



Penerapan Metode Pembobotan LOPCOW dan Grey Relational Analysis Dalam Penentuan Pemasok Toserba Terbaik

Ade Adyatna Izka^{1,*}, Heni Sulistiani²

¹Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Teknologi Informasi, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

²Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Sistem Informasi Akuntansi, Universitas Teknokrat Indonesia, Bandar Lampung
Jl. ZA. Pagar Alam No.9 -11, Labuhan Ratu, Kec. Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung, Indonesia

Email: ^{1*}adyatnaizka@gmail.com, ²henisulistiani@teknokrat.ac.id

Email Penulis Korespondensi: adyatnaizka@gmail.com

Submitted: 10/07/2024; Accepted: 31/07/2024; Published: 31/07/2024

Abstrak—Pemilihan pemasok terbaik merupakan aspek krusial dalam rantai pasok yang berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan kualitas produk akhir. Permasalahan utama dalam penelitian ini belum adanya sebuah model dalam pemilihan pemasok terbaik yang dilakukan tetapi perusahaan selalu melakukan penilaian terhadap kinerja pemasok untuk melihat kinerja dari pemasok secara berkala dan memastikan standar yang telah disepakati tetap terpenuhi dan melakukan evaluasi ulang jika diperlukan. Penelitian ini menggabungkan keunggulan LOPCOW dalam pembobotan kriteria secara objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dalam data, dengan kekuatan GRA dalam menangani kompleksitas data dan ketidakpastian dalam evaluasi multi-kriteria. Kombinasi ini meningkatkan keakuratan dan keandalan keputusan yang diambil, karena menggabungkan keunggulan objektivitas dalam pembobotan dengan kemampuan analitis yang kuat dalam evaluasi alternatif. Hasilnya adalah proses pengambilan keputusan yang lebih holistik, objektif, dan didasarkan pada data, yang sangat bermanfaat dalam situasi kompleks dan penuh ketidakpastian. Hasil perankingan pemasok toserba terbaik menunjukkan hasil Pemasok AB menjadi terbaik pertama dengan nilai yaitu 0,1722, Pemasok JB menjadi terbaik kedua dengan nilai yaitu 0,12, dan Pemasok MA menjadi terbaik ketiga dengan nilai yaitu 0,0848. Hasil penelitian ini menjadi rekomendasi bagi toserba dalam menilai kinerja dari pemasok yang ada.

Kata Kunci: GRA; Kombinasi; LOPCOW; Objektivitas; Pemasok

Abstract—Selecting the best supplier is a crucial aspect in the supply chain that has a significant impact on operational efficiency and final product quality. The main problem in this study is that there is no model in the selection of the best supplier that is carried out, but the company always assesses the performance of suppliers to see the performance of suppliers periodically and ensure that the agreed standards are still met and re-evaluate if necessary. This study combines the advantages of LOPCOW in objectively weighting criteria based on logarithmic percentage changes in data, with the strength of GRA in handling data complexity and uncertainty in multi-criteria evaluation. This combination improves the accuracy and reliability of decisions taken, as it combines the advantages of objectivity in weighting with strong analytical capabilities in alternative evaluations. The result is a more holistic, objective, and data-driven decision-making process, which is especially beneficial in complex and uncertain situations. The results of the ranking of the best convenience store suppliers show that Supplier AB is the first best with a value of 0.1722, Supplier JB is the second best with a value of 0.12, and MA Supplier is the third best with a value of 0.0848. The results of this study are recommendations for convenience stores in assessing the performance of existing suppliers.

Keywords: GRA; Combination; LOPCOW; Objectivity; Supplier

1. PENDAHULUAN

Pemasok toserba memiliki peran penting dalam industri ritel dengan menyediakan berbagai produk yang diperlukan oleh toko serba ada. Mereka bertanggung jawab untuk memastikan ketersediaan stok barang yang berkualitas, menegosiasikan harga yang kompetitif, dan menjaga hubungan yang baik dengan toko-toko untuk memenuhi permintaan pasar. Pemasok ini juga berperan dalam memastikan bahwa toserba dapat mempertahankan kualitas layanan dan kepuasan pelanggan dengan menyediakan produk-produk yang bervariasi dan sesuai dengan tren pasar terkini. Pemilihan pemasok terbaik merupakan aspek krusial dalam rantai pasok yang berdampak signifikan terhadap efisiensi operasional dan kualitas produk akhir. Untuk menentukan pemasok terbaik, perusahaan harus mempertimbangkan berbagai faktor seperti kualitas produk, harga, keandalan pengiriman, reputasi, serta kemampuan untuk memenuhi kebutuhan produksi dalam jangka panjang. Selain itu, evaluasi terhadap layanan purna jual dan fleksibilitas dalam menghadapi perubahan permintaan juga penting untuk memastikan hubungan bisnis yang solid dan berkelanjutan. Proses seleksi yang komprehensif dan analitis akan membantu perusahaan mengurangi risiko, meningkatkan daya saing, dan memastikan kontinuitas operasional. Permasalahan utama dalam penelitian ini belum adanya sebuah model dalam pemilihan pemasok terbaik yang dilakukan tetapi perusahaan selalu melakukan penilaian terhadap kinerja pemasok untuk melihat kinerja dari pemasok secara berkala dan memastikan standar yang telah disepakati tetap terpenuhi dan melakukan evaluasi ulang jika diperlukan. Berdasarkan permasalahan tersebut penelitian ini mengusulkan menggunakan model sistem pendukung keputusan dengan menerapkan metode grey relational analysis untuk melakukan pemilihan pemasok terbaik.

Metode Grey Relational Analysis (GRA) adalah teknik analisis multi-kriteria yang digunakan untuk menyelesaikan masalah keputusan di mana terdapat ketidakpastian dan informasi yang tidak lengkap. Metode ini



berfungsi dengan membandingkan hubungan antara serangkaian alternatif yang berbeda berdasarkan kriteria yang telah ditentukan[1]–[3]. Dalam GRA, setiap alternatif dibandingkan dengan solusi ideal menggunakan nilai grey relational grade, yang menunjukkan sejauh mana alternatif tersebut mendekati solusi ideal. Proses ini melibatkan normalisasi data, perhitungan koefisien grey relational, dan akhirnya penentuan nilai grey relational grade untuk setiap alternatif. Metode GRA membantu pengambil keputusan untuk mengevaluasi dan memilih alternatif terbaik secara objektif, meskipun dihadapkan pada situasi yang kompleks dan penuh ketidakpastian. Metode GRA menawarkan berbagai keuntungan dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria. Salah satu keuntungannya adalah kemampuan untuk mengatasi masalah dengan data yang tidak lengkap atau tidak pasti, membuatnya sangat berguna dalam situasi di mana informasi tidak sepenuhnya tersedia[4]–[6]. Selain itu, GRA sederhana dan mudah diterapkan, tidak memerlukan asumsi distribusi data tertentu atau parameter yang kompleks. Metode ini juga fleksibel karena dapat digunakan dalam berbagai bidang, termasuk manufaktur, manajemen rantai pasok, dan pemilihan supplier. GRA memungkinkan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi alternatif terbaik dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara simultan, menghasilkan evaluasi yang lebih holistik dan objektif. Kelemahan yang dihadapi metode GRA yaitu tidak memberikan bobot yang berbeda untuk setiap kriteria secara default, yang bisa menjadi masalah jika beberapa kriteria dianggap lebih penting daripada yang lain. berdasarkan hal tersebut dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan logarithmic percentage change-driven objective weighting.

Metode pembobotan logarithmic percentage change-driven objective weighting (LOPCOW) adalah teknik yang digunakan untuk menentukan bobot relatif dari berbagai kriteria dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria secara objektif[7]–[9]. Metode ini memanfaatkan perubahan persentase logaritmik dalam data untuk menghitung bobot masing-masing kriteria, sehingga menghasilkan bobot yang mencerminkan variasi data secara lebih akurat. LOPCOW membantu mengurangi subjektivitas yang sering muncul dalam metode pembobotan tradisional yang bergantung pada penilaian manusia. Prosesnya melibatkan perhitungan perubahan persentase logaritmik untuk setiap kriteria dan menggabungkannya untuk menentukan bobot akhir[10]–[12]. Hasilnya adalah bobot yang lebih objektif dan didasarkan pada karakteristik data itu sendiri, sehingga meningkatkan keandalan dan keakuratan dalam pengambilan keputusan. Kelebihan dari metode LOPCOW adalah kemampuan untuk menghasilkan bobot kriteria secara objektif, mengurangi subjektivitas yang sering terkait dengan metode pembobotan tradisional yang bergantung pada penilaian manusia.

Kombinasi metode pembobotan LOPCOW dan GRA menawarkan berbagai kelebihan yang sinergis dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Dengan LOPCOW, bobot kriteria ditentukan secara objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dalam data, mengurangi subjektivitas dan memastikan bahwa bobot mencerminkan variasi data secara akurat. Ketika digabungkan dengan GRA, yang efektif dalam menangani data yang tidak lengkap dan tidak pasti, hasilnya adalah analisis yang lebih komprehensif dan andal. LOPCOW memastikan bahwa setiap kriteria dievaluasi dengan bobot yang tepat, sementara GRA membandingkan alternatif-alternatif dengan mempertimbangkan semua kriteria tersebut secara simultan. Kombinasi ini meningkatkan keakuratan dan keandalan keputusan yang diambil, karena menggabungkan keunggulan objektivitas dalam pembobotan dengan kemampuan analitis yang kuat dalam evaluasi alternatif. Hasilnya adalah proses pengambilan keputusan yang lebih holistik, objektif, dan didasarkan pada data, yang sangat bermanfaat dalam situasi kompleks dan penuh ketidakpastian.

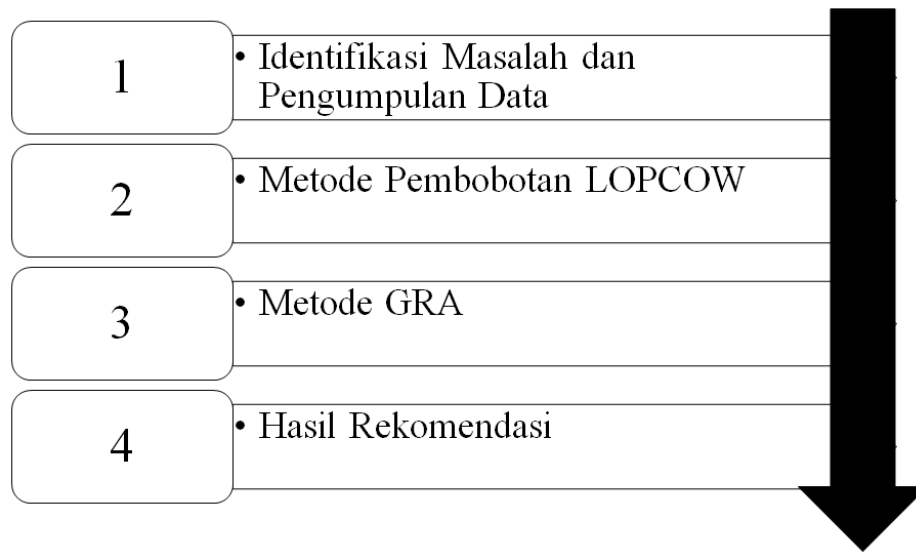
Penelitian yang dilakukan oleh Tobing (2020) metode Fuzzy AHP mampu menghasilkan rekomendasi pemasok terbaik dengan menggunakan kriteria yaitu harga, stok, delivery, dan mutu[13]. Penelitian yang dilakukan Elvira (2022) metode simple additive weighting dapat mengatasi masalah yang dihadapi perusahaan untuk menentukan supplier mana yang mempunyai kinerja baik[14]. Penelitian oleh Immanuel (2022) penggunaan metode SMART dapat menyelesaikan masalah penentuan pilihan pemasok terbaik dengan standar kriteria yang sesuai dengan perusahaan inginkan[15]. Penelitian selanjutnya oleh Rosnelly (2023) masalah penilaian dalam penentuan pemasok terbaik dapat diselesaikan dengan menggunakan metode ORESTE[16]. Penelitian yang dilakukan SUwito (2024) sistem pemilihan supplier dengan menggunakan metode MOORA dapat membantu perusahaan untuk meningkatkan daya saing dan kepuasan pelanggan, dengan mempertimbangkan 3 kriteria[17]. Penelitian terakhir oleh Syahputra (2024) penggunaan metode AHP untuk melakukan pembobotan nilai kriteria dan menggunakan metode SAW untuk menentukan hasil akhir berupa pemeringkatan alternatif pemasok terbaik[18]. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan ada pada metode pembobotan kriteria yang digunakan, dalam penelitian ini menggunakan metode pembobotan LOPCOW untuk mendapatkan bobot kriteria secara objektif.

Tujuan penelitian dari penerapan metode pembobotan LOPCOW dan GRA dalam penentuan pemasok terbaik adalah untuk mengembangkan pendekatan yang holistik dan objektif dalam memilih pemasok yang paling sesuai untuk kebutuhan perusahaan. Penelitian ini menggabungkan keunggulan LOPCOW dalam pembobotan kriteria secara objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dalam data, dengan kekuatan GRA dalam menangani kompleksitas data dan ketidakpastian dalam evaluasi multi-kriteria. Hasil dari penelitian ini untuk menyediakan landasan metodologis yang kuat bagi perusahaan untuk membangun hubungan yang lebih kuat dan berkelanjutan dengan pemasok yang dipilih, yang mendukung efisiensi operasional dan strategi pertumbuhan jangka panjang.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian merupakan proses sistematis yang dilakukan untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang suatu topik atau masalah tertentu [19], [20]. Tahapan ini dimulai dengan merumuskan masalah penelitian yang jelas dan relevan, kemudian dilanjutkan dengan menyusun kerangka teoritis sebagai landasan konseptual. Langkah berikutnya adalah merancang metodologi penelitian, yang mencakup pemilihan metode pengumpulan data, serta teknik analisis data yang sesuai. Setelah data terkumpul, melakukan interpretasi hasil dan menyusun temuan dalam bentuk laporan atau artikel ilmiah untuk diseminasi dan evaluasi oleh komunitas akademis atau praktisi yang bersangkutan. Tahapan ini penting untuk memastikan validitas, reliabilitas, dan kebermanfaatan hasil penelitian bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan aplikasinya dalam berbagai bidang kehidupan. Gambar 1 merupakan tahapan penelitian yang dilakukan dalam pemilihan pemasok toserba terbaik.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilaksanakan pada gambar 1 mempunyai 4 proses yaitu yang pertama identifikasi masalah dan pengumpulan data, dalam tahapan ini masalah yang terjadi yaitu belum adanya sebuah model dalam pemilihan pemasok terbaik yang dilakukan tetapi perusahaan selalu melakukan penilaian terhadap kinerja pemasok untuk melihat kinerja dari pemasok secara berkala dan memastikan standar yang telah disepakati tetap terpenuhi dan melakukan evaluasi. Setelah permasalahan diperoleh selanjutnya mengumpulkan data penilaian terhadap kinerja pemasok toserba yang ada, data ini akan digunakan dalam evaluasi kinerja pemasok toserba dan menentukan pemasok terbaik. Proses yang kedua yaitu metode pembobotan LOPCOW merupakan pendekatan yang digunakan dalam analisis keputusan untuk menentukan bobot relatif dari berbagai tujuan atau kriteria berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari data historis atau aktual. Pendekatan ini menggabungkan elemen analisis statistik dengan pemodelan matematis untuk menghitung bobot yang menggambarkan signifikansi dan dampak relatif dari setiap tujuan atau kriteria terhadap keputusan akhir. Proses yang ketiga yaitu metode GRA merupakan sebuah pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan relatif antara berbagai variabel dalam kondisi ketidakpastian atau ketidakjelasan data. Proses yang terakhir yaitu hasil penelitian yang merupakan hasil evaluasi dari penerapan metode pembobotan LOPCOW dan GRA dalam menentukan pemasok toserba terbaik.

2.2 Metode Pembobotan LOPCOW

Metode pembobotan LOPCOW menggunakan perubahan persentase logaritmik dari data, yang membuatnya lebih sensitif terhadap perubahan yang terjadi dalam data historis atau aktual [21], [22]. Ini memungkinkan pengambil keputusan untuk lebih responsif terhadap dinamika pasar atau lingkungan yang berubah-ubah. Dengan menggunakan perhitungan matematis yang jelas berdasarkan perubahan persentase logaritmik, metode ini membantu mengurangi bias subjektif dalam penentuan bobot relatif dari setiap kriteria atau tujuan. LOPCOW menawarkan pendekatan yang kuat dan terstruktur untuk pengambilan keputusan multi-kriteria yang dapat meningkatkan akurasi, responsivitas, dan ketepatan dalam proses pengambilan keputusan. Matriks keputusan merupakan proses pertama dalam LOPCOW dibuat dengan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & X_{2n} \\ X_{12} & X_{22} & X_{2n} \\ X_{m1} & X_{m2} & X_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$



Menghitung normalisasi matriks merupakan proses kedua dalam LOPCOW, normalisasi matriks dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

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

Menghitung preference value merupakan proses ketiga dalam LOPCOW, preference value dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

$$PV_{ij} = 100 * \left| \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{ij}^2}}{\ln \frac{m}{\sigma}} \right| \quad (3)$$

Menghitung bobot akhir merupakan proses terakhir dalam LOPCOW, bobot akhir kriteria dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

$$w_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{j=1}^n PV_{ij}} \quad (4)$$

Metode LOPCOW dapat mengatasi ketidakpastian dalam data dengan mempertimbangkan perubahan persentase logaritmik, yang sering kali lebih stabil daripada nilai absolut. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan dapat diandalkan, meskipun menghadapi variasi atau ketidakpastian dalam data.

2.3 Metode GRA

Metode GRA merupakan pendekatan yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan relatif antara variabel-variabel dalam kondisi ketidakpastian atau ketidakjelasan data [23], [24]. Metode GRA memiliki keunggulan dalam mengatasi ketidakpastian dan kompleksitas dalam data, serta memberikan fleksibilitas yang luas dalam analisis multi-kriteria. Dengan pendekatan yang sistematis dan matematis, GRA telah terbukti efektif dalam berbagai konteks pengambilan keputusan, membantu organisasi dan individu untuk mengambil langkah-langkah strategis yang lebih terinformasi dan tepat waktu. Menghitung nilai normalisasi matrik merupakan tahapan pertama dalam GRA berdasarkan data hasil penilaian dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$x_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (5)$$

Melakukan perkalian bobot antara bobot kriteria dengan nilai normalisasi merupakan tahapan kedua dalam GRA dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_{ij} = x_{i,j} \cdot w_j \quad (6)$$

Menghitung nilai relasi abu-abu merupakan tahapan terakhir dalam GRA menggunakan persamaan berikut ini.

$$GRG_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (7)$$

Metode GRA tidak hanya memberikan analisis yang mendalam dan komprehensif, tetapi juga mendukung pengambilan keputusan yang lebih terinformasi, adaptif, dan responsif terhadap dinamika yang ada dalam lingkungan bisnis dan pengelolaan organisasi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemilihan pemasok toserba merupakan keputusan strategis yang mempengaruhi ketersediaan produk dan kualitas layanan toko serba ada. Dalam konteks ini, metode pembobotan LOPCOW dan GRA dapat menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi dan memilih pemasok terbaik. Metode LOPCOW menggunakan perubahan persentase logaritmik dari data historis untuk menentukan bobot relatif dari kriteria-kriteria seperti harga, kualitas produk, ketepatan waktu pengiriman, dan layanan pelanggan. Sementara itu, GRA memungkinkan analisis hubungan relatif antara variabel-variabel seperti kinerja pemasok dalam memenuhi persyaratan kontrak, stabilitas pasokan, dan responsivitas terhadap permintaan pasar. Kombinasi kedua metode ini tidak hanya menyediakan kerangka kerja yang sistematis dalam pemilihan pemasok, tetapi juga memungkinkan pengambil keputusan untuk menilai dan merangking kandidat pemasok berdasarkan kriteria yang relevan secara lebih holistik. Penelitian ini mengeksplorasi aplikasi praktis dan keunggulan masing-masing metode dalam konteks pemilihan pemasok toserba untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih terinformasi dan strategis.

3.1 Pengumpulan Data

Proses pengumpulan data penilaian pemasok toserba melibatkan langkah-langkah sistematis untuk memastikan evaluasi yang komprehensif dan objektif. Tahapan pertama menentukan kriteria yang relevan dan penting dalam penilaian pemasok yaitu kualitas produk, harga, ketepatan waktu pengiriman, layanan pelanggan, dan keandalan

pasokan. Tahapan yang kedua mengumpulkan data data kuantitatif terkait dengan setiap kriteria terhadap performa historis pemasok. Hasil pengumpulan data penilaian pemasok toserba pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengumpulan data penilaian pemasok toserba

Nama Pemasok	Harga	Kualitas Produk	Waktu Pengiriman	Layanan Pelanggan	Keandalan Pasokan
Pemasok AB	Sangat Murah	Tinggi	4 Hari	Sangat Baik	Baik
Pemasok DA	Murah	Sedang	5 Hari	Baik	Cukup
Pemasok GY	Cukup Murah	Rendah	3 Hari	Cukup	Baik
Pemasok FR	Agak Mahal	Tinggi	6 Hari	Baik	Cukup
Pemasok JH	Mahal	Sangat Tinggi	4 Hari	Cukup	Cukup
Pemasok TE	Cukup Murah	Sedang	3 Hari	Cukup	Baik
Pemasok MA	Agak Mahal	Rendah	4 Hari	Baik	Baik
Pemasok JB	Mahal	Tinggi	4 Hari	Baik	Baik

Data penilaian tabel 1 merupakan hasil pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini yang didapat dari objek penelitian, data penilaian tersebut masih bersifat linguistik dan selanjutnya dilakukan konversi menjadi numerik seperti pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil konversi data penilaian pemasok toserba menjadi numerik

Nama Pemasok	Harga	Kualitas Produk	Waktu Pengiriman	Layanan Pelanggan	Keandalan Pasokan
Pemasok AB	5	3	4	3	2
Pemasok DA	4	2	5	2	1
Pemasok GY	3	1	4	1	2
Pemasok FR	1	3	6	2	1
Pemasok JH	2	4	4	1	1
Pemasok TE	3	2	3	1	2
Pemasok MA	1	1	4	2	2
Pemasok JB	2	3	4	2	2

Data hasil konversi dalam tabel 2 merupakan hasil konversi penilaian yang dilakukan menjadi data numerik sehingga dapat digunakan dalam pemilihan pemasok toserba terbaik dengan menggunakan pendekatan sistem pendukung keputusan.

3.2 Metode Pembobotan LOPCOW Untuk Menentukan Bobot Secara Objektif

Metode pembobotan LOPCOW (Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting) digunakan untuk menentukan bobot kriteria secara objektif dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Pendekatan ini melibatkan pengumpulan data historis atau aktual terkait setiap kriteria yang relevan dengan tujuan yang ingin dicapai. Data tersebut kemudian diolah untuk menghitung perubahan persentase logaritmik, yang mencerminkan dinamika dan signifikansi masing-masing kriteria. Dengan memanfaatkan perubahan logaritmik ini, LOPCOW memberikan bobot yang lebih sensitif dan adaptif terhadap perubahan dan tren dalam data, sehingga menghasilkan evaluasi yang lebih objektif dan akurat. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menetapkan prioritas dengan lebih baik, berdasarkan analisis yang terinformasi oleh data dan bersifat dinamis. Matriks keputusan merupakan proses pertama dalam LOPCOW dibuat dengan persamaan (1), bentuk umum matriks keputusan yaitu.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} & x_{51} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} & x_{52} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & x_{43} & x_{53} \\ x_{14} & x_{24} & x_{34} & x_{44} & x_{54} \\ x_{15} & x_{25} & x_{35} & x_{45} & x_{55} \\ x_{16} & x_{26} & x_{36} & x_{46} & x_{56} \\ x_{17} & x_{27} & x_{37} & x_{47} & x_{57} \\ x_{18} & x_{28} & x_{38} & x_{48} & x_{58} \end{bmatrix}$$

Hasil dari matriks keputusan berdasarkan bentuk umumnya sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 5 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 4 & 2 & 5 & 2 & 1 \\ 3 & 1 & 4 & 1 & 2 \\ 1 & 3 & 6 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 4 & 1 & 1 \\ 3 & 2 & 3 & 1 & 2 \\ 1 & 1 & 4 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 4 & 2 & 2 \end{bmatrix}$$

Menghitung normalisasi matriks merupakan proses kedua dalam LOPCOW, normalisasi matriks dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

$$n_{11} = \frac{x_{11}}{8 + \sum_{i=1}^m x_{11,18}^2} = \frac{5}{8 + (5^2 + 4^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2 + 3^2 + 1^2 + 2^2)} = \frac{5}{8 + 79} = \frac{5}{87} = 0,06494$$

Hasil perhitungan keseluruhan nilai normalisasi matriks dalam LOPCOW pada tabel 3 untuk keseluruhan alternatif berdasarkan kriteria yang ada.

Tabel 3. Hasil normalisasi LOPCOW

Nama Pemasok	Harga	Kualitas Produk	Waktu Pengiriman	Layanan Pelanggan	Keandalan Pasokan
Pemasok AB	0,06494	0,04918	0,02532	0,08333	0,06452
Pemasok DA	0,05195	0,03279	0,03165	0,05556	0,03226
Pemasok GY	0,03896	0,01639	0,02532	0,02778	0,06452
Pemasok FR	0,01299	0,04918	0,03797	0,05556	0,03226
Pemasok JH	0,02597	0,06557	0,02532	0,02778	0,03226
Pemasok TE	0,03896	0,03279	0,01899	0,02778	0,06452
Pemasok MA	0,01299	0,01639	0,02532	0,05556	0,06452
Pemasok JB	0,02597	0,04918	0,02532	0,05556	0,06452

Menghitung preference value merupakan proses ketiga dalam LOPCOW, preference value dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

$$PV_1 = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{11,18}^2}}{\ln \frac{8}{\sigma}} = 100 * \frac{\sqrt{0,01164}}{\ln \frac{8}{0,00131}} = 100 * \frac{0,10788}{8,71793} = 100 * 0,01237 = 1,2374$$

$$PV_2 = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{21,28}^2}}{\ln \frac{8}{\sigma}} = 100 * \frac{\sqrt{0,01164}}{\ln \frac{8}{0,00131}} = 100 * \frac{0,11935}{8,71793} = 100 * 0,01366 = 1,3656$$

$$PV_3 = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{31,38}^2}}{\ln \frac{8}{\sigma}} = 100 * \frac{\sqrt{0,01164}}{\ln \frac{8}{0,00131}} = 100 * \frac{0,07752}{8,71793} = 100 * 0,00762 = 0,7623$$

$$PV_4 = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{41,48}^2}}{\ln \frac{8}{\sigma}} = 100 * \frac{\sqrt{0,01164}}{\ln \frac{8}{0,00131}} = 100 * \frac{0,14699}{8,71793} = 100 * 0,01765 = 1,7645$$

$$PV_5 = 100 * \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{51,58}^2}}{\ln \frac{8}{\sigma}} = 100 * \frac{\sqrt{0,01164}}{\ln \frac{8}{0,00131}} = 100 * \frac{0,15470}{8,71793} = 100 * 0,01804 = 1,8043$$

Menghitung bobot akhir merupakan proses terakhir dalam LOPCOW, bobot akhir kriteria dalam LOPCOW dihitung dengan persamaan berikut.

$$w_1 = \frac{PV_1}{\sum_{j=1}^n PV_{1,5}} = \frac{1,2374}{1,2374 + 1,3656 + 0,7623 + 1,7645 + 1,8043} = \frac{1,2374}{6,9342} = 0,1785$$

$$w_2 = \frac{PV_2}{\sum_{j=1}^n PV_{1,5}} = \frac{1,3656}{1,2374 + 1,3656 + 0,7623 + 1,7645 + 1,8043} = \frac{1,3656}{6,9342} = 0,1969$$

$$w_3 = \frac{PV_3}{\sum_{j=1}^n PV_{1,5}} = \frac{0,7623}{1,2374 + 1,3656 + 0,7623 + 1,7645 + 1,8043} = \frac{0,7623}{6,9342} = 0,1099$$

$$w_4 = \frac{PV_4}{\sum_{j=1}^n PV_{1,5}} = \frac{1,7645}{1,2374 + 1,3656 + 0,7623 + 1,7645 + 1,8043} = \frac{1,7645}{6,9342} = 0,2545$$

$$w_5 = \frac{PV_5}{\sum_{j=1}^n PV_{1,5}} = \frac{1,8043}{1,2374 + 1,3656 + 0,7623 + 1,7645 + 1,8043} = \frac{1,8043}{6,9342} = 0,2602$$

Hasil akhir dari penentuan bobot kriteria menggunakan metode LOPCOW didapat untuk kriteria harga mempunyai bobot sebesar 0,1789, untuk kriteria kualitas produk mempunyai bobot sebesar 0,1969, untuk kriteria waktu pengiriman mempunyai bobot sebesar 0,1099, untuk kriteria layanan pelanggan mempunyai bobot sebesar 0,2545, dan untuk kriteria keandalan pasokan mempunyai bobot sebesar 0,2602.

3.3 Metode GRA Untuk Menentukan Pemilihan Pemasok Toserba Terbaik

Metode Grey Relational Analysis (GRA) merupakan alat analisis yang efektif untuk menentukan pemilihan pemasok toserba terbaik di tengah ketidakpastian data dan kompleksitas kriteria. Dalam penerapannya, GRA dimulai dengan mengidentifikasi dan mengumpulkan data terkait kriteria evaluasi seperti harga, kualitas produk, ketepatan waktu pengiriman, dan layanan pelanggan. Data tersebut kemudian dinormalisasi untuk memastikan perbandingan yang adil antara pemasok. Selanjutnya, koefisien relasi grey dihitung untuk menilai kedekatan setiap pemasok dengan pemasok ideal berdasarkan kriteria yang dinormalisasi. Derajat relasi grey, yang merupakan rata-rata dari semua koefisien relasi grey, digunakan untuk meranking pemasok. Pemasok dengan derajat relasi grey tertinggi dianggap sebagai pemasok terbaik. Metode GRA memungkinkan penilaian yang objektif dan holistik,

membantu pengambil keputusan dalam memilih pemasok yang paling sesuai dengan kebutuhan dan standar toserba. Menghitung nilai normalisasi matrik merupakan tahapan pertama dalam GRA berdasarkan data hasil penilaian dengan menggunakan persamaan (5).

$$x_{11} = \frac{x_{11} - x_{min\ 11;18}}{x_{max\ 11;18} - x_{min\ 11;18}} = \frac{5-1}{5-1} = 1$$

Hasil perhitungan keseluruhan nilai normalisasi matriks dalam GRA pada tabel 4 untuk keseluruhan alternatif berdasarkan kriteria yang ada.

Tabel 4. Hasil normalisasi GRA

Nama Pemasok	Harga	Kualitas Produk	Waktu Pengiriman	Layanan Pelanggan	Keandalan Pasokan
Pemasok AB	1	0,667	0,333	1	1
Pemasok DA	0,75	0,333	0,667	0,5	0
Pemasok GY	0,5	0	0,333	0	1
Pemasok FR	0	0,667	1	0,5	0
Pemasok JH	0,25	1	0,333	0	0
Pemasok TE	0,5	0,333	0	0	1
Pemasok MA	0	0	0,333	0,5	1
Pemasok JB	0,25	0,667	0,333	0,5	1

Melakukan perkalian bobot antara bobot kriteria dengan nilai normalisasi merupakan tahapan kedua dalam GRA dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_{11} = x_{11} * w_1 = 1 * 0,1785 = 0,1785 \tag{6}$$

Hasil perhitungan keseluruhan nilai perkalian bobot dalam GRA pada tabel 5 untuk keseluruhan alternatif berdasarkan kriteria yang ada.

Tabel 5. Hasil normalisasi GRA

Nama Pemasok	Harga	Kualitas Produk	Waktu Pengiriman	Layanan Pelanggan	Keandalan Pasokan
Pemasok AB	0,1785	0,1313	0,0366	0,2545	0,2602
Pemasok DA	0,1338	0,0656	0,0733	0,1272	0
Pemasok GY	0,0892	0	0,0366	0	0,2602
Pemasok FR	0	0,1313	0,1099	0,1272	0
Pemasok JH	0,0446	0,1969	0,0366	0	0
Pemasok TE	0,0892	0,0656	0	0	0,2602
Pemasok MA	0	0	0,0366	0,1272	0,2602
Pemasok JB	0,0446	0,1313	0,0366	0,1272	0,2602

Menghitung nilai relasi abu-abu merupakan tahapan terakhir dalam GRA menggunakan persamaan berikut ini.

$$GRG_1 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{11,51} = \frac{1}{5} * (v_{11} + v_{21} + v_{31} + v_{41} + v_{51})$$

$$GRG_1 = \frac{1}{5} * (0,1785 + 0,1313 + 0,0366 + 0,2545 + 0,2602) = \frac{1}{5} * (0,8611) = 0,1722$$

$$GRG_2 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{12,52} = \frac{1}{5} * (v_{12} + v_{22} + v_{32} + v_{42} + v_{52})$$

$$GRG_2 = \frac{1}{5} * (0,1338 + 0,0656 + 0,0733 + 0,1272 + 0) = \frac{1}{5} * (0,4) = 0,08$$

$$GRG_3 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{13,53} = \frac{1}{5} * (v_{13} + v_{23} + v_{33} + v_{43} + v_{53})$$

$$GRG_3 = \frac{1}{5} * (0,0892 + 0 + 0,0366 + 0 + 0,2602) = \frac{1}{5} * (0,3861) = 0,0772$$

$$GRG_4 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{14,54} = \frac{1}{5} * (v_{14} + v_{24} + v_{34} + v_{44} + v_{54})$$

$$GRG_4 = \frac{1}{5} * (0 + 0,1313 + 0,1099 + 0,1272 + 0) = \frac{1}{5} * (0,3685) = 0,0737$$

$$GRG_5 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{15,55} = \frac{1}{5} * (v_{15} + v_{25} + v_{35} + v_{45} + v_{55})$$

$$GRG_5 = \frac{1}{5} * (0,0446 + 0,1969 + 0,0366 + 0 + 0) = \frac{1}{5} * (0,2782) = 0,0556$$

$$GRG_6 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{16,56} = \frac{1}{5} * (v_{16} + v_{26} + v_{36} + v_{46} + v_{56})$$

$$GRG_6 = \frac{1}{5} * (0,0892 + 0,0656 + 0 + 0 + 0,2602) = \frac{1}{5} * (0,4151) = 0,083$$

$$GRG_7 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{17,57} = \frac{1}{5} * (v_{17} + v_{27} + v_{37} + v_{47} + v_{57})$$

$$GRG_7 = \frac{1}{5} * (0 + 0 + 0,0366 + 0,1272 + 0,2602) = \frac{1}{5} * (0,4241) = 0,0848$$

$$GRG_8 = \frac{1}{5} \sum_{j=1}^n V_{18,58} = \frac{1}{5} * (v_{18} + v_{28} + v_{38} + v_{48} + v_{58})$$

$$GRG_8 = \frac{1}{5} * (0,0446 + 0,1313 + 0,0366 + 0,1272 + 0,2602) = \frac{1}{5} * (0,6) = 0,12$$

Hasil akhir nilai relasi abu-abu merupakan nilai akhir dari metode GRA dalam melakukan penilaian terhadap pemasok terbaik.

3.4 Hasil Rekomendasi Pemasok Toserba Terbaik

Hasil rekomendasi pemasok toserba terbaik berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dengan menerapkan metode pembobotan LOPCOW dan GRA menghasilkan daftar pemasok yang dinilai unggul berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan yaitu Harga, Kualitas Produk, Waktu Pengiriman, Layanan Pelanggan, dan Keandalan Pasokan. Rekomendasi ini bertujuan untuk memastikan bahwa toserba mendapatkan mitra pemasok yang dapat diandalkan, sehingga dapat menjaga ketersediaan produk dan kepuasan pelanggan yang tinggi. Hasil rekomendasi perangkingan pemasok terbaik dengan metode pembobotan LOPCOW dan GRA pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil Rekomendasi Perangkingan Pemasok Terbaik Dari Metode Pembobotan LOPCOW dan GRA

Hasil perangkingan pemasok toserba terbaik pada gambar 1 menunjukkan hasil Pemasok AB menjadi terbaik pertama dengan nilai yaitu 0,1722, Pemasok JB menjadi terbaik pertama dengan nilai yaitu 0,12, Pemasok MA menjadi terbaik ketiga dengan nilai yaitu 0,0848, Pemasok TE menjadi terbaik keempat dengan nilai yaitu 0,083, Pemasok DA menjadi terbaik kelima dengan nilai yaitu 0,08, Pemasok GY menjadi terbaik keenam dengan nilai yaitu 0,0772, Pemasok FR menjadi terbaik ketujuh dengan nilai yaitu 0,0737, dan Pemasok JH menjadi terbaik kedelapan dengan nilai yaitu 0,0556. Hasil penelitian ini menjadi rekomendasi bagi toserba dalam menilai kinerja dari pemasok yang ada.

4. KESIMPULAN

Pemilihan pemasok toserba merupakan keputusan strategis yang mempengaruhi ketersediaan produk dan kualitas layanan toko serba ada. Dalam konteks ini, metode pembobotan LOPCOW dan GRA dapat menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi dan memilih pemasok terbaik. Pemilihan pemasok toserba merupakan keputusan strategis yang mempengaruhi ketersediaan produk dan kualitas layanan toko serba ada. Metode pembobotan LOPCOW dan GRA dapat menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi dan memilih pemasok terbaik. Metode pembobotan LOPCOW dan GRA dapat menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi dan memilih pemasok terbaik. Pemilihan pemasok toserba merupakan keputusan strategis yang mempengaruhi ketersediaan produk dan kualitas layanan toko serba ada. Penerapan metode pembobotan LOPCOW dan GRA dapat menjadi alat yang efektif untuk mengevaluasi dan memilih pemasok terbaik. Hasil perangkingan pemasok toserba terbaik menunjukkan hasil Pemasok AB menjadi terbaik pertama dengan nilai yaitu 0,1722, Pemasok JB menjadi terbaik pertama dengan nilai yaitu 0,12, Pemasok MA menjadi terbaik ketiga dengan nilai yaitu 0,0848, Pemasok TE menjadi terbaik keempat dengan nilai yaitu 0,083, Pemasok DA menjadi terbaik kelima dengan nilai yaitu 0,08, Pemasok GY menjadi terbaik keenam dengan nilai yaitu 0,0772, Pemasok FR menjadi terbaik ketujuh dengan nilai yaitu 0,0737, dan Pemasok JH menjadi terbaik kedelapan dengan nilai yaitu 0,0556. Hasil penelitian ini menjadi rekomendasi bagi toserba dalam menilai kinerja dari pemasok yang ada.

REFERENCES

- [1] S. A. Javed, A. Gunasekaran, and A. Mahmoudi, "DGRA: Multi-sourcing and supplier classification through Dynamic Grey Relational Analysis method," *Comput. Ind. Eng.*, vol. 173, p. 108674, Nov. 2022, doi: 10.1016/j.cie.2022.108674.
- [2] A. Kannan and N.M.Sivaram, "Evaluation and Performance Improvement of Environmentally Friendly Sustainable



- Turning of 6063 Aluminum Alloy in Dry Conditions Using Grey Relational Analysis,” *Int. J. Automot. Mech. Eng.*, vol. 21, no. 1, pp. 11085–11098, Mar. 2024, doi: 10.15282/ijame.21.1.2024.12.0858.
- [3] A. H. Bademlioglu, A. S. Canbolat, and O. Kaynakli, “Multi-objective optimization of parameters affecting Organic Rankine Cycle performance characteristics with Taguchi-Grey Relational Analysis,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 117, p. 109483, Jan. 2020, doi: 10.1016/j.rser.2019.109483.
- [4] N. Xiaoyan, W. Ying, W. Zhenduo, and S. Zhiguo, “Link-16 anti-jamming performance evaluation based on grey relational analysis and cloud model,” *J. Syst. Eng. Electron.*, pp. 1–11, 2024, doi: 10.23919/JSEE.2023.000120.
- [5] H. Zhao, C. Lu, and Y. Zhang, “Optimal site selection for wind-photovoltaic-complemented storage power plants based on Geographic Information System and Grey Relational Analysis-Group Criteria Importance Through Inter Criteria Correlation-Interactive and Multicriteria Decision Making:,” *J. Energy Storage*, vol. 92, p. 112148, Jul. 2024, doi: 10.1016/j.est.2024.112148.
- [6] B. Zhang et al., “Assessment of the impact of pyrolysis conditions on char reactivity through orthogonal experimental-based grey relational analysis,” *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 179, p. 106426, May 2024, doi: 10.1016/j.jaap.2024.106426.
- [7] S. Dhruva, R. Krishankumar, E. K. Zavadskas, K. S. Ravichandran, and A. H. Gandomi, “Selection of Suitable Cloud Vendors for Health Centre: A Personalized Decision Framework with Fermatean Fuzzy Set, LOPCOW, and CoCoSo,” *Informatica*, vol. 35, no. 1, pp. 65–98, Nov. 2024, doi: 10.15388/23-INFOR537.
- [8] T. Van Dua, D. Van Duc, N. C. Bao, and D. D. Trung, “Integration of objective weighting methods for criteria and MCDM methods: application in material selection,” *EUREKA Phys. Eng.*, no. 2, pp. 131–148, Mar. 2024, doi: 10.21303/2461-4262.2024.003171.
- [9] S. Setiawansyah, Y. Rahmanto, A. A. Aldino, A. Yudhistira, P. Palupiningsih, and A. Sulistiyawati, “Hybrid Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting and Grey Relational Analysis Method in Employee Contract Renewal,” *TIN Terap. Inform. Nusant.*, vol. 4, no. 12, pp. 758–768, 2024, doi: 10.47065/tin.v4i12.5121.
- [10] A. Ulutaş, F. Balo, and A. Topal, “Identifying the Most Efficient Natural Fibre for Common Commercial Building Insulation Materials with an Integrated PSI, MEREC, LOPCOW and MCRAT Model,” *Polymers (Basel)*, vol. 15, no. 6, p. 1500, Mar. 2023, doi: 10.3390/polym15061500.
- [11] T. ÖZTAŞ and G. Z. ÖZTAŞ, “Innovation Performance Analysis of G20 Countries: A Novel Integrated LOPCOW-MAIRCA MCDM Approach Including the COVID-19 Period,” *Veriml. Derg.*, pp. 1–20, Jan. 2024, doi: 10.51551/verimlilik.1320794.
- [12] S. Korucuk, A. Aytakin, Ö. Görçün, V. Simic, and Ö. Faruk Görçün, “Warehouse site selection for humanitarian relief organizations using an interval-valued fermatean fuzzy LOPCOW-RAFSI model,” *Comput. Ind. Eng.*, vol. 192, p. 110160, Jun. 2024, doi: 10.1016/j.cie.2024.110160.
- [13] F. Tobing, M. I. Dzulhaq, and R. Sidiq, “Penerapan Metode Fuzzy AHP untuk Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Pemasok Terbaik,” *Ultim. Comput. J. Sist. Komput.*, vol. 11, no. 2 SE-Articles, Jan. 2020, doi: <https://doi.org/10.31937/sk.v11i2.1455>.
- [14] E. Felicia and M. Badrul, “SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN SUPPLIER TERBAIK MENGGUNAKAN METODE SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING,” *J. Ilm. Inform.*, vol. 10, no. 02, pp. 107–111, Sep. 2022, doi: 10.33884/jif.v10i02.6277.
- [15] J. Immanuel, D. Andrian, and L. M. C. Wulandari, “Penerapan analisis multi kriteria dengan metode smart dalam pemilihan pemasok pada UD. Bahtera,” *JENIUS J. Terap. Tek. Ind.*, vol. 3, no. 2, pp. 159–168, 2022.
- [16] R. Rosnelly, “Metode Oreste Penentuan Pemasok Terbaik Pada PT. Tirta Investama,” *J. Info Digit*, vol. 1, no. 2, pp. 688–700, 2023, doi: 10.22303/jid/v1.i2.932.
- [17] M. Suwito and E. Yuliyawati, “Strategi Pemilihan Supplier Mesin Turbocharger Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process dan Multi-Objective Optimization Method By Ratio Analysis,” *JURMATIS (Jurnal Manaj. Teknol. dan Tek. Ind.)*, vol. 6, no. 1 SE-Articles, Jan. 2024, doi: 10.30737/jurmatis.v6i1.4782.
- [18] A. Syahputra, A. Diana, and D. Achadiani, “PENERAPAN METODE ANALYTICAL HIERARCHY PROCESS DAN SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING UNTUK PEMILIHAN SUPPLIER TOKO BERAS,” *IDEALIS Indones. J. Inf. Syst.*, vol. 7, no. 2 SE-Table of Content, Jun. 2024, doi: 10.36080/idealis.v7i2.3169.
- [19] H. Sulistiani, Setiawansyah, P. Palupiningsih, F. Hamidy, P. L. Sari, and Y. Khairunnisa, “Employee Performance Evaluation Using Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) with PIPRECIA-S Weighting: A Case Study in Education Institution,” in *2023 International Conference on Informatics, Multimedia, Cyber and Informations System (ICIMCIS)*, 2023, pp. 369–373. doi: 10.1109/ICIMCIS60089.2023.10349017.
- [20] E. R. Susanto, A. Savitri Puspaningrum, and Z. Abidin, “Recommendations of Cash Social Assistance (BST) Recipients for People Affected by Covid-19 Using AHP-TOPSIS,” in *2023 International Conference on Networking, Electrical Engineering, Computer Science, and Technology (IConNECT)*, Aug. 2023, pp. 190–195. doi: 10.1109/IConNECT56593.2023.10326776.
- [21] S. H. Hadad, S. Subhan, S. Setiawansyah, M. W. Arshad, A. Yudhistira, and Y. Rahmanto, “COMBINATION OF LOGARITHMIC PERCENTAGE CHANGE-DRIVEN OBJECTIVE WEIGHTING AND MULTI-ATTRIBUTIVE IDEAL-REAL COMPARATIVE ANALYSIS IN DETERMINING THE BEST PRODUCTION EMPLOYEES,” *J. Tek. Inform.*, vol. 5, no. 3, pp. 843–853, 2024, doi: 10.52436/1.jutif.2024.5.3.2057.
- [22] S. Setiawansyah and A. Sulistiyawati, “Penerapan Metode Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting dan Multi-Attribute Utility Theory dalam Penerimaan Guru Bahasa Inggris,” *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 62–75, 2024, doi: 10.58602/jaiti.v2i2.119.
- [23] S. Sintaro, “Penerapan Metode Grey Relational Analysis (GRA) Dalam Pemilihan E-Commerce,” *J. Inf. Technol. Softw. Eng. Comput. Sci.*, vol. 1, no. 4, pp. 166–173, 2023, doi: 10.58602/itsecs.v1i4.75.
- [24] R. Andika, “Kombinasi Grey Relational Analysis (GRA) dan ROC Dalam Penentuan Promosi Jabatan Supervisor,” *Chain J. Comput. Technol. Comput. Eng. Informatics*, vol. 2, no. 1, pp. 37–44, 2024, doi: 10.58602/chain.v2i1.94.