* (C_6), *quality performance* (C_7), *delivery performance* (C_8), dan *flexibility performance* (C_9). Sebelum dibobotkan, dirumuskan tujuan strategis melalui *gap analysis*. *Gap analysis* dilakukan berdasarkan ISO 9001 dan SAFE FoS. Terdapat enam tujuan strategis yaitu (1) andal, (2) terbuka terhadap *feedback*, (3) terdokumentasi, (4) adaptif dan resilien, (5) kolaboratif, dan (6) memiliki ketahanan yang baik. Kerangka umum evaluasi *supplier* baru dan *existing* ditampilkan pada **Gambar 1**.

3.1 Hasil Pembobotan Kriteria Penilaian.

Tingkat kepentingan *fuzzy* dari setiap tujuan strategis diperoleh berdasarkan penilaian lima ahli internal. Nilai tersebut kemudian diproses menggunakan FMCDM yang menghasilkan bobot kriteria yang disajikan pada **Tabel 4**.

Tabel 4. *Relative Preference Relation dari Corrected Weight to Average*

No.	Kriteria Assessment	Notation	Weight
1.	<i>Flexibility performance</i>	C_9	0.6296
2.	<i>Delivery performance</i>	C_8	0.6261
3.	<i>Quality performance</i>	C_7	0.5963
4.	<i>Technological</i>	C_2	0.5898
5.	<i>Quality</i>	C_3	0.5250
6.	<i>Supply</i>	C_1	0.5082
7.	<i>Organizational</i>	C_4	0.4410
8.	<i>History & reputation</i>	C_5	0.3731
9.	<i>Cost performance</i>	C_6	0.2497

**Gambar 2.** *ISM Graph***Tabel 5.** *Stabilized Fuzzy-Direct Relationship Matrix*

C_j	C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	C_6	C_7	C_8	C_9
C_1	0.7	0	0	0	0	0.5	0	0	0
C_2	0.5	0	0.7	0	0.5	0.5	0.7	0.5	0.5
C_3	0.5	0	0.9	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5
C_4	0.5	0	0.5	0	0.5	0.5	0	0.5	0.5
C_5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C_7	0.5	0	0	0	0.5	0.5	0.9	0.5	0.5
C_8	0	0	0	0	0.5	0	0	0.7	0.7
C_9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

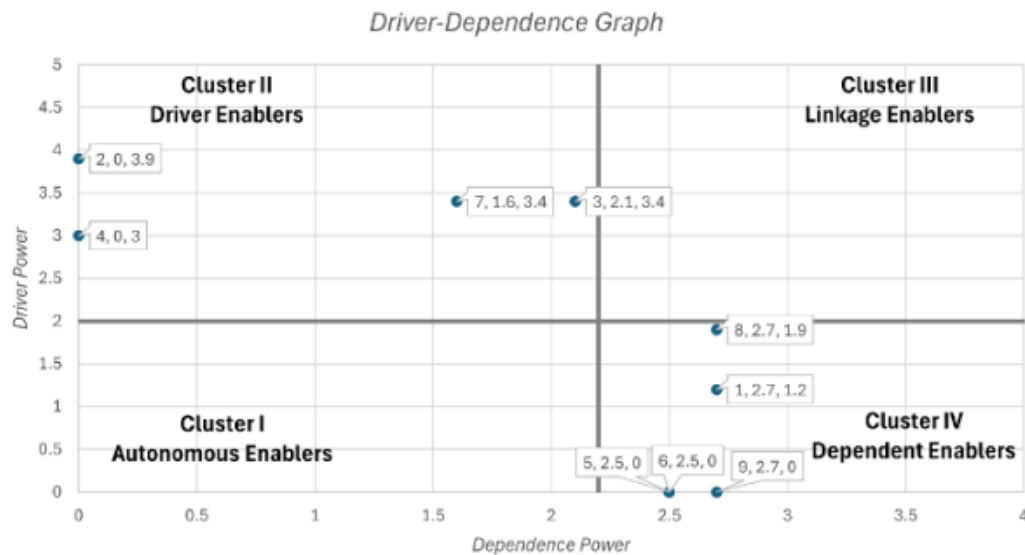
Berdasarkan **Tabel 4**, kriteria dengan bobot tertinggi adalah *flexibility performance* (C_9) dengan bobot 0.6269, diikuti oleh *delivery performance* (C_8) dan *quality performance* (C_7) dengan bobot berturut-turut 0.6261 dan 0.5963.

3.2 Hasil Kategorisasi Kriteria Penilaian

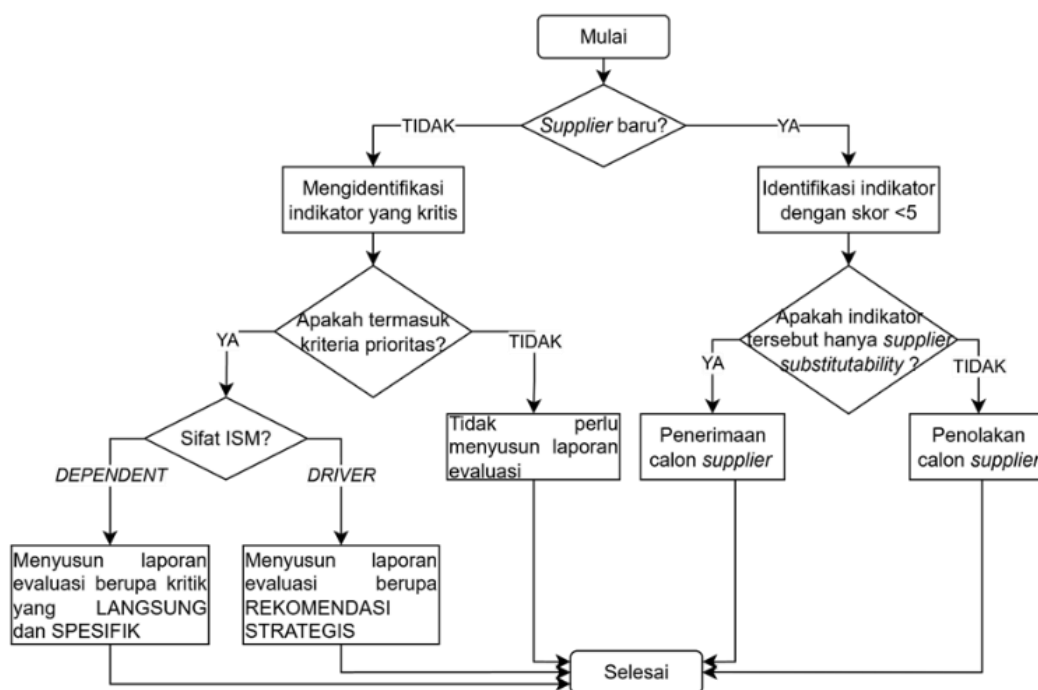
Analisis ISM-Fuzzy MICMAC digunakan untuk memetakan posisi antar kriteria berdasarkan dua dimensi *driver* dan *dependence*. Proses iterasi menghasilkan *stabilized fuzzy direct relationship matrix* yang disajikan pada **Tabel 5**, yang menjadi dasar analisis hubungan antar kriteria. Hasil pemetaan hierarki disajikan pada **Gambar 2**. **Gambar 2** menyajikan struktur hierarkis kriteria evaluasi *supplier* hasil analisis ISM-Fuzzy MICMAC, yang mengungkap empat level pengaruh: *technological* (C_2) dan *organizational* (C_4) berada di puncak sebagai *driver* utama; diikuti *quality* (C_3) dan

quality performance (C_7); lalu *supply* (C_1) dan *delivery performance* (C_8) sebagai penghubung; serta *flexibility performance* (C_9), *cost performance* (C_6), dan *history & reputation* (C_5) sebagai elemen dependen yang paling terdampak. Selanjutnya analisis MICMAC berdasarkan *stabilized matrix* pada **Tabel 5**.

Selanjutnya analisis MICMAC berdasarkan *stabilized matrix* pada **Tabel 5** menghasilkan peta hubungan antar kriteria pada **Gambar 3**. **Tabel 5** dibentuk melalui proses ISM (*Interpretive Structural Modeling*)–Fuzzy MICMAC: pertama, matriks hubungan langsung *fuzzy* dikonstruksi berdasarkan penilaian ahli; kedua, dilakukan defuzzifikasi dan komputasi matriks ketergantungan total; ketiga, hasilnya dianalisis untuk mengidentifikasi posisi struktural (*driver/dependence*) tiap kriteria, menjadi dasar pengelompokan dalam **Tabel 5** yang digunakan pada analisis selanjutnya



Gambar 3. Driver-dependence Graph



Gambar 4. Flow Process Diagram Evaluasi Supplier

Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa *technological* (C_2), *organizational* (C_4), *quality* (C_3), dan *quality performance* (C_7) termasuk ke dalam klaster II (*driver enabler*); sedangkan *supply* (C_1), *delivery performance* (C_8), *flexibility performance* (C_9), *cost performance* (C_6), dan *history & reputation* (C_5) termasuk dalam klaster IV (*dependent enabler*).

3.3 Penentuan Prioritas Kriteria dan Indikator

Berdasarkan analisis Pareto (Alkiayat, 2021), enam kriteria berada dalam batas 80% kumulatif bobot, yaitu *flexibility performance* (C_9), *delivery performance* (C_8), *quality performance* (C_7), *technological* (C_2), *quality* (C_3), dan *supply* (C_1). Meskipun *organizational* (C_4) tidak termasuk dalam batas, kriteria ini tetap dimasukkan karena sebagai *driver* utama dalam hasil

MICMAC. Dihasilkan 23 indikator dengan kriteria prioritas dikembangkan menjadi indikator evaluatif dan kriteria non-prioritas menjadi indikator informatif yang disajikan pada Tabel 6 dan Tabel 7.

3.4 Perancangan Mekanisme Penilaian dan Evaluasi Supplier

Mekanisme penilaian *supplier* dirancang berdasarkan hasil integrasi kriteria dan indikator melalui *flow process diagram* pada Gambar 4. Rincian indikator disajikan pada Tabel 6, sedangkan panduan penilaian ditunjukkan pada Tabel 7. Sistem ini memungkinkan evaluasi terstruktur mulai dari *input* data hingga hasil nilai akhir, serta dapat digunakan untuk pemantauan berkala kinerja *supplier*.

Tabel 6. Definisi Indikator *Assessment* dan Evaluasi *Supplier*

No.	Kriteria Evaluasi	Indikator	Definisi	Evaluator	Keterangan
1.	<i>Flexibility performance</i> (C_9)	<i>Change Order Response Time</i>	Waktu respons <i>supplier</i> terhadap perubahan volume pesanan	Tim Sales	-
2.		<i>Volume Order Adaptability Rate</i> (VOAR)	Persentase kemampuan <i>supplier</i> dalam memenuhi perubahan volume pesanan.	Tim Sales	-
3.		<i>Product Customization Support</i>	Kemampuan <i>supplier</i> dalam mendukung kustomisasi produk	Tim Sales	-
4.	<i>Delivery performance</i> (C_8)	<i>On-Time Delivery</i> (OTD)	Rasio pengiriman tepat waktu dibandingkan dengan total pengiriman	Tim CS	-
5.		<i>Lead Time Variability</i> (LTV)	Standar deviasi dari waktu pengiriman aktual	Tim CS	<i>Lead time</i> pada kasus ini adalah waktu dari pemesanan hingga diterima oleh unit bisnis X
6.		<i>Order Accuracy Rate</i> (OAR)	Persentase pengiriman yang sesuai jumlah dan spesifikasi	Tim CS	-
7.	<i>Quality performance</i> (C_7)	<i>Defect Rate</i> (DR)	Persentase unit cacat dari total unit yang diterima	Tim CS	-
8.		<i>Return Rate</i> (RR)	Persentase unit yang dikembalikan oleh pelanggan	Tim CS	-
9.		<i>Lot Acceptance Rate</i> (LAR)	Persentase lot produk yang diterima tanpa penolakan dibanding dengan total produk yang diterima	Tim CS	-
10.	<i>Technological</i> (C_2)	<i>Digital compatibility</i>	Kemampuan sistem <i>supplier</i> untuk terintegrasi dengan sistem pusat penjualan dan distribusi X dalam proses pengadaan	Tim Sales	Lingkup integrasi terbatas pada proses pengadaan produk jadi dari <i>supplier</i> ke unit bisnis X
11.	<i>Quality</i> (C_3)	<i>Certification coverage</i>	Jumlah sertifikasi industri yang dimiliki oleh <i>supplier</i>	Tim Sales	-
12.		<i>Quality certification coverage</i>	Jumlah sertifikasi manajemen mutu yang dimiliki <i>supplier</i>	Tim Sales	-
13.		<i>Warranty claim rate</i>	Persentase unit yang dapat diklaim dalam masa garansi	Tim Sales	-
14.	<i>Supply</i> (C_1)	<i>Supplier risk classification</i>	Klasifikasi tingkat risiko <i>supplier</i> berdasarkan kemungkinan gangguan dan dampaknya terhadap proses pengadaan	Tim Sales	-
15.	<i>Organizational</i> (C_4)	<i>Supplier substitutability</i>	Jumlah <i>supplier</i> lain yang dapat memproduksi produk yang sama	Tim Sales	-
16.		<i>Organizational stability</i>	Verifikasi stabilitas organisasi <i>supplier</i> selama periode evaluasi	Tim CS	-
17.		<i>SRM readiness</i>	Penilaian terhadap kemampuan berbagai informasi, komunikasi aktif, dan pengambilan keputusan kolaboratif	Tim CS	-
18.	<i>History & reputation</i> (C_5)	<i>Critical role readiness</i>	Verifikasi keberlanjutan posisi kunci selama periode evaluasi	Tim CS	-
19.		<i>Years of operation</i>	Jumlah tahun <i>supplier</i> beroperasi sebagai fasilitas produksi	Tim Sales	-

No.	Kriteria Evaluasi	Indikator	Definisi	Evaluator	Keterangan
20.		<i>Industry awards count</i>	Jumlah penghargaan terkait industri yang diterima <i>supplier</i>	Tim Sales	-
21.		<i>Number of clients</i>	Jumlah entitas distribusi berskala nasional yang dilayani <i>supplier</i>	Tim Sales	-
22.	<i>Cost performance (C₆)</i>	<i>Item price</i>	Harga per unit yang ditawarkan <i>supplier</i> kepada pusat penjualan dan distribusi X	Tim Sales	-
23.		<i>Freight forwarder cost rate</i>	Proporsi biaya ekspedisi terhadap total biaya pembelian	Tim CS	-

Tabel 7. Scorecard Indikator Assessment dan Evaluasi Supplier

No.	Indikator	Unit	Rumus	Panduan Skor				
				1	2	3	4	5
1.	<i>Change Order Response Time</i>	Hari	$\Delta \text{Lead time}$ $\Delta 100 \text{ Volume order}$	≥ 15	11-15	6-10	≤ 5	0
2.	<i>Volume Order Adaptability Rate (VOAR)</i>	%	$\frac{\Delta \text{Volume order yang Disetujui}}{\text{Order Volume Awal}} \times 100\%$	< 50%	50-75%	75-90%	90-100%	> 100%
3.	<i>Product Customization Support</i>	-	Apakah <i>supplier</i> mendukung kustomisasi fitur produk?	*		**		***
	Keterangan		*Tidak mendukung **Mendukung terbatas ***Mendukung penuh (fitur dan material)					
4.	<i>On-Time Delivery (OTD)</i>	%	$\frac{\text{Jumlah pengiriman on-time}}{\text{Kuantitas pengiriman}} \times 100\%$	< 80%	80-85%	85-90%	90-95%	$\geq 95\%$
5.	<i>Lead Time Variability (LTV)</i>	-	$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (LT_i - \mu)^2}{n}}$	> 50%	20-50%	10-20%	5-10%	< 5%
	Keterangan		$\sigma = \text{LTV}$; $n = \text{kuantitas pengiriman}$; $LT_i = \text{lead time pengiriman} - i$; $\mu = \text{rata-rata waktu pengiriman}$					
6.	<i>Order Accuracy Rate (OAR)</i>	%	$\frac{\text{Jumlah pengiriman akurat}}{\text{Kuantitas pengiriman}} \times 100\%$	< 85%	85-90%	90-95%	95-98%	> 98%
7.	<i>Defect Rate (DR)</i>	%	$\frac{\text{Jumlah unit cacat}}{\text{Total unit dikirim supplier}} \times 100\%$	> 5%	3-5%	2-3%	1-2%	< 1%
8.	<i>Return Rate (RR)</i>	%	$\frac{\text{Unit dikembalikan pelanggan}}{\text{Total unit dikirim bisnis X}} \times 100\%$	> 5%	3-5%	1-3%	0.5-1%	< 0.5%
9.	<i>Lot Acceptance Rate (LAR)</i>	%	$\frac{\text{Jumlah lot tidak ditolak}}{\text{Total unit dikirim supplier}} \times 100\%$	< 90%	90-95%	95-98%	$\geq 98\%$	100%
10.	<i>Digital Compatibility</i>	-	Apakah sistem <i>supplier</i> memiliki kemampuan untuk mendukung integrasi digital secara penuh pada keseluruhan proses pengadaan?	Ya				Tdk
	Keterangan		Integrasi penuh dilakukan melalui sistem ERP perusahaan					
11.	<i>Certification Coverage</i>	Unit	Berapa jumlah sertifikasi industri yang dimiliki oleh <i>supplier</i> ?	< 4		4*		> 4

No.	Indikator	Unit	Rumus	Panduan Skor				
				1	2	3	4	5
				<i>Supplier</i> lokal:				
				<3		3		>3
	Keterangan		*Minimal memiliki sertifikasi yang mencakup standar: a) mutu, b) lingkungan, c) K3, dan d) perdagangan global					
12.	<i>Quality certification coverage</i>	Unit	Berapa jumlah sertifikasi manajemen mutu yang dimiliki oleh <i>supplier</i> ?	0		1*		>1
	Keterangan		*Sertifikasi mutu (ISO 9001)					
13.	<i>Warranty claim rate</i>	%	Berapa persentase produk yang dapat diklaim dalam masa garansi?	< 50%	50-70%	70-80%	80-99%	100%
	Keterangan	-	-					
14.	<i>Supply risk classification</i>	-	Apakah terdapat konflik atau gangguan dalam proses pasokan yang dialami oleh <i>supplier</i> selama satu bulan terakhir?	*	**	***	****	*** **
	Keterangan		*Gangguan pasokan **Indikasi gangguan pasokan yang berat; menimbulkan dampak signifikan ***Indikasi adanya gangguan pasokan; dampak masih dapat dikendalikan					
15.	<i>Supplier Substitutability</i>	Unit	Berapa banyak <i>supplier</i> lain yang dapat memproduksi produk yang sama?	>1		1		0
	Keterangan	-	-					
16.	<i>Organizational Stability</i>	-	Apakah <i>supplier</i> mengalami restrukturisasi organisasi besar atau gangguan lain terhadap stabilitasnya dalam satu bulan terakhir?					
	Keterangan		*Produksi dihentikan karena ketidakstabilan organisasi **Terjadi restrukturisasi atau gangguan; operasi terdampak *** Terjadi restrukturisasi atau gangguan; dampak terkendali **** Terjadi restrukturisasi atau gangguan; tidak ada dampak pada operasi ***** Terjadi restrukturisasi atau gangguan; tidak ada dampak pada operasi *****Tidak ada gangguan					
17.	<i>SRM Readiness</i>	-	Sejauh mana mekanisme berbagai informasi dan pengambilan keputusan kolaboratif <i>supplier</i> memadai?					
	Keterangan		*Komunikasi dua arah; umpan balik baik; aktif **Komunikasi pada tingkat operasional; bersifat reaktif ***Tidak ada kolaborasi; bersifat transaksional					
18.	<i>Critical Role Readiness</i>	-	Apakah <i>supplier</i> mengalami kekosongan posisi kunci* selama ≥ 7 hari dalam sebulan terakhir?					
	Keterangan		*Salah satu posisi: a) manajer produksi, b) kepala pengendalian kualitas, c) kepala pemeliharaan, d) kepala logistik					
19.	<i>Years of Operation</i>	Tahun	Sudah berapa lama <i>supplier</i> beroperasi sebagai fasilitas produksi?					
	Keterangan		Bersifat informatif, tidak terlibat dalam proses penelitian					
20.	<i>Industry Awards Count</i>	Unit	Berapa banyak penghargaan industri yang telah diterima dalam tiga tahun terakhir?					
	Keterangan		Bersifat informatif, tidak terlibat dalam proses penelitian					
21.	<i>Number of Clients</i>	Unit	Berapa banyak entitas distribusi nasional yang dilayani oleh <i>supplier</i> ?					
	Keterangan		Bersifat informatif, tidak terlibat dalam proses penelitian					
22.	<i>Item Price</i>	Rp	Berapa harga per item yang ditawarkan <i>supplier</i> kepada pusat penjualan dan distribusi X?					
	Keterangan		Bersifat informatif, tidak terlibat dalam proses penelitian					

No.	Indikator	Unit	Rumus	Panduan Skor				
				1	2	3	4	5
23	<i>Freight Forwarder Cost Rate</i>	%	$\frac{\text{Biaya jasa pengiriman}}{\text{Total biaya pembelian}} \times 100\%$					
Keterangan		Bersifat informatif, tidak terlibat dalam proses penelitian						

3.5 Interpretasi Hasil Pembobotan dan Kategorisasi

Hasil pada **Tabel 4** menunjukkan bahwa kriteria berbasis performansi memiliki bobot lebih tinggi dibandingkan atribut internal, menegaskan bahwa pusat penjualan dan distribusi X pada hasil nyata pengadaan. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang memposisikan *supplier selection* sebagai keputusan strategis berbasis multi-kriteria, di mana pendekatan fuzzy MCDM digunakan untuk meningkatkan objektivitas dan keandalan evaluasi kinerja pemasok (Yildizbasi & Arioz, 2022). *Flexibility performance* (C_9) menjadi prioritas utama, karena berkaitan dengan kemampuan adaptasi terhadap permintaan pasar, diikuti *delivery performance* (C_8) dan *quality performance* (C_7) sebagai penentu utama kepuasan pelanggan. Sebaliknya *cost performance* (C_6) dan *history & reputation* (C_7) memiliki pengaruh terbatas terhadap tujuan strategis.

Kategorisasi ISM–Fuzzy MICMAC menunjukkan empat level keterhubungan. Level IV yaitu *technological* (C_2) dan *organizational* (C_4) berperan sebagai *driver* utama yang mempengaruhi kualitas dan performansi *supplier*. Level III yaitu *quality* (C_3) dan *quality performance* (C_7) mendukung kelancaran pasokan dan mengurangi retur. Level II yaitu *supply* (C_1) dan *delivery performance* (C_8) berfungsi sebagai penghubung utama dalam sistem pengadaan. Gangguan pada pasokan berpotensi menurunkan reputasi dan kemampuan adaptasi terhadap dinamika permintaan (Blom & Niemann, 2022). Sedangkan keterlambatan pengiriman dapat meningkatkan biaya operasional dan menurunkan efisiensi logistik. Level I yaitu *history & reputation* (C_5), *cost performance* (C_6), dan *flexibility performance* (C_9) bersifat *dependent* karena dipengaruhi oleh faktor-faktor pada level yang lebih tinggi (Hong dkk., 2024).

Supplier dengan kapabilitas teknologi yang tinggi dan struktur organisasi yang stabil cenderung mampu mempertahankan konsistensi mutu produk secara berkelanjutan (Dharmadasa dkk., 2023). Ketidadaan kategori *linkage* maupun *autonomous* pada hasil analisis MICMAC menunjukkan bahwa seluruh kriteria saling berinteraksi secara sistematis. Oleh karena itu, sistem evaluasi *supplier* yang efektif lebih baik menitikberatkan pada *technological* (C_2), *quality* (C_3), dan *organizational* (C_4) sebagai *driver* utama agar penilaian yang dihasilkan bersifat strategis, adaptif, dan responsif terhadap dinamika industri (Hong dkk., 2024). **Gambar 4** menggambarkan *flow process diagram* mekanisme penilaian dan evaluasi *supplier* yang terstruktur, mulai dari identifikasi kriteria prioritas, pengumpulan data indikator, penilaian berbasis **Tabel 7**, hingga *output* berupa profil

kinerja dan rekomendasi keputusan, menjamin objektivitas, konsistensi, dan keselarasan dengan tujuan strategis operasional.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menjawab tantangan penurunan kinerja pusat penjualan dan distribusi X akibat disrupsi eksternal dan kelemahan sistem evaluasi pemasok yang tidak selaras dengan tujuan strategis. Melalui integrasi FMCDM dan ISM–Fuzzy MICMAC, dikembangkan mekanisme penilaian berbasis tujuh kriteria prioritas: *flexibility*, *delivery*, dan *quality performance* sebagai respons langsung terhadap ketidakandalan pasokan, serta *technological*, *quality*, *supply*, dan *organizational* sebagai pendorong struktural, yang secara eksplisit mendukung ketahanan operasional dan adaptasi dinamika pasar.

Hasil di atas memperkuat daya saing melalui peningkatan objektivitas, ketepatan, dan proaktivitas dalam seleksi serta pengelolaan pemasok, sejalan dengan standar ISO 9001 dan SAFE FoS. Kerangka kerja yang dihasilkan, termasuk *flow process diagram* pada **Gambar 4** dan *structured scorecard* pada **Tabel 7**, tidak hanya menutup kesenjangan sistem evaluasi formal, tetapi juga menjadi fondasi strategis untuk pemulihan berkelanjutan dan efisiensi rantai pasok global. Implementasi SOP (*standard operating procedure*) berbasis temuan ini direkomendasikan untuk memastikan konsistensi dan skalabilitas mekanisme evaluasi di masa depan. Riset mendatang disarankan untuk melakukan integrasi *real-time data analytics* ke dalam mekanisme evaluasi *supplier* berbasis FMCDM–ISM untuk respons adaptif terhadap disrupsi rantai pasok.

5. Daftar Pustaka

- Afrasiabi, A., Tavana, M., & Di Caprio, D. (2022). An extended hybrid fuzzy multi-criteria decision model for sustainable and resilient supplier selection. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(25), 37291–37314. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17851-2>
- Alastal, H., Sharaf, A., Mahmoud, S., Alsaidi, O., & Bahroun, Z. (2025). Integrating Multiple Criteria Decision-Making Techniques in Sustainable Supplier Selection: A Comprehensive Review. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 8(1), 380–400. <https://doi.org/10.31181/dmame8120251243>
- Alkiayat, M. (2021). A Practical Guide to Creating a Pareto Chart as a Quality Improvement Tool. *Global Journal on Quality and Safety in Healthcare*, 4(2), 83–84. <https://doi.org/10.36401/JQSH-21-X1>
- Blom, T., & Niemann, W. (2022). Managing reputational risk during supply chain disruption

- recovery: A triadic logistics outsourcing perspective. *Journal of Transport and Supply Chain Management*, 16. <https://doi.org/10.4102/jtscm.v16i0.623>
- Cheshmberah, M. (2020). Developing an Integrated Framework for Supplier Evaluation based on Relevant Attributes and Performance Measures. *Logistics & Sustainable Transport*, 11(1), 101–113. <https://doi.org/10.2478/jlst-2020-0007>
- Chopra, S., & Meindl, P. (2016). *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation: Global Edition* (6th ed.).
- Dharmadasa, N., De Silva, M. M., Thibbotuwawa, A., Nakayama, T., & Nielsen, I. I. (2023). Using an ISO 9001 Based Framework as a Benchmark to Identify Best Practices Used by Sri Lankan Practitioners when Selecting Suppliers. Dalam A. Burduk, A. Batako, J. Machado, R. Wyczółkowski, K. Antosz, & A. Gola (Ed.), *Advances in Production* (Vol. 790, hlm. 243–254). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-45021-1_18
- Hailiang, Z., Khokhar, M., Islam, T., & Sharma, A. (2023). A model for green-resilient supplier selection: Fuzzy best–worst multi-criteria decision-making method and its applications. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(18), 54035–54058. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25749-4>
- Hong, J., Quan, Y., Tong, X., & Lau, K. H. (2024). A hybrid ISM and fuzzy MICMAC approach to modeling risk analysis of imported fresh food supply chain. *Journal of Business & Industrial Marketing*, 39(2), 124–141.
- International Organization for Standardization. (2015). *ISO 9001:2015 Quality Management Systems—Requirements*. International Organization for Standardization. <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- Mahmoud, M., AL-Kindi, L., & Hady, H. (2018). Applying Fuzzy Multi-Criteria Decision Making and Different Techniques to Solve Multi Objective Project Planning. *Engineering and Technology Journal*, 36(5A), 533–545. <https://doi.org/10.30684/etj.36.5A.9>
- Neely, A., Mills, J., Platts, K., Richards, H., Gregory, M., Bourne, M., & Kennerley, M. (2000). Performance measurement system design: Developing and testing a process-based approach. *International Journal of Operations and Production Management*, 20(10), 1119–1145. <https://doi.org/10.1108/01443570010343708>
- Wang, Y.-J. (2014). A criteria weighting approach by combining fuzzy quality function deployment with relative preference relation. *Applied Soft Computing*, 14, 419–430.
- World Customs Organization. (2021). *SAFE Framework of Standards to Secure and Facilitate Global Trade (SAFE Fos)* [Framework of Standards]. World Customs Organization. https://www.wcoomd.org/en/topics/facilitation/instrument-and-tools/frameworks-of-standards/safe_package.aspx
- Yildizbasi, A., & Ariozy, Y. (2022). Green supplier selection in new era for sustainability: A novel method for integrating big data analytics and a hybrid fuzzy multi-criteria decision making. *Soft Computing*, 26(1), 253–270. <https://doi.org/10.1007/s00500-021-06477-8>