

PEMILIHAN PRODUK SEMEN TERBAIK DENGAN METODE FUZZY ELECTRE (ELIMINATION ET CHOIX TRADUISANT LA REALITÉ)

Fatchur Rochmah

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
e-mail: fatchur.21064@mhs.unesa.ac.id

Dwi Nur Yunianti

Program Studi Matematika, FMIPA, Universitas Negeri Surabaya
Penulis Korespondensi : dwiyunianti@unesa.ac.id

Abstrak

Semen merupakan bahan pengikat utama dalam campuran beton yang berperan penting terhadap kekuatan tekan, daya rekat, dan ketahanan konstruksi bangunan. Pemilihan produk semen yang tepat menjadi faktor penting untuk menjamin kualitas konstruksi, namun di lapangan keputusan sering hanya didasarkan pada harga tanpa mempertimbangkan aspek teknis maupun non-teknis. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan produk semen terbaik di Indonesia menggunakan metode Fuzzy ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*) sebagai pendekatan pengambilan keputusan multikriteria. Metode ini menggabungkan konsep outranking pada ELECTRE dengan logika fuzzy untuk menangani ketidakpastian dalam penilaian. Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari 20 responden yang berpengalaman di bidang konstruksi melalui penyebaran kuesioner. Empat merek semen yang digunakan sebagai alternatif yaitu Semen Gresik, Semen Tonasa, Semen Dynamix, dan Semen Conch, dengan tujuh kriteria penilaian meliputi cepat kering, daya tahan terhadap cuaca, kerekatan, pengemasan, harga, ketersediaan produk, dan kekuatan tekan. Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode Fuzzy ELECTRE, diperoleh bahwa Semen Gresik menjadi produk semen terbaik dengan skor tertinggi sebesar 14.36, diikuti oleh Semen Dynamix dengan skor 11.00, Semen Tonasa dengan skor 3.28, dan Semen Conch dengan skor -3.00. Hasil ini menunjukkan bahwa Semen Gresik memiliki performa paling unggul pada sebagian besar kriteria teknis dan non-teknis, sehingga layak dijadikan rekomendasi utama dalam pemilihan produk semen terbaik untuk meningkatkan kualitas konstruksi di Indonesia.

Kata Kunci: Semen, Kualitas Konstruksi, Sistem Pendukung Keputusan, Fuzzy ELECTRE, Multi-Criteria Decision Making.

Abstract

Cement is the main binding material in concrete mixtures that plays an important role in determining the compressive strength, adhesion, and durability of building structures. Selecting the right cement product is crucial to ensure good construction quality, but in practice, decisions are often based only on price without considering technical and non-technical aspects. This study aims to determine the best cement product in Indonesia using the Fuzzy ELECTRE (*Elimination et Choix Traduisant la Réalité*) method as a multi-criteria decision-making approach. The method combines the outranking concept of ELECTRE with fuzzy logic to handle uncertainty in the evaluation process. Primary data were collected from 20 respondents with construction experience through a structured questionnaire. Four cement brands were used as alternatives, namely Semen Gresik, Semen Tonasa, Semen Dynamix, and Semen Conch, evaluated based on seven criteria including drying speed, weather resistance, adhesion, packaging, price, product availability, and compressive strength. Based on the calculation results using the Fuzzy ELECTRE method, Semen Gresik was identified as the best cement product with the highest score of 14.36, followed by Semen Dynamix with a score of 11.00, Semen Tonasa with a score of 3.28, and Semen Conch with a score of -3.00. The results show that Semen Gresik performs best in most technical and non-technical criteria, making it the main recommendation for selecting the best cement product to improve construction quality in Indonesia.

Keywords: Cement, Construction Quality, Decision Support System, Fuzzy ELECTRE, Multi-Criteria Decision Making.

PENDAHULUAN

Kualitas konstruksi sangat dipengaruhi oleh material bangunan yang digunakan, salah satunya adalah semen. Sebagai bahan pengikat utama pada campuran beton, semen memiliki peran penting dalam menentukan kekuatan tekan, daya rekat, ketahanan terhadap cuaca, dan durabilitas suatu bangunan. Pemilihan produk semen yang tepat menjadi faktor kunci keberhasilan dalam pembangunan, baik pada skala rumah tinggal maupun proyek konstruksi berskala besar (Jha dkk., 2020).

Dalam praktiknya, pemilihan semen sering kali hanya didasarkan pada harga atau rekomendasi praktisi lapangan, tanpa mempertimbangkan secara menyeluruh aspek teknis maupun non-teknis yang memengaruhi kualitas bangunan. Hal ini dapat berdampak pada menurunnya mutu konstruksi serta meningkatkan risiko kerusakan di kemudian hari. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan yang lebih sistematis untuk membantu dalam menentukan pilihan produk semen terbaik (Suseno & Farady, 2020).

Di Indonesia, terdapat berbagai merek semen yang digunakan secara luas dalam industri konstruksi, antara lain Semen Gresik, Semen Tonasa, Semen Dynamix, dan Semen Conch. Keempat merek ini dikenal luas di pasaran dan memiliki karakteristik masing-masing. Untuk menilai kualitas produk semen tersebut, perlu dilakukan evaluasi berdasarkan kriteria teknis seperti kekuatan tekan, daya tahan terhadap cuaca, kemampuan cepat kering, serta kerekatan semen, dan juga kriteria non-teknis seperti pengemasan, harga, serta ketersediaan produk (Sihombing & Utomo, 2024).

Pemilihan semen terbaik merupakan faktor kunci yang menentukan keberhasilan dan umur teknis suatu konstruksi. Semen berperan sebagai pengikat utama dalam campuran beton, sehingga kualitasnya secara langsung memengaruhi kekuatan tekan, daya rekat, ketahanan terhadap cuaca ekstrem, dan durabilitas struktur. Dalam skala industri, pemilihan semen yang tepat tidak hanya meminimalkan biaya perawatan dan perbaikan, tetapi juga memastikan kesesuaian dengan spesifikasi proyek, efisiensi waktu pelaksanaan, dan pemenuhan standar keselamatan konstruksi.

Sayangnya, dalam praktik pembangunan, masih banyak proyek yang hanya mempertimbangkan harga semen atau sekadar mengikuti rekomendasi tukang, tanpa melakukan pengukuran kualitas teknis semen secara menyeluruh. Akibatnya, kualitas konstruksi menurun dan risiko kerusakan bangunan semakin besar.

Meskipun industri semen di Indonesia terus berkembang, tingkat konsumsi dalam negeri masih tergolong rendah dibandingkan negara-negara lain di dunia. Pada tahun 2023, kapasitas produksi nasional mencapai 118,1 juta ton, namun permintaan domestik hanya sebesar 64 juta ton. Kesenjangan ini mencerminkan potensi pasar yang besar, namun belum dimanfaatkan optimal akibat kurangnya standar evaluasi berbasis data teknis dan pemilihan produk yang tepat (Revo, 2024).

Salah satu solusi yang dapat diterapkan untuk mengatasi masalah tersebut adalah penggunaan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk membantu masyarakat dalam memilih produk semen secara objektif berdasarkan kriteria tertentu, seperti Cepat Kering, Daya tahan terhadap cuaca, Kerekatan semen, Pengemasan, Harga Produk, Ketersediaan produk, Kekuatan tekan. Pendekatan berbasis metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM), seperti metode ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité), untuk menyaring berbagai alternatif pilihan berdasarkan banyak kriteria yang saling memengaruhi.

Penerapan metode ELECTRE dalam pengambilan keputusan telah dibuktikan dalam berbagai penelitian. Salah satunya adalah penelitian mengenai pemilihan produk minyak goreng kemasan terbaik oleh Sinaga dkk., (2019). Penelitian tersebut bertujuan untuk merekomendasikan pemilihan produk minyak goreng kemasan berdasarkan pilihan konsumen. Penelitian tersebut menggunakan 5 kriteria yaitu Harga (C1), Kandungan Bahan (C2), Ketersediaan Barang (C3), Kemasan (C4), Promosi (C5) dan 4 alternatif yaitu Fortune (A1), Sania (A2), Sunco (A3) dan Bimoli (A4) diperoleh perhitungan dengan menggunakan metode ELECTRE bahwa minyak goreng Fortune (A1) adalah rekomendasi minyak goreng kemasan terbaik berdasarkan konsumen.

Meskipun metode ELECTRE efektif dalam menyeleksi alternatif terbaik berdasarkan berbagai kriteria, pendekatan ini memiliki keterbatasan dalam menangani data yang bersifat subjektif atau tidak

pasti, seperti penilaian terhadap kualitas atau kenyamanan. Untuk mengatasi hal tersebut, metode ELECTRE dapat dikombinasikan dengan logika fuzzy, menghasilkan metode fuzzy ELECTRE. Pendekatan ini menggabungkan keunggulan ELECTRE dalam proses outranking dengan kemampuan logika fuzzy dalam mengakomodasi data linguistik dan ketidakpastian.

Metode fuzzy ELECTRE menggabungkan keunggulan ELECTRE dalam menyeleksi alternatif terbaik dengan kemampuan fuzzy dalam menangani data yang tidak pasti. Metode fuzzy ELECTRE merupakan pendekatan dalam pengambilan keputusan multikriteria yang didasarkan pada konsep outranking. Metode ini membandingkan berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang relevan. Dalam penerapannya, metode fuzzy ELECTRE dapat digunakan untuk menilai alternatif yang memenuhi kriteria dengan menghasilkan nilai mutlak, sementara alternatif yang kurang sesuai akan dieliminasi (Setiawan dkk., 2015).

Penelitian yang dilakukan oleh Komsiyah dkk., (2019) menggunakan metode fuzzy ELECTRE (Elimination Et Choix Traduisant la Réalité) sebagai salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria berbasis fuzzy untuk mengatasi ambiguitas dalam penilaian oleh pengambil keputusan. Penelitian tersebut mengimplementasikan metode fuzzy ELECTRE dalam konteks pemilihan vendor semen pada PT Wijaya Karya, sebuah perusahaan konstruksi di Indonesia. Dalam penelitian tersebut, terdapat empat alternatif vendor (A1, A2, A3, dan A4) yang dievaluasi sebagai kandidat vendor terbaik. Setelah mengidentifikasi kriteria-kriteria yang relevan dalam proses seleksi, metode fuzzy ELECTRE digunakan untuk menghasilkan rekomendasi vendor terbaik berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan.

Sementara itu, Amalia dkk., (2023) melakukan penelitian mengenai sistem pendukung keputusan dalam penentuan peringkat penilaian kinerja pegawai. Hasil dari penelitian tersebut menunjukkan berdasarkan dari data penilaian kinerja pegawai yang telah dihitung menggunakan metode fuzzy ELECTRE didapatkan alternatif terbaik yang menempati rangking teratas dengan nilai tertinggi adalah alternatif 2 dengan nilai 55,9155. Diharapkan dengan menggunakan metode fuzzy ELECTRE, proses perbandingan dapat lebih tepat untuk

mengidentifikasi pegawai yang akan menjadi pegawai berprestasi.

Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh rekomendasi produk semen terbaik berdasarkan evaluasi multikriteria menggunakan metode Fuzzy ELECTRE. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan panduan yang lebih objektif dalam pemilihan semen, membantu masyarakat maupun praktisi konstruksi dalam meningkatkan kualitas bangunan, serta meminimalkan risiko kerugian akibat penggunaan material yang kurang sesuai.

KAJIAN TEORI

SEMEN

Semen dalam pengertian umum adalah bahan pengikat (bonding material) yang memiliki sifat adhesive dan cohesive, digunakan dalam campuran beton bersama batu kerikil dan pasir (Amelia dan Rosyad., 2019). Karena sifatnya yang kuat dan mampu merekatkan material dengan baik, semen menjadi salah satu komponen utama dalam pembangunan berbagai infrastruktur, seperti pelabuhan, jalan, jembatan, bendungan, rumah, sekolah, rumah sakit, dan fasilitas lainnya (Suwarma, 2012).

Di Indonesia, dikenal beberapa merek semen populer yang banyak digunakan dalam kegiatan konstruksi, antara lain Semen Gresik, Semen Tonasa, Semen Dynamix, dan Semen Conch, yang masing-masing memiliki karakteristik dan keunggulan tersendiri dalam mendukung kualitas hasil bangunan.

Dalam menentukan produk semen terbaik, diperlukan beberapa kriteria sebagai dasar penilaian yang objektif dan terukur. Kriteria ini mencakup aspek teknis dan non-teknis yang berpengaruh terhadap kualitas dan kepuasan pengguna. Adapun kriteria yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

1. Cepat Kering

Kemampuan semen untuk mengeras dalam waktu singkat setelah dicampur air. Semen yang cepat kering membantu mempercepat proses pembangunan, namun tetap memerlukan waktu pengikatan yang cukup agar mudah diaplikasikan.

2. Daya Tahan terhadap Cuaca

Kemampuan semen mempertahankan kekuatan dan kualitas meskipun terpapar kondisi ekstrem seperti panas, hujan, dan kelembapan tinggi. Kriteria ini penting agar bangunan tetap kokoh dan tidak mudah rusak dalam jangka panjang.

3. Kerekatan Semen

Kemampuan semen untuk melekat kuat pada material bangunan seperti batu bata, batako, atau beton. Semen dengan daya rekat tinggi menghasilkan struktur yang lebih kuat dan tahan lama.

4. Pengemasan

Kondisi fisik kemasan yang melindungi isi semen dari kerusakan selama distribusi dan penyimpanan. Kemasan yang baik mencegah semen menggumpal atau terpapar kelembapan sehingga mutu tetap terjaga (Susanti, 2020).

5. Harga Produk

Nilai jual semen yang menyeimbangkan antara kualitas, biaya produksi, dan daya beli konsumen. Harga yang terlalu tinggi menurunkan daya saing, sedangkan harga terlalu rendah dapat merugikan produsen (Mulyana, 2019).

6. Ketersediaan Produk

Kemudahan memperoleh semen di toko bangunan atau distributor kapan pun dibutuhkan. Ketersediaan yang baik mencegah keterlambatan proyek akibat kekurangan bahan (Handayani, 2020).

7. Kekuatan Tekan

Kemampuan semen menghasilkan beton yang dapat menahan beban dalam jangka waktu tertentu. Kriteria ini penting untuk memastikan kekokohan dan umur panjang elemen struktural seperti kolom, balok, dan fondasi.

HIMPUNAN FUZZY

Misalkan S himpunan semesta tak kosong. Himpunan fuzzy Y atas S didefinisikan sebagai berikut.

$$Y = \{(s, \mu_Y(s)) | s \in S, \mu_Y(s) \in [0,1]\}$$

μ_Y disebut dengan fungsi keanggotaan himpunan fuzzy Y dan $\mu_Y(s)$ disebut nilai keanggotaan s pada himpunan fuzzy Y.

TRIANGULAR FUZZY NUMBER

Triangular Fuzzy Number (TFN) merupakan sebuah teori dari himpunan fuzzy yang bertujuan membantu dalam pengukuran pada kasus penilaian subjektif manusia dengan menggunakan bahasa atau linguistik. TFN berguna dalam mempertimbangkan

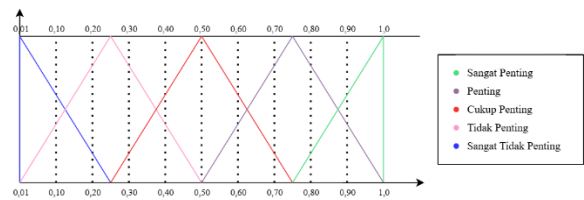
representasi dan pengolahan informasi dalam kondisi fuzzy (Liang & Wang, 1993).

Dalam penelitian ini, TFN digunakan untuk mengubah penilaian linguistik terhadap tingkat kepentingan kriteria menjadi bilangan fuzzy. Setiap variabel linguistik memiliki tiga parameter yaitu lower (l), middle (m), dan upper (u), yang membentuk fungsi keanggotaan berbentuk segitiga. Contoh representasi istilah linguistik dengan TFN disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai linguistik

Variabel Linguistik	Kode	TFN
Sangat Penting	SP	(0.75, 1, 1)
Penting	P	(0.5, 0.75, 1)
Cukup Penting	CP	(0.25, 0.5, 0.75)
Tidak Penting	TP	(0.01, 0.25, 0.5)
Sangat Tidak Penting	STP	(0.01, 0.01, 0.25)

Berdasarkan kelima istilah linguistik tersebut, fungsi keanggotaan TFN dapat digambarkan dalam bentuk kurva segitiga seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Fungsi keanggotaan variabel linguistik

FUZZY ELECTRE

Metode Fuzzy ELECTRE merupakan penerapan dari metode ELECTRE yang dipadukan dengan bilangan fuzzy. Dalam fuzzy ELECTRE alternatif dan bobot kriteria untuk setiap kriteria dengan menggunakan nilai yang tepat. Namun, dalam berbagai kasus lainnya, data yang akurat mungkin tidak cukup untuk memodelkan situasi dunia nyata. Sehingga, data ini dapat memiliki beberapa struktur seperti data fuzzy (Kaya & Kahraman, 2011). sebagai berikut.

Berikut tahapan dalam proses perhitungan metode fuzzy ELECTRE (Sevкли, 2010):

1. Menentukan Menentukan matriks bobot kriteria W berdasarkan tingkat kepentingannya

Rumus matriks bobot kriteria W yaitu:

$$w_j^l = \frac{1}{K} \sum_{q=1}^K w_{jq}^l, w_j^m = \frac{1}{K} \sum_{q=1}^K w_{jq}^m, w_j^u = \frac{1}{K} \sum_{q=1}^K w_{jq}^u \quad (1)$$

Dengan K adalah jumlah responden, W merupakan matriks bobot kriteria fuzzy, dan Nilai w_{jq}^l merepresentasikan bobot lower fuzzy kriteria ke- j yang diberikan oleh responden ke- q , dengan $j = 1, 2, \dots, m$ dan $q = 1, 2, \dots, K$. Setiap bobot fuzzy terdiri atas tiga komponen, yaitu w_{jq}^l (nilai bawah), w_{jq}^m (nilai tengah), dan w_{jq}^u (nilai atas), sedangkan bobot agregasi rata-rata fuzzy untuk kriteria ke- j dinyatakan sebagai (w_j^l, w_j^m, w_j^u) .

2. Menentukan matriks keputusan X

Setiap alternatif dievaluasi dengan kriteria menggunakan skala linguistik yang sesuai dengan rumus:

$$X = [x_{ij}] \tag{2}$$

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \tag{3}$$

dengan,

$$x_{ij} = \frac{1}{K} \sum_{q=1}^K x_{ij}^q \tag{4}$$

dengan X adalah matriks keputusan rata-rata, x_{ij} adalah nilai kinerja alternatif ke- i dengan kriteria ke- j , x_{ij}^q adalah nilai kinerja alternatif ke- i dengan kriteria ke- j yang ditentukan oleh pengambil keputusan ke- q .

3. Normalisasi matriks keputusan

Normalisasi matriks keputusan dihitung dengan persamaan:

$$R = [r_{ij}] \tag{5}$$

$$R = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \tag{6}$$

dengan,

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \tag{7}$$

4. Pembobotan matriks ternormalisasi

Pembobotan matriks ternormalisasi diperoleh melalui perkalian dari bobot kriteria $w_j = (w_j^l, w_j^m, w_j^u)$ dengan setiap entri matriks ternormalisasi R . Hasil perkalian tersebut membentuk satu matriks pembobotan fuzzy yang dinyatakan sebagai berikut.

$$V = [(v_{ij}^l, v_{ij}^m, v_{ij}^u)] \tag{8}$$

dengan,

$$v_{ij}^l = w_j^l \cdot r_{ij} \quad v_{ij}^m = w_j^m \cdot r_{ij} \quad v_{ij}^u = w_j^u \cdot r_{ij} \tag{9}$$

5. Menentukan indeks concordance dan discordance

Indeks concordance menggambarkan tingkat kesepakatan (*degree of agreement*) antara alternatif ke- k dan alternatif ke- p terhadap seluruh kriteria, dengan rumus:

$$\begin{aligned} C_{kp}^l &= \{j | v_{kj}^l \geq v_{pj}^l\} \\ C_{kp}^m &= \{j | v_{kj}^m \geq v_{pj}^m\} \\ C_{kp}^u &= \{j | v_{kj}^u \geq v_{pj}^u\} \end{aligned} \tag{10}$$

Sedangkan indeks discordance menunjukkan tingkat ketidaksepakatan (*degree of disagreement*) antar alternatif, dinyatakan sebagai:

$$\begin{aligned} D_{kp}^l &= \{j | v_{kj}^l < v_{pj}^l\} \\ D_{kp}^m &= \{j | v_{kj}^m < v_{pj}^m\} \\ D_{kp}^u &= \{j | v_{kj}^u < v_{pj}^u\} \end{aligned} \tag{11}$$

6. Menghitung nilai indeks concordance dan discordance

Nilai elemen-elemen indeks concordance dihitung dengan menjumlahkan bobot kriteria W yang termasuk dalam himpunan concordance. Perhitungannya dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} C_{hp}^l &= \sum_{j^* \in C_{kp}^l} w_{j^*}^l, \\ C_{hp}^m &= \sum_{j^* \in C_{kp}^m} w_{j^*}^m, \\ C_{hp}^u &= \sum_{j^* \in C_{kp}^u} w_{j^*}^u \end{aligned} \tag{12}$$

Dengan j^* merupakan kriteria yang termasuk dalam himpunan indeks concordance.

Selanjutnya, nilai indeks discordance dihitung dengan membandingkan selisih nilai pada setiap kriteria antara dua alternatif. Nilai elemen-elemen discordance ditentukan menggunakan persamaan:

$$\begin{aligned} D_{hp}^l &= \frac{\sum_{j^+ \in D_{kp}^l} |v_{kj^+}^l - v_{pj^+}^l|}{\sum_j |v_{kj}^l - v_{pj}^l|}, \\ D_{hp}^m &= \frac{\sum_{j^+ \in D_{kp}^m} |v_{kj^+}^m - v_{pj^+}^m|}{\sum_j |v_{kj}^m - v_{pj}^m|}, \\ D_{hp}^u &= \frac{\sum_{j^+ \in D_{kp}^u} |v_{kj^+}^u - v_{pj^+}^u|}{\sum_j |v_{kj}^u - v_{pj}^u|} \end{aligned} \tag{13}$$

Dimana j^+ merupakan kriteria yang termasuk dalam himpunan indeks discordance.

7. Menghitung final indeks *concordance* dan *discordance*

Tahap ini bertujuan untuk menggabungkan seluruh hasil perbandingan pasangan alternatif ke dalam bentuk matriks dominasi yang akan digunakan pada proses eliminasi alternatif. Nilai final *concordance* dan final *discordance* dihitung untuk memperoleh tingkat dominasi antar alternatif secara menyeluruh. Perhitungannya dinyatakan dengan persamaan berikut:

$$C_{rp}^* = \sqrt[3]{C_{hp}^l \cdot C_{hp}^m \cdot C_{hp}^u} \quad (14)$$

$$D_{rp}^* = \sqrt[3]{D_{hp}^l \cdot D_{hp}^m \cdot D_{hp}^u}$$

8. Melakukan Perankingan

Tahap perankingan bertujuan untuk menentukan alternatif terbaik berdasarkan hasil perbandingan antar alternatif. Alternatif terbaik diperoleh dengan menghitung selisih antara nilai final *concordance* dan final *discordance* untuk setiap pasangan alternatif. Nilai selisih ini merepresentasikan tingkat dominasi suatu alternatif terhadap alternatif lainnya. Proses perankingan dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$S_r = \sum_{r=1}^m (C_{rp}^* - D_{rp}^*) \quad (15)$$

METODE

JENIS DAN SUMBER DATA PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif karena melibatkan data berupa angka yang akan dianalisis. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer, yang diperoleh melalui pengisian kuesioner responden. Setelah data terkumpul, peneliti melakukan pengolahan data dengan menerapkan metode fuzzy Elimination Et Choix Traduisant La Réalité (ELECTRE) yang digunakan untuk mengurutkan alternatif produk semen terbaik.

SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian yang akan digunakan sebanyak 20 responden. Responden tersebut berasal dari kalangan yang memiliki keahlian dan pengalaman di bidang semen, seperti kontraktor, tukang bangunan profesional, atau praktisi konstruksi yang memahami karakteristik teknis semen. Responden merupakan

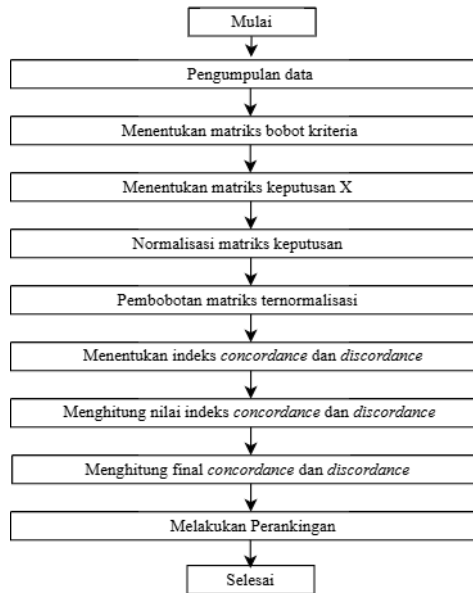
individu yang pernah menggunakan minimal dua merek semen yang berbeda sehingga dapat memberikan penilaian yang objektif terhadap setiap alternatif yang diteliti. Data alternatif yang digunakan dalam penelitian ini mencakup empat merek semen, yaitu Semen Gresik, Semen Tonasa, Semen Dynamix, dan Semen Conch. Keempat merek tersebut dipilih karena populer dan banyak digunakan dalam proyek konstruksi. Kriteria yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah tujuh, yang meliputi cepat kering, daya tahan terhadap cuaca, kerekatan semen, pengemasan, harga produk, ketersediaan produk, dan kekuatan tekan. Kriteria tersebut dipilih karena dianggap sebagai faktor utama yang memengaruhi kualitas serta keputusan dalam pemilihan produk semen.

INSTRUMEN PENELITIAN

Instrumen penelitian yang digunakan berupa kuesioner terstruktur dengan skala Likert untuk mengumpulkan data primer dari responden. Responden diminta menilai masing-masing merek semen berdasarkan tujuh kriteria menggunakan rentang nilai 1 hingga 5, di mana 1 berarti "Sangat Buruk" dan 5 berarti "Sangat Baik". Penilaian tersebut mencerminkan persepsi dan pengalaman responden terhadap performa setiap produk semen.

TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui satu metode utama, yaitu kuesioner menggunakan jotform. Metode ini dipilih karena efisien dan memungkinkan menjangkau responden secara luas tanpa keterbatasan lokasi. Kuesioner disusun secara terstruktur dan mencakup aspek-aspek penting seperti kriteria penilaian serta alternatif produk semen berdasarkan persepsi dan pengalaman responden. Pengisian kuesioner dilakukan secara *online* atau langsung, menyesuaikan dengan ketersediaan responden.



Gambar 2. Diagram Teknik Pengolahan Data

HASIL DAN PEMBAHASAN

PENGUMPULAN DATA

Pengumpulan data dilakukan melalui survei kuesioner secara langsung dan *online* dengan responden sebanyak 20 orang yang berasal dari karyawan beberapa perusahaan, khususnya yang memiliki pengalaman dan pengetahuan terkait pemilihan produk semen. Dalam kuesioner, responden diminta untuk memberikan penilaian terhadap kriteria dan alternatif yang disajikan.

1. Alternatif dan Kriteria

Penilaian alternatif dilakukan menggunakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM) dengan skala kepentingan yang ditampilkan pada Tabel 4. Sementara itu, penilaian antar kriteria dilakukan dengan menggunakan skala linguistik yang kemudian dikonversi ke dalam bentuk Triangular Fuzzy Number (TFN) sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3, serta diolah menggunakan metode Fuzzy ELECTRE untuk memperoleh hasil.

Tabel 1. Alternatif merek produk semen

Variabel	Merek produk semen
A1	Semen Gresik
A2	Semen Tonasa
A3	Semen Dynamix
A4	Semen Conch

Tabel 1 merupakan empat alternatif merek produk semen yang digunakan dalam penelitian ini.

Tabel 2. Kriteria produk semen

Variabel	Kriteria
C1	Cepat Kering
C2	Daya Tahan terhadap Cuaca
C3	Kerekatan Semen
C4	Pengemasan
C5	Harga Produk
C6	Ketersediaan Produk
C7	Kekuatan Tekan

Pada Tabel 2 diberikan daftar kriteria yang digunakan untuk penelitian ini.

2. Penilaian Kepentingan Kriteria

Penilaian kepentingan kriteria akan disajikan dalam bentuk *Triangular Fuzzy Number* (TFN) yang disajikan pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. TFN Penilaian Kriteria

Linguistik	TFN
Sangat Penting (SP)	(0.75, 1, 1)
Penting (P)	(0.5, 0.75, 1)
Cukup Penting (CP)	(0.25, 0.5, 0.75)
Tidak Penting (TP)	(0.01, 0.25, 0.5)
Sangat Tidak Penting (STP)	(0.01, 0.01, 0.25)

3. Penilaian Alternatif terhadap kriteria

Hasil penilaian alternatif terhadap kriteria setiap responden diubah ke bentuk skala linguistik sebagaimana tercantum pada Tabel 4.

Tabel 4. Penilaian Alternatif

Skala Linguistik	Nilai
Sangat Cepat (SC): Sangat Tahan/Sangat Kuat/Sangat Baik/Sangat Terjangkau/Sangat Mudah ditemukan/Sangat Tinggi	90
Cepat (C): Tahan/Kuat/Baik/Terjangkau/Mudah ditemukan/Tinggi	70
Cukup Cepat (CC): Cukup Tahan/ Cukup Kuat/ Cukup Baik/ Cukup Terjangkau/ Cukup Mudah ditemukan/ Cukup Tinggi	50
Tidak Cepat (TC): Tidak Tahan/ Tidak Kuat/ Tidak Baik/ Tidak Terjangkau/ Tidak Mudah ditemukan/ Tidak Tinggi	30
Sangat tidak Cepat (STC): Sangat tidak Tahan/ Sangat tidak Kuat/ Sangat tidak Baik/ Sangat tidak Terjangkau/ Sangat tidak Mudah ditemukan/ Sangat tidak Tinggi	10

Nilai numerik yang tercantum pada tabel penilaian alternatif merupakan hasil konversi dari skala linguistik ke data numerik. Agar dapat diproses secara matematis menggunakan metode Multi-Criteria Decision Making (MCDM), penilaian linguistik tersebut perlu diubah menjadi angka.

PENGOLAHAN DATA

Pada penelitian ini, data responden yang telah terkumpul akan diolah menggunakan metode fuzzy ELECTRE.

1. Menentukan matriks bobot kepentingan kriteria

Matriks bobot kepentingan kriteria dihitung dengan menggunakan data responden mengenai tingkat kepentingan kriteria yang dikonversikan ke bentuk TFN dengan Tabel 3 dan menggunakan persamaan (1). Berikut diperoleh matriks bobot kepentingan kriteria untuk setiap kriteria.

Tabel 5. Matriks bobot kepentingan kriteria

Kriteria	(w_j^l, w_j^m, w_j^u)
C1	(0.376, 0.675, 0.875)
C2	(0.613, 0.863, 0.963)
C3	(0.525, 0.775, 0.938)
C4	(0.488, 0.750, 0.938)
C5	(0.650, 0.913, 0.988)
C6	(0.525, 0.788, 0.975)
C7	(0.688, 0.938, 1.000)

2. Menentukan matriks keputusan X

Pada matriks keputusan $X = [x_{ij}]$, perhitungan dilakukan menggunakan data konversi dari penilaian setiap responden terhadap alternatif menggunakan persamaan (4). Berikut hasil dari perhitungan tercantum pada Tabel 6.

Tabel 6. Matriks keputusan X

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
A1	52,5	60,5	57,5	56,5	47,5	61,5	58,5
A2	23	25	24	26	24	20	27
A3	53	52	49	50	48	43	46
A4	19.5	22.5	23.5	23.5	20.5	17.5	23.5

3. Normalisasi matriks keputusan

Matriks keputusan yang dinormalisasi dari setiap kriteria dihitung berdasarkan data pada Tabel 6 menggunakan persamaan (7). Berikut hasil perhitungan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Matriks keputusan ternormalisasi

	C1	C2	C3	C4
A1	0.65246	0.6988	0.6955	0.67917
A2	0.28584	0.28876	0.2903	0.31254

A3	0.65868	0.60062	0.5927	0.60104
A4	0.24234	0.25989	0.2842	0.28249
	C5	C6	C7	
A1	0.63723	0.77253	0.7084	
A2	0.32197	0.25123	0.32695	
A3	0.64393	0.54014	0.55703	
A4	0.27501	0.21983	0.28457	

4. Pembobotan matriks ternormalisasi

Pembobotan matriks ternormalisasi diperoleh melalui perkalian dari bobot kriteria $w_j = (w_j^l, w_j^m, w_j^u)$ dengan setiap entri matriks ternormalisasi R menggunakan persamaan (9).

Tabel 8. Matriks keputusan ternormalisasi terbobot v

	C1
A1	(0.24533, 0.44041, 0.57091)
A2	(0.10748, 0.19294, 0.25011)
A3	(0.24766, 0.44461, 0.57634)
A4	(0.09112, 0.16358, 0.21205)
	C2
A1	(0.42837, 0.60307, 0.67295)
A2	(0.17701, 0.24920, 0.27808)
A3	(0.36818, 0.51834, 0.57840)
A4	(0.15931, 0.22428, 0.25027)
	C3
A1	(0.36513, 0.53899, 0.65236)
A2	(0.15240, 0.22497, 0.27229)
A3	(0.31115, 0.45932, 0.55592)
A4	(0.14923, 0.22028, 0.26662)
	C4
A1	(0.33144, 0.50938, 0.63706)
A2	(0.15252, 0.23440, 0.29316)
A3	(0.29331, 0.45078, 0.56377)
A4	(0.13785, 0.21187, 0.26497)
	C5
A1	(0.41420, 0.58179, 0.62958)
A2	(0.20928, 0.29396, 0.31810)
A3	(0.41856, 0.58791, 0.63621)
A4	(0.17876, 0.25109, 0.27171)
	C6
A1	(0.40558, 0.60875, 0.75322)
A2	(0.13190, 0.19797, 0.24495)
A3	(0.28358, 0.42563, 0.52664)
A4	(0.11541, 0.17322, 0.21433)
	C7
A1	(0.48738, 0.66448, 0.70840)
A2	(0.22494, 0.30668, 0.32695)

A3	(0.38324, 0.52250, 0.55703)
A4	(0.19579, 0.26693, 0.28457)

5. Menentukan indeks concordance dan discordance

Menentukan indeks concordance dilakukan dengan membandingkan dua alternatif untuk kriteria yang sama dengan menggunakan persamaan (10). Berikut diberikan hasil indeks concordance dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Indeks concordance untuk bobot lower

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Indeks-indeks concordance (C_{kp}^l)
A ₁₂	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₁₃	0	1	1	1	0	1	1	2,3,4,6,7
A ₁₄	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₂₁	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₂₃	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₂₄	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₃₁	1	0	0	0	1	0	0	1,5
A ₃₂	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₃₄	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₄₁	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₄₂	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₄₃	0	0	0	0	0	0	0	0

Begitupula untuk hasil Indeks concordance untuk bobot lower dan upper.

Sedangkan, indeks discordance ditentukan menggunakan persamaan (11).

Tabel 10. Indeks discordance untuk bobot lower

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	Indeks-indeks discordance (D_{kp}^l)
A ₁₂	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₁₃	1	0	0	0	1	0	0	1,5
A ₁₄	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₂₁	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₂₃	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₂₄	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₃₁	0	1	1	1	0	1	1	2,3,4,6,7
A ₃₂	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₃₄	0	0	0	0	0	0	0	0
A ₄₁	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₄₂	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7
A ₄₃	1	1	1	1	1	1	1	1,2,3,4,5,6,7

Begitupula untuk hasil Indeks discordance untuk bobot lower dan upper.

6. Menghitung nilai indeks concordance dan discordance

Perhitungan dilakukan berdasarkan data pada Tabel 9 dan Tabel 10 menggunakan persamaan (12) dan persamaan (13). Berikut diperoleh nilai indeks concordance :

Tabel 11. Nilai indeks concordance

	Indeks Concordance		
	C_{kp}^l	C_{kp}^m	C_{kp}^u
A ₁₂	3.865	5.702	6.677
A ₁₃	2.839	4.114	4.814
A ₁₄	3.865	5.702	6.677
A ₂₁	0	0	0
A ₂₃			
A ₂₄	0	0	0
A ₃₁	3.865	5.702	6.677
A ₃₂	1.026	1.588	1.863
A ₃₄	3.865	5.702	6.677
A ₄₁	3.865	5.702	6.677
A ₄₂	0	0	0
A ₄₃	0	0	0

Sedangkan, untuk hasil nilai indeks discordance sebagai berikut :

Tabel 12. Nilai indeks discordance

	Indeks Discordance		
	D_{kp}^l	D_{kp}^m	D_{kp}^u
A ₁₂	0	0	0
A ₁₃	0.036	0.033	0.029
A ₁₄	0	0	0
A ₂₁	1	1	1
A ₂₃	1	1	1
A ₂₄	0	0	0
A ₃₁	1	1	1
A ₃₂	0	0	0
A ₃₄	0	0	0
A ₄₁	1	1	1
A ₄₂	1	1	1
A ₄₃	1	1	1

7. Menghitung final concordance dan discordance

Hasil final dari concordance dan discordance untuk menggabungkan seluruh nilai, dapat dihitung menggunakan persamaan (14).

Tabel 13. Final concordance dan discordance

	Final Concordance	Final Discordance
A ₁₂	5,279417761	0
A ₁₃	3,830997971	0,032696925
A ₁₄	5,279417761	0
A ₂₁	0	1
A ₂₃	0	1
A ₂₄	5,279417761	0
A ₃₁	1,447894454	1

A_{32}	5,279417761	0
A_{34}	5,279417761	0
A_{41}	0	1
A_{42}	0	1
A_{43}	0	1

8. Melakukan Perankingan

Perhitungan berdasarkan pada nilai jumlah selisih antara nilai final *concordance* dan *discordance* dengan menggunakan persamaan (15).

Tabel 14. Hasil perankingan

	Nilai	Peringkat
A_1	14.36	1
A_3	11.0	2
A_2	3.28	3
A_4	-3.0	4

Penelitian dengan metode *fuzzy ELECTRE* dalam pemilihan produk semen terbaik menghasilkan peringkat produk yang termuat pada Tabel 15.

Tabel 15. Peringkat Merek Semen

Peringkat	Merek Semen
1	Semen Gresik
2	Semen Dynamix
3	Semen Tonasa
4	Semen Conch

Berdasarkan hasil perhitungan peringkat yang ditampilkan pada Tabel 4.20, diketahui bahwa Semen Gresik (A_1) memperoleh peringkat tertinggi dengan skor 14.36, sehingga dapat disimpulkan sebagai produk semen terbaik menurut metode Fuzzy ELECTRE. Di posisi berikutnya terdapat Semen Dynamix (A_3) yang menduduki peringkat kedua dengan skor 11.0, lalu Semen Tonasa (A_2) menempati urutan ketiga dengan nilai 3.28, dan Semen Conch (A_4) berada di posisi terakhir dengan skor -3.0. Hasil ini mencerminkan bahwa Semen Gresik lebih unggul berdasarkan evaluasi terhadap berbagai kriteria yang digunakan dalam metode Fuzzy ELECTRE.

Urutan peringkat yang diperoleh menunjukkan perbedaan preferensi konsumen terhadap kualitas masing-masing produk, yang dipengaruhi oleh bobot kriteria serta hasil agregasi nilai dari tiap alternatif. Semakin tinggi nilai yang diperoleh suatu alternatif, maka semakin tinggi pula tingkat keunggulannya dibandingkan alternatif lainnya.

PENUTUP

SIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan produk semen terbaik dengan menggunakan metode Fuzzy ELECTRE. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi dan meranking alternatif berdasarkan sejumlah kriteria yang telah ditentukan sesuai preferensi konsumen. Dari hasil perhitungan akhir, diperoleh nilai agregat dari masing-masing alternatif produk semen. Berdasarkan hasil perhitungan peringkat, diperoleh bahwa Semen Gresik (A_1) merupakan alternatif terbaik dengan nilai akhir tertinggi yaitu 14.36, sehingga menempati peringkat pertama. Selanjutnya, Semen Dynamix (A_3) berada di peringkat kedua dengan nilai 11.0, diikuti oleh Semen Tonasa (A_2) yang menduduki peringkat ketiga dengan nilai 3.28, dan Semen Conch (A_4) berada di posisi terakhir atau peringkat keempat dengan nilai -3.0.

Hasil ini menunjukkan bahwa Semen Gresik unggul dalam berbagai aspek penilaian yang digunakan dalam metode Fuzzy ELECTRE. Produk ini dinilai paling memenuhi kriteria-kriteria penting seperti kualitas, kekuatan rekat, kecepatan pengeringan, dan kepuasan pengguna. Urutan peringkat ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan keputusan oleh konsumen maupun pihak terkait dalam menentukan produk semen yang paling sesuai dengan kebutuhan.

SARAN

Penelitian ini hanya membahas pemilihan produk semen terbaik berdasarkan tujuh kriteria utama dan empat alternatif produk semen. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk memperluas ruang lingkup penelitian, baik dengan menambah jumlah alternatif produk semen yang dianalisis maupun mempertimbangkan kriteria penilaian lainnya seperti tingkat ketersediaan di berbagai wilayah, dampak lingkungan, atau efisiensi penggunaan dalam proyek konstruksi. Selain itu, penelitian berikutnya juga dapat mempertimbangkan perbandingan antar metode, misalnya mengombinasikan metode Fuzzy ELECTRE dengan metode pengambilan keputusan lainnya seperti TOPSIS, AHP, atau MOORA, guna memperoleh hasil yang lebih komprehensif. Dengan pengembangan tersebut, hasil evaluasi akan lebih akurat dan mampu

mencerminkan preferensi konsumen secara lebih menyeluruh.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, R. dina, Alisah, E., & Juhari, J. (2023). Penentuan Peringkat Penilaian Kinerja Pegawai Sebagai Pendukung Keputusan Menggunakan Metode Fuzzy Elimination Et Choix Traduisant La Realite. *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, 3(1), 1–9.
- Amelia, R., & Rosyad, F. (2019). Analisis Perbandingan Jenis Semen (Merk Semen) Terhadap Kuat Tekan Beton.
- Dryon Taluke, Ricky S, M Lakat, Amanda Sembel. (2019). Analisis Preferensi Masyarakat Dalam Pengelolaan Ekosistem Mangrove Di Pesisir Pantai Kecamatan Loloda Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Perencanaan Wilayah dan Kota*, Vol 6 no 2.
- Farrel, C. D., & Yuniarti, D. N. (2025). Pemilihan produsen Fast Moving Consumer Goods kopi terbaik menggunakan metode gabungan BWM, WASPAS dan TOPSIS dalam himpunan fuzzy intuitionistic. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 13(2), 76–89. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v13>
- Handayani, L. M. (2020). Artikel Pengelolaan Persediaan Perusahaan.
- Istia, R. V., Huwae, D. D. M., & Tahya, H. (2023). Analisis perbandingan pemakaian semen Tonasa dan semen Conch terhadap kuat tekan beton. *Journal Agregate*, 2(2), 249–254.
- ‘Illiyun, R., & Yuniarti, D. N. (2024). Penerapan metode fuzzy EDAS dalam pemilihan objek wisata terfavorit di Kota Batu. *MATHunesa: Jurnal Ilmiah Matematika*, 12(3), 486–495. <https://doi.org/10.26740/mathunesa.v12i3>
- Jha, A., Gautam, D., & Khadka, N. (2020). Identification f The Factors For The Selection Of Cement Brands By Construction Companies And Selection Of Optimal Cement Brand Using TOPSIS For Kathmandu Valley Along With The Physical Strength Comparison. *Journal Of The Institute Of Engineering*, 16(1), 158–168.
- Kaya, T., & Kahraman, C. (2011). An integrated fuzzy AHP ELECTRE methodology for environmental impact assessment. *Expert Systems with Applications*, 38(7), 8553–8562.
- Komsiyah, I., Hartati, S., & Purwarianti, A. (2019). Penerapan Metode Fuzzy ELECTRE Untuk Pemilihan Vendor Semen. *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer*, 7(4), 123–130.
- Liang, G.OS., & Wang, M.OJ. J. (1993). Fuzzy Fault tree Analysis Using Failure Possibility In Microelectron Reliab (Vol. 33, Issue 4).
- Muliani, W. S. (2014). Analisis Penilaian Harga Saham PT. Semen Indonesia (Persero) Tbk dengan menggunakan metode Price Earnings Ratio (PER). UIN Suska Riau Repository.
- Mulyana, M. (2019). Inisiasi VI: Strategi Penetapan Harga (Materi tutorial online, hlm. 43–51). Universitas Terbuka.
- Ningrum, D. G., dan Yuniarti, D. N. (2021). “Sifat-Sifat Operasi Pada Himpunan Lunak Fuzzy Berparameter Fuzzy,” *J. Ilm. Mat.*, vol. 9, no. 1.
- Paulus, A. L., & Handoko, H. (2023). Keputusan Pembelian Semen Dynamix pada Konsumen Toko Success Warehouse di Madiun: Peran Kualitas Produk dan Harga. *Manajemen dan Kewirausahaan*, 4(1), 17–28.
- Pinem, A. P. R. (2017). Implementasi Fuzzy ELECTRE Untuk Penilaian Kerusakan Akibat Bencana Alam. *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, 7(2), 81.
- Setiawan, A., Hartono, R., & Puspitasari, D. (2015). A fuzzy ELECTRE approach for multi-criteria decision making. *International Journal of Applied Engineering Research*, 10(19), 40075–40082.
- Sihombing, R., & Utomo, C. B. (2024). Multi-criteria decision-making for cement plant location selection using SMART method: A case study of PT. RKB. *AQA: Journal of Research Synergy*, 3(1), 45–54.
- Suseno, A., & Farady, D. (2020). Pemilihan Alternatif Bahan Baku Fly Ash Menggunakan Metode Fuzzy-TOPSIS Di PT Semen Gresik. *Jurnal Riset Industri*, 14(2), 67–76.
- Setiawan, F., Indriani, F., Yani Km, J. A., & selatan, K. (2015). Implementasi Metode ELECTRE Pada Sistem Pendukung Keputusan SNMPTN Jalur Undangan. *Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer (KLIK)*, 02(02).
- Setiyaningsih, W. (2015). Konsep Sistem Pendukung Keputusan.
- Sevкли, M. (2010). An application of the fuzzy ELECTRE method for supplier selection. *International Journal of Production Research*, 48(12), 3393–3405.
- Susanti, E. (2020). Pemilihan Supplier Pada Apotek Pusaka Arta Dengan Metode Analytical Hierarchy Process (Ahp) Dan Simple Additive Weighting (Saw).
- Suwarma, R. R. (2012). Pemetaan Struktur, Perilaku, Dan Kinerja Pada Industri Semen Indonesia.