Perbandingan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS dan *Improved* TOPSIS dengan Pembobotan BWM dalam Pemilihan Pemasok Utama Toko Kosmetik X

Comparison of Weighted Scoring Method, TOPSIS *and Improved TOPSIS with BWM-Derived Criteria Weights for Main Supplier Selection at Cosmetic Store X*

Fran Setiawan[1) *], Kevin Kegan[2)]
[1)] Pusat Studi Rantai Pasok, Fakultas Teknologi Rekayasa, Universitas Katolik Parahyangan, Jalan Ciumbuleuit No. 94, Bandung, 40141, Indonesia
[2)]Program Studi Sarjana Teknik Industri, Fakultas Teknologi Rekayasa, Universitas Katolik Parahyangan Jalan Ciumbuleuit No. 94, Bandung, 40141, Indonesia
email: [1) *] fransetiawan@unpar.ac.id, [2)] 2017610118@student.unpar.ac.id

Informasi Artikel
Diterima:
Submitted:
30/05/2026

Diperbaiki:
Revised:
29/09/2026

Disetujui:
Accepted:
08/10/2026

[*)] Fran Setiawan
fransetiawan@unpar.ac.id

DOI:
http://doi.org/10.32502/integrasi.v11i2.2101

Abstrak
Pemilihan pemasok merupakan keputusan strategis yang berpengaruh terhadap keberlangsungan operasional perusahaan. Toko Kosmetik X menghadapi permasalahan pada pemasok utama, terutama tingginya frekuensi *stockout* yang mencapai 47% dari seluruh pemesanan selama satu tahun, sehingga diperlukan evaluasi terhadap alternatif pemasok. Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil pemeringkatan pemasok menggunakan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved* TOPSIS dengan bobot kriteria yang diperoleh menggunakan BWM. Metode-metode tersebut digunakan karena pemilihan pemasok melibatkan sejumlah kriteria dengan tingkat kepentingan dan kinerja alternatif yang berbeda. Penelitian dilakukan terhadap lima alternatif pemasok berdasarkan tujuh kriteria yang diidentifikasi melalui studi literatur dan wawancara, serta menggunakan kuesioner kepada pemilik Toko Kosmetik X untuk memperoleh data pembobotan kriteria dan penilaian pemasok. Hasil BWM menunjukkan bahwa Program Promosi memiliki bobot tertinggi sebesar 0,325, diikuti Tingkat Pembaruan Produk dan Ketersediaan Stok masing-masing sebesar 0,191. Hasil pemeringkatan menunjukkan bahwa ketiga metode secara konsisten menempatkan pemasok C pada peringkat pertama, sedangkan urutan alternatif lainnya berbeda antar metode. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode pemeringkatan yang berbeda dapat menghasilkan urutan alternatif yang berbeda meskipun menggunakan bobot kriteria dan data penilaian yang sama. Berdasarkan hasil penelitian, pemasok C diusulkan sebagai pemasok utama Toko Kosmetik X, sedangkan pemasok D dapat dipertimbangkan sebagai pemasok cadangan untuk mengurangi ketergantungan pada satu pemasok.
Kata kunci: pemilihan pemasok, BWM, TOPSIS, MCDM, ritel kosmetik

Abstract
Supplier selection is a strategic decision that affects the continuity of a company's operations. Cosmetics Store X faces problems with its primary supplier, particularly a high stockout frequency, reaching 47% of all orders placed over one year, indicating the need to evaluate alternative suppliers. This study aims to compare supplier rankings generated using the Weighted Scoring Method, TOPSIS, and Improved TOPSIS, with criteria weights obtained using the BWM. These methods are used because supplier selection involves multiple criteria with different levels of importance and alternative performance. The study evaluates five supplier alternatives based on seven criteria identified through a literature review and interviews, while a questionnaire administered to the owner of Cosmetics Store X was used to obtain criteria weights and supplier ratings. The BWM results show that Promotional Program has the highest weight of 0.325, followed by Product Update Frequency and Stock Availability, each with a weight of 0.191. The ranking results consistently place Supplier C first across all three approaches, while the rankings of the remaining alternatives vary. These

findings demonstrate that different ranking approaches can produce different alternative rankings even when the same criteria weights and supplier ratings are used. Based on the results, Supplier C is proposed as the primary supplier, while Supplier D may be considered as a backup supplier to reduce dependence on a single supplier.
***Keywords**: supplier selection, BWM, TOPSIS, MCDM, cosmetic retail*

©Integrasi Universitas Muhammadiyah Palembang
p-ISSN *2528-7419*
e-ISSN *2654-5551*

Pendahuluan

Persaingan bisnis yang semakin ketat mendorong para pelaku usaha untuk meningkatkan efisiensi operasional serta melakukan perbaikan secara berkelanjutan guna mempertahankan dan mengembangkan usaha. Salah satu sektor yang menunjukkan pertumbuhan positif di Indonesia adalah industri kosmetik. Meningkatnya penggunaan produk kosmetik oleh berbagai kalangan masyarakat turut mendorong perkembangan industri ini. Kondisi tersebut tercermin dari semakin banyaknya merek kosmetik baru yang memasuki pasar. Selain itu, tingginya minat masyarakat terhadap produk kecantikan dan perawatan kulit turut mendukung pertumbuhan industri kosmetik nasional. Proyeksi pertumbuhan pasar kosmetik di Indonesia mencapai 5,91% per tahun dan jumlah pelaku usaha industri kosmetik dan perawatan pribadi meningkat sebesar 20.6% pada tahun 2022 [1]. Data dari Badan Pusat Statistik dan Kementrian Perindustrian menujukkan bahwa nilai konsumsi domestik dari kosmetik mengalami peningkatan dari Rp 8,7 triliun pada tahun 2022 menjadi Rp 10,2 triliun pada tahun 2024 [2]. Salah satu pelaku usaha dalam bidang penjualan produk kosmetik adalah Toko Kosmetik X

Ketersediaan produk yang sesuai dengan kebutuhan pelanggan merupakan salah satu faktor yang memengaruhi kepuasan pelanggan dan reputasi perusahaan. Oleh karena itu, Toko Kosmetik X perlu mengelola aktivitas pengadaan secara efektif, termasuk menentukan pemasok yang berperan strategis dalam mendukung keberlangsungan operasional perusahaan. Pemilihan pemasok merupakan keputusan yang dapat memberikan dampak jangka panjang terhadap perusahaan [3]. Pemasok yang berkualitas mampu menjamin ketersediaan produk, ketepatan waktu pengiriman, serta kualitas layanan yang mendukung keberlangsungan usaha. Pemilihan pemasok yang tidak dilakukan dengan baik dapat mengakibatkan beberapa inefisiensi dalam proses bisnis suatu perusahaan [4]. Pemasok merupakan partner vital ketika suatu usaha ingin mempertahankan posisi dalam pasar yang kompetitif. Pemilihan pemasok harus mempertimbangkan prospek dan kebutuhan perusahaan [5].

Berdasarkan hasil wawancara dengan pemilik Toko Kosmetik X, pemasok A diperkirakan memenuhi sekitar 75% dari total pengadaan barang dagang perusahaan. Apabila pemasok A tidak mampu memenuhi permintaan akibat keterbatasan ketersediaan barang, pengadaan dialihkan kepada pemasok B, C, D, atau E. Selain menjadi pemasok utama, pemasok A dipilih karena menawarkan beberapa keuntungan, antara lain program promosi yang menarik, ketersediaan varian kosmetik terbaru yang lebih cepat, serta kualitas pelayanan yang relatif baik.

Namun, dalam beberapa bulan terakhir, kinerja pemasok A mengalami penurunan. Kondisi tersebut ditunjukkan oleh menurunnya frekuensi pembaruan produk kosmetik terbaru serta meningkatnya frekuensi *stockout*. Berdasarkan data historis perusahaan, dari 36 kali pemesanan kepada masing-masing pemasok selama satu tahun, pemasok A mengalami *stockout* sebanyak 17 kali atau sekitar 47% dari total pemesanan. Persentase tersebut lebih tinggi dibandingkan pemasok B, C, dan D yang masing-masing mengalami *stockout* sebesar 17%, 6%, dan 8%. Kondisi tersebut menyebabkan Toko Kosmetik X perlu melakukan pengadaan dari pemasok alternatif ketika pemasok A tidak dapat

memenuhi kebutuhan barang. Kondisi tersebut mendorong Toko Kosmetik X untuk mengevaluasi kembali pemasok utama yang digunakan. Perusahaan mempertimbangkan apakah akan tetap menjalin kerja sama dengan pemasok A atau beralih kepada pemasok B, C, D, atau E yang dinilai mampu memenuhi kebutuhan perusahaan dengan lebih baik.

Pemilihan pemasok di Toko Kosmetik X dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai faktor yang berkaitan dengan kebutuhan operasional perusahaan, antara lain daya saing harga, ketersediaan produk terbaru, fleksibilitas pembayaran, ketepatan waktu pengiriman, kemudahan retur, tingkat ketersediaan stok, dan layanan pengiriman. Berdasarkan hasil wawancara, masing-masing pemasok memiliki karakteristik, keunggulan, dan keterbatasan yang berbeda sehingga diperlukan metode yang dapat membantu proses pengambilan keputusan secara lebih sistematis.

Peningkatan kompleksitas rantai pasok menjadikan keputusan pemilihan pemasok menjadi suatu keputusan yang kompleks. Pengambil keputusan tidak hanya harus mempertimbangkan faktor kuantitatif tetapi faktor kualitatif, yang seringkali berkonflik satu sama lain. Oleh karena itu, pemilihan pemasok diklasifikasikan sebagai *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) [6]. Konsep MCDM melibatkan evaluasi sejumlah alternatif berdasarkan berbagai kriteria dengan menggunakan pendekatan matematis dan preferensi pengambil keputusan. Keputusan diambil berdasarkan alternatif terbaik setelah mempertimbangkan berbagai kriteria evaluasi [7]. MCDM disukai karena pemilihan pemasok merupakan proses yang kompleks dan melibatkan banyak faktor dan alternatif [8]. Metode MCDM memungkinkan *stakeholders* untuk mempertimbangkan berbagai aspek penting secara bersamaan berdasarkan prioritas dan preferensi para *stakeholder* sendiri dan dapat menangkap interaksi antara berbagai faktor misalnya biaya, kualitas, dan target keberlanjutan [3], [9].

Berbagai metode *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) telah digunakan dalam menyelesaikan permasalahan terkait pengambilan keputusan [10], [11]. Selama beberapa tahun terakhir, BWM telah digunakan secara signifikan sebagai metode yang mampu memberikan hasil yang andal dan relevan dalam mendukung pengambilan keputusan yang optimal [7]. TOPSIS merupakan salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam pemilihan pemasok [9], [12]. TOPSIS dapat mendukung objektivitas, konsistensi, dan efisiensi dalam pengambilan keputusan pemilihan pemasok [6]. Integrasi BWM dan TOPSIS dapat menghasilkan kerangka kerja yang komprehensif untuk mendukung proses pengambilan keputusan [13]. Selain pendekatan tersebut, *Weighted Scoring Method* juga dapat digunakan untuk memeringkat alternatif berdasarkan bobot kriteria dan penilaian alternatif [14].

Penelitian terkait pemilihan pemasok telah banyak dilakukan dengan menggunakan berbagai metode, khususnya TOPSIS, BWM, maupun kombinasi keduanya. Metode BWM memiliki keterbatasan apabila digunakan secara mandiri dalam menyelesaikan permasalahan dunia nyata sehingga perlu dikombinasikan dengan metode MCDM lainnya untuk memperoleh hasil pengambilan keputusan yang lebih baik [15]. Integrasi metode BWM dan TOPSIS mampu memberikan hasil yang lebih akurat dalam proses pemilihan pemasok [16]. Penerapan metode TOPSIS maupun kombinasi BWM–TOPSIS juga telah banyak digunakan pada sektor manufaktur. Beberapa penelitian[3], [6], [8], [17], [18], [19], [20] menerapkan metode tersebut pada berbagai perusahaan manufaktur baik di Indonesia maupun luar negeri untuk mendukung pemilihan pemasok. Selain itu, terdapat penelitian [4], [21] yang menerapkan metode BWM dan TOPSIS dalam pemilihan pemasok pada perusahaan perakitan kapal laut. Di sisi lain, penelitian [22] menerapkan kombinasi BWM dan TOPSIS pada sektor *e-commerce*.

Penerapan metode BWM dan TOPSIS dalam pemilihan pemasok lebih banyak dilakukan pada sektor manufaktur dan industri berskala besar. Namun, berdasarkan penelitian terdahulu yang ditelaah, belum ditemukan penelitian yang secara khusus menerapkan pendekatan tersebut dalam konteks pemilihan pemasok

pada ritel kosmetik. Selain itu, sejauh pengetahuan penulis, belum ditemukan penelitian yang membandingkan hasil pemeringkatan menggunakan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved* TOPSIS dengan menggunakan bobot BWM dan data penilaian pemasok yang sama. Oleh karena itu, penelitian ini membandingkan ketiga pendekatan tersebut dalam menentukan pemasok utama pada Toko Kosmetik X sebagai studi kasus pada bisnis ritel kosmetik di Indonesia. Dari sisi akademik, penelitian ini memberikan bukti empiris mengenai perbedaan hasil pemeringkatan yang dapat dihasilkan oleh pendekatan pemeringkatan yang berbeda ketika menggunakan bobot kriteria dan data penilaian pemasok yang sama. Dari sisi praktis, penelitian ini memberikan dasar pengambilan keputusan bagi Toko Kosmetik X dalam menentukan pemasok utama berdasarkan kriteria yang sesuai dengan kebutuhan perusahaan.

Metode

Penelitian ini dilakukan pada salah satu toko retail kosmetik di Cianjur, Indonesia, yaitu Toko Kosmetik X. Data penelitian diperoleh melalui wawancara dan pengisian kuesioner oleh pemilik Toko Kosmetik X sebagai pengambil keputusan utama dalam pemilihan pemasok. Pemilik dipilih sebagai responden karena memiliki kewenangan dalam menentukan pemasok serta terlibat langsung dalam proses pembelian, pengelolaan persediaan, dan interaksi dengan pemasok. Dengan demikian, penilaian yang diberikan merepresentasikan preferensi pengambil keputusan pada Toko Kosmetik X.

Identifikasi kriteria pemilihan pemasok diawali dengan studi literatur terhadap penelitian terdahulu mengenai pemilihan pemasok pada sektor yang serupa dengan Toko Kosmetik X yaitu *retail consumer goods* [22], [23], [24], [25], [26], [27]. Kriteria yang diperoleh dari studi literatur kemudian digunakan sebagai dasar dalam wawancara dengan pemilik Toko Kosmetik X untuk menentukan kriteria yang relevan dengan kondisi dan kebutuhan operasional toko. Dengan demikian, penentuan kriteria mempertimbangkan hasil penelitian terdahulu serta praktik pengadaan dan kebutuhan aktual Toko Kosmetik X.

Penelitian ini menggunakan BWM untuk menentukan bobot kriteria yang selanjutnya digunakan dalam pemeringkatan alternatif pemasok melalui tiga pendekatan, yaitu *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved*- TOPSIS. BWM digunakan pada tahap awal untuk memperoleh bobot masing-masing kriteria karena membutuhkan jumlah perbandingan yang lebih sedikit dibandingkan beberapa metode pembobotan lainnya serta menyediakan ukuran konsistensi penilaian pengambil keputusan. Bobot optimal diperoleh dengan menyelesaikan model optimasi BWM [15]. Konsistensi penilaian pada BWM dievaluasi menggunakan *consistency ratio* (CR). Nilai CR dibandingkan dengan *consistency threshold* berdasarkan jumlah kriteria dan skala maksimum perbandingan yang digunakan [28]. Nilai CR yang berada di bawah *threshold* menunjukkan tingkat konsistensi yang dapat diterima. Proses perhitungan BWM dilakukan dengan bantuan BWM *Solver* berbasis Microsoft Excel untuk memperoleh bobot kriteria dan nilai CR.

Bobot kriteria hasil BWM selanjutnya digunakan untuk mengevaluasi alternatif pemasok melalui *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved*-TOPSIS. Pada *Weighted Scoring Method*, skor total setiap alternatif diperoleh dengan menjumlahkan hasil perkalian bobot kriteria dan rating kinerja alternatif pada masing-masing kriteria [14]. Sementara itu, TOPSIS dan *Improved*-TOPSIS digunakan untuk menentukan posisi setiap alternatif pemasok berdasarkan kedekatannya terhadap solusi ideal positif dan negatif.

Tahapan TOPSIS yang digunakan dalam penelitian ini meliputi normalisasi matriks keputusan, pembentukan matriks keputusan terbobot, penentuan solusi ideal positif dan solusi ideal negatif, perhitungan jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal, serta perhitungan nilai preferensi. Persamaan yang digunakan pada masing-masing tahapan ditunjukkan pada Persamaan (1) sampai dengan Persamaan (7). Nilai preferensi yang diperoleh kemudian digunakan sebagai dasar dalam

penyusunan peringkat alternatif pemasok [11].

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^{m} x_{ij}^2}} \quad (1)$$

$$y_{ij} = w_j r_{ij} \quad (2)$$

$y_j^+ = \max(y_{ij})$ (3)

$$y_j^- = \min(y_{ij}) \quad (4)$$

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(y_{ij} - y_j^+)^2} \quad (5)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^{n}(y_{ij} - y_j^-)^2} \quad (6)$$

$$V_i = \frac{D_i^-}{(D_i^+ + D_i^-)} \quad (7)$$

Pendekatan *Improved* TOPSIS dilakukan melalui tahapan yang serupa dengan TOPSIS hingga diperoleh nilai jarak terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif. Metode ini menambahkan dua tahapan pemeringkatan, yaitu pengurutan nilai ($P_>$) secara *descending* berdasarkan jarak terhadap solusi ideal negatif serta pengurutan nilai ($P_<$) secara *ascending* berdasarkan jarak terhadap solusi ideal positif. Selanjutnya, dilakukan proses irisan antara kedua hasil pengurutan tersebut ($P = P_> \cap P_<$). Hasil irisan kemudian digunakan sebagai dasar dalam menentukan urutan peringkat alternatif pemasok.

Metode penelitian yang digunakan merupakan kombinasi antara pendekatan kuantitatif dan kualitatif. Informasi kuantitatif diperoleh dari hasil pengisian kuesioner yang digunakan dalam penentuan bobot kriteria serta penilaian alternatif pemasok. sedangkan data kualitatif diperoleh melalui wawancara untuk memahami kondisi bisnis, kebutuhan perusahaan, dan preferensi pengambil keputusan dalam proses pemilihan pemasok.

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan. Tahap pertama adalah identifikasi kriteria pemilihan pemasok melalui studi literatur dan wawancara dengan pemilik Toko Kosmetik X. Tahap berikutnya adalah pengumpulan data pembobotan kriteria dan penilaian alternatif pemasok menggunakan kuesioner. Bobot kriteria kemudian ditentukan menggunakan BWM dan tingkat konsistensi penilaian dievaluasi menggunakan *consistency ratio* (CR). Selanjutnya, alternatif pemasok diperingkat menggunakan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved* TOPSIS. Hasil pemeringkatan dari ketiga pendekatan tersebut kemudian dibandingkan untuk menentukan alternatif pemasok yang diusulkan sebagai pemasok utama Toko Kosmetik X.

Hasil dan Pembahasan

Penentuan Kriteria Pemilihan Pemasok

Tahapan penelitian diawali dengan penentuan pihak yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan, yaitu pemilik Toko Kosmetik X. Selanjutnya dilakukan identifikasi kriteria yang digunakan dalam evaluasi pemasok melalui kombinasi wawancara dengan pemilik toko dan kajian terhadap penelitian terdahulu. Proses ini menghasilkan 7 kriteria yang akan digunakan dalam evaluasi pemasok Toko Kosmetik X. Kriteria-kriteria tersebut dipilih karena dinilai relevan dengan praktik pengadaan dan kebutuhan operasional Toko Kosmetik X. Hasil identifikasi kriteria yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Atribut Evaluasi Pemasok

No.	Nama Kriteria
1	Program Promosi (KA)
2	Tingkat Pembaruan Produk (KB)
3	Skema Pembayaran (KC)
4	*Lead Time* Pengiriman (KD)
5	Kebijakan Retur (KE)
6	Biaya Distribusi (KF)
7	Ketersediaan stok (KG)

Pembobotan kriteria dengan metode BWM

Setelah kriteria ditentukan, tahap selanjutnya adalah melakukan penilaian atas masing-masing kriteria tersebut. Informasi yang diperlukan pada tahap ini diperoleh dari pengambil keputusan, yaitu pemilik Toko Kosmetik X melalui kuesioner. Proses pengumpulan data dilakukan dalam dua tahap yaitu penilaian skala kriteria terbaik dan terburuk dengan kriteria lainnya dan penilaian skala kriteria berdasarkan setiap

alternatif pemasok. Pertama-tama, terlebih dahulu menentukan kriteria yang dianggap paling penting (*best criterion*) dan kriteria yang dianggap paling tidak penting (*worst criterion*). Selanjutnya dilakukan penilaian tingkat preferensi kriteria terbaik terhadap seluruh kriteria lainnya serta tingkat preferensi seluruh kriteria terhadap kriteria terburuk menggunakan skala 1–9. Nilai yang lebih tinggi menunjukkan tingkat kepentingan yang lebih besar dibandingkan kriteria pembanding. Tahap berikutnya adalah memberikan penilaian terhadap setiap alternatif pemasok berdasarkan Program Promosi (KA), Tingkat Pembaruan Produk (KB), Skema Pembayaran (KC), *Lead Time* Pengiriman (KD), Kebijakan Retur (KE), Biaya Distribusi (KF), dan Ketersediaan Stok (KG). Penilaian juga menggunakan skala 1–9, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan bahwa alternatif pemasok memiliki kinerja yang lebih baik pada kriteria yang dievaluasi.

Data hasil penilaian kemudian diolah untuk memperoleh bobot masing-masing kriteria sekaligus mengetahui tingkat kepentingan relatif antar kriteria dalam proses pemilihan pemasok. Perhitungan bobot dilakukan menggunakan metode BWM. Berdasarkan penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan, Program Promosi (KA) ditetapkan sebagai kriteria yang memiliki tingkat kepentingan tertinggi, sedangkan Biaya Distribusi (KF) dipandang sebagai kriteria dengan tingkat kepentingan terendah. Penilaian antara kriteria terbaik dengan kriteria lainnya disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Matriks Perbandingan Kriteria Terbaik terhadap Kriteria Lain

	KA
KA	1
KB	2
KC	4
KD	6
KE	4
KF	7
KG	2

Hasil penilaian skala perbandingan skala terburuk dengan skala skala lainnya ditampilkan pada tabel 3.

Tabel 3. Matriks Perbandingan Kriteria Terburuk terhadap Kriteria Lain

	KF
KA	7
KB	6
KC	3
KD	3
KE	4
KF	1
KG	6

Data hasil perbandingan kriteria selanjutnya digunakan untuk menentukan bobot masing-masing kriteria melalui penyelesaian model optimasi BWM. Bobot yang diperoleh kemudian digunakan dalam proses pemeringkatan alternatif pemasok. Hasil pembobotan kriteria disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai Bobot Untuk Setiap Kriteria

Kriteria	**Nilai Bobot**
KA	0,325
KB	0,191
KC	0,096
KD	0,064
KE	0,096
KF	0,038
KG	0,191

Berdasarkan Tabel 4, Program Promosi (KA) memperoleh bobot tertinggi sebesar 0,325. Tingkat Pembaruan Produk (KB) dan Ketersediaan Stok (KG) menempati posisi berikutnya dengan bobot masing-masing 0,191. Sebaliknya, Biaya Distribusi (KF) memiliki bobot terendah yaitu 0,038.

Bobot kriteria yang diperoleh selanjutnya diverifikasi melalui perhitungan *consistency ratio* (CR) untuk memastikan bahwa penilaian yang diberikan oleh pengambil keputusan tidak mengandung inkonsistensi yang signifikan. Hasil pengujian konsistensi menghasilkan nilai CR sebesar 0,057. Dengan tujuh kriteria dan skala maksimum perbandingan sebesar 7, nilai *consistency threshold* yang digunakan adalah 0,4035 [28]. Nilai CR tersebut berada di bawah *threshold* tersebut, sehingga konsistensi penilaian pengambil keputusan dapat diterima..

Pengurutan Peringkat Menggunakan Metode TOPSIS

Proses pemeringkatan menggunakan TOPSIS diawali dengan penyusunan

matriks penilaian alternatif pemasok. Setiap pemasok dievaluasi berdasarkan tujuh kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya menggunakan skala 1–9. Semakin tinggi nilai yang diberikan, semakin baik kinerja pemasok pada kriteria yang dinilai. Matriks penilaian alternatif pemasok disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. Matriks Penilaian Alternatif Pemasok

Pemasok	KA	KB	KC	KD	KE	KF	KG
A	7	3	5	3	3	5	2
B	5	7	4	5	4	6	5
C	3	7	7	6	8	3	8
D	3	8	6	8	6	3	7
E	7	4	5	7	2	2	2

Matriks penilaian tersebut selanjutnya diolah melalui tahapan normalisasi, pembentukan matriks keputusan ternormalisasi terbobot, serta penentuan solusi ideal positif dan negatif dengan menerapkan persamaan (1)-(4). Jarak setiap alternatif terhadap solusi ideal positif dan negatif kemudian dihitung menggunakan persamaan (5) dan (6) dengan hasil yang disajikan pada tabel 6.

Tabel 6. Jarak Alternatif terhadap Solusi Ideal Negatif dan Positif

Pemasok	Jarak Terhadap Solusi Ideal Negatif (DA^-)	Jarak Terhadap Solusi Ideal Positif (DA^+)
A	0,111	0,128
B	0,095	0,086
C	0,124	0,111
D	0,114	0,113
E	0,112	0,123

Nilai DA^- dan DA^+ kemudian digunakan untuk menghitung nilai preferensi berdasarkan persamaan (7). Hasil perhitungan nilai preferensi dan peringkat alternatif pemasok menggunakan metode TOPSIS disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai Preferensi dan Peringkat Pemasok

Pemasok	Nilai Preferensi	Peringkat
A	0,463	5
B	0,526	2
C	0,527	1
D	0,503	3
E	0,476	4

Pengurutan peringkat Menggunakan Metode Improved TOPSIS

Pemeringkatan alternatif pemasok juga dilakukan menggunakan metode *Improved TOPSIS*. Metode ini menggunakan data penilaian alternatif pemasok dan bobot kriteria yang sama dengan TOPSIS. Perbedaan utama antara kedua metode terletak pada mekanisme penentuan peringkat alternatif. Pada *Improved TOPSIS*, penentuan peringkat mempertimbangkan posisi alternatif terhadap solusi ideal positif dan solusi ideal negatif secara simultan sehingga diharapkan mampu menghasilkan pemeringkatan yang lebih representatif.

Hasil perhitungan menggunakan metode *Improved* TOPSIS menunjukkan bahwa pemasok C memperoleh peringkat tertinggi, diikuti oleh pemasok D, E, A, dan B. Hasil pemeringkatan pemasok menggunakan metode *Improved* TOPSIS disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Hasil Pemeringkatan Pemasok Menggunakan *Improved* TOPSIS

Pemasok	Peringkat
A	4
B	5
C	1
D	2
E	3

Pengurutan Peringkat Menggunakan Weighted Scoring Method

Selain digunakan sebagai input pada metode TOPSIS dan *Improved* TOPSIS, bobot kriteria hasil BWM juga digunakan untuk mengevaluasi alternatif pemasok melalui *weighted scoring method*. Evaluasi dilakukan dengan mengalikan bobot setiap kriteria dengan rating kinerja alternatif pemasok pada kriteria yang bersesuaian, kemudian menjumlahkan seluruh nilai terbobot untuk setiap alternatif. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa pemasok C memperoleh nilai tertinggi, diikuti oleh pemasok D, B, E, dan A. Hasil pemeringkatan tersebut disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Pemeringkatan Pemasok Menggunakan *Weighted Scoring Method*

Pemasok	Peringkat
A	5
B	3
C	1
D	2
E	4

Hasil Pengurutan peringkat pemasok Setiap Pendekatan

Hasil pemeringkatan pemasok menggunakan ketiga pendekatan menunjukkan adanya perbedaan pada beberapa alternatif pemasok. Meskipun demikian, ketiganya secara konsisten menempatkan pemasok C sebagai alternatif terbaik. Hasil perbandingan pemeringkatan pemasok menggunakan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved* TOPSIS disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perbandingan Hasil Pemeringkatan Pemasok

Pemasok	*Weighted Scoring Method*	TOPSIS	*Improved* TOPSIS
A	5	5	4
B	3	2	5
C	1	1	1
D	2	3	2
E	4	4	3

Hasil perbandingan pada Tabel 10 menunjukkan bahwa ketiga pendekatan pemeringkatan menghasilkan urutan alternatif pemasok yang tidak sepenuhnya sama. Pemasok C secara konsisten menempati peringkat pertama pada *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan Improved TOPSIS, sedangkan pemasok A berada pada peringkat kelima dalam dua pendekatan pertama dan peringkat keempat pada *Improve*d TOPSIS. Perbedaan peringkat terlihat terutama pada pemasok B dan D. Pemasok B menempati peringkat ketiga pada *Weighted Scoring Method*, naik ke peringkat kedua pada TOPSIS, tetapi turun ke peringkat kelima pada *Improved* TOPSIS. Sementara itu, pemasok D menempati peringkat kedua pada *Weighted Scoring Method* dan *Improved* TOPSIS, serta peringkat ketiga pada TOPSIS. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan pemeringkatan yang berbeda dapat menghasilkan urutan alternatif yang berbeda meskipun menggunakan bobot kriteria dan data penilaian pemasok yang sama.

Terlepas dari perbedaan tersebut, konsistensi ketiga metode dalam menempatkan pemasok C sebagai alternatif terbaik memberikan indikasi bahwa pemasok tersebut memiliki kinerja yang lebih unggul dan lebih stabil dibandingkan alternatif pemasok lainnya. Oleh karena itu, pemasok C direkomendasikan sebagai pemasok utama bagi Toko Kosmetik X.

Pembahasan

Proses pemilihan pemasok pada Toko Kosmetik X dalam penelitian ini dilakukan menggunakan tiga metode, yaitu BWM-TOPSIS, BWM-*Improved* TOPSIS, dan *Weighted Scoring Method*. Metode BWM digunakan untuk menentukan bobot setiap kriteria karena memiliki efisiensi yang baik dalam jumlah data perbandingan yang diperlukan serta waktu pengisian survei yang relatif lebih singkat dibandingkan beberapa metode pembobotan lainnya. Selain itu, metode BWM juga mampu mengukur tingkat konsistensi penilaian dari pengambil keputusan. Hasil pembobotan menunjukkan bahwa kriteria sistem promosi yang ditawarkan memiliki bobot terbesar dibandingkan kriteria lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa program promosi yang ditawarkan pemasok menjadi salah satu pertimbangan utama bagi Toko Kosmetik X dalam memilih pemasok. Dalam industri retail kosmetik yang memiliki tingkat persaingan cukup tinggi, program promosi seperti potongan harga, *cashback*, bonus produk, maupun *bundling* dapat meningkatkan daya tarik produk dan membantu meningkatkan penjualan. Selain itu, promosi dari pemasok juga dapat membantu perusahaan menjaga daya saing harga di pasar.

Bobot kriteria yang diperoleh dari metode BWM kemudian digunakan dalam proses penentuan ranking pemasok menggunakan metode BWM-TOPSIS, BWM-*Improved* TOPSIS, dan *Weighted Scoring Method*. TOPSIS digunakan untuk mengevaluasi alternatif pemasok berdasarkan kedekatan relatif terhadap

solusi ideal positif dan jaraknya dari solusi ideal negatif. Pendekatan ini memungkinkan penilaian pemasok dengan mempertimbangkan kinerja pada seluruh kriteria, bukan hanya keunggulan pada satu kriteria tertentu. Berdasarkan hasil pemeringkatan, pemasok C menempati peringkat pertama, yang menunjukkan bahwa pemasok tersebut memiliki nilai kedekatan relatif tertinggi dibandingkan alternatif lainnya berdasarkan bobot dan rating yang digunakan dalam penelitian diikuti oleh pemasok B, D, E, dan A.

Penerapan metode BWM-*Improved* TOPSIS menghasilkan urutan pemeringkatan pemasok C, D, E, A, dan B. Berbeda dengan TOPSIS yang menempatkan pemasok B pada peringkat kedua, *Improved* TOPSIS menempatkan pemasok tersebut pada peringkat terakhir. Improved TOPSIS menggunakan konsep *hubungan* irisan dalam membandingkan alternatif, sehingga penilaiannya tidak hanya didasarkan pada kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif dan negatif seperti pada TOPSIS konvensional. Perbedaan mekanisme evaluasi tersebut dapat menghasilkan urutan pemeringkatan yang berbeda meskipun kedua pendekatan menggunakan bobot kriteria dan rating pemasok yang sama.

Weighted Scoring Method menghasilkan urutan peringkat pemasok C, D, B, E, dan A. Pada pendekatan ini, skor total setiap pemasok diperoleh melalui penjumlahan hasil perkalian *rating* kinerja pemasok dengan bobot masing-masing kriteria yang dihasilkan menggunakan BWM. Pemasok C memperoleh skor total tertinggi dan menempati peringkat pertama meskipun tidak memiliki *rating* tertinggi pada seluruh kriteria. Hal ini menunjukkan bahwa rating pemasok C yang lebih rendah pada beberapa kriteria dapat diimbangi oleh *rating* pada kriteria lainnya, sehingga secara keseluruhan pemasok C memperoleh skor terbobot tertinggi berdasarkan bobot dan *rating* yang digunakan dalam penelitian.

Perbedaan peringkat beberapa pemasok menunjukkan bahwa hasil pemeringkatan dipengaruhi oleh mekanisme evaluasi masing-masing pendekatan. *Weighted Scoring Method* menilai pemasok berdasarkan skor total terbobot, TOPSIS berdasarkan kedekatan relatif terhadap solusi ideal positif dan negatif, sedangkan *Improved* TOPSIS menggunakan hubungan dominasi antar-alternatif. Oleh karena itu, ketiga pendekatan dapat menghasilkan urutan pemasok yang berbeda meskipun menggunakan bobot kriteria dan *rating* pemasok yang sama. Meskipun ketiga pendekatan menghasilkan perbedaan urutan pada beberapa pemasok, ketiganya secara konsisten menempatkan pemasok C pada peringkat pertama. Kesamaan hasil tersebut menjadi dasar pertimbangan bagi Toko Kosmetik X dalam memilih pemasok C sebagai pemasok utama berdasarkan bobot kriteria dan rating pemasok yang digunakan dalam penelitian.

Usulan dan Managerial Insight untuk Toko Kosmetik X

Permasalahan utama yang dihadapi oleh Toko Kosmetik X saat ini adalah penurunan performansi pemasok A yang selama ini menjadi pemasok utama perusahaan. Penurunan performansi tersebut ditunjukkan oleh meningkatnya frekuensi *stockout* produk, sistem retur barang yang kurang menguntungkan bagi pihak Toko Kosmetik X, serta lambatnya pembaruan varian kosmetik terbaru. Kondisi tersebut berpotensi menurunkan kepuasan pelanggan dan daya saing Toko Kosmetik X, terutama pada industri retail kosmetik yang memiliki perubahan tren produk yang relatif cepat.

Berdasarkan hasil pemeringkatan ketiga pendekatan, pemasok C diusulkan sebagai pemasok utama Toko Kosmetik X. Usulan ini didasarkan pada hasil penilaian pemasok menggunakan bobot kriteria yang mencerminkan preferensi pengambil keputusan. Meskipun pemasok C tidak memiliki kinerja tertinggi pada seluruh kriteria, pemasok tersebut menempati peringkat pertama pada ketiga pendekatan pemeringkatan yang digunakan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemasok C memiliki keunggulan terutama pada aspek operasional yang dianggap penting oleh Toko Kosmetik X. Berdasarkan data historis perusahaan, frekuensi *stockout* pada pemasok C hanya sebesar 6% per tahun, sedangkan pemasok A mencapai 47% per tahun. Selain itu, pemasok C melakukan pembaruan varian

produk kosmetik terbaru setiap 1–2 minggu sekali, sedangkan pemasok A membutuhkan waktu lebih dari satu bulan. Sistem retur barang yang dimiliki pemasok C juga dinilai lebih menguntungkan karena pemasok bertanggung jawab penuh terhadap barang cacat yang dikirimkan. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemasok C memiliki tingkat reliabilitas operasional yang lebih baik dalam menjaga kontinuitas pasokan dan responsivitas terhadap perubahan tren produk kosmetik. Pemasok C diharapkan dapat membantu Toko Kosmetik X menjaga ketersediaan produk dan merespon perubahan tren kosmetik dengan lebih cepat apabila ditetapkan sebagai pemasok utama.

Meskipun memiliki keunggulan operasional, pemasok C menawarkan program promosi yang kurang menarik dibandingkan pemasok A. Pemasok A menawarkan *cashback* sebesar 5% dengan minimum pembelian 10 juta rupiah serta program bundling produk, sedangkan pemasok C menawarkan *cashback* sebesar 2% dengan minimum pembelian yang sama. Selain itu, biaya pengiriman dari pemasok C masih ditanggung oleh Toko Kosmetik X, sedangkan biaya pengiriman dari pemasok A ditanggung oleh pemasok. Perbedaan tersebut perlu menjadi perhatian dalam mempertimbangkan biaya pembelian dan pengiriman ketika beralih ke pemasok C. Adanya kekurangan ini menunjukkan bahwa pemasok terbaik tidak selalu merupakan pemasok yang unggul pada seluruh kriteria. Pemasok C tetap terpilih sebagai pemasok terbaik karena memiliki performansi yang lebih baik dan lebih seimbang pada beberapa kriteria yang dianggap lebih penting oleh pengambil keputusan, terutama pada aspek reliabilitas operasional pemasok.

Perbedaan hasil ranking pada beberapa pemasok menunjukkan bahwa setiap metode pengambilan keputusan memiliki mekanisme evaluasi yang berbeda dalam membandingkan alternatif pemasok. Pemasok seperti B, D, dan E memiliki performansi yang cenderung menunjukkan *trade-off* antar kriteria sehingga posisi peringkat yang dihasilkan dapat berubah tergantung pada metode evaluasi yang digunakan. Namun demikian, seluruh metode tetap menghasilkan keputusan yang konsisten terhadap pemasok terbaik, yaitu pemasok C. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan beberapa metode MCDM dapat membantu meningkatkan keyakinan pengambil keputusan dalam menentukan alternatif pemasok utama.

Oleh karena itu, Toko Kosmetik X disarankan untuk melakukan pengalihan pemasok utama dari pemasok A ke pemasok C secara bertahap. Saat ini Toko Kosmetik X memiliki 14 merek produk yang dipasok oleh pemasok A dengan jumlah variasi produk yang berbeda-beda. Proses pengalihan dapat dilakukan dengan terlebih dahulu melakukan pemesanan sebagian merek produk kepada pemasok C. Apabila selama masa transisi tidak ditemukan kendala yang signifikan, maka pengalihan dapat dilanjutkan secara bertahap hingga seluruh kebutuhan produk dipasok oleh pemasok C. Strategi pengalihan secara bertahap ini penting untuk meminimalkan risiko gangguan operasional apabila terjadi permasalahan selama proses transisi pemasok.

Selain pengalihan pemasok secara bertahap, langkah lain yang dapat dipertimbangkan oleh Toko Kosmetik X adalah melakukan negosiasi dan membangun kerja sama jangka panjang dengan pemasok C. Negosiasi dapat difokuskan pada perbaikan sistem promosi dan biaya pengiriman untuk mengurangi kelemahan pemasok C pada kedua kriteria tersebut. Mengingat Toko Kosmetik X sering melakukan pembelian dalam jumlah besar, perusahaan dapat mengajukan peningkatan program promosi maupun skema pembagian biaya pengiriman dengan pemasok C. Dengan demikian, Toko Kosmetik X tidak hanya memperoleh pemasok dengan performansi operasional yang lebih baik, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi biaya dan daya saing perusahaan secara keseluruhan.

Selain mengusulkan pemasok C sebagai pemasok utama, Toko Kosmetik X dapat mempertimbangkan pemasok D sebagai pemasok cadangan untuk mengurangi ketergantungan pada satu pemasok. Pemasok D menempati posisi yang relatif tinggi dalam hasil pemeringkatan ketiga pendekatan sehingga dapat menjadi alternatif yang dipertimbangkan apabila terjadi kendala

pasokan dari pemasok C. Namun, sebelum ditetapkan sebagai pemasok cadangan, kemampuan pemasok D dalam memenuhi kebutuhan produk dan jumlah pesanan toko perlu dipastikan terlebih dahulu. Strategi penggunaan pemasok cadangan penting diterapkan pada industri retail kosmetik karena tingginya perubahan tren produk dan kebutuhan kontinuitas ketersediaan barang. Ketergantungan terhadap satu pemasok utama dapat meningkatkan risiko *stockout* dan kehilangan peluang penjualan apabila terjadi gangguan pada pemasok tersebut.

Oleh karena itu, selain menjadikan pemasok C sebagai pemasok utama, Toko Kosmetik X juga dapat mempertahankan kerja sama terbatas dengan pemasok lain sebagai bagian dari strategi mitigasi risiko *supply chain*. Strategi ini memungkinkan perusahaan memiliki fleksibilitas apabila terjadi gangguan pasokan, perubahan harga, ataupun keterlambatan pengiriman dari pemasok utama.

Simpulan

Penelitian ini membandingkan hasil pemeringkatan lima alternatif pemasok menggunakan *Weighted Scoring Method*, TOPSIS, dan *Improved* TOPSIS dengan bobot kriteria yang diperoleh melalui BWM. Ketiga pendekatan menghasilkan perbedaan urutan pada beberapa alternatif pemasok, tetapi secara konsisten menempatkan pemasok C pada peringkat pertama. Temuan ini menunjukkan bahwa pendekatan pemeringkatan yang berbeda dapat memberikan hasil yang tidak sepenuhnya sama meskipun menggunakan bobot kriteria dan data penilaian pemasok yang sama. Berdasarkan hasil tersebut, pemasok C diusulkan sebagai pemasok utama Toko Kosmetik X.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena hanya melibatkan satu pengambil keputusan pada satu objek studi kasus, sehingga hasil pembobotan kriteria dan pemeringkatan pemasok mencerminkan preferensi pengambil keputusan serta kondisi Toko Kosmetik X dan belum dapat digeneralisasikan pada konteks ritel kosmetik secara luas. Selain itu, penelitian ini belum melakukan analisis sensitivitas untuk mengevaluasi perubahan hasil pemeringkatan akibat perubahan bobot kriteria atau rating pemasok. Usulan pemilihan pemasok C juga belum diterapkan, sehingga dampaknya terhadap kinerja operasional toko belum dapat dievaluasi. Penelitian selanjutnya dapat melibatkan lebih banyak pengambil keputusan dan objek penelitian, melakukan analisis sensitivitas, serta mengevaluasi dampak penerapan usulan pemilihan pemasok terhadap kinerja operasional objek penelitian.

Daftar Pustaka

[1] N. Nawiyah, R. C. Kaemong, M. A. Ilham, and F. Muhammad, “Penyebab Pengaruhnya Pertumbuhan Pasar Indonesia Terhadap Produk Skin Care Lokal Pada Tahun 2022,” *ARMADA J. Penelit. Multidisiplin*, vol. 1, no. 12, pp. 1390–1396, Dec. 2023, doi: 10.55681/armada.v1i12.1060.

[2] P. Rahmadani, M. T. Nugroho, and E. Putri, “Menentukan Strategi Marketing Mix Terbaik Dalam Meningkatkan Volume Penjualan Produk Kosmetik: Studi Ahp Pada Toko Barokah Cosmetic Subang, Jawa Barat,” *J. Tadbir Perad.*, vol. 5, no. 3, pp. 368–380, Sep. 2025.

[3] T. E. Saputro, Z. H. A. M. Khusna, and S. K. Dewi, “Sustainable Supplier Selection and Order allocation using Integrating AHP-TOPSIS and Goal Programming,” *J. Tek. Ind.*, vol. 24, no. 2, pp. 141–156, Aug. 2023, doi: 10.22219/JTIUMM.Vol24.No2.141-156.

[4] D. D. Vavanoli, D. P. Sari, and H. Suliantoro, “An Integrated AHP–TOPSIS Model for Evaluating and Selecting Ship Docking Material Suppliers,” *J. Tek. Ind.*, vol. 12, no. 1, 2026.

[5] B. Masoomi, I. G. Sahebi, M. Fathi, F. Yıldırım, and S. Ghorbani, “Strategic supplier selection for renewable energy supply chain under green capabilities (fuzzy BWM-WASPAS-COPRAS approach),” *Energy Strategy Rev.*, vol. 40, p. 100815, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.esr.2022.100815.

[6] S. N. Aisyah, V. S. Gunawan, and A. H. El-Sayed, “Decision Support System

for Supplier Selection Using TOPSIS Method," *RESWARA J. Ris. Ilmu Tek.*, vol. 2, no. 4, pp. 151–158, Oct. 2024, doi: 10.70716/reswara.v2i4.381.

[7] D. Pamučar, F. Ecer, G. Cirovic, and M. A. Arlasheedi, "Application of Improved Best Worst Method (BWM) in Real-World Problems," *Mathematics*, vol. 8, no. 8, p. 1342, Aug. 2020, doi: 10.3390/math8081342.

[8] Y. Alkolid, V. R. B. Kurniawan, S. Ma'arif, N. Z. Zaibidi, and N. A. Othman, "Green-based supplier selection using BWM and VIKOR methods in the Indonesian manufacturing sector," *J. Eng. Appl. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 78–86, Sep. 2023, doi: 10.21831/jeatech.v4i2.62852.

[9] Q. Shao, S. Liu, J. Lin, J. J. H. Liou, and D. Zhu, "Green Supplier Evaluation in E-Commerce Systems: An Integrated Rough-Dombi BWM-TOPSIS Approach," *Systems*, vol. 13, no. 9, p. 731, Aug. 2025, doi: 10.3390/systems13090731.

[10] M. R. Asadabadi, "The stratified multi-criteria decision-making method," *Knowl.-Based Syst.*, vol. 162, pp. 115–123, Dec. 2018, doi: 10.1016/j.knosys.2018.07.002.

[11] C.-D. Petru, R.-E. Breaz, S.-G. Racz, M. Crenganiș, C.-E. Gîrjob, and P. Drașovean, "Decision support methodology for the selection of industrial robots using BWM and TOPSIS methods," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 242, pp. 43–50, 2024, doi: 10.1016/j.procs.2024.08.227.

[12] L. S. Marita, K. Indriani, L. Mazia, and A. Christian, "Comparison of Multi Criteria Decision Making Method (WP, SAW & TOPSIS) for best supplier selection.," *Semnasif 2021*, 2021.

[13] P. Trivedi, J. Shah, R. Čep, L. Abualigah, and K. Kalita, "A Hybrid Best-Worst Method (BWM)—Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) Approach for Prioritizing Road Safety Improvements," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 30054–30065, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3368395.

[14] M. Cieśla, "Aluminium Supplier Selection For The Automotive Parts Manufacturer," *METABK*, vol. 55, no. 2, pp. 237–240, 2016.

[15] J. Rezaei, "Best-worst multi-criteria decision-making method," *Omega*, vol. 53, pp. 49–57, Jun. 2015, doi: 10.1016/j.omega.2014.11.009.

[16] M. Dachyar and A. K. Maharani, "Supplier Evaluation and Segmentation in Cheese Company Using Best-Worst Method and TOPSIS," *Proc. Int. Conf. Ind. Eng. Oper. Manag.*, 2019.

[17] M. N. Ince, C. Tasdemir, and R. Gazo, "Lean and Sustainable Supplier Selection in the Furniture Industry," *Sustainability*, vol. 15, no. 22, p. 15891, Nov. 2023, doi: 10.3390/su152215891.

[18] A. Amini, A. Alinezhad, and D. Gharakhani, "A Hybrid Method using MODM and BWM for Supplier Assessment under Uncertainty," *Int. J. Ind. Eng. Prod. Res.*, vol. 35, no. 2, Jun. 2024, doi: 10.22068/ijiepr.35.2.2004.

[19] A. Ulutaș, A. Topal, D. Pamučar, Ž. Stević, D. Karabašević, and G. Popović, "A New Integrated Multi-Criteria Decision-Making Model for Sustainable Supplier Selection Based on a Novel Grey WISP and Grey BWM Methods," *Sustainability*, vol. 14, no. 24, p. 16921, Dec. 2022, doi: 10.3390/su142416921.

[20] K. Govindan, Aditi, A. Kaul, J. D. Darbari, and P. C. Jha, "Analysis of supplier evaluation and selection strategies for sustainable collaboration: A combined approach of best–worst method and TOmada de Decisao Interativa Multicriterio," *Bus. Strategy Environ.*, vol. 32, no. 7, pp. 4426–4447, Nov. 2023, doi: 10.1002/bse.3374.

[21] S. R. W. Pribadi, B. Santosa, B. Wirjodirdjo, E. Widodo, S. Widjaja, and T. Putranto, "A Risk-Integrated Supplier Selection Framework for Shipbuilding Materials: A Hybrid BWM–TOPSIS Approach," *Logistics*, vol. 10, no. 2, p. 45, Feb. 2026, doi: 10.3390/logistics10020045.

[22] F. M. U. Hasiani, T. Haryanti, R. Rinawati, and L. Kurniawati, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Supplier Produk Ritel dengan Metode

Analytical Hierarchy Process," *SISTEMASI*, vol. 10, no. 1, p. 139, Jan. 2021, doi: 10.32520/stmsi.v10i1.1125.

[23] R. I. Handayani and Y. Darmianti, "Pemilihan Supplier Bahan Baku Bangunan Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Pada Pt. Cipta Nuansa Prima Tangerang," *J. Techno Nusa Mandiri*, vol. 14, no. 1–8, 2017.

[24] R. A. Prahastuti, J. Hutabarat, and D. I. Laksmana, "Penentuan Bobot Kriteria Pemilihan Alternatif Online-Shop dalam Memasarkan Produk Kosmetik dengan Menggunakan Analytical Hierarchy Process (AHP)," *J. Teknol. DAN Manaj. Ind.*, vol. 6, no. 2, pp. 30–35, Jan. 2021, doi: 10.36040/jtmi.v6i2.3186.

[25] Walailak Atthirawong, "Application of TOPSIS Method to Green Supplier Selection for a Thai OTOP Producer," *Curr. Appl. Sci. Technol.*, vol. 20, p. 144155, 2020, doi: 10.14456/CAST.2020.4.

[26] D. K. Devi and A. Wardhana, "Analysis and Design of the Best Suppliers Selection Case Study: Department Store Kopetri with the Ahp and Topsis Methods," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 7, no. 6, pp. 109–120, 2018.

[27] M. Oroojeni Mohammad Javad, M. Darvishi, and A. Oroojeni Mohammad Javad, "Green supplier selection for the steel industry using BWM and fuzzy TOPSIS: A case study of Khouzestan steel company," *Sustain. Futur.*, vol. 2, p. 100012, 2020, doi: 10.1016/j.sftr.2020.100012.

[28] F. Liang, M. Brunelli, and J. Rezaei, "Consistency issues in the best worst method: Measurements and thresholds," *Omega*, vol. 96, p. 102175, Oct. 2020, doi: 10.1016/j.omega.2019.102175.