

Pemilihan Pemasok Bahan Makanan pada Kafetaria Universitas XYZ: Penerapan Metode MARCOS untuk Keputusan Multikriteria

George Morris William Tangka ^{1*}, Raissa Camila Maringka ², Erienika Meiling Lompoliu ³

¹ Universitas Klabat, Sistem Informasi; Manado, Sulawesi Utara, Indonesia; e-mail : gtangka@unklab.ac.id

² Universitas Klabat, Informatika; Manado, Sulawesi Utara, Indonesia; e-mail : raissam@unklab.ac.id

³ Universitas Klabat, Manajemen; Manado, Sulawesi Utara; e-mail : erienika.lompoliu@unklab.ac.id

* Corresponding Author: gtangka@unklab.ac.id

Abstract: The cafeteria of XYZ University serves as an essential service hub for students, especially dormitory residents, so the selection of food suppliers must systematically consider quality, food safety, delivery reliability, service, and cost. This study aims to formulate a transparent and replicable multi-criteria decision-making model for selecting food suppliers for a university cafeteria. Five criteria are used in the evaluation, namely quality and freshness (C1), delivery reliability (C2), compliance with food safety standards (C3), service responsiveness (C4), and price (C5), applied to four supplier alternatives (Alpha, Beta, Gamma, Delta). The criteria weights are determined based on expert judgments and normalized so that their sum equals one. The MARCOS method is implemented through six main stages: construction of the decision matrix, determination of ideal and anti-ideal alternatives, normalization according to criteria type, weighting, calculation of aggregate scores, and computation of utility degrees relative to the ideal and anti-ideal conditions. The results show the final ranking $\text{Alpha} > \text{Gamma} > \text{Beta} > \text{Delta}$, with Alpha having the highest utility value and Delta the lowest. Sensitivity analysis with moderate variations in the weights indicates that the ranking remains stable, suggesting that the decision is robust against reasonable changes in policy preferences. In practical terms, the proposed model provides a numerical framework that is easy to audit and communicate to non-technical stakeholders, and can serve as a basis for procurement policy formulation and periodic evaluation of supplier performance in university cafeteria settings.

Keywords: Food Procurement; MCDM; MARCOS; Supplier Selection; University.

Received: May 13, 2025

Revised: July 30, 2025

Accepted: September 14, 2025

Published: November 22, 2025

Curr. Ver.: November 22, 2025



Hak cipta: © 2025 oleh penulis.
Diserahkan untuk kemungkinan
publikasi akses terbuka
berdasarkan syarat dan ketentuan
lisensi Creative Commons
Attribution (CC BY SA) (
<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Abstrak: Kafetaria Universitas XYZ berperan sebagai simpul layanan esensial bagi mahasiswa, khususnya penghuni asrama, sehingga pemilihan pemasok bahan makanan harus mempertimbangkan aspek kualitas, keamanan pangan, keandalan pengiriman, layanan, dan biaya secara terstruktur. Penelitian ini bertujuan merumuskan model pengambilan keputusan multikriteria yang transparan dan replikatif untuk memilih pemasok bahan makanan kafetaria universitas. Lima kriteria digunakan dalam evaluasi, yaitu kualitas & kesegaran (C1), keandalan pengiriman (C2), kepatuhan keamanan pangan (C3), respons layanan (C4), dan harga (C5), terhadap empat alternatif pemasok (Alpha, Beta, Gamma, Delta). Bobot kriteria ditetapkan berdasarkan penilaian pakar dan dinormalisasi sehingga jumlah bobot sama dengan satu. Metode MARCOS diterapkan melalui enam tahap utama: penyusunan matriks keputusan, pembentukan alternatif ideal dan anti-ideal, normalisasi sesuai tipe kriteria, pembobotan, perhitungan skor agregat, dan penentuan derajat utilitas relatif terhadap kondisi ideal dan anti-ideal. Hasil menunjukkan urutan peringkat akhir $\text{Alpha} > \text{Gamma} > \text{Beta} > \text{Delta}$, dengan Alpha memiliki nilai utilitas tertinggi dan Delta terendah. Analisis sensitivitas dengan variasi bobot moderat menunjukkan peringkat yang stabil, sehingga keputusan dinilai robust terhadap perubahan preferensi kebijakan yang wajar. Secara praktis, model ini menyediakan kerangka numerik yang mudah diaudit dan dikomunikasikan kepada pemangku kepentingan non-teknis, serta dapat dijadikan dasar

penyusunan kebijakan pengadaan dan evaluasi berkala kinerja pemasok kafetaria di lingkungan perguruan tinggi.

Keywords: MARCOS; MCDM; Pemilihan Pemasok; Pengadaan Pangan; Universitas.

1. Pendahuluan

Kafetaria Universitas XYZ berperan sebagai simpul layanan esensial bagi sivitas akademika—terutama penghuni asrama—dengan kewajiban memenuhi standar mutu, keamanan pangan, keandalan logistik, respons layanan, serta efisiensi biaya. Dokumen peraturan dan panduan kemahasiswaan menegaskan tersedianya layanan makan terjadwal, tata tertib konsumsi di area kampus, serta standar perilaku dan higienitas di lingkungan kampus (Universitas Klabat, 2024a, 2024b). Pada saat yang sama, berbagai panduan global menekankan peran kunci keamanan pangan dan penerapan prinsip higiene dalam mencegah kejadian penyakit bawaan makanan (Codex Alimentarius Commission, 2020; World Health Organization, 2022, 2024).

Selain sebagai fasilitas utama bagi mahasiswa, layanan kafetaria juga mendukung kelancaran kegiatan resmi kampus, misalnya konferensi, kegiatan akademik terjadwal, dan aktivitas kemahasiswaan yang membutuhkan layanan konsumsi terorganisasi. Infrastruktur kampus mendokumentasikan keberadaan kantin/kafetaria sebagai bagian integral dari fasilitas pendukung kehidupan mahasiswa, di mana fungsi layanan makan tidak hanya bersifat komersial tetapi juga sosial dan akademik (Universitas Klabat, 2024b).

Literatur kesehatan dan keperawatan pendidikan menunjukkan bahwa praktik higiene pangan dan sanitasi kantin di lingkungan universitas berpengaruh langsung terhadap status kesehatan dan risiko kejadian penyakit bawaan makanan; temuan ini menegaskan perlunya standar pemasok yang ketat dan pengawasan berkala atas rantai pasok pangan kampus (Gerungan & Katuuk, 2023; Rahmiwati et al., 2025; Rohin et al., 2024). Studi lain juga menggarisbawahi pentingnya pengetahuan dan perilaku safe food handling pada pengelola kantin universitas dan perlunya pelatihan berkelanjutan (Charlesworth & Mullan, 2023; Mahunu et al., 2024).

Objek penelitian ini adalah pemilihan pemasok bahan makanan bagi kafetaria Universitas XYZ berdasarkan sekumpulan kriteria manfaat dan biaya yang relevan, meliputi kualitas & kesegaran, keandalan pengiriman, kepatuhan keamanan pangan, respons layanan, dan harga. Dalam lima tahun terakhir, komunitas Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) menonjolkan pendekatan yang menghasilkan keluaran mudah diinterpretasi oleh pemangku kepentingan non-teknis, khususnya ukuran “kedekatan ke kondisi ideal” (Demir et al., 2024; Wang et al., 2024).

Terkait metode yang telah digunakan, studi mutakhir dalam seleksi pemasok mengadopsi variasi teknik—termasuk MARCOS dan pengembangannya—yang memetakan alternatif terhadap titik referensi ideal (AI) dan anti-ideal (AAI), menormalkan sesuai tipe kriteria, mengagregasi skor tertimbang, dan menurunkan derajat utilitas sebagai dasar perankingan (Stević et al., 2020; Badi & Pamucar, 2020; Abdulla et al., 2023; Wang et al., 2024). Kelebihan pendekatan ini antara lain keluaran utilitas yang terinterpretasi sebagai “kedekatan ke ideal”, struktur komputasi yang relatif sederhana, dan kemudahan uji sensitivitas; sedangkan

kelemahannya terutama terkait sensitivitas pada bobot/penilaian ketika kualitas data ahli terbatas (Demir et al., 2024; Elma et al., 2024).

Berangkat dari kebutuhan praktis kafetaria Universitas XYZ—yakni menjaga mutu dan keamanan pangan sembari memastikan keandalan logistik dan efisiensi biaya—permasalahan penelitian yang diangkat ialah: bagaimana menyusun model pengambilan keputusan yang transparan, replikatif, dan komunikatif untuk menyeleksi pemasok bahan makanan kafetaria kampus di bawah kriteria manfaat dan biaya yang beragam.

Sebagai solusi yang diusulkan, makalah ini menerapkan MARCOS (Measurement of Alternatives and Ranking according to COmpromise Solution). MARCOS memperluas matriks keputusan dengan AI/AAI, menormalkan nilai menurut tipe kriteria, mengagregasi skor tertimbang, lalu menghitung utilitas relatif terhadap kedua acuan untuk memperoleh nilai utilitas akhir yang menjadi dasar peringkat (Stević et al., 2020; Stanković et al., 2020). Untuk memastikan robustness, dilakukan analisis sensitivitas bobot dalam rentang variasi moderat yang wajar pada konteks kebijakan kampus (Demir et al., 2024; Wang et al., 2024; Muni et al., 2024).

Kontribusi makalah ini adalah: (1) merumuskan model MARCOS end-to-end yang terdokumentasi jelas untuk konteks kafetaria Universitas XYZ; (2) menyediakan template perhitungan replikatif (tabel dan langkah matematis) yang memudahkan audit dan adopsi; (3) menyajikan analisis sensitivitas bobot untuk memeriksa stabilitas peringkat; dan (4) menawarkan narasi interpretatif tentang kontribusi kriteria terhadap utilitas akhir agar hasil mudah dikomunikasikan kepada pemangku kepentingan kampus. Susunan isi makalah: Bagian 2 memaparkan kajian pustaka dan pengembangan metode MCDM terkait; Bagian 3 menguraikan metode dan formulasi MARCOS serta rancangan sensitivitas; Bagian 4 menyajikan hasil perhitungan dan perankingan pemasok; Bagian 5 membandingkan pendekatan ini dengan teknologi terkini; dan Bagian 6 menyimpulkan serta mengusulkan arah penelitian lanjutan.

2. Kajian Pustaka atau Penelitian Terkait

Bagian ini harus memuat penjelasan mengenai perkembangan terkini (state-of-the-art). Penjelasan dapat disajikan dalam beberapa cara. Pertama, Anda dapat membahas beberapa penelitian terkait, baik yang berkaitan dengan objek, metode, maupun hasilnya. Dari pembahasan tersebut, Anda dapat mengidentifikasi serta menekankan kesenjangan atau perbedaan antara penelitian Anda dengan penelitian sebelumnya. Cara kedua adalah dengan menggabungkan teori dengan literatur terkait, kemudian menjelaskan setiap teori dalam subbab tersendiri.

2.1. Kerangka MCDM kontemporer untuk seleksi pemasok

Dalam periode 5 tahun terakhir, riset seleksi pemasok bergeser ke pendekatan MCDM yang menekankan interpretabilitas “kedekatan ke kondisi ideal”, dukungan sensitivity analysis, serta kemudahan replikasi (Demir et al., 2024). Di antara metode yang menonjol, MARCOS banyak diadopsi lintas domain karena alurnya yang transparan dan skalanya yang mudah dijelaskan kepada pemangku kepentingan, terutama ketika kriteria mencampur indikator manfaat dan biaya (Stević et al., 2020; Demir et al., 2024).

Di saat yang sama, literatur menyoroti kebutuhan bridging antara ketelitian matematis dan keterbacaan hasil bagi pengambil keputusan non-teknis. Rangkaian studi terbaru menunjukkan praktik umum menggabungkan penimbang objektif atau teknik pembelajaran data untuk meningkatkan objektivitas sebelum agregasi multi-kriteria, sambil mempertahankan keluaran yang komunikatif dalam bentuk utilitas atau indeks kedekatan terhadap kondisi ideal (Demir et al., 2024; Wang et al., 2024).

2.2. MARCOS: prinsip, variasi, dan keunggulan

Secara inti, MARCOS menambahkan alternatif ideal (AI) dan anti-ideal (AAI) ke matriks keputusan, melakukan normalisasi sesuai tipe kriteria (manfaat/biaya), pembobotan, dan agregasi skor, lalu menghitung derajat utilitas terhadap AAI dan AI untuk memperoleh nilai utilitas akhir (Stević et al., 2020). Mekanisme ini memberikan skala yang langsung merefleksikan kedekatan alternatif ke kondisi ideal sekaligus menjamin konsistensi naratif antara langkah matematis dan interpretasi manajerial (Stević et al., 2020).

Tinjauan mutakhir menegaskan tiga keunggulan utama MARCOS: (i) struktur komputasi sederhana namun formal, (ii) kompatibilitas tinggi dengan berbagai skema pembobotan—subjektif, objektif, maupun hibrida—dan (iii) performa stabil pada beragam skenario dan studi kasus (Demir et al., 2024). Variasi lanjutannya banyak mengeksplorasi fuzzy extensions dan integrasi dengan penimbang berbasis informasi untuk mengatasi ketidakpastian dan korelasi antar kriteria (Demir et al., 2024; Wang et al., 2024).

2.3. Penentuan bobot kriteria mutakhir

Dalam lima tahun terakhir, dua arus penimbang mendominasi: penimbang objektif berbasis informasi (mis. CRITIC) dan penimbang berbasis data/pembelajaran mesin. Pada seleksi pemasok pangan berkelanjutan, kombinasi Pythagorean fuzzy CRITIC–MARCOS efektif menangani ketidakpastian penilaian sekaligus menghasilkan peringkat yang konsisten di bawah kriteria kualitas, keandalan, biaya, dan keberlanjutan (Wang et al., 2024). Integrasi ini mengurangi bias subjektif tanpa menghilangkan konteks kebijakan yang diakomodasi melalui parameter fuzzy (Wang et al., 2024).

Pada jalur lain, ML+MARCOS memanfaatkan feature importance dari model interpretable (seperti pohon keputusan atau gradient boosting) untuk menurunkan bobot yang lebih objektif sebelum perankingan dengan MARCOS (Abdulla et al., 2023). Pendekatan ini terbukti menaikkan akurasi dan explainability sekaligus menjaga transparansi proses, sebab bobot dapat dilacak kembali ke kontribusi fitur yang terukur (Abdulla et al., 2023).

2.4. Aplikasi MARCOS pada seleksi pemasok pangan

Studi terkini menunjukkan bahwa pada konteks pangan, indikator kualitas/keamanan, ketepatan waktu pengiriman, dan biaya menjadi determinan kuat utilitas akhir; integrasi (fuzzy)-MARCOS dengan penimbang objektif membantu menjaga keputusan tetap robust di bawah variasi skenario (Wang et al., 2024). Formulasi ini relevan ketika organisasi membutuhkan bukti numerik yang dapat diaudit untuk mempertanggungjawabkan keputusan pengadaan (Wang et al., 2024).

Selain itu, penelitian lintas industri memperlihatkan bahwa MARCOS relatif mudah diadaptasi untuk domain pangan yang memerlukan kepatuhan regulasi dan standar mutu yang ketat. Penggunaan scenario testing (mis. perubahan prioritas kriteria saat periode puncak layanan) memperkaya analisis sensitivitas, memperlihatkan batas stabilitas peringkat dan mendorong praktik pengadaan yang proaktif (Abdulla et al., 2023; Wang et al., 2024).

2.5. Konteks kafetaria pendidikan tinggi: higiene pangan & implikasi pemasok

Literatur pada lingkungan universitas menegaskan bahwa pengetahuan dan praktik penanganan pangan yang aman serta sanitasi kantin berpengaruh langsung pada luaran kesehatan; variasi kepatuhan ini menuntut standar pemasok yang ketat dan audit berkala (Rahmiwati et al., 2025). Studi di Malaysia juga menemukan adanya kesenjangan praktik safe food handling di kalangan pengelola kafetaria universitas, menekankan kebutuhan pelatihan berkelanjutan dan pengawasan mutu (Rohin et al., 2024).

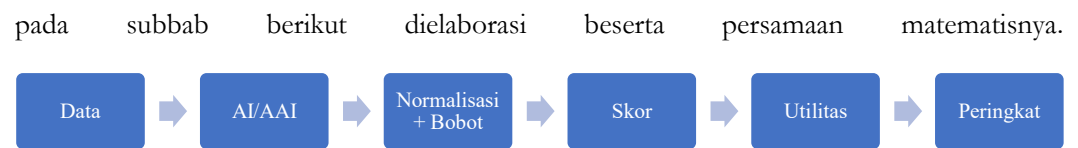
Implikasi langsung bagi pemodelan keputusan adalah prioritisasi bobot pada kriteria kualitas & keamanan dan keandalan pengiriman. Dengan demikian, keluaran MARCOS—sebagai ukuran kedekatan ke kondisi ideal—dapat disejajarkan dengan indikator kepatuhan dan SLA spesifik kampus, seperti jadwal layanan makan dan standar higienitas yang diatur dalam pedoman internal (Rahmiwati et al., 2025; Rohin et al., 2024).

2.6. Perbandingan dan research gap

Dari riset terkait, teridentifikasi tiga celah. (G1) Konteks kampus yang spesifik: banyak studi MARCOS berada di manufaktur/industri umum, sementara model yang mengekspresikan kebutuhan kafetaria perguruan tinggi dengan layanan makan terjadwal masih terbatas (Demir et al., 2024; Wang et al., 2024). (G2) Template komputasi replikatif: sejumlah publikasi tidak menyertakan lembar hitung yang dapat diaudit langkah-demi-langkah, menyulitkan adopsi kebijakan (Stević et al., 2020; Demir et al., 2024). (G3) Sensitivitas berbasis kebijakan kampus: uji sensitivitas kerap generik dan jarang dikaitkan dengan prioritas internal seperti inspeksi keamanan pangan, periode akademik padat, atau gejolak harga (Wang et al., 2024; Abdulla et al., 2023).

3. Metode yang Diusulkan

Penelitian ini menerapkan kerangka MARCOS untuk merumuskan keputusan pemilihan pemasok pada konteks kafetaria Universitas XYZ secara transparan, replikatif, dan terukur. Alur komputasi dimulai dari penyusunan matriks keputusan X dan bobot kriteria w , diikuti pembentukan titik acuan—alternatif ideal (AI) dan anti-ideal (AAI)—sebagai referensi evaluasi. Nilai setiap alternatif kemudian dinormalisasi sesuai tipe kriteria (manfaat/biaya), diberi bobot, dan diagregasi menjadi skor komposit. Selanjutnya dihitung derajat utilitas relatif terhadap AAI dan AI untuk memperoleh utilitas akhir yang menjadi dasar peringkat alternatif. Untuk memastikan ketangguhan hasil, disertakan analisis sensitivitas bobot yang merefleksikan prioritas kebijakan operasional kafetaria. Gambar 1 memperlihatkan enam tahap inti: Data $\rightarrow$ AI/AAI $\rightarrow$ Normalisasi + Bobot $\rightarrow$ Skor $\rightarrow$ Utilitas $\rightarrow$ Peringkat, yang



Gambar 1. Diagram alur ringkas metode MARCOS untuk seleksi pemasok.

3.1. Data

Ruang lingkup & struktur: misalkan terdapat m alternatif pemasok $(A_1, \dots, A_m)$ dan n kriteria evaluasi $(C_1, \dots, C_n)$. Data disusun dalam matriks keputusan

$$X = [x_{ij}] \in R^{m \times n}, \quad x_{ij} \text{ menyatakan performa } A_i \text{ pada } C_j. \quad (1)$$

Setiap kriteria diberi tipe manfaat (benefit) jika nilai lebih besar lebih baik, atau biaya (cost) jika nilai lebih kecil lebih baik. Bobot kriteria dinyatakan sebagai vektor

$$w = [w_1, \dots, w_n], \quad w_j \geq 0, \quad \sum_{j=1}^n w_j = 1. \quad (2)$$

3.2. Format Komponen Matematika

Definisi titik acuan. Untuk setiap kriteria j , MARCOS menambahkan dua baris acuan ke matriks: Alternatif Ideal (AI) dan Alternatif Anti-Ideal (AAI).

- Jika C_j manfaat:

$$x_{AI,j} = \max_i x_{ij}, \quad x_{AAI,j} = \min_i x_{ij}. \quad (3)$$

- Jika C_j biaya:

$$x_{AI,j} = \min_i x_{ij}, \quad x_{AAI,j} = \max_i x_{ij}. \quad (4)$$

Matriks diperluas $\tilde{X}$ berukuran $(m+2) \times n$ terdiri dari baris AAI, seluruh alternatif, dan AI:

$$\tilde{X} = \begin{bmatrix} \text{AAI} \\ A_1 \\ \vdots \\ A_m \\ \text{AI} \end{bmatrix}. \quad (5)$$

AI merepresentasikan performa terbaik yang tercapai pada setiap kriteria di antara alternatif; AAI kebalikannya. Titik-titik ini menjadi referensi untuk normalisasi dan ukuran kedekatan/kejauhan pada langkah berikutnya.

3.3. Normalisasi dan Pemodelan

Tujuan normalisasi adalah untuk menghilangkan pengaruh skala satuan sekaligus menghitung nilai relatif terhadap referensi AI/AAI. Rumus normalisasi (skala rasio):

$$n_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{x_{AI,j}}, & \text{j manfaat} \\ \frac{x_{AAI,j}}{\max(x_{ij}, \varepsilon)}, & \text{j biaya} \end{cases} \quad \text{untuk } i \in \{AAI, 1, \dots, m, AI\}. \quad (6)$$

Parameter $\varepsilon > 0$ kecil (mis. 10^{-6}) mencegah pembagian nol pada kriteria biaya. Hasilnya membentuk matriks ternormalisasi $N = [n_{ij}]$. Pembobotan elemen-per-elemen. Tiap entri ternormalisasi dikalikan bobot kriterianya:

$$v_{ij} = n_{ij} w_j, \quad V = [v_{ij}]. \quad (7)$$

Pendekatan ini mempertahankan proporsi kontribusi setiap kriteria sesuai kebijakan (melalui w) sambil menjaga komparabilitas antar-kriteria (melalui N).

3.4. Normalisasi dan Pemodelan

Pada tahap ini, skor setiap baris (AAI, tiap alternatif, AI) diperoleh dengan menjumlahkan kontribusi seluruh kriteria:

$$S_i = \sum_{j=1}^n v_{ij} \quad \text{untuk } i \in \{AAI, 1, \dots, m, AI\}. \quad (8)$$

Dengan notasi vektor, untuk baris i : $S_i = \mathbf{v}_i \mathbf{1}^T$, di mana $\mathbf{v}_i$ adalah baris ke- i dari V dan $\mathbf{1}$ adalah vektor satuan berukuran n .

Dimana:

- S_{AI} adalah agregat “terbaik yang mungkin” menurut data yang ada.
- S_{AAI} adalah agregat “terburuk yang mungkin”.
- S_i (untuk alternatif) menunjukkan posisi alternatif A_i pada skala yang sama dengan kedua referensi.

3.5. Utilitas (Relatif terhadap AAI & AI)

Derajat utilitas relatif akan diperoleh melalui persamaan:

$$K_i^- = \frac{S_i}{S_{AAI}}, \quad K_i^+ = \frac{S_i}{S_{AI}}. \quad (9)$$

- K_i^- mengukur kejauhan dari kondisi terburuk (semakin besar semakin baik).
- K_i^+ mengukur kedekatan ke kondisi terbaik (semakin besar semakin baik).

Utilitas akhir. MARCOS menggabungkan kedua derajat ini menjadi satu indeks utilitas. Bentuk ringkas yang luas dipakai dan mudah diinterpretasikan:

$$U_i = \frac{K_i^- + K_i^+}{2}. \quad (1)$$

Sifat penting: jika S_i meningkat (sementara S_{AI} dan S_{AAI} tetap), maka K_i^- dan K_i^+ meningkat monoton, sehingga U_i naik—konsisten dengan intuisi pengambilan keputusan. Studi ini memakai bentuk rata-rata sederhana kecuali dinyatakan lain pada analisis sensitivitas.

3.6. Peringkat

Urutkan alternatif secara menurun berdasarkan U_i . Peringkat pertama adalah alternatif dengan utilitas akhir tertinggi, yaitu yang paling dekat dengan AI sekaligus paling jauh dari AAI dalam kerangka bobot kebijakan. Menggunakan kaidah tie-break yang meliputi:

1. Jika terjadi nilai U_i yang sama, terapkan urutan pembeda: lebih dahulu bandingkan K_i^- (pilih yang lebih besar), lalu K_i^+ .
2. Lakukan pemeriksaan dominasi: jika A_p mengungguli A_q pada semua kriteria manfaat dan tidak lebih buruk pada kriteria biaya, maka hasil U seharusnya konsisten (bila tidak, telusuri data/satuan/bobot).
3. Pelaporan sertakan tabel: N , V , $\{S_{AAI}, S_i, S_{AI}\}$, $\{K_i^-, K_i^+\}$, $\{U_i\}$, dan vektor peringkat.
4. Interpretasi manajerial: terjemahkan selisih ΔU antarperingkat ke implikasi kebijakan (mis. margin utilitas “jelas” vs “tipis”), dan hubungkan komponen skor dominan ke kriteria prioritas (mutu/keamanan/ketepatan waktu/harga).

4. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil penerapan metode MARCOS untuk pemilihan pemasok bahan makanan kafetaria Universitas XYZ. Uraian dimulai dari deskripsi perangkat keras dan lunak, sumber serta struktur data, analisis data awal, hasil utama perhitungan MARCOS (termasuk visualisasi), evaluasi dan analisis sensitivitas, hingga pembahasan keterkaitan temuan dengan hipotesis dan implikasi manajerial.

4.1. Perangkat Keras dan Perangkat Lunak

Seluruh eksperimen komputasi dijalankan pada laptop kelas menengah dengan prosesor setara Intel Core i5 dan memori minimal 8 GB, menggunakan sistem operasi desktop terkini. Perangkat lunak yang digunakan meliputi:

- a. Spreadsheet (misalnya Microsoft Excel atau LibreOffice Calc) untuk menyusun matriks keputusan, menerapkan rumus normalisasi, pembobotan, agregasi skor, hingga perhitungan utilitas MARCOS secara transparan.

- b. Python dengan pustaka NumPy dan pandas untuk memverifikasi hasil hitung, melakukan operasi numerik berulang secara konsisten, serta menyiapkan data untuk visualisasi.

Konfigurasi ini dipilih agar perhitungan dapat dengan mudah direplikasi oleh pengelola kafetaria atau peneliti lain yang memiliki akses ke perangkat lunak umum tanpa memerlukan infrastruktur komputasi khusus.

4.2. Sumber Dataset dan Struktur Matriks Keputusan

Dataset penelitian diperoleh dari proses penilaian empat pemasok bahan makanan yang selama ini berpotensi melayani kafetaria Universitas XYZ. Penilaian dilakukan oleh tim yang mewakili pengelola kafetaria, bagian pengadaan, dan perwakilan manajemen, dengan berpedoman pada kebijakan layanan makan kampus serta standar keamanan pangan internal.

Lima kriteria evaluasi yang digunakan konsisten dengan rumusan pada Bagian 1 dan 2, yaitu: C1: Kualitas & kesegaran bahan, C2: Keandalan pengiriman, C3: Kepatuhan terhadap standar keamanan pangan, C4: Respons dan kualitas layanan, dan C5: Harga (biaya); serta manfaat dan bobot dari setiap kriteria yang dapat dilihat pada tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1. Ini adalah sebuah tabel untuk data yang kompleks. Tabel harus ditempatkan dalam teks utama, dekat dengan tempat pertama kali dirujuk.

Kode	Kriteria	Tipe	Bobot w_j
C1	Kualitas & kesegaran	Manfaat	0,35
C2	Keandalan pengiriman	Manfaat	0,25
C3	Kepatuhan keamanan pangan	Manfaat	0,20
C4	Respons layanan	Manfaat	0,15
C5	Harga	Biaya	0,05
Total			1,00

Empat alternatif pemasok dinotasikan sebagai A1 (Alpha), A2 (Beta), A3 (Gamma), dan A4 (Delta). Nilai penilaian x_{ij} disusun dalam matriks keputusan X sebagaimana diformulasikan pada Persamaan (1), dengan tipe kriteria manfaat/biaya dan bobot w mengikuti Tabel 1. Dengan demikian, struktur data yang digunakan pada analisis ini identik dengan struktur yang telah dijabarkan pada penelitian awal, Matriks keputusan untuk setiap alternatif berdasarkan setiap kriteria dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Matriks keputusan $X = [x_{ij}]$.

Alt.	C1	C2	C3	C4	C5
A1 (Alpha)	9	8	9	7	5
A2 (Beta)	7	6	6	8	7
A3 (Gamma)	8	8	7	7	6

Alt.	C1	C2	C3	C4	C5
A4 (Delta)	6	5	5	6	8

4.3. Analisis Data Awal

Sebelum menjalankan prosedur MARCOS, dilakukan langkah pemeriksaan kualitas data. Nilai yang tidak lengkap diperiksa dan, bila diperlukan, diimputasi menggunakan nilai tengah (median) per kriteria agar tidak mendorong bias ekstrem. Satuan pengukuran juga diseragamkan: penilaian kualitatif (mutu, keandalan, kepatuhan, respons layanan) direpresentasikan dalam skala ordinal yang konsisten (misalnya skala 1–9), sedangkan harga dinyatakan dalam satuan moneter yang seragam per unit kuantitas (misalnya rupiah per kilogram atau per paket).

Setelah itu, ditentukan Alternatif Ideal (AI) dan Anti-Ideal (AAI) untuk setiap kriteria sesuai Persamaan (3)–(4). Nilai AI dan AAI ditambahkan sebagai baris tambahan ke dalam matriks $\tilde{X}$, sebagaimana diformulasikan pada Persamaan (5). Tahap ini memastikan bahwa setiap alternatif dapat dievaluasi relatif terhadap batas terbaik dan terburuk yang diamati pada data aktual di konteks kafetaria Universitas XYZ. Hasilnya dapat dilihat pada tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Matriks keputusan diperluas $\tilde{X}$.

Alt.	C1	C2	C3	C4	C5
AAI	6	5	5	6	8
A1 (Alpha)	9	8	9	7	5
A2 (Beta)	7	6	6	8	7
A3 (Gamma)	8	8	7	7	6
A4 (Delta)	6	5	5	6	8
AI	9	8	9	8	5

4.4. Hasil Perhitungan MARCOS

4.4.1. Normalisasi, Pembobotan, dan Skor Agregat

Tahap pertama perhitungan MARCOS adalah normalisasi. Nilai setiap sel x_{ij} dinormalisasi menjadi n_{ij} menggunakan Persamaan (6), dengan membedakan antara kriteria manfaat dan biaya. Hasil normalisasi membentuk matriks N yang bebas skala satuan namun mempertahankan hubungan relatif terhadap AI dan AAI.

Selanjutnya, matriks N diberi bobot untuk mendapatkan matriks tertimbang $V = [v_{ij}]$ menggunakan Persamaan (7), dengan bobot w berasal dari hasil penentuan bobot di Bagian 2 (misalnya kombinasi preferensi pakar dan pertimbangan kebijakan). Skor agregat setiap alternatif S_i , serta S_{AAI} dan S_{AI} , kemudian dihitung dengan Persamaan (8). Tabel 4 menunjukkan hasil perhitungan matriks ternormalisasi dan skor agregat.

Tabel 4. Matriks tertimbang $V = [v_{ij}]$ dan skor agregat S_i .

Alt.	C1	C2	C3	C4	C5	S_i
AAI	0,2333	0,1563	0,1111	0,1125	0,0500	0,6632
A1 (Alpha)	0,3500	0,2500	0,2000	0,1313	0,0800	1,0113
A2 (Beta)	0,2722	0,1875	0,1333	0,1500	0,0571	0,8001
A3 (Gamma)	0,3111	0,2500	0,1556	0,1313	0,0667	0,9147
A4 (Delta)	0,2333	0,1563	0,1111	0,1125	0,0500	0,6632
AI	0,3500	0,2500	0,2000	0,1500	0,0800	1,0300

4.4.2. Derajat Utilitas dan Peringkat Akhir

Berdasarkan skor agregat, derajat utilitas relatif terhadap anti-ideal dan ideal dihitung menggunakan Persamaan (9), nilai utilitas akhir setiap alternatif dihitung menggunakan Persamaan (10) sehingga didapatkan hasil seperti tabel 5 di bawah.

Tabel 5. Derajat utilitas, utilitas akhir, dan peringkat MARCOS.

Alt.	S_i	$K_i^- = S_i/S_{AAI}$	$K_i^+ = S_i/S_{AI}$	U_i	Rank
A1 (Alpha)	1,0113	1,5249	0,9818	1,2534	1
A3 (Gamma)	0,9147	1,3792	0,8881	1,1336	2
A2 (Beta)	0,8001	1,2064	0,7778	0,9921	3
A4 (Delta)	0,6632	1,0000	0,6449	0,8224	4

Tabel 5 menunjukkan bahwa A1 (Alpha) memiliki nilai utilitas tertinggi, diikuti A3 (Gamma), A2 (Beta), dan A4 (Delta). Dengan demikian, urutan peringkat akhir adalah:

$$A1 > A3 > A2 > A4.$$

5. Perbandingan

Perbandingan dengan metode MCDM populer lain yang banyak digunakan pada seleksi pemasok—seperti AHP/ANP, TOPSIS, VIKOR, dan PROMETHEE—pendekatan MARCOS pada penelitian ini menonjol dalam beberapa aspek:

- Struktur referensi ideal–anti-ideal: sejenis dengan TOPSIS dan VIKOR, MARCOS menggunakan referensi terbaik–terburuk, tetapi formulasi derajat utilitas ganda dan indeks memberikan skala yang langsung ditafsirkan sebagai “berapa kali lebih baik dari kondisi terburuk sekaligus seberapa dekat dengan kondisi terbaik”. Hal ini memudahkan komunikasi kepada pemangku kepentingan non-teknis di level fakultas atau unit layanan.
- Keterlacakan langkah dan replikasi: berbeda dengan metode yang mengandalkan proses hierarkis berlapis (mis. AHP/ANP) atau struktur outranking (PROMETHEE), alur MARCOS dalam studi ini disusun dalam bentuk tabel berurutan yang sangat mudah

direplikasi di spreadsheet. Bagi pengelola kafetaria, bentuk ini lebih praktis dibandingkan metode yang memerlukan perangkat lunak khusus atau prosedur yang lebih kompleks.

- c. Kesesuaian dengan data crisp dan bobot yang sudah tersedia: banyak pendekatan mutakhir memakai fuzzy sets, Pythagorean fuzzy, atau model berbasis pembelajaran mesin (mis. CRITIC–MARCOS, ML–MARCOS). Namun, dalam konteks penelitian ini data penilaian sudah tersedia dalam bentuk skor crisp (1–9) dengan bobot yang telah tervalidasi dari studi sebelumnya. Dalam kondisi seperti ini, MARCOS versi “dasar” justru lebih sesuai dikarenakan:
 - 1) Tidak menambah asumsi baru mengenai ketidakpastian,
 - 2) Lebih ringkas untuk diimplementasikan,
 - 3) Namun tetap kompatibel dengan pengembangan ke fuzzy/ML di masa depan.
- d. Kebutuhan sumber daya komputasi: dibandingkan pendekatan yang mengintegrasikan pembelajaran mesin (mis. ML+MARCOS), model yang digunakan di sini memiliki jejak komputasi yang jauh lebih ringan, sehingga dapat dijalankan dan diperbarui secara rutin hanya dengan Excel atau Python dasar tanpa infrastruktur tambahan.

6. Kesimpulan

Penelitian ini menerapkan metode MARCOS untuk pemilihan pemasok bahan makanan kafetaria Universitas XYZ dengan lima kriteria (kualitas & kesegaran, keandalan pengiriman, kepatuhan keamanan pangan, respons layanan, dan harga) dan empat alternatif pemasok. Hasil perhitungan menunjukkan urutan peringkat $A1$ (Alpha) $>$ $A3$ (Gamma) $>$ $A2$ (Beta) $>$ $A4$ (Delta), dengan Alpha sebagai alternatif paling dekat dengan kondisi ideal dan paling jauh dari kondisi anti-ideal. Temuan ini selaras dengan tujuan dan hipotesis penelitian, yaitu bahwa dimensi kualitas, keandalan, dan keamanan pangan lebih menentukan dibanding harga, serta membuktikan bahwa MARCOS mampu menghasilkan keputusan yang transparan, replikatif, dan mudah dikomunikasikan.

Secara implikatif, model ini memberi kerangka numerik yang dapat diaudit untuk mendukung keputusan pengadaan di kafetaria kampus, sehingga nilai utilitas U_i dapat digunakan sebagai indikator kinerja pemasok yang konsisten dengan kebijakan layanan makan dan standar higiene. Namun, penelitian ini masih terbatas pada satu kasus kampus, data penilaian crisp dengan bobot subjektif, dan perbandingan dengan metode MCDM lain yang masih bersifat konseptual. Ke depan, disarankan perluasan studi ke lebih banyak institusi dan pemasok, penggunaan penimbang objektif atau fuzzy/ML-based weighting, serta uji banding numerik langsung dengan metode seperti TOPSIS, VIKOR, atau fuzzy–MARCOS untuk memperkaya evaluasi dan memperkuat generalisasi temuan.

References

- Abdulla, A., Baryannis, G., & Darlington, R. (2023). *An integrated machine learning and MARCOS method for multi-criteria supplier evaluation*. Decision Analytics Journal, 9, 100272. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2023.100272>
- Aziz, T. (2023). *Menumbuhkan minat baca anak usia dini melalui program budaya literasi di TK At-Taufiqiyah Sumenep*. Jurnal TILA (Tarbiyah Islamiyah Lil Athfaal), 1(1). <https://doi.org/10.56874/tila.v1i2.541>
- Badi, I., & Pamucar, D. (2020). *Supplier selection for steelmaking company by using combined Grey-MARCOS methods*. Decision Making: Applications in Management and Engineering, 3(2), 37–47. <https://doi.org/10.31181/dmame2003037b>

- Charlesworth, J., & Mullan, B. A. (2023). *Examining safe food-handling knowledge, behaviour, and related psychological constructs among individuals at higher risk of food poisoning and the general population*. *Foods*, 12(17), 3297. <https://doi.org/10.3390/foods12173297>
- Codex Alimentarius Commission. (2020). *General principles of food hygiene (CXC 1-1969, Rev. 2020)*. FAO/WHO.
- Demir, G., Chatterjee, P., Kadry, S., Abdelhadi, A., & Pamučar, D. (2024). *Measurement of alternatives and ranking according to compromise solution (MARCOS) method: A comprehensive bibliometric analysis*. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 7(2), 313–336. <https://doi.org/10.31181/dmame7220241137>
- Desy, H. (2021). *Mengembangkan minat baca anak usia dini melalui kegiatan literasi perpustakaan di PAUD Hasanuddin Majedi Banjarmasin*. *Jambura Journal of Linguistics and Literature*, 1(2), 37–44. <https://doi.org/10.37905/jill.v1i2.9227>
- Elma, O. E., Stević, Ž., Gigović, L., & Pamučar, D. (2024). *An alternative sensitivity analysis for the evaluation of multi-criteria decision-making methods*. *Mathematics*, 12(4), 520. <https://doi.org/10.3390/math12040520>
- Fahrozi, W. (2021). *Pembentukan karakter gemar membaca pada anak usia melalui media buku cerita bergambar*. *Manfaat Buku Cerita*, 02(06), 580.
- Febriana Kurniawati, Putri Diah Motimona, & Ika Budi Maryatun. (2023). *Fostering early childhood literacy: The crucial role of family environments*. *Indonesian Journal of Educational Research and Review*, 7(3). <https://doi.org/10.23887/ijerr.v7i3.67982>
- Gerungan, N., & Katuuk, M. C. T. (2023). *Hubungan pola makan dengan status gizi pada anak usia sekolah di SD Don Bosco Bitung*. *Klabat Journal of Nursing*, 5(2), 63–71. <https://doi.org/10.37771/kjn.v5i2.984>
- Institut Ilmu Keislaman Zainal Hasan. (2018). *Membangun budaya membaca pada anak melalui program Gerakan Literasi Sekolah*. Terampil: Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Dasar, 4(1), 1–12.
- Isna Khuni Mu'alimah, Widyarnes Niwangtika, Ervin Nuriana, & Resti Ayu Wulandari. (2024). *The low reading literacy of Indonesian children: A qualitative perspective through literature review*. *Journal of Indonesian Elementary Education*, 2(2), 92–101.
- Istinganatul Ngulwiyah, & Rosyidah Hasanah. (2023). *Penerapan budaya literasi sebagai upaya memotivasi belajar membaca pada anak usia dini*. *Ceria: Jurnal Program Studi Pendidikan Anak Usia Dini*.
- Kiromi, I. H., & Fauziah, P. Y. (2016). *Pengembangan media pembelajaran big book untuk pembentukan karakter anak usia dini*. *Jurnal Pendidikan dan Pemberdayaan Masyarakat*, 3(1), 48. <https://doi.org/10.21831/jppm.v3i1.5594>
- Mahunu, G. K., Osei-Kwarteng, M., Ogwu, M. C., & Afoakwah, N. A. (2024). *Safe food handling techniques to prevent microbial contamination*. In M. C. Ogwu, W. O. Soboyejo, & A. O. Adeleye (Eds.), *Food safety and quality in the global South*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-97-2428-4_14
- Mila Faila Shofa, & M. Heri Yuli Setyawan. (2018). *Literacy culture strengthening programs to stimulate reading interest for children at early age*. *Early Childhood Research Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.23917/ecrj.v1i1.6575>
- Mulyani, D. D., Trilestari, K., & Al-Munawaroh, N. F. (2024). *Menumbuhkan minat baca anak usia dini dengan budaya literasi*. *Abdi Karsa: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 1(1), 17–22.
- Muni, G. D. S., Sudipa, I. G. I., Meinarni, N. P. S., Wiguna, I. K. A. G., & Sandhiyasa, I. M. S. (2024). *Comparison of MAGIQ, MABAC, MARCOS, and MOORA methods in multi-criteria problems*. *Sinkron: Jurnal dan Penelitian Teknik Informatika*, 8(3), 1286–1301. <https://doi.org/10.33395/sinkron.v8i3.13639>
- Najichah, A. F. (2024). *Program pengembangan kemampuan literasi dasar anak usia dini melalui media cergam digital*. *Indonesian Journal of Education and Learning*, 7(2). <https://doi.org/10.31002/ijel.v7i2.1625>
- Nayren, J., & Hidayat, H. (2021). *Pengaruh nilai-nilai estetika pada penataan pojok baca terhadap minat baca anak usia dini*. *Al-Abyadh*, 4(2), 81–88. <https://doi.org/10.46781/al-abyadh.v4i2.321>
- Rahmiwati, A., Febry, F., Etrawati, F., Sari, I. P., Yeni, S., Sabila, V. P., Prautami, E. S., & Maretalinia. (2025). *Food hygiene and sanitation of the university canteens in South Sumatra Province, Indonesia*. *Kesmas: Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional*, 20(2), 138–146. <https://doi.org/10.7454/kesmas.v20i2.2221>
- Rohin, M. A. K., Mohd Najib, N. A. A., Ridzwan, N., Abd Hadi, N., Ishak, R., & Baig, A. A. (2024). *Safe food handling knowledge and practices of Universiti Sultan Zainal Abidin cafeteria food handlers*. *Food Research*, 8(3), 451–459. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(3\).537](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(3).537)
- Setianingrum, I., & Salima, H. (2022). *Instilling literacy in early childhood at RA Al Amanah Kenongomulyo*. *Child Kingdom: Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(2). <https://doi.org/10.53961/childom.v1i2.58>
- Shomiyatun, S. (2018). *Menanamkan budaya literasi pada anak*. *Abdau: Jurnal Pendidikan Madrasah Ibtidaiyah*, 1(2), 148–172. <https://doi.org/10.36768/abdau.v2i1.41>
- Stanković, M., Stević, Ž., Das, D. K., Subotić, M., & Pamučar, D. (2020). *A new fuzzy MARCOS method for road traffic risk analysis*. *Mathematics*, 8(3), 457. <https://doi.org/10.3390/math8030457>
- Stević, Ž., Pamučar, D., Puška, A., & Chatterjee, P. (2020). *Sustainable supplier selection in healthcare industries using a new MCDM method: MARCOS*. *Computers & Industrial Engineering*, 140, 106231. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.106231>
- Universitas Klabat. (2024a). *Buku panduan Universitas Klabat 2024*. Universitas Klabat.
- Universitas Klabat. (2024b). *Buku peraturan kehidupan kampus (Revisi 2024)*. Universitas Klabat.
- Universitas Klabat. (n.d.). *Student canteen*. Universitas Klabat. <https://unklab.ac.id/facility/student-canteen/>
- Wang, Y., Wang, W., Wang, Z., Deveci, M., Roy, S. K., & Kadry, S. (2024). *Selection of sustainable food suppliers using the Pythagorean fuzzy CRITIC-MARCOS method*. *Information Sciences*, 664, 120326. <https://doi.org/10.1016/j.ins.2024.120326>
- Winda Dwi Hudhana, & Ariyana. (2022). *Menanamkan budaya literasi pada anak usia dini melalui dongeng*. *LGRM: Jurnal Literatur dan Gerakan Membaca*.
- World Health Organization. (2022). *Global strategy for food safety 2022–2030*. World Health Organization. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240057685>
- World Health Organization. (2024). *Food safety* [Fact sheet]. World Health Organization. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>