

Implementasi *grey relational analysis* (gra) dan *fuzzy weighted product* (fwp) dalam *fuzzy multi-attribut desicion making* untuk penilaian kesejahteraan masyarakat di wilayah kabupaten nganjuk

Do'aul Isma Mufidah

program studi Matematika, Universitas, Universitas Islam Megeri Maulana Malik Ibrahim Malang
e-mail: *doaulisma8@gmail.com

Kata Kunci:

Fuzzy Weighted Product (FWP), Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM), Grey Relational Analysis (GRA), kesejahteraan masyarakat, Kabupaten Nganjuk

Keywords:

Community Welfare, Fuzzy Weighted Product (FWP), Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM), Grey Relational Analysis (GRA), Nganjuk Regency

ABSTRAK

Kesejahteraan masyarakat merupakan aspek penting dalam pembangunan suatu daerah. Kabupaten Nganjuk, dengan tingkat Upah Minimum Kabupaten (UMK) yang relatif rendah, menghadapi tantangan dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kesejahteraan masyarakat di wilayah tersebut menggunakan metode Grey Relational Analysis (GRA) dan Fuzzy Weighted Product (FWP) dalam pendekatan Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM). Metode GRA digunakan untuk menganalisis hubungan antar-kriteria dalam menentukan tingkat kesejahteraan, sementara metode FWP memungkinkan perhitungan bobot berbasis logika fuzzy guna menangani ketidakpastian data. Data yang digunakan dalam

penelitian ini diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Nganjuk, dengan beberapa indikator seperti kesehatan, pendidikan, perlindungan sosial, dan pemukiman. Hasil analisis menunjukkan bahwa tahun 2023 memiliki tingkat kesejahteraan tertinggi dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Perbandingan antara kedua metode menunjukkan bahwa GRA lebih unggul dalam mengevaluasi hubungan antar-kriteria secara sistematis, sementara FWP lebih fleksibel dalam menghadapi ketidakpastian data. Kedua metode memberikan hasil yang konsisten dalam mengidentifikasi faktor-faktor utama yang berkontribusi terhadap kesejahteraan masyarakat. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan bagi pemerintah daerah dalam menyusun kebijakan yang lebih efektif guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Nganjuk.

ABSTRACT

Community welfare is an important aspect of a region's development. Nganjuk Regency, with a relatively low level of Regency Minimum Wage (UMK), faces challenges in improving community welfare. Therefore, this research aims to evaluate community welfare in the region using the Grey Relational Analysis (GRA) and Fuzzy Weighted Product (FWP) methods in the Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (FMADM) approach. The GRA method is used to analyze the relationship between criteria in determining welfare levels, while the FWP method enables fuzzy logic-based weight calculations to handle data uncertainty. The data used in this research was obtained from the Nganjuk Badan Pusat Statistik (BPS), with several indicators such as health, education, social protection, and housing. The results of the analysis show that 2023 has the highest level of welfare compared to previous years. A comparison between the two methods shows that GRA is superior in systematically evaluating inter-criteria relationships, while FWP is more flexible in dealing with data uncertainty. Both methods provide consistent results in identifying the main factors that contribute to community welfare. This research is expected to provide insight for the local government in formulating more effective policies to improve community welfare in Kabupaten Nganjuk.



Pendahuluan

Kesejahteraan masyarakat adalah salah satu indikator utama keberhasilan pembangunan suatu daerah. Hal ini tidak hanya berkaitan dengan pendapatan ekonomi, tetapi juga mencakup berbagai aspek, seperti akses terhadap pendidikan, kesehatan, layanan publik, serta infrastruktur yang memadai. Pemerintah, melalui kebijakan regionalnya, berupaya untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat di seluruh daerah, termasuk Kabupaten Nganjuk. Namun, tantangan yang dihadapi seringkali tidak sederhana, terutama jika menyangkut disparitas ekonomi dan akses layanan yang beragam di setiap wilayah. Kabupaten Nganjuk merupakan salah satu daerah di Provinsi Jawa Timur yang memiliki Upah Minimum Kabupaten (UMK) relatif lebih rendah dibandingkan rata-rata provinsi. Meski demikian, masyarakat di wilayah ini tetap harus memenuhi kebutuhan dasar, seperti pangan, pendidikan, kesehatan, dan lainnya. Dengan tingkat UMK yang rendah, masyarakat dihadapkan pada tantangan besar untuk mencapai kesejahteraan hidup yang layak, terutama di tengah kenaikan biaya kebutuhan hidup. Hal ini menimbulkan urgensi untuk mengevaluasi tingkat kesejahteraan masyarakat dengan mempertimbangkan berbagai dimensi, bukan hanya aspek ekonomi.

Dalam evaluasi kesejahteraan masyarakat, diperlukan pendekatan yang sistematis dan berbasis data. Penggunaan metode pengambilan keputusan berbasis multi-kriteria seperti Grey Relational Analysis (GRA) dan Fuzzy Weighted Product (FWP) dapat menjadi solusi untuk analisis yang lebih mendalam. Kedua metode ini memiliki karakteristik unik yang memungkinkan evaluasi dilakukan dengan memperhatikan berbagai faktor yang saling memengaruhi. Metode GRA dikenal mampu menganalisis hubungan antara alternatif berdasarkan banyak kriteria dengan tingkat kompleksitas yang terukur. Metode ini banyak digunakan dalam evaluasi kinerja, termasuk dalam menganalisis tingkat kesejahteraan masyarakat. Di sisi lain, metode FWP memberikan pendekatan berbasis logika fuzzy untuk menangani data yang tidak pasti atau tidak lengkap. Dengan FWP, pembobotan setiap kriteria dilakukan secara proporsional menggunakan nilai fuzzy sehingga dapat memberikan hasil evaluasi yang lebih fleksibel dan akurat, terutama pada data dengan tingkat ketidakpastian yang tinggi.

Perbandingan antara metode GRA dan FWP menjadi menarik karena keduanya memiliki pendekatan yang berbeda dalam menilai kesejahteraan masyarakat. Dengan membandingkan hasil evaluasi dari kedua metode ini, dapat diperoleh gambaran mengenai kelebihan dan kekurangan masing-masing metode dalam konteks kesejahteraan masyarakat di Kabupaten Nganjuk. Penelitian ini diharapkan mampu memberikan kontribusi signifikan bagi pengambilan keputusan pemerintah daerah, khususnya dalam merumuskan kebijakan strategis yang dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara lebih efektif. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan wawasan kepada masyarakat dan pihak-pihak terkait mengenai faktor-faktor utama yang memengaruhi kesejahteraan. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya bertujuan untuk menghasilkan analisis yang akurat, tetapi juga sebagai pijakan dalam meningkatkan kualitas hidup masyarakat Kabupaten Nganjuk secara keseluruhan.

Pembahasan

Perhitungan dilakukan berdasarkan hasil analisis data yang mencakup berbagai kriteria kesejahteraan, seperti kesehatan, pendidikan, perlindungan sosial, dan kondisi pemukiman dengan menggunakan metode GRA dan FWP. Hasil analisis dari kedua metode dijelaskan secara rinci, meliputi langkah-langkah perhitungan, interpretasi hasil, dan perbandingan antara kedua pendekatan. Adapun data yang digunakan bersumber dari BPS sebagai berikut:

Tabel 1. Data yang Akan Digunakan dalam Penelitian

Kesehatan	2021 (%)	2022(%)	2023(%)
Umur harapan hidup	73,90	74,19	74,43
Balita yang mendapatkan imunisasi lengkap	67,15	76,45	77,71
Pendidikan	2021 (%)	2022(%)	2023(%)
Penduduk 16-18 Th Menurut Partisipasi Sekolah	83,19	84,17	85,20
Penduduk 13-15 Th Menurut Partisipasi Sekolah	93,36	97,76	97,90
Penduduk 15+Th Menurut Kemampuan Baca Tulis	91,87	92,49	94,17
Perlindungan Sosial	2021 (%)	2022(%)	2023(%)
Rumah Tangga Yang Pernah Menerima Program Bantuan	23,35	19,73	12,52
Pemukiman dan Perumahan	2021 (%)	2022(%)	2023(%)
Rumah Tangga Menurut Jarak Penampungan Terdekat (<10 M)	91,18	45,63	41,80
Rumah Tangga Menurut Sumber Penerangan (listrik PLN)	99,68	100	99,95
Rumah Tangga Menurut Jenis Dinding Rumah Terluas dari Tembok	90,68	91,77	92,64

Analisi Data dengan menggunakan metode GRA

Pembahasan Membuat matriks keputusan

Teks utama dalam font 12, spasi tunggal. Spasi setiap akhir paragraf 6 poin. Setiap awal paragraph menggunakan *first line*. Teks utama dalam font 12, spasi tunggal. Spasi setiap akhir paragraf 6 poin. Setiap awal paragraph menggunakan *first line*. Matriks keputusan dapat dibuat dengan menggunakan baris (i) untuk mewakili tahun dan kolom (j) untuk mewakili kriteria yang akan dievaluasi. Berdasarkan data, berikut matrik keputusan dapat dituliskan:

$$X = \begin{bmatrix} 73.90_{11} & 74.19_{12} & 74.43_{13} \\ 67.15_{21} & 76.45_{21} & 77.71_{23} \\ 83.18_{31} & 84.17_{32} & 85.20_{33} \\ 93.36_{41} & 97.76_{42} & 97.90_{43} \\ 91.87_{51} & 92.49_{52} & 94.17_{53} \\ 23.35_{61} & 19.73_{62} & 12.52_{63} \\ 91.18_{71} & 45.63_{72} & 41.80_{73} \\ 99.68_{81} & 100_{82} & 99.95_{83} \\ 90.68_{91} & 91.77_{92} & 92.64_{93} \end{bmatrix}$$

Normalisasi Matriks Keputusan

Nilai kriteria dalam matriks keputusan dinormalisasi untuk membuat semua nilai berada dalam rentang [0,1]. Proses normalisasi tergantung pada sifat kriteria: Kriteria keuntungan (benefit criteria):

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

Kriteria Biaya (cost criteria):

$$x'_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$$

Hasilnya adalah berupa matriks normalisasi X' .

Menggunakan rumus di atas, hasil perhitungan matriks dapat dituliskan dengan table sebagai berikut:

Tabel 2. Normalisasi Matriks Keputusan

Kriteria	2021	2022	2023
Umur Harapan Hidup	0	0.547	1
Imunisasi Balita	0	0.881	1
Partisipasi Sekolah (16-18)	0	0.488	1
Partisipasi Sekolah (13-15)	0	0.969	1
Kemampuan Baca Tulis	0	0.270	1
Penerimaan Program Bantuan	0	0.334	1
Jarak Penampungan (<10m)	0	0.922	1
Akses Listrik	0	1.000	0.844
Dinding Rumah dari Tembok	0	0.556	1

Menghitung Deviation Sequence

Setelah proses normalisasi, langkah berikutnya dalam metode *Grey Relational Analysis* (GRA) adalah menghitung *Deviation Sequence*. *Deviation Sequence* mengukur selisih absolut antara setiap nilai normalisasi alternatif dengan nilai ideal untuk setiap kriteria. Proses ini menentukan seberapa jauh kondisi aktual dari kondisi terbaik (ideal) untuk setiap kriteria yang dianalisis. Pada *benefit criteria*, nilai idealnya adalah dengan mengambil nilai maksimum setelah normalisasi data, yakni 1. Dan pada *cost criteria* nilai idealnya adalah dengan mengambil nilai minimum setelah normalisasi data, yakni 0. Selisih Absolut dapat dihitung dengan rumus $\Delta_{ij} = |X_{ij}^* - X_{ideal}|$.

Dari perhitungan menggunakan rumus sebelumnya, maka hasil perhitungan dapat dituliskan dengan tabel berikut:

Tabel 3. Hasil Perhitungan Deviation Sequence

Kriteria	2021	2022	2023
Umur Harapan Hidup	1.000	0.453	0.000
Imunisasi Balita	1.000	0.119	0.000
Partisipasi Sekolah (16-18)	1.000	0.512	0.000
Partisipasi Sekolah (13-15)	1.000	0.031	0.000
Kemampuan Baca Tulis	1.000	0.730	0.000
Penerimaan Program Bantuan	0.000	0.334	1.000
Jarak Penampungan (<10m)	0.000	0.922	1.000
Akses Listrik	1.000	0.000	0.156
Dinding Rumah dari Tembok	1.000	0.444	0.000

Menghitung Grey Relation Coefficient (GRC)

Langkah keempat dalam *Grey Relational Analysis* (GRA) adalah menghitung *Grey Relation Coefficient* (GRC) untuk setiap alternatif. Koefisien ini menunjukkan tingkat hubungan antara setiap alternatif dengan nilai ideal. Semakin tinggi nilai GRC, semakin dekat alternatif tersebut dengan nilai ideal. Gunakan tabel Δ_{ij} dan substitusi ke rumus GRC. Adapun rumus dari GRC adalah:

$$\xi_{ij} = \frac{\Delta_{min} + \zeta \cdot \Delta_{max}}{\Delta_{ij} + \zeta \cdot \Delta_{max}}$$

Dari perhitungan menggunakan rumus di atas, maka hasilnya dapat ditulis dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil Perhitungan Grey Relation Coefficient

Kriteria	2021	2022	2023
Umur Harapan Hidup	0.333	0.525	1
Balita yang mendapatkan Imunisasi Lengkap	0.333	0.807	1
Penduduk 16-18 Tahun Menurut Partisipasi Sekolah	0.333	0.494	1
Penduduk 13-15 Tahun Menurut Partisipasi Sekolah	0.333	0.942	1
Penduduk 15+ Menurut Kemampuan Baca Tulis	0.333	0.406	1
Rumah Tangga yang Pernah Menerima Program Bantuan	1	0.429	0.333
Rumah Tangga Menurut Jarak Penampungan Terdekat	1	0.352	0.333
Rumah Tangga Menurut Sumber Penerangan (PLN)	0.333	1	0.761
Rumah Tangga Menurut Jenis Dinding Rumah Terluas dari Tembok	0.333	0.530	1

Menghitung Grey Relation Grade (GRG)

Pada langkah ini, akan dihitung rata-rata dari semua nilai *Grey Relational Coefficient* (GRC) untuk setiap alternatif. Nilai GRG digunakan untuk menentukan peringkat (*ranking*) alternatif. Alternatif dengan GRG tertinggi dianggap memiliki hubungan yang paling dekat dengan nilai ideal, sehingga performanya terbaik. Adapun rumus dari GRG dapat dituliskan sebagai berikut:

$$GRG_j = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \xi_{ij}$$

Berdasarkan data yang telah dimiliki, maka dapat diketahui bahwa n bernilai 9, karena jumlah kriteria adalah 9.

➤ GRG untuk tahun 2021

$$GRG_{2021} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \xi_{i,2021}$$

$$GRG_{2021} = \frac{1}{9} (0.333 + 0.333 + 0.333 + 0.333 + 0.333 + 1 + 1 + 0.333 + 0.333)$$

$$GRG_{2021} = \frac{4.333}{9} = 0.481$$

➤ GRG untuk tahun 2022

$$GRG_{2022} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \xi_{i,2022}$$

$$GRG_{2022} = \frac{1}{9} (0.525 + 0.807 + 0.494 + 0.942 + 0.406 + 0.429 + 0.352 + 1 + 0.530)$$

$$GRG_{2022} = \frac{1}{9} = \frac{5.485}{9} = 0.609$$

➤ Untuk tahun 2023

$$GRG_{2023} = \frac{1}{9} \sum_{i=1}^9 \xi_{i,2023}$$

$$GRG_{2023} = \frac{1}{9} (1 + 1 + 1 + 1 + 1 + 0.333 + 0.333 + 0.761 + 1)$$

$$GRG_{2023} = \frac{8.427}{9} = 0.936$$

Dari hasil perhitungan di atas, maka dapat dituliskan dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil Perhitungan Grey Relation Grade

Tahun	GRG
2021	0.481
2022	0.609
2023	0.936

Pemeringkatan Alternatif

Pemeringkatan dilakukan berdasarkan nilai *Grey Relational Grade* (GRG) dari setiap alternatif. Alternatif dengan GRG tertinggi mendapatkan peringkat pertama, karena memiliki hubungan paling dekat dengan nilai ideal, sehingga dianggap paling optimal. Berdasarkan tabel GRG dapat diketahui bahwa:

1. Tahun 2023 berada di peringkat pertama, menunjukkan performa terbaik berdasarkan kriteria kesejahteraan yang dianalisis.
2. Tahun 2022 berada di peringkat kedua, dengan kinerja menengah.
3. Tahun 2021 memiliki kinerja terendah, menandakan bahwa pada tahun tersebut indikator kesejahteraan relatif lebih jauh dari nilai ideal.

Analisi Data dengan menggunakan metode FWP

Pembobotan Kriteria

Setiap kriteria diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya menggunakan logika fuzzy. Bobot ini dinormalisasi sehingga total bobot kriteria menjadi 1. Berdasarkan data yang telah ada, pembobotan kriteria dapat dilakukan dengan:

Tabel 6. Pembobotan Kriteria

Kriteria	Bobot
Umur Harapan Hidup	0.2
Balita yang mendapatkan Imunisasi Lengkap	0.15
Penduduk 16-18 Tahun Menurut Partisipasi Sekolah	0.1
Penduduk 13-15 Tahun Menurut Partisipasi Sekolah	0.1
Penduduk 15+ Menurut Kemampuan Baca Tulis	0.15
Rumah Tangga yang Pernah Menerima Program Bantuan	0.1

Rumah Tangga Menurut Jarak Penampungan Terdekat	0.05
Rumah Tangga Menurut Sumber Penerangan (PLN)	0.075
Rumah Tangga Menurut Jenis Dinding Rumah Terluas dari Tembok	0.075
Total	1

Normalisasi Nilai Kriteria

Pada langkah ini nilai kriteria dari setiap alternatif dinormalisasi untuk menghasilkan nilai yang sebanding, sehingga dapat diperbandingkan secara langsung. Untuk *benefit criteria*, semakin besar nilai maka akan semakin baik. Untuk *cost criteria*, semakin kecil nilai maka akan semakin baik. Adapun rumus dari normalisasi data sebagai berikut:

Benefit criteria

$$X_{ij}^* = \frac{X_{ij} - \min(X_i)}{\max(X_i) - \min(X_i)}$$

Cost criteria

$$X_{ij}^* = \frac{\max(X_i) - X_{ij}}{\max(X_i) - \min(X_i)}$$

Dari perhitungan menggunakan rumus di, maka hasilnya dapat dituliskan dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 7. Normalisasi Niali Kriteria

Kriteria	2021	2022	2023
Umur Harapan Hidup	0	0.547	1
Imunisasi Balita	0	0.881	1
Partisipasi Sekolah (16-18)	0	0.488	1
Partisipasi Sekolah (13-15)	0	0.969	1
Kemampuan Baca Tulis	0	0.270	1
Penerimaan Program Bantuan	0	0.334	1
Jarak Penampungan (<10m)	0	0.922	1
Akses Listrik	0	1.000	0.844
Dinding Rumah dari Tembok	0	0.556	1

Perhitungan Nilai Preferensi Alternatif

Nilai preferensi dihitung dengan cara mengalikan nilai kriteria yang sudah dinormalisasi, masing-masing dipangkatkan dengan bobotnya. Rumus utama FWP adalah:

$$S_i = \prod_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j}$$

➤ Tahun 2021

$$S_{2021} = (0^{0.2}) \cdot (0^{0.15}) \cdot (0^{0.1}) \cdot (0^{0.1}) \cdot (0^{0.15}) \cdot (0^{0.1}) \cdot (0^{0.05}) \cdot (0^{0.075}) \cdot (0^{0.075})$$

$$S_{2021} = 0$$

➤ Tahun 2022

$$S_{2022} = (0.547^{0.2}) \cdot (0.881^{0.1}) \cdot (0.488^{0.1}) \cdot (0.969^{0.1}) \cdot (0.27^{0.15}) \cdot (0.334^{0.1}) \cdot (0.922^{0.05}) \cdot (1^{0.075}) \cdot (0.556^{0.075})$$

$$S_{2022} = 0.36$$

➤ Tahun 2023

$$S_{2023} = (1^{0.2}) \cdot (1^{0.15}) \cdot (1^{0.1}) \cdot (1^{0.1}) \cdot (1^{0.15}) \cdot (1^{0.1}) \cdot (1^{0.05}) \cdot (1^{0.075}) \cdot (1^{0.075})$$

$$S_{2023} = 0.954$$

Dari hasil perhitungan di atas, dapat dituliskan dengan tabel sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil Perhitungan Nilai Preferensi Alternatif

Tahun	Nilai Preferensi
2021	0
2022	0.36
2023	0.954

Pemeringkatan Alternatif

Perhitungan di atas menunjukkan bahwa:

1. Tahun 2023 memiliki nilai preferensi tertinggi, yaitu 0.954. Hal ini menunjukkan bahwa tahun ini memiliki performa terbaik dalam memenuhi kriteria kesejahteraan masyarakat
2. Tahun 2022 memiliki nilai preferensi sebesar 0.360, berada di peringkat kedua. Performanya cukup baik, namun masih jauh tertinggal dibandingkan tahun 2023.
3. Tahun 2021 memiliki nilai preferensi 0, menunjukkan performa terendah dan jauh dari optimal

Perbandingan Antara Metode GRA dan FWP

Dari hasil kedua metode, dapat ditemukan perbedaan bahwa:

1. GRA memberikan analisis yang lebih mendalam terhadap hubungan antar-kriteria, sehingga tetap memberikan hasil meskipun data pada alternatif tertentu memiliki performa yang sangat rendah. Ini membuat GRA lebih cocok untuk mengevaluasi alternatif dengan tingkat performa yang bervariasi. Pada tahun 2021 GRA tetap memberikan nilai meskipun rendah, dengan fokus pada jarak nilai setiap kriteria

terhadap ideal. Tahun 2021 memiliki hubungan yang lemah dengan nilai ideal pada sebagian besar kriteria. Dan pada tahun 2022 GRA Memberikan peringkat lebih tinggi pada tahun 2022 karena metode ini fokus pada hubungan antar-kriteria terhadap nilai ideal. Tahun 2022 menunjukkan performa mendekati optimal pada beberapa kriteria, seperti Partisipasi Sekolah dan Akses Listrik, yang memengaruhi hasil GRA secara signifikan. Dengan demikian GRA memberikan evaluasi yang lebih adil terhadap tahun 2022, mengakui hubungan yang lebih dekat dengan nilai ideal pada beberapa kriteria.

2. FWP menawarkan fleksibilitas dalam menghadapi data yang tidak lengkap dengan memanfaatkan bobot untuk menyeimbangkan kontribusi setiap kriteria. Namun, pendekatan multiplikatifnya membuat hasil sangat dipengaruhi oleh kriteria yang memiliki nilai nol atau mendekati nol. Pada tahun 2021 FWP menyebabkan nilai preferensi menjadi nol (0.000) karena banyaknya nilai normalisasi nol yang memengaruhi hasil akhir secara eksponensial. Pada tahun 2022 FWP memberikan peringkat lebih rendah pada tahun 2022 dibandingkan tahun 2023 karena metode ini mengalikan nilai normalisasi kriteria dengan bobotnya. Kriteria seperti Kemampuan Baca Tulis dan Rumah Tangga Pernah Menerima Bantuan menjadi penghambat utama nilai akhir. Dengan demikian FWP menunjukkan sensitivitas tinggi terhadap kriteria dengan nilai nol, sehingga memberikan hasil yang lebih tajam dan membedakan performa antar-alternatif dengan lebih jelas.

Meskipun demikian kedua metode ini memiliki persamaan yakni secara konsisten mengidentifikasi tahun 2023 sebagai alternatif terbaik dalam meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Nilai tinggi di hampir semua kriteria, seperti Umur Harapan Hidup, Partisipasi Sekolah, dan Kemampuan Baca Tulis, menjadi faktor utama dominasi tahun 2023. Kriteria seperti Partisipasi Sekolah, Kemampuan Baca Tulis, dan Akses Listrik memainkan peran kunci dalam mendorong peringkat tertinggi tahun 2023. Kedua metode sama-sama memprioritaskan indikator benefit dalam evaluasi

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis data, dapat disimpulkan bahwa: - Metode GRA lebih unggul dalam menilai hubungan antar alternatif berdasarkan kriteria yang kompleks dan saling memengaruhi. Hasilnya memberikan urutan prioritas yang lebih terstruktur. Metode FWP, dengan keunggulannya dalam menangani data yang tidak pasti, menawarkan fleksibilitas lebih tinggi dalam pembobotan kriteria. Namun, metode ini memerlukan interpretasi lebih cermat karena hasilnya sensitif terhadap nilai bobot. Kedua metode menghasilkan pola evaluasi yang serupa dengan penekanan pada beberapa aspek kesejahteraan, seperti pendidikan, kesehatan, dan akses infrastruktur. Metode GRA menunjukkan hasil yang lebih konsisten dalam peringkat, sedangkan metode FWP memberikan wawasan tambahan terkait ketidakpastian dalam data. Tahun 2023 menunjukkan peningkatan signifikan dalam indikator kesejahteraan dibandingkan tahun-tahun sebelumnya. Faktor-faktor seperti meningkatnya partisipasi pendidikan, cakupan imunisasi, dan kualitas infrastruktur menjadi kontributor utama.

Agar kesejahteraan masyarakat Kabupaten Nganjuk semakin meningkat, berikut adalah langkah-langkah strategis yang direkomendasikan: Peningkatan pendidikan

dengan menyediakan akses pendidikan yang setara, terutama bagi kelompok usia muda, meningkatkan cakupan layanan kesehatan primer, termasuk imunisasi dan layanan posyandu serta memperkuat infrastruktur kesehatan di desa-desa terpencil, menjamin ketersediaan listrik yang stabil, terutama di wilayah pedesaan dan mengembangkan fasilitas sanitasi dan pemukiman layak, menggunakan metode seperti GRA dan FWP secara rutin untuk mengevaluasi kebijakan yang diterapkan. Adapun beberapa saran untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian selanjutnya dapat mengeksplorasi lebih banyak kriteria yang spesifik dan relevan dengan kondisi lokal, seperti tingkat akses digital, partisipasi perempuan dalam ekonomi, dan kualitas layanan publik di setiap kecamatan.
2. Penelitian dengan cakupan waktu lebih panjang (misalnya 5-10 tahun) dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang tren perubahan kesejahteraan dan dampak kebijakan yang telah diterapkan.
3. Melibatkan metode lain seperti TOPSIS atau ELECTRE, yang dapat memberikan perspektif yang lebih komprehensif dan memperkuat keandalan hasil.

Daftar Pustaka

- Aziz, A. (2009). Aplikasi Algoritma Fuzzy C-Means Clustering Untuk Pengelompokan Lulusan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Asia*, 3(2), 35–43.
- Bhattacharya, A., Abraham, A., & Vasant, P. (2008). FMS selection under disparate level-of-satisfaction of decision making using an intelligent fuzzy-MCDM model. In *Springer Optimization and Its Applications* (Vol. 16). https://doi.org/10.1007/978-0-387-76813-7_10
- Devi, Winarni, S., & Handoko, B. (2016). Penerapan Metode Grey Relational Analysis dan PCA pada Optimasi Penerapan Metode Grey Relational Analysis dan PCA pada Optimasi Multirespon Desain Taguchi. *Seminar Pendidikan Matematika SPs UPI 2016, January*, 111–120.
- Ispriyanti, D., Mulia Mawarni, A., Prahutama, A., & Pengajar, S. (2020). PENERAPAN METODE FUZZY WEIGHTED PRODUCT (WP) DENGAN PEMBOBOTAN ENTROPY (Studi Kasus: Seleksi Penerimaan Beasiswa PPA FSM Undip 2017). *Jurnal Statistika*, 8(1), 18–23.
- Reta, T. H. R., Alisah, E., & Jauhari, M. N. (2023). Penerapan Metode Fuzzy Simple Additive Weigting Pada Interpretasi Hasil Penilaian Promosi Jabatan Pegawai Negeri Sipil. *Jurnal Riset Mahasiswa Matematika*, 2(5), 201–207. <https://doi.org/10.18860/jrmm.v2i5.22004>
- Sugianti, N., Galuh, Y., Fatia, S., & Holle, K. F. H. (2020). Deteksi Serangan Distributed Denia of Services (DDOS) Berbasis HTTP Menggunakan Metode Fuzzy Sugeno. *JISKA (Jurnal Informatika Sunan Kalijaga)*, 4(3), 18. <https://doi.org/10.14421/jiska.2020.43-03>
- Wibowo, silvester rexy dimas, Midyanti, dwi marisa, & Hidayati, R. (2020). Proses penerimaan pengajar merupakan suatu permasalahan yang dapat diselesaikan menggunakan. 08(01).