

Kombinasi Metode Pembobotan *Entropy* dan *Grey Relational Analysis* dalam Pemilihan Pelanggan Terbaik

Dwi Handoko

Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Lampung, Indonesia

dwhandoko@polinela.ac.id

Abstrak

Kata Kunci:

Entropy;
GRA;
Objektif;
Pelanggan;
Terbaik;

Pelanggan terbaik adalah individu atau kelompok yang tidak hanya secara konsisten melakukan pembelian, tetapi juga menunjukkan loyalitas tinggi terhadap produk atau layanan suatu perusahaan. Tujuan penelitian dari kombinasi metode pembobotan *Entropy* dan *GRA* dalam pemilihan pelanggan terbaik adalah untuk menggunakan pendekatan yang lebih objektif dan akurat dalam mengevaluasi pelanggan berdasarkan berbagai kriteria yang relevan. Dengan memanfaatkan metode *Entropy*, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan bobot kriteria secara objektif, berdasarkan variasi data penilaian pelanggan. Setelah bobot kriteria ditentukan, *GRA* digunakan untuk menganalisis hubungan antar pelanggan dengan solusi ideal, sehingga dapat mengidentifikasi pelanggan yang paling mendekati profil pelanggan terbaik. Hasil perangkingan pelanggan terbaik menunjukkan bahwa Pelanggan 2 menduduki posisi teratas dengan nilai 0,17819, menandakan bahwa pelanggan ini memiliki performa terbaik dalam memenuhi kriteria yang ditentukan. Diikuti oleh Pelanggan 6 yang memperoleh nilai 0,17794, yang juga menunjukkan kinerja yang sangat baik. Hasil perangkingan ini memberikan wawasan yang jelas mengenai profil pelanggan dan dapat menjadi dasar untuk merumuskan strategi yang lebih baik dalam pengelolaan hubungan pelanggan.

Abstract

Keywords:

The best customers are individuals or groups who not only consistently make purchases, but also show high loyalty to a company's products or services. The purpose of the research of the combination of Entropy and GRA weighting methods in selecting the best customers is to use a more objective and accurate approach in evaluating customers based on various relevant criteria. By utilizing the Entropy method, this study aims to objectively determine the weight of the criteria, based on the variation of customer assessment data. Once the criteria weights are determined, the GRA is used to analyze the relationship between the customer and the ideal solution, so that it can identify the customer closest to the best customer profile. The results of the best customer ranking show that Customer 2 occupies the top position with a value of 0.17819, indicating that this customer has the best performance in meeting the specified criteria. Followed by Customer 6 who obtained a value of 0.17794, which also showed excellent performance. The results of this ranking provide clear insights into customer profiles and can be the basis for formulating better strategies in customer relationship management.

1. PENDAHULUAN

Pelanggan terbaik adalah individu atau kelompok yang tidak hanya secara konsisten melakukan pembelian, tetapi juga menunjukkan loyalitas tinggi terhadap produk atau layanan suatu perusahaan[1], [2]. Mereka berkontribusi secara signifikan terhadap pendapatan perusahaan dan sering kali menjadi duta merek secara tidak langsung, merekomendasikan produk kepada orang lain melalui ulasan positif dan *word-of-mouth*. Selain itu, pelanggan terbaik cenderung memiliki tingkat keterlibatan yang lebih tinggi, memberikan masukan yang konstruktif, serta memberikan nilai tambah dalam pengembangan produk atau layanan perusahaan di masa mendatang. Keberadaan pelanggan terbaik sangat berharga karena mereka membantu membangun reputasi dan pertumbuhan jangka panjang bisnis. Pemilihan pelanggan terbaik merupakan proses evaluasi untuk mengidentifikasi pelanggan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap kesuksesan bisnis, baik dari segi frekuensi pembelian, nilai transaksi, maupun loyalitas jangka panjang. Dalam pemilihan ini, beberapa kriteria utama yang sering digunakan meliputi volume pembelian, durasi hubungan dengan perusahaan, kepuasan terhadap layanan, serta partisipasi aktif dalam memberikan umpan balik. Metode evaluasi yang tepat, seperti menggunakan pendekatan multi-kriteria, dapat membantu perusahaan secara objektif menilai berbagai aspek performa pelanggan. Dengan memilih pelanggan terbaik, perusahaan dapat memberikan penghargaan khusus, meningkatkan retensi, dan memperkuat hubungan jangka panjang yang saling menguntungkan. Salah satu permasalahan dalam pemilihan pelanggan terbaik adalah kompleksitas dalam menentukan kriteria evaluasi yang tepat dan relevan. Setiap pelanggan memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga sulit untuk menyamakan faktor penilaian antara satu pelanggan dengan yang lain. Selain itu, data yang dibutuhkan untuk mengevaluasi secara objektif mungkin tidak selalu lengkap atau akurat, yang dapat mengakibatkan keputusan yang bias atau kurang valid. Tantangan lainnya adalah bagaimana memastikan bahwa pemilihan pelanggan terbaik tidak hanya didasarkan pada nilai transaksi, tetapi juga mencakup aspek loyalitas, kontribusi non-monetary, dan umpan balik yang membantu perusahaan berkembang. Solusi dalam pemilihan pelanggan terbaik dengan menggunakan metode grey relational analysis.

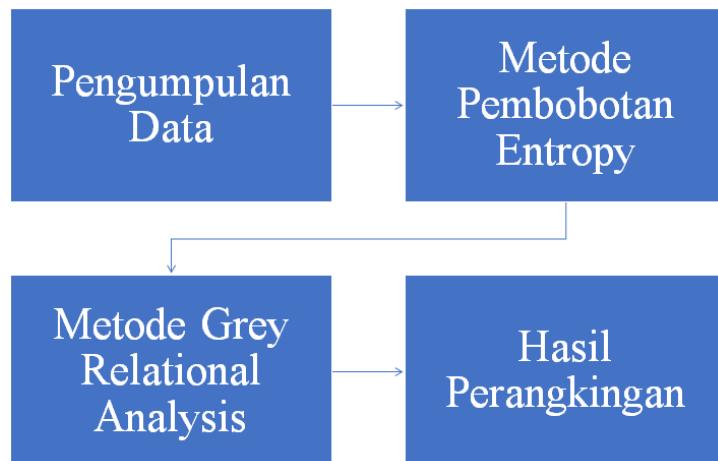
Grey Relational Analysis (GRA) adalah metode yang dikembangkan dari teori *Grey System*, dirancang untuk mengatasi masalah dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti[3]–[5]. GRA sering digunakan dalam *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) karena kemampuannya untuk menangani data yang parsial atau ambigu. Metode ini bertujuan untuk mengevaluasi hubungan antara beberapa alternatif dengan solusi ideal berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Metode GRA dapat menangani situasi di mana data sulit diperoleh secara lengkap, memberikan solusi yang relevan meskipun informasi yang tersedia tidak sempurna[6]–[8]. Masalah dalam metode GRA yaitu dalam pembobotan kriteria sering menjadi tantangan utama, karena bobot kriteria menentukan sejauh mana pentingnya setiap kriteria dalam proses pengambilan keputusan. Salah satu masalah utamanya adalah subjektivitas dalam menentukan bobot, terutama ketika bobot diberikan berdasarkan persepsi atau preferensi pengambil keputusan. Jika tidak ada metode yang objektif atau jika terjadi perbedaan pendapat antar pemangku kepentingan, bobot yang diberikan bisa bias, mengakibatkan hasil yang tidak akurat dan mungkin tidak mencerminkan situasi yang sebenarnya.

Metode pembobotan *entropy* adalah teknik yang digunakan dalam MCDM untuk menentukan bobot kriteria secara objektif, berdasarkan tingkat ketidakpastian atau distribusi informasi dari data[9]–[11]. Prinsip dasar dari metode ini adalah bahwa semakin seragam distribusi nilai suatu kriteria, semakin rendah tingkat informasinya, dan sebaliknya, semakin besar variasi nilai, semakin tinggi tingkat informasinya. Keunggulan dari metode pembobotan *entropy* adalah kemampuannya untuk mengurangi subjektivitas dalam penentuan bobot, karena bobot ditentukan sepenuhnya berdasarkan distribusi data yang tersedia. Metode ini mampu mengidentifikasi kriteria yang memiliki informasi paling signifikan, dengan memberi bobot lebih tinggi pada kriteria yang memiliki distribusi nilai yang lebih bervariasi. Ini membantu memastikan bahwa kriteria yang lebih informatif memainkan peran yang lebih besar dalam pengambilan keputusan. *Entropy* mengukur derajat ketidakpastian atau kebingungan dalam data, metode ini dapat menangani situasi dengan ketidakpastian yang tinggi atau data yang memiliki distribusi yang tidak merata, menjadikannya sangat fleksibel dalam berbagai situasi analisis[12]–[14].

Penelitian yang menjadi literatur dalam penelitian ini tentang pemilihan pelanggan terbaik dilakukan oleh Pasaribu (2023) metode profile matching mampu mengukur sejauh mana loyalitas pelanggan berdasarkan kriteria total pembayaran, frekuensi pembelian, dan jenis pembayaran yang membantu perusahaan dalam otomasi dan komputerisasi dalam menentukan pelanggan terbaik[1]. Penelitian lainnya dilakukan oleh Putra (2023) metode SAW membantu dalam pemilihan pelanggan terbaik yang teknik pengambilan keputusannya memiliki perhitungan kriteria pembobotan yang tidak terlalu rumit dan hasil penelitian dihasilkan sebuah aplikasi penggerak keputusan dengan harapan dapat menghasilkan keputusan pelanggan terbaik[15]. Penelitian dari Hasan (2024) *weighted product method* menghasilkan sistem pendukung keputusan untuk pemilihan dan pemeringkatan pelanggan dengan menggunakan 8 sample data pelanggan[2]. Perbedaan dengan penelitian yang dilakukan yaitu dalam penelitian ini menerapkan penentuan bobot menggunakan metode pembobotan *entropy* yang menghasilkan bobot kriteria secara objektif berdasarkan data penilaian yang telah dilakukan. Tujuan penelitian dari kombinasi metode pembobotan *entropy* dan GRA dalam pemilihan pelanggan terbaik adalah untuk menggunakan pendekatan yang lebih objektif dan akurat dalam mengevaluasi pelanggan berdasarkan berbagai kriteria yang relevan. Dengan memanfaatkan metode *entropy*, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan bobot kriteria secara objektif, berdasarkan variasi data penilaian pelanggan. Setelah bobot kriteria ditentukan, GRA digunakan untuk menganalisis hubungan antar pelanggan dengan solusi ideal, sehingga dapat mengidentifikasi pelanggan yang paling mendekati profil pelanggan terbaik.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian merujuk pada serangkaian prosedur dan teknik yang digunakan untuk mengumpulkan, menganalisis, dan menginterpretasikan data guna menjawab pertanyaan penelitian atau menguji hipotesis[16], [17]. Metode ini mencakup pendekatan sistematis yang membantu peneliti untuk memahami fenomena, mendapatkan wawasan baru, dan membuat keputusan berdasarkan bukti. Tahapan penelitian adalah langkah-langkah sistematis yang diikuti untuk melakukan suatu penelitian, mulai dari perencanaan hingga penyampaian hasil. Setiap tahapan penelitian harus dilakukan dengan cermat dan sistematis untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil yang diperoleh. Tahapan penelitian yang dilakukan ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian pada gambar 1 dimulai dengan pengumpulan data, di mana informasi terkait pelanggan dikumpulkan berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditentukan, seperti nilai transaksi, frekuensi pembelian, loyalitas, pengetahuan produk, dan tingkat kepuasan. Data ini bisa diambil dari sistem manajemen pelanggan, survei, atau rekaman transaksi. Selanjutnya, dilakukan metode pembobotan *entropy* untuk menentukan bobot setiap kriteria secara objektif. Dalam langkah ini, data dinormalisasi dan dihitung tingkat variasi informasi dari setiap kriteria, sehingga kriteria yang memiliki informasi lebih signifikan mendapatkan bobot yang lebih tinggi. Setelah bobot kriteria

ditentukan, tahap berikutnya adalah penerapan metode GRA. GRA digunakan untuk mengevaluasi kedekatan setiap pelanggan terhadap solusi ideal, yang merepresentasikan pelanggan terbaik berdasarkan kriteria yang telah diberi bobot. Proses ini melibatkan penghitungan koefisien relasional untuk setiap pelanggan. Akhirnya, hasil dari GRA digunakan untuk menghasilkan hasil perangkingan, di mana pelanggan diurutkan berdasarkan nilai kedekatan dengan solusi ideal. Pelanggan dengan nilai tertinggi dianggap sebagai pelanggan terbaik, memberikan wawasan penting bagi perusahaan dalam strategi pemasaran dan pengelolaan hubungan pelanggan.

Metode *Entropy*

Metode *entropy* adalah teknik yang digunakan untuk menentukan bobot kriteria dalam MCDM. Metode ini berfokus pada pengukuran tingkat ketidakpastian atau variasi informasi yang terkandung dalam data kriteria. Dengan cara ini, kriteria yang memberikan informasi lebih signifikan akan mendapatkan bobot yang lebih tinggi, sementara kriteria yang kurang bermanfaat akan mendapatkan bobot yang lebih rendah. Metode ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemilihan alternatif, evaluasi kinerja, dan penelitian lainnya.

Langkah pertama membuat matriks keputusan yang merupakan representasi yang digunakan dalam metode analisis keputusan untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{n1} \\ x_{12} & x_{22} & x_{n2} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{1m} & x_{2m} & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

Langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi untuk mengubah semua nilai ke dalam skala yang sama. Tujuannya adalah agar semua kriteria dapat dibandingkan secara adil tanpa dipengaruhi oleh satuan atau skala yang berbeda. Normalisasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

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

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai *entropy* untuk setiap kriteria. *Entropy* mengukur tingkat ketidakpastian atau variasi informasi dalam data dan dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$E_j = \left[\frac{-1}{\ln m} \right] \sum_{i=1}^m r_{ij} \ln r_{ij} \quad (3)$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung derajat divergensi untuk setiap kriteria, yang merupakan pelengkap dari *entropy*. Semakin besar nilai divergensi, semakin tinggi bobot yang seharusnya diberikan pada kriteria tersebut dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$D_j = 1 - E_j \quad (4)$$

Langkah terakhir adalah menghitung bobot untuk setiap kriteria. Bobot dapat dihitung dengan cara membagi nilai divergensi setiap kriteria dengan jumlah total divergensi dari semua kriteria dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$w_j = \frac{D_j}{\sum_{j=1}^m D_j} \quad (5)$$

Melalui tahapan ini, metode pembobotan *entropy* dapat memberikan bobot yang objektif berdasarkan informasi yang terkandung dalam data, sehingga membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dalam konteks multi-kriteria.

Metode *Grey Relational Analysis*

Metode *Grey Relational Analysis* (GRA) adalah suatu teknik yang digunakan dalam pengambilan keputusan dan analisis multi-kriteria, khususnya untuk mengevaluasi dan meranking alternatif berdasarkan kriteria yang berbeda. Metode ini berasal dari teori sistem *Grey* yang berfokus pada pengambilan keputusan di mana informasi yang tersedia tidak lengkap atau memiliki ketidakpastian. Langkah pertama adalah normalisasi dalam GRA yang merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa semua data kriteria berada dalam skala yang sama, sehingga memudahkan perbandingan antar alternatif. Normalisasi juga membantu mengurangi dampak dari unit pengukuran yang berbeda, memungkinkan analisis yang lebih konsisten dan akurat, normalisasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (6)$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung perkalian bobot yang merupakan langkah di mana nilai-nilai kriteria yang telah dinormalisasi dikalikan dengan bobot yang telah ditentukan. Bobot ini biasanya dihitung menggunakan metode pembobotan *entropy*, yang mencerminkan pentingnya masing-masing kriteria dalam pengambilan keputusan. Perkalian bobot dalam GRA dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_{ij} = x_{ij} * w_j \quad (7)$$

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai *Grey Relational Grade* (GRG) untuk setiap alternatif. Nilai ini mencerminkan kedekatan alternatif dengan solusi ideal dan dapat dihitung dengan menjumlahkan koefisien relasional untuk setiap kriteria dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$GRG_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^j V_{ij} \quad (8)$$

Metode GRA adalah alat yang berguna dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, yang mampu menangani ketidakpastian dan memberikan peringkat yang objektif untuk alternatif berdasarkan kriteria yang relevan. Dengan kemampuannya untuk menyederhanakan proses evaluasi, GRA banyak digunakan dalam berbagai bidang penelitian dan aplikasi praktis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam era persaingan bisnis yang semakin ketat, pemilihan pelanggan terbaik menjadi salah satu faktor kunci untuk meningkatkan kinerja dan daya saing perusahaan. Metode pembobotan yang tepat sangat penting untuk menganalisis berbagai kriteria yang mempengaruhi keputusan ini. Salah satu pendekatan yang efektif adalah kombinasi metode *entropy* dan GRA. Metode *entropy* berfungsi untuk memberikan bobot yang objektif terhadap kriteria evaluasi berdasarkan informasi yang terkandung dalam data, sementara GRA digunakan untuk membandingkan dan mengevaluasi alternatif pelanggan secara holistik, berdasarkan tingkat kedekatan antara kriteria yang ditentukan. Dengan mengintegrasikan kedua metode ini, perusahaan dapat melakukan analisis yang lebih mendalam dan akurat dalam pemilihan pelanggan terbaik, sehingga dapat mengoptimalkan strategi pemasaran dan meningkatkan kepuasan pelanggan.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data merupakan tahap krusial dalam penelitian yang bertujuan untuk menganalisis dan mengevaluasi pelanggan terbaik menggunakan kombinasi metode *entropy* dan GRA. Data dikumpulkan melalui berbagai sumber, termasuk survei yang dirancang untuk mengumpulkan informasi tentang nilai transaksi, frekuensi pembelian, loyalitas, pengetahuan produk, dan tingkat kepuasan pelanggan. Survei ini disebarluaskan kepada pelanggan yang sudah bertransaksi dalam periode tertentu, sehingga memberikan gambaran yang representatif tentang pengalaman dan perilaku mereka. Selain itu, data historis dari sistem manajemen pelanggan juga dapat dimanfaatkan untuk melengkapi informasi yang diperlukan. Dengan pengumpulan data yang sistematis dan komprehensif, analisis yang dilakukan akan lebih akurat dan dapat diandalkan, memungkinkan perusahaan untuk mengambil keputusan strategis yang lebih baik dalam memilih pelanggan terbaik. Hasil pengumpulan data yang dilakukan ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Penilaian Pelanggan

Nama Pelanggan	Nilai Transaksi	Frekuensi Pembelian	Loyalitas	Pengetahuan Produk	Tingkat Kepuasan
Pelanggan 1	4	5	4	3	5
Pelanggan 2	5	4	5	4	5
Pelanggan 3	3	3	3	4	4
Pelanggan 4	4	4	4	5	3
Pelanggan 5	2	2	2	2	2
Pelanggan 6	5	5	5	4	4
Pelanggan 7	3	4	3	3	4

Dwi Handoko: *Penulis Korespondensi



Copyright © 2024, Dwi Handoko.

Pelanggan 8	4	3	4	4	5
Pelanggan 9	2	3	2	3	3

Sumber data untuk penilaian pelanggan tabel 1 diperoleh melalui berbagai metode pengumpulan data yaitu wawancara, dan kuesioner yang disebarluaskan kepada perusahaan. Data yang dikumpulkan kemudian diolah dan dianalisis untuk menentukan pelanggan terbaik berdasarkan kriteria yang ditetapkan, dan membantu perusahaan dalam mengambil keputusan strategis.

Penetapan Bobot Kriteria Menggunakan *Entropy*

Penetapan bobot kriteria menggunakan metode *entropy* adalah langkah penting dalam proses pengambilan keputusan, terutama ketika melibatkan beberapa kriteria yang beragam. Metode ini bertujuan untuk memberikan bobot yang objektif berdasarkan informasi yang terkandung dalam data, sehingga setiap kriteria mendapatkan kontribusi yang sesuai dalam analisis. Langkah pertama membuat matriks keputusan dengan menggunakan persamaan (1).

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

Langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi untuk mengubah semua nilai ke dalam skala yang sama. Normalisasi dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$k_{11} = \frac{r_{11}}{\sum_{i=1}^m r_{11,19}} = \frac{4}{4 + 5 + 3 + 4 + 2 + 5 + 3 + 4 + 2} = \frac{4}{32} = 0,125$$

Hasil perhitungan nilai normalisasi dari setiap alternatif yang ada untuk kriteria yang digunakan ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Normalisasi

Nama Pelanggan	Nilai Transaksi	Frekuensi Pembelian	Loyalitas	Pengetahuan Produk	Tingkat Kepuasan
Pelanggan 1	0,125	0,1515	0,125	0,0938	0,1429
Pelanggan 2	0,1563	0,1212	0,1563	0,125	0,1429
Pelanggan 3	0,0938	0,0909	0,0938	0,125	0,1143
Pelanggan 4	0,125	0,1212	0,125	0,1563	0,0857
Pelanggan 5	0,0625	0,0606	0,0625	0,0625	0,0571
Pelanggan 6	0,1563	0,1515	0,1563	0,125	0,1143
Pelanggan 7	0,0938	0,1212	0,0938	0,0938	0,1143
Pelanggan 8	0,125	0,0909	0,125	0,125	0,1429
Pelanggan 9	0,0625	0,0909	0,0625	0,0938	0,0857

Langkah berikutnya adalah menghitung nilai *entropy* untuk setiap kriteria dihitung menggunakan persamaan (3).

$$E_1 = \left[\frac{-1}{\ln 9} \right] \sum_{i=1}^m r_{11,19} \ln r_{11,19} = (-0,45512) * (-2,15029) = 0,97864$$

$$E_2 = \left[\frac{-1}{\ln 9} \right] \sum_{i=1}^m r_{21,29} \ln r_{21,29} = (-0,45512) * (-2,16306) = 0,98445$$

$$E_3 = \left[\frac{-1}{\ln 9} \right] \sum_{i=1}^m r_{31,39} \ln r_{31,39} = (-0,45512) * (-2,15029) = 0,97864$$

$$E_4 = \left[\frac{-1}{\ln 9} \right] \sum_{i=1}^m r_{41,49} \ln r_{41,49} = (-0,45512) * (-2,16881) = 0,98707$$

$$E_5 = \left[\frac{-1}{\ln 9} \right] \sum_{i=1}^m r_{51,59} \ln r_{51,59} = (-0,45512) * (-2,16235) = 0,98413$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung derajat divergensi untuk setiap kriteria dihitung menggunakan persamaan (4).

$$D_1 = 1 - E_1 = 1 - 0,97864 = 0,02136$$

$$D_2 = 1 - E_2 = 1 - 0,98445 = 0,01555$$

$$D_3 = 1 - E_3 = 1 - 0,97864 = 0,02136$$

$$D_4 = 1 - E_4 = 1 - 0,98707 = 0,01293$$

$$D_5 = 1 - E_5 = 1 - 0,98413 = 0,01587$$

Langkah terakhir adalah menghitung bobot untuk setiap kriteria dihitung menggunakan persamaan (5).

$$w_1 = \frac{D_1}{\sum_{j=1}^m D_{1,5}} = \frac{0,02136}{0,02136 + 0,01555 + 0,02136 + 0,01293 + 0,01587} = \frac{0,02136}{0,08707} = 0,2453$$

$$w_2 = \frac{D_2}{\sum_{j=1}^m D_{1,5}} = \frac{0,01555}{0,02136 + 0,01555 + 0,02136 + 0,01293 + 0,01587} = \frac{0,01555}{0,08707} = 0,1786$$

$$w_3 = \frac{D_3}{\sum_{j=1}^m D_{1,5}} = \frac{0,02136}{0,02136 + 0,01555 + 0,02136 + 0,01293 + 0,01587} = \frac{0,02136}{0,08707} = 0,2453$$

$$w_4 = \frac{D_4}{\sum_{j=1}^m D_{1,5}} = \frac{0,01293}{0,02136 + 0,01555 + 0,02136 + 0,01293 + 0,01587} = \frac{0,01293}{0,08707} = 0,1485$$

$$w_5 = \frac{D_5}{\sum_{j=1}^m D_{1,5}} = \frac{0,01587}{0,02136 + 0,01555 + 0,02136 + 0,01293 + 0,01587} = \frac{0,01587}{0,08707} = 0,1823$$

Hasil bobot akhir diatas merupakan bobot akhir dari setiap kriteria yang dihitung dengan menggunakan pembobotan *entropy*, hasil bobot ini akan digunakan dalam metode GRA.

Penentuan Pelanggan Terbaik Menggunakan GRA

Penentuan pelanggan terbaik menggunakan *grey relational analysis* (GRA) adalah langkah penting setelah bobot kriteria ditetapkan. GRA merupakan metode yang efektif untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif berdasarkan kedekatan relatif mereka terhadap kriteria yang ditentukan. Langkah pertama adalah normalisasi dalam GRA yang merupakan langkah penting untuk memastikan bahwa semua data kriteria berada dalam skala yang sama, normalisasi dihitung dengan menggunakan persamaan (6).

$$x_{11} = \frac{x_{11} - \min x_{11,19}}{\max x_{11,19} - \min x_{11,19}} = \frac{4 - 2}{5 - 2} = \frac{2}{3} = 0,667$$

Hasil perhitungan nilai normalisasi dari setiap alternatif yang ada untuk kriteria yang digunakan ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Normalisasi Metode GRA

Nama Pelanggan	Nilai Transaksi	Frekuensi Pembelian	Loyalitas	Pengetahuan Produk	Tingkat Kepuasan
Pelanggan 1	0,667	1	0,667	0,333	1
Pelanggan 2	1	0,667	1	0,667	1
Pelanggan 3	0,333	0,333	0,333	0,667	0,667
Pelanggan 4	0,667	0,667	0,667	1	0,333
Pelanggan 5	0	0	0	0	0
Pelanggan 6	1	1	1	0,667	0,667
Pelanggan 7	0,333	0,667	0,333	0,333	0,667
Pelanggan 8	0,667	0,333	0,667	0,667	1
Pelanggan 9	0	0,333	0	0,333	0,333

Langkah selanjutnya adalah menghitung perkalian bobot dalam GRA dihitung dengan menggunakan persamaan (7).



$$V_{11} = x_{11} * w_1 = 0,667 * 0,2453 = 0,16353$$

Hasil perhitungan nilai perkalian bobot dari setiap alternatif yang ada untuk kriteria yang digunakan ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perhitungan Perkalian Bobot Metode GRA

Nama Pelanggan	Nilai Transaksi	Frekuensi Pembelian	Loyalitas	Pengetahuan Produk	Tingkat Kepuasan
Pelanggan 1	0,16353	0,17856	0,16353	0,04951	0,18230
Pelanggan 2	0,24530	0,11904	0,24530	0,09902	0,18230
Pelanggan 3	0,08177	0,05952	0,08177	0,09902	0,12154
Pelanggan 4	0,16353	0,11904	0,16353	0,14853	0,06077
Pelanggan 5	0	0	0	0	0
Pelanggan 6	0,24530	0,17856	0,24530	0,09902	0,12154
Pelanggan 7	0,08177	0,11904	0,08177	0,04951	0,12154
Pelanggan 8	0,16353	0,05952	0,16353	0,09902	0,18230
Pelanggan 9	0	0,05952	0	0,04951	0,06077

Langkah berikutnya adalah menjumlahkan koefisien relasional untuk setiap kriteria dihitung dengan menggunakan persamaan (8).

$$GRG_1 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{11,51} = \frac{1}{5} * 0,73745 = 0,14749$$

$$GRG_2 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{12,52} = \frac{1}{5} * 0,89097 = 0,17819$$

$$GRG_3 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{13,53} = \frac{1}{5} * 0,44361 = 0,08872$$

$$GRG_4 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{14,54} = \frac{1}{5} * 0,65541 = 0,13108$$

$$GRG_5 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{15,55} = \frac{1}{5} * 0 = 0$$

$$GRG_6 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{16,56} = \frac{1}{5} * 0,88972 = 0,17794$$

$$GRG_7 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{17,57} = \frac{1}{5} * 0,45362 = 0,09072$$

$$GRG_8 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{18,58} = \frac{1}{5} * 0,66791 = 0,13358$$

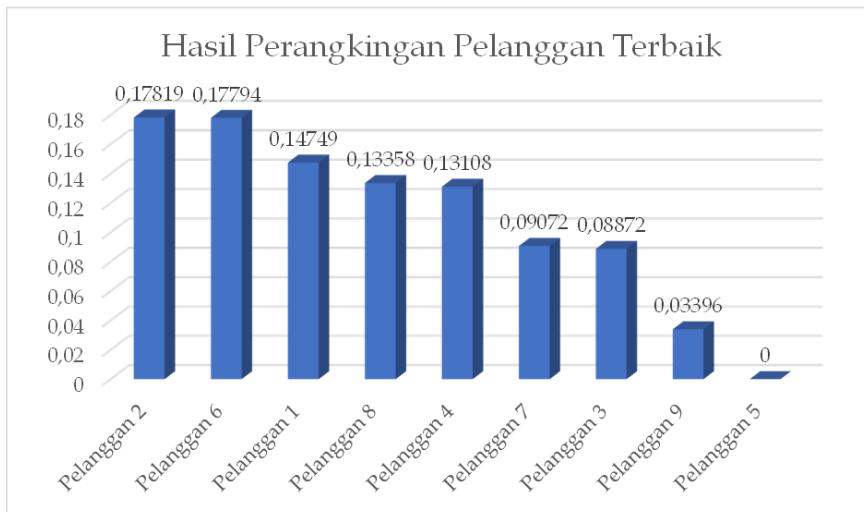
$$GRG_9 = \frac{1}{5} \sum_{i=1}^j V_{19,59} = \frac{1}{5} * 0,16980 = 0,03396$$

Hasil akhir dari penerapan metode GRA dalam penentuan pelanggan terbaik memberikan wawasan yang mendalam tentang performa pelanggan berdasarkan kriteria yang telah ditentukan. Dengan menggunakan pendekatan yang sistematis dan berbasis data, GRA memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap berbagai alternatif pelanggan, mengukur kedekatan mereka terhadap kriteria yang relevan.

Hasil Perangkingan

Hasil perangkingan pelanggan terbaik merupakan komponen penting dalam strategi pemasaran dan manajemen hubungan pelanggan (CRM) yang efektif. Dengan menerapkan metode yang sistematis dan berbasis data, perusahaan dapat mengidentifikasi pelanggan yang memberikan kontribusi terbesar terhadap pertumbuhan dan keberhasilan bisnis. Dalam konteks penelitian ini, proses perangkingan dilakukan melalui kombinasi teknik pemobobotan yang objektif yaitu metode *entropy*, dan analisis GRA, yang memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap berbagai kriteria kinerja pelanggan. Hasil perangkingan pelanggan terbaik ditampilkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Hasil Perangkingan Pelanggan Terbaik

Hasil perangkingan pelanggan terbaik menunjukkan bahwa Pelanggan 2 menduduki posisi teratas dengan nilai 0,17819, menandakan bahwa pelanggan ini memiliki performa terbaik dalam memenuhi kriteria yang ditentukan. Diikuti oleh Pelanggan 6 yang memperoleh nilai 0,17794, yang juga menunjukkan kinerja yang sangat baik. Sementara itu, Pelanggan 1 berada di urutan ketiga dengan nilai 0,14749, menunjukkan bahwa mereka tetap berada dalam kategori pelanggan yang berkualitas. Pelanggan 8 dan Pelanggan 4 menempati posisi keempat dan kelima dengan nilai masing-masing 0,13358 dan 0,13108, menunjukkan bahwa meskipun mereka tidak berada di puncak, mereka tetap memiliki kontribusi signifikan bagi perusahaan. Selanjutnya, Pelanggan 7 dan Pelanggan 3 memperoleh nilai 0,09072 dan 0,08872, masing-masing, yang menunjukkan kinerja yang lebih rendah dibandingkan dengan pelanggan lainnya. Pelanggan 9 dan Pelanggan 5 berada di urutan terbawah dengan nilai yang sangat rendah, masing-masing 0,03396 dan 0, yang menunjukkan bahwa mereka mungkin perlu perhatian khusus dalam meningkatkan hubungan dan kepuasan mereka terhadap perusahaan. Hasil perangkingan ini memberikan wawasan yang jelas mengenai profil pelanggan dan dapat menjadi dasar untuk merumuskan strategi yang lebih baik dalam pengelolaan hubungan pelanggan.

4. KESIMPULAN

Tujuan penelitian dari kombinasi metode pembobotan *entropy* dan GRA dalam pemilihan pelanggan terbaik adalah untuk menggunakan pendekatan yang lebih objektif dan akurat dalam mengevaluasi pelanggan berdasarkan berbagai kriteria yang relevan. Dengan memanfaatkan metode *entropy*, penelitian ini bertujuan untuk menetapkan bobot kriteria secara objektif, berdasarkan variasi data penilaian pelanggan. Setelah bobot kriteria ditentukan, GRA digunakan untuk menganalisis hubungan antar pelanggan dengan solusi ideal, sehingga dapat mengidentifikasi pelanggan yang paling mendekati profil pelanggan terbaik. Hasil perangkingan pelanggan terbaik menunjukkan bahwa Pelanggan 2 menduduki posisi teratas dengan nilai 0,17819, menandakan bahwa pelanggan ini memiliki performa terbaik dalam memenuhi kriteria yang ditentukan. Diikuti oleh Pelanggan 6 yang memperoleh nilai 0,17794, yang juga menunjukkan kinerja yang sangat baik. Hasil perangkingan ini memberikan wawasan yang jelas mengenai profil pelanggan dan dapat menjadi dasar untuk merumuskan strategi yang lebih baik dalam pengelolaan hubungan pelanggan.

5. REFERENSI

- [1] A. F. O. Pasaribu and N. Nuroji, "Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Pelanggan Terbaik Menggunakan Profile Matching," *J. Data Sci. Inf. Syst.*, vol. 1, no. 1, pp. 24-31, 2023.
- [2] P. Hasan and Heru Sutejo, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN SELEKSI PELANGGAN TERBAIK INDIHOME CUSTOMER GATHERING MENGGUNAKAN METODE WP (STUDI KASUS: PT. TELKOM

- WITEL PAPUA)," *Tek. Teknol. Inf. dan Multimed.*, vol. 5, no. 1, pp. 34-40, Jun. 2024, doi: 10.46764/teknimedia.v5i1.185.
- [3] S. Liu, N. Lu, Z. Shang, and R. M. K. T. Rathnayaka, "A new grey relational analysis model of cross-sequences," *Grey Syst. Theory Appl.*, vol. 14, no. 2, pp. 299-317, Mar. 2024, doi: 10.1108/GS-10-2023-0098.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] S. Setiawansyah, S. Sintaro, V. H. Saputra, and A. A. Aldino, "Combination of Grey Relational Analysis (GRA) and Simplified Pivot Pairwise Relative Criteria Importance Assessment (PIPRECIA-S) in Determining the Best Staff," *Bull. Informatics Data Sci.*, vol. 2, no. 2, p. 57, Mar. 2024, doi: 10.61944/bids.v2i2.67.
- [7] B. S. Nithyananda, G. V Naveen Prakash, N. Ankegowda, K. B. Vinay, and A. Anand, "Optimization of Performance and Emission Responses of Common Rail Direct Injection Engine by Taguchi-Grey Relational Analysis Technique," in *RAiSE-2023*, Jan. 2024, vol. 59, no. 1, p. 140. doi: 10.3390/engproc2023059140.
- [8] V. H. Saputra and S. Setiawansyah, "Penerapan Metode SWARA dan Grey Relational Analysis Dalam Pemilihan Karyawan Terbaik," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 2, no. 1, pp. 51-61, 2024, doi: 10.58602/jaiti.v2i1.107.
- [9] A. I. Petrov, "Entropy Method of Road Safety Management: Case Study of the Russian Federation," *Entropy*, vol. 24, no. 2, p. 177, Jan. 2022, doi: 10.3390/e24020177.
- [10] C. Zhong, Q. Yang, J. Liang, and H. Ma, "Fuzzy comprehensive evaluation with AHP and entropy methods and health risk assessment of groundwater in Yinchuan Basin, northwest China," *Environ. Res.*, vol. 204, p. 111956, Mar. 2022, doi: 10.1016/j.envres.2021.111956.
- [11] M. W. Arshad, S. Setiawansyah, and M. Mesran, "Implementation of Entropy and Additive Ratio Assessment Methods in Determining the Best Warehouse Location," *Bull. Comput. Sci. Res.*, vol. 4, no. 4, pp. 318-326, 2024, doi: 10.47065/bulletincsr.v4i4.360.
- [12] A. Puška, A. Štilić, and I. Stojanović, "Approach for multi-criteria ranking of Balkan countries based on the index of economic freedom," *J. Decis. Anal. Intell. Comput.*, vol. 3, no. 1, pp. 1-14, Dec. 2023, doi: 10.31181/jdaic10017022023p.
- [13] Z. E. Sati, "Comparison of the criteria affecting the digital innovation performance of the European Union (EU) member and candidate countries with the entropy weight-TOPSIS method and investigation of its importance for SMEs," *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 200, p. 123094, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.techfore.2023.123094.
- [14] S. Setiawansyah, "Penerapan Metode Entropy dan Grey Relational Analysis dalam Evaluasi Kinerja Karyawan," *J. Data Sci. Inf. Syst.*, vol. 2, no. 1, pp. 29-39, 2024, doi: 10.58602/dimis.v2i1.100.
- [15] I. G. J. A. Putra and I. P. B. Suyasa, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PENENTUAN PELANGGAN TERBAIK DI CV. BALI MEDIA," *JIS SIWIRABUDA*, vol. 1, no. 1, pp. 39-44, 2023.
- [16] M. W. Arshad, D. Darwis, H. Sulistiani, R. R. Suryono, Y. Rahmanto, and D. A. Megawaty, "Combination of Weighted Product Method and Entropy Weighting in the Best Warehouse Employee Recommendation," *KLIK Kaji. Ilm. Inform. dan Komput.*, vol. 5, no. 1, pp. 193-202, 2024, doi: 10.30865/klik.v5i1.2095.
- [17] M. W. Arshad, S. Setiawansyah, Y. Rahmanto, P. Palupiningsih, and S. Maryana, "Modification of Multi-Attribute Utility Theory in Determining Scholarship Recipient Students," *BEES Bull. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, pp. 10-19, 2024, doi: 10.47065/bees.v5i1.5523.