

HASIL CEK_ SGY RH

by Rh Sgy

Submission date: 02-Oct-2021 11:58AM (UTC+0700)

Submission ID: 1663154208

File name: SGY_RH.rtf (6.7M)

Word count: 3534

Character count: 22183

Perbandingan Perankingan pada Metode *mF - ELECTRE-I* dan Operator Agregasi Dombi (*m-FDWA*)

Comparison of Ranking on the mF - ELECTRE-I Method and the Dombi Aggregation Operator (m-FDWA)

Sugiyarto Surono¹, Ricky Haryanto²

^{1,2}Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta, Indonesia

Article Info

19

Genesis Artikel:

Diterima, Tanggal Bulan Tahun
Direvisi, Tanggal Bulan Tahun
Disetujui, Tanggal Bulan Tahun

Kata Kunci:

m - Polar
ELECTRE I
Dombi Arithmetic AOs
Normalisasi
Tes Efektivitas

ABSTRAK

Himpunan *fuzzy m-Polar* merupakan himpunan yang tidak hanya mengatasi ketidakjelasan data, namun juga dapat menangani informasi multi polar, multi atribut, dan multi kriteria. Himpunan *fuzzy m-Polar* digunakan dalam menggambarkan ketidakpastian dalam pengambilan keputusan multi atribut. Salah satu teknik yang digunakan dalam pengambilan keputusan adalah metode ELECTRE I. Metode ELECTRE I berperan dalam melakukan perbandingan berpasangan antar alternatif yang diberikan oleh pembuat keputusan, dimana alternatif, kriteria, dan bobot diberikan oleh pemberi keputusan. Selanjutnya, hasil perankingan dari metode ELECTRE I akan dibandingkan dengan operator agregasi *mF Dombi Weighted Averaging (m-FDWA)* dengan bantuan operator *arithmatic*. Tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil perankingan dari metode *mF ELECTRE I*, *m-FDWA* ternormalisasi dan tanpa normalisasi. Data yang digunakan adalah data sekunder terkait pemilihan lokasi untuk manufaktur global dengan 20 alternatif negara (*country*) dan 8 kriteria. Hasil penelitian menunjukkan bahwa alternatif terbaik dari metode *mF ELECTRE I* dan *m-FDWA arithmetic* ternormalisasi adalah *country 14*. Sedangkan metode *m-FDWA arithmetic* tanpa normalisasi menghasilkan *country 3* sebagai alternatif terbaik. Tes efektivitas diterapkan pada metode *m-FDWA arithmetic* baik yang ternormalisasi maupun tanpa normalisasi untuk menguji validitas model tersebut, sehingga dapat diketahui bahwa normalisasi tidak mempengaruhi validitas dari model tersebut.

ABSTRACT

40

21. m-Polar fuzzy set is a set that not only overcomes data ambiguity, but can also handle multi-polar, multi-attribute, and multi-criteria information. 21. m-Polar fuzzy set is useful in describing uncertainty in multi-attribute decision-making. One of the techniques used in decision-making is the ELECTRE 36 method. The ELECTRE I method plays a role in conducting pairwise comparisons between alternatives given by the decision-maker, where alternatives, criteria, and weights are given by the decision-maker. Furthermore, the ranking results from the ELECTRE I method will be compared with the mF Dombi Weighted Averaging (m-FDWA) aggregation operator with the help of the arithmetic operator. The purpose of this study was to compare the ranking results of the mF ELECTRE I, and the normalized and non-normalized m-FDWA arithmetic methods. The data used is secondary data related to site selection for global manufacturing with 20 alternative countries (country) and 8 criteria. The results showed that the best alternative to the normalized mF ELECTRE I and m-FDWA methods was country 14. While the m-FDWA arithmetic method without normalization resulted in country 3 as the best alternative. The effectiveness test was applied to the FDWA arithmetic method, both normalized and without normalization to test the validity of the model so that it can be seen that normalization does not affect the validity of the model.

2

This is an open access article under the CC BY-SA license.



Penulis Korespondensi:

Sugiyarto Surono,
Program Studi Matematika,
Universitas Ahmad Dahlan Yogyakarta,
Email: sugiyarto@math.uad.ac.id

1 PENDAHULUAN

10

Multi Criteria Decision Making (MCDM) adalah suatu metode dalam pengambilan keputusan yang menetapkan alternatif terbaik dari sejumlah alternatif berdasarkan kriteria atau aturan tertentu. Teknik dalam MCDM berkaitan dengan merancang dan mengevaluasi struktur keputusan dan masalah perencanaan yang melibatkan beberapa kriteria [1]. MCDM telah banyak digunakan untuk menyelesaikan masalah ekonomi, bisnis, teknologi informasi, dan kesehatan. Penyelesaian kasus MCDM dapat dilakukan dengan mempertimbangkan representasi masalah, evaluasi himpunan fuzzy, pemilihan alternatif yang optimal, serta sumber dan jenis data [2].

Salah satu metode yang terdapat dalam MCDM, khususnya MADM adalah metode ELECTRE [2]. ELECTRE diperkenalkan oleh Benayon, dkk [3] untuk menunjukkan pilihan dari beberapa alternatif dengan perbandingan berpasangan dari alternatif tersebut melalui hubungan *outranking* [4]. Kemudian, Roy [5] menjelaskan lebih jauh dan menyebutnya sebagai ELECTRE I. Konsep dasar dari metode ini adalah menentukan himpunan concordance dan discordance yang masing - masing mewakili kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif sehingga akan diperoleh alternatif yang terbaik [6], [7].

Metode ELECTRE I dikenal sebagai pendekatan *outranking* yang paling cocok untuk digunakan ketika kita berurusan dengan berbagai informasi dan ingin memilih sekumpulan alternatif yang disukai tetapi tidak menghasilkan pilihan melebihi outranking alternatif [1], [8], [9]. Selain ELECTRE I, masih ada metode ELECTRE yang lain seperti metode ELECTRE II, ELECTRE III, ELECTRE IV, ELECTRE IS, dan ELECTRE TRI yang merupakan jenis lain dari metode ELECTRE [1], [6], [9], [10]. Kelebihan dari metode ELECTRE adalah inputnya yang lebih sedikit untuk permasalahan dengan jumlah alternatif dan kriteria yang cukup tinggi [10].

Metode fuzzy MADM diusulkan untuk menyelesaikan masalah yang melibatkan data fuzzy. Bellman dan Zadeh [11] adalah orang pertama yang menghubungkan teori himpunan fuzzy dengan masalah pengambilan keputusan. Zadeh memperkenalkan himpunan fuzzy yang dapat mengatasi informasi yang samar atau kabur, dimana derajat keanggotaannya terletak pada interval $[0,1]$ [12]. Pada umumnya, himpunan fuzzy biasa sangat terbatas. Beberapa ekstensi dan generalisasi dari himpunan fuzzy telah diperkenalkan [13], termasuk *Hesitant Fuzzy Sets* (HFSs) [14], *Bipolar Fuzzy Sets* (BFSs) [15], dan *m - Polar Fuzzy Sets* (*mF sets*) [16].

Pada tahun 2014, teori himpunan *m - Polar* diperkenalkan oleh Chen [16] yang merupakan generalisasi dari himpunan fuzzy bipolar. Sebuah himpunan *m - Polar* pada himpunan X adalah pemetaan dari $\mu : X \rightarrow [0,1]$. Konsep informasi *m - Polar* terjadi karena data pada keadaan nyata berasal dari banyak karakter dan pemahaman. Himpunan *m - Polar* menunjukkan representasi yang lebih baik dari kumpulan data yang tidak jelas, yang memberikan penelitian yang lebih baik secara signifikan dalam ukuran kesamaan, ketidaklengkapan, dan hubungan data [13].

Informasi multipolar berperan sangat penting dalam banyak situasi. Mengingat fakta bahwa himpunan *m - Polar* memiliki kekuatan yang efisien menangani data tidak jelas yang muncul dalam beberapa masalah kehidupan nyata, maka untuk menyatakan informasi tersebut diperlukan operator agregasi atau *aggregation operators* (AOs) [17], [18]. AOs berperan penting dalam penyelesaian masalah MCDM dan menggabungkan data ke dalam satu bentuk data (single form) [19]–[21].

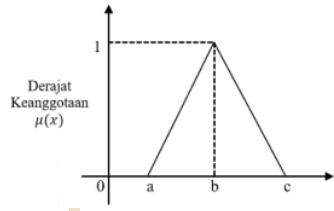
Beberapa penelitian sebelumnya yaitu dilakukan oleh Hatami – Marbini [22] menerapkan metode ELECTRE untuk melakukan peringkatan dalam penilaian keselamatan kesehatan di fasilitas Hazardous Waste Recycling (HWR). Neha Waseem melakukan pendekatan baru untuk metode ELECTRE I dengan menggunakan himpunan fuzzy *m - Polar* untuk mendaftarkan kriteria dan alternatif yang selanjutnya dilakukan perbandingan dengan fuzzy ELECTRE I pada umumnya [23]. Muhammad Akram [20] melakukan pendekatan dengan operator agregasi Dombi untuk pengambilan keputusan dibawah himpunan fuzzy *m - polar*.

Penelitian kali ini akan membahas tentang perbandingan sistem pengambilan keputusan dengan metode ELECTRE I dan *m - Polar Dombi Weighted Averaging (m-FDWA)* Arithmetic AOs ternormalisasi dan tanpa normalisasi untuk menghasilkan peringkatan dari alternatif dan kriteria yang akan diberikan oleh pembuat keputusan. Kemudian, akan digunakan himpunan fuzzy *m - Polar* untuk melakukan input alternatif dan kriteria dari pemberi keputusan. Hasil dari penelitian ini akan menunjukkan alternatif terbaik dan optimal sebagai alternatif yang akan dipilih.

2 METODE PENELITIAN

2.1 Fungsi Keanggotaan Segitiga

Fungsi keanggotaan dapat direpresentasikan dengan berbagai cara, salah satunya pendekatan fungsi. Representasi kurva segitiga akan digunakan untuk mengubah data yang bersifat tegas menjadi data fuzzy. Kurva segitiga (triangular) pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linear) seperti ditunjukkan gambar di bawah ini :



Gambar 1. Fungsi Keanggotaan Segitiga.

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x < a \text{ atau } x > c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (1)$$

2.2 mF ELECTRE I

Sebelum menyelesaikan permasalahan MCDM, akan dijelaskan metode m – Polar ELECTRE I. Dimisalkan $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_r\}$ adalah himpunan dari alternatif dan $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_k\}$ adalah himpunan dari kriteria, maka langkah pertama dalam metode m – Polar fuzzy ELECTRE I adalah membentuk matriks keputusan yang berisi nilai dari alternatif yang berkenaan dengan kriteria, dimana matriks keputusan dinotasikan oleh $D = (d_{ij})$, dengan

$$D = (d_{ij}) = (d_{ij}^1, d_{ij}^2, d_{ij}^3, \dots, d_{ij}^m)$$

Setelah matriks keputusan terbentuk, maka selanjutnya adalah menentukan bobot dari pemberi keputusan dengan memenuhi kondisi normalitas, yaitu,

$$\sum_{j=1}^k w_j = 1$$

Matriks keputusan yang sudah terbentuk, kemudian dilakukan normalisasi melalui persamaan :

$$r_{ij} = \frac{d_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m d_{ij}^2}}; \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

Setelah dinormalisasi, langkah berikutnya adalah mengalikan matriks keputusan ternormalisasi dengan bobot sehingga membentuk matriks keputusan fuzzy m – Polar terbobot $Y = (y_{ij})$, dimana

$$Y = (y_{ij}) = (y_{ij}^1, y_{ij}^2, y_{ij}^3, \dots, y_{ij}^m),$$

dengan $y_{ij} = w_j z_{ij}$. Selanjutnya adalah membangun himpunan *concordance fuzzy m* – Polar yang didefinisikan oleh :

$$F_{pq} = \{1 \leq j \leq k : v_{pj} \geq v_{qj}, p \neq q; p, q = 1, 2, \dots, r\}$$

dan himpunan *discordance fuzzy m* – Polar yang didefinisikan oleh :

$$G_{pq} = \{1 \leq j \leq k : v_{pj} \leq v_{qj}, p \neq q; p, q = 1, 2, \dots, r\}$$

dengan $v_{ij} = y_{ij}^1 + y_{ij}^2 + y_{ij}^3 + \dots + y_{ij}^m$, dimana indeks *concordance fuzzy m* – Polar f_{pq} dapat dihitung dengan persamaan :

$$f_{pq} = \sum_{j \in F_{pq}} w_j \quad (3)$$

dan indeks *discordance fuzzy m* – Polar g_{pq} :

$$g_{pq} = \frac{\max_{j \in G_{pq}} \{|y_{aj} - y_{bj}| \}}{\max_j \{|y_{aj} - y_{bj}| \}} \quad (4)$$

untuk semua p, q . Sehingga matriks *concordance fuzzy m* – Pola \mathbf{F} dan matriks *discordance fuzzy m* – Pola \mathbf{G} dapat dibentuk sebagai berikut :

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} - & f_{12} & f_{13} & \cdots & f_{1r} \\ f_{21} & - & f_{23} & \cdots & f_{2r} \\ f_{31} & f_{32} & - & \cdots & f_{3r} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ f_{r1} & f_{r2} & f_{r3} & \cdots & - \end{pmatrix}, \quad \mathbf{G} = \begin{pmatrix} - & g_{12} & g_{13} & \cdots & g_{1r} \\ g_{21} & - & g_{23} & \cdots & g_{2r} \\ g_{31} & g_{32} & - & \cdots & g_{3r} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ g_{r1} & g_{r2} & g_{r3} & \cdots & - \end{pmatrix}$$

Langkah selanjutnya adalah menghitung level *concordance fuzzy m – Polar* \bar{f} dan *discordance fuzzy m – Polar* \bar{g} yang didefinisikan sebagai rata – rata indeksnya melalui persamaan :

$$\bar{f} = \frac{1}{r(r-1)} \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq q}}^r \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^r f_{pq} \quad (5)$$

$$\bar{g} = \frac{1}{r(r-1)} \sum_{\substack{p=1 \\ p \neq q}}^r \sum_{\substack{q=1 \\ q \neq p}}^r g_{pq} \quad (4)$$

sehingga matriks dominan *concordance fuzzy m – Polar* dan matriks dominan *discordance fuzzy m – Polar* dapat dibentuk dalam matriks berikut :

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} - & h_{12} & h_{13} & \cdots & h_{1r} \\ h_{21} & - & h_{23} & \cdots & h_{2r} \\ h_{31} & h_{32} & - & \cdots & h_{3r} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{r1} & h_{r2} & h_{r3} & \cdots & - \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L} = \begin{pmatrix} - & l_{12} & l_{13} & \cdots & l_{1r} \\ l_{21} & - & l_{23} & \cdots & l_{2r} \\ l_{31} & l_{32} & - & \cdots & l_{3r} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{r1} & l_{r2} & l_{r3} & \cdots & - \end{pmatrix}$$

dimana $h_{pq} = \begin{cases} 1, & f_{pq} \geq \bar{f} \\ 0, & f_{pq} < \bar{f} \end{cases}$ dan $l_{pq} = \begin{cases} 1, & g_{pq} \geq \bar{g} \\ 0, & g_{pq} < \bar{g} \end{cases}$.

Kemudian dilakukan perkalian peer to peer dari entri \mathbf{H} dan \mathbf{L} untuk membangun matriks dominan agregat \mathbf{M} seperti dibawah ini :

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} - & m_{12} & m_{13} & \cdots & m_{1r} \\ m_{21} & - & m_{23} & \cdots & m_{2r} \\ m_{31} & m_{32} & - & \cdots & m_{3r} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_{r1} & m_{r2} & m_{r3} & \cdots & - \end{pmatrix}$$

Langkah terakhir adalah meranking alternatif berdasarkan nilai outranking dari matriks \mathbf{M} , dimana terdapat sisi yang berarah (direpresentasikan ke dalam graf beraraf) dari entri x_a ke x_b jika dan hanya jika $m_{ab} = 1$. Maka terdapat tiga kasus, diantaranya :

- Ada sisi berarah dari x_a ke x_b , yang berarti x_a lebih disukai dari x_b .
- Ada sisi berarah dari x_a ke x_b dan x_b ke x_a , yang berarti keduanya tidak berbeda.
- Tidak ada sisi antara x_a ke x_b , atau tidak dapat dibandingkan.

2.3 Operator Agregasi Dombi

Pada dasarnya operasi Dombi *sum* dan Dombi *product* adalah operasi t – norm dan t – conorm, yang didefinisikan dibawah ini.

$$D^*(p, q) = p \oplus q = 1 - \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{p}{1-p} \right)^k + \left(\frac{q}{1-q} \right)^k \right\}^{1/k}} \quad (7)$$

$$D(p, q) = p \otimes q = 1 - \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1-p}{p} \right)^k + \left(\frac{1-q}{q} \right)^k \right\}^{1/k}} \quad (7)$$

20

dimana $k \geq 1$ dan $a, b \in [0, 1]$ [20]. Diberikan operasi Dombi untuk mFNs dengan Dombi *t-conorm* dan Dombi *t-norm* serta operator agregasi (AOs) *m – Polar Dombi arithmetic*. Dimisalkan $C_1 = (p_1 \circ C_1, \dots, p_m \circ C_1)$, $C_2 = (p_1 \circ C_2, \dots, p_m \circ C_2)$, dan $C = (p_1 \circ C, \dots, p_m \circ C)$ adalah mFNS, maka operasi Dombi untuk mFNS :

$$\hat{C}_1 \oplus \hat{C}_2 = \left(\frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{p_1 \circ C_1}{1 - p_1 \circ C_1} \right)^k + \left(\frac{p_1 \circ C_2}{1 - p_1 \circ C_2} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \dots, \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{p_m \circ C_1}{1 - p_m \circ C_1} \right)^k + \left(\frac{p_m \circ C_2}{1 - p_m \circ C_2} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right) \quad (5)$$

$$\hat{C}_1 \otimes \hat{C}_2 = \left(\frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - p_1 \circ C_1}{p_1 \circ C_1} \right)^k + \left(\frac{1 - p_1 \circ C_2}{p_1 \circ C_2} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \dots, \frac{1}{1 + \left\{ \left(\frac{1 - p_m \circ C_1}{p_m \circ C_1} \right)^k + \left(\frac{1 - p_m \circ C_2}{p_m \circ C_2} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right)$$

$$B\hat{C} = \left(\frac{1}{1 + \left\{ B \left(\frac{p_1 \circ C}{1 - p_1 \circ C} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \dots, \frac{1}{1 + \left\{ B \left(\frac{p_m \circ C}{1 - p_m \circ C} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right)$$

$$(\hat{C})^B = \left(\frac{1}{1 + \left\{ B \left(\frac{1 - p_1 \circ C_1}{p_1 \circ C_1} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}}, \dots, \frac{1}{1 + \left\{ B \left(\frac{1 - p_m \circ C_1}{p_m \circ C_1} \right)^k \right\}^{\frac{1}{k}}} \right)$$

dimana $k > 0$.

3 HASIL DAN ANALISIS

Pada penelitian kali ini, dilakukan penambahan langkah normalisasi matriks keputusan pada metode *m-FDWA Arithmetic AOs* yang kemudian akan dibandingkan dengan metode *m-FDWA Arithmetic AOs* tanpa normalisasi dan metode *mF ELECTRE I* dalam menghasilkan alternatif terbaik untuk pemilihan lokasi manufaktur global. Adapun gambaran dari metode (*m-FDWA*) *Arithmetic AOs* adalah seperti Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart *m-FDWA Arithmetic AOs* temormalisasi dan tanpa normalisasi

27

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari laman <https://dc.uwm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1238&context=etd>. Alternatif dan kriteria yang diinputkan berupa informasi multi kriteria yang sehingga digunakan himpunan fuzzy $m - \text{Polar}$, dimana setiap derajat keanggotaannya mewakili subkriteria. Dalam menentukan lokasi manufaktur, pengembang atau kontraktor perlu mempertimbangkan hal – hal terkait penentuan lokasi pembangunan [24]. Tim yang ahli dalam bidang tersebut telah dikerahkan untuk membuat keputusan dalam menentukan alternatif sekaligus kriteria untuk lokasi yang akan dipilih. Mereka akan menilai dua puluh alternatif atau kandidat A_i ($i = 1, 2, \dots, 20$), dengan kriteria $C_1: Cost$, $C_2: Labor$, $C_3: Infrastructure$, $C_4: Market$, $C_5: Other Locations$, $C_6: Economic$, $C_7: Quality of Life$, dan $C_8: Political$. Bobot kriteria juga diterapkan oleh pembuat keputusan dalam $W = (0.07, 0.19, 0.06, 0.17, 0.12, 0.19, 0.08, 0.12)$. Data dari pemberi keputusan diberikan oleh Tabel 1.

28

	C1	C2	...	C8
A1	(32.32, 61.31, 67.15)	(3, 20.87, 36.14)	...	(19, 5, 4)
A2	(32.92, 32.04, 55.43)	(1, 17.13, 60.33)	...	(22, 2, 2)
:	:	:	:	:
A20	(37.26, 63.81, 46.11)	(4, 14.43, 75.91)	...	(30, 10, 17)

3.1. mF ELECTRE I

Berdasarkan definisi 2.2 dan Table 1, maka langkah pertama pendekatan metode mF ELECTRE I untuk permasalahan penentuan lokasi manufaktur global adalah melakukan *fuzzyifikasi* pada data tegas dalam Tabel 1 dengan fungsi segitiga untuk mengubahnya menjadi bilangan *fuzzy*. Hasil *fuzzyifikasi* diberikan oleh Tabel 2, dimana Data tersebut merupakan data 3 *polar fuzzy numbers* dimana masing – masing nilainya mewakili nilai pada sub kriteria.

Table 2. Matriks Keputusan 3 Polar

	C1	C2	...	C8
A1	(0, 0, 0)	(0.66667, 0.57191, 0)	...	(0, 0.5556, 0)
A2	(0, 0, 0.61783)	(0, 0.86382, 0.04791)	...	(0.111, 0, 0)
:	:	:	:	:
A20	(0.85734, 0, 0)	(0.81818, 0.55993, 0)	...	(0.52941, 0, 0)

25

Selanjutnya, melakukan normalisasi pada matriks keputusan sesuai persamaan (2), sehingga diperoleh hasil di bawah ini :

$$N = \begin{pmatrix} 0, 0, 0 & 0.35351, 0.3374, 0 & \dots & 0, 0.26575, 0 \\ 0, 0, 0.30201 & 0, 0.50961, 0.02906 & \dots & 0.06149, 0, 0 \\ 0.0475, 0.24084, 0.22399 & 0, 0.03694, 0 & \dots & 0, 0.47834, 0 \\ 0, 0, 0.48837 & 0, 0, 0 & \dots & 0, 0, 0.23021 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.37423, 0, 0 & 0.43385, 0.33033, 0 & \dots & 0.29298, 0, 0 \end{pmatrix} \quad (6)$$

33

Kemudian mengalikan matriks keputusan ternormalisasi dengan bobot masing – masing kriteria.

$$Y = \begin{pmatrix} 0, 0, 0 & 0.04271, 0.04076, 0 & \dots & 0, 0.03189, 0 \\ 0, 0, 0.0199 & 0, 0.06157, 0.00351 & \dots & 0.00738, 0, 0 \\ 0.00313, 0.01587, 0.01476 & 0, 0.00446, 0 & \dots & 0, 0.0574, 0 \\ 0, 0, 0.03217 & 0, 0, 0 & \dots & 0, 0, 0.02763 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.02465, 0, 0 & 0.05242, 0.03991, 0 & \dots & 0.03516, 0, 0 \end{pmatrix}$$

Setelah diperoleh matrik 32 keputusan ternormalisasi terbobot, selanjutnya adalah membangun indeks *concordance* dan *discordance*, masing – masing ditunjukkan oleh Tabel 3 dan Tabel 4.

Table 3. Indeks Concordance

j	1	2	...	20
F_{1j}	-	{2, 3, 5, 6, 8}	...	{3, 4, 5, 7}
F_{2j}	{1, 4, 7}	-	...	{4, 7}
:	:	:	:	:
F_{20j}	{1, 2, 6, 8}	{1, 2, 3, 5, 6, 8}	...	-

Table 4. Indeks Discordance

j	1	2	3	...	20
G_{1j}	-	{1, 4, 7}	{3, 4, 7, 8}	...	{1, 2, 6, 8}
G_{2j}	{2, 3, 5, 6, 8}	-	{1, 3, 7, 8}	...	{1, 2, 3, 5, 6, 8}
:	:	:	:	:	:
G_{20j}	{1, 2, 6, 8}	{4, 7}	{2, 4, 5, 6}	...	-

Kemudian, dari indeks *concordance* dan *discordance*, diperoleh matriks 3F (3 polar) *concordance* dan matriks 3F (3 polar) *discordance* yang masing – masing dihitung melalui persamaan (3) dan (4), yang ditunjukkan oleh matriks F dan G dibawah.

$$\mathbf{F} = \begin{pmatrix} - & 0.57113 & 0.64593 & 0.66268 & \cdots & 0.61666 \\ 0.42887 & - & 0.39226 & 0.48381 & \cdots & 0.36299 \\ 0.35407 & 0.60774 & - & 0.66503 & \cdots & 0.54421 \\ 0.33732 & 0.51619 & 0.33497 & - & \cdots & 0.63437 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0.38334 & 0.63701 & 0.45579 & 0.5076 & \cdots & - \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{G} = \begin{pmatrix} - & 0.61655 & 0.81228 & 1 & \cdots & 0.36797 \\ 1 & - & 0.87618 & 0.34289 & \cdots & 0.58151 \\ 1 & 1 & - & 1 & \cdots & 0.64383 \\ 0.83078 & 1 & 0.73449 & - & \cdots & 0.32525 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & 1 & 1 & 1 & \cdots & - \end{pmatrix}$$

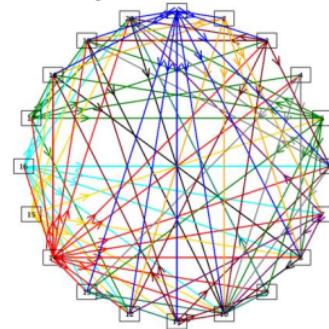
Langkah selanjutnya adalah menentukan level 3F *concordance* dan level 3F *discordance* yang akan digunakan untuk sebagai parameter threshold dalam menentukan matriks dominan *concordance* dan *discordance*. Berdasarkan persamaan (5) dan (6), diperoleh nilai level 3F *concordance* $\bar{f} = 0.5055$ dan level 3F *discordance* $\bar{g} = 0.85734$. Sehingga matriks dominan *concordance* dan *discordance* dapat diberikan sebagai berikut :

$$\mathbf{H} = \begin{pmatrix} - & 1 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 1 & - & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 1 & 0 & - & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 1 & 0 & 1 & \cdots & - \end{pmatrix}, \quad \mathbf{L} = \begin{pmatrix} - & 1 & 1 & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & - & 0 & 1 & \cdots & 1 \\ 0 & 0 & - & 0 & \cdots & 1 \\ 1 & 0 & 1 & - & \cdots & 1 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & - \end{pmatrix}$$

Setelah matriks dominan *concordance* dan *discordance* dihasilkan, selanjutnya adalah menetukan matriks dominan agregat 3F yang diperoleh dari perkalian peer to peer dari entri \mathbf{H} dan \mathbf{L} , sehingga matriks dominan agregat \mathbf{M} ditunjukkan oleh matriks dibawah ini :

$$\mathbf{M} = \begin{pmatrix} - & 1 & 1 & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & - & 0 & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & 0 & - & 0 & \cdots & 1 \\ 0 & 0 & 0 & - & \cdots & 0 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & 0 & 0 & 0 & \cdots & - \end{pmatrix}$$

Langkah terakhir ialah melakukan representasi hasil dari matriks dominan agregat berupa relasi *outranking* ke dalam graf berarah. Relasi *outranking* ditunjukkan oleh graf berarah pada Gambar 3.



Gambar 3. Relasi outranking pemilihan lokasi manufaktur global.

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa A₁₄ mendominasi alternatif lain, artinya A₁₄ memiliki lebih banyak kriteria yang diunggulkan dibandingkan alternatif lainnya. Sehingga dapat disimpulkan bahwa A₁₄ atau *country* 14 keluar sebagai lokasi terbaik untuk manufaktur global.

3.2. Metode mFDWA dengan Normalisasi

Dengan menggunakan data matriks yang sudah dinormalisasi pada persamaan (8), maka selanjutnya adalah menghitung nilai \hat{c}_i untuk pemilihan lokasi manufaktur global A_i dengan $k = 3$ sesuai dengan persamaan (7), sehingga diperoleh

$$\begin{aligned}\hat{c}_1 &= (0.39920, 0.26538, 0.39158) \\ \hat{c}_2 &= (0.45089, 0.42574, 0.14883) \\ &\vdots \\ \hat{c}_{20} &= (0.30490, 0.32205, 0.21619)\end{aligned}$$

Kemudian, menentukan nilai skor $S(\hat{s}_i)$ dari 3FNs \hat{s}_i , yaitu nilai rata – rata dari \hat{c}_i , sehingga diperoleh

$$\begin{aligned}S(\hat{c}_1) &= 0.35205 \\ S(\hat{c}_2) &= 0.34182 \\ &\vdots \\ S(\hat{c}_{20}) &= 0.28105\end{aligned}$$

Maka berdasarkan nilai skor $S(\hat{s}_i)$, ($i = 1, 2, \dots$). Diperoleh hasil dimana $A_{14} > A_{15} > A_{16} > A_1 > A_8 > A_3 > A_2 > A_{11} > A_5 > A_7 > A_{20} > A_{17} > A_9 > A_{18} > A_4 > A_{19} > A_6 > A_{10} > A_{13} > A_{12}$. Karena A_{14} memperoleh skor tertinggi, dapat disimpulkan bahwa A_{14} atau *country* 14 merupakan alternatif terbaik untuk lokasi manufaktur global.

3.3 Metode mFDWA tanpa Normalisasi

Metode mFDWA tanpa normalisasi akan menggunakan data pada tabel 2, dimana data tersebut merupakan data 3FNs dan dengan langkah yang sama dengan metode mFDWA ternormalisasi dan $k = 3$, maka diperoleh nilai \hat{c}_i

$$\begin{aligned}\hat{c}_1 &= (0.94414, 0.5097, 0.75882) \\ \hat{c}_2 &= (0.81681, 1/0, 0.39503) \\ &\vdots \\ \hat{c}_{20} &= (0.74650, 0.51134, 0.38502)\end{aligned}$$

Namun, dikarenakan terdapat bilangan tak terdefinisi yaitu 1/0 yang merupakan hasil dari *fuzzyifikasi* triangular maka diasumsikan bahwa bilangan tersebut tidak dilibatkan dalam perhitungan. Selanjutnya adalah menentukan nilai skor $S(\hat{s}_i)$ dari 3FNs \hat{s}_i , diperoleh nilai

$$\begin{aligned}S(\hat{c}_1) &= 0.73755 \\ S(\hat{c}_2) &= 0.60592 \\ &\vdots \\ S(\hat{c}_{20}) &= 0.54762\end{aligned}$$

Sehingga berdasarkan dengan nilai skor $S(\hat{s}_i)$, ($i = 1, 2, \dots$), diperoleh hasil dimana $A_3 > A_{14} > A_7 > A_8 > A_1 > A_{18} > A_4 > A_{15} > A_{11} > A_{16} > A_{19} > A_2 > A_{17} > A_5 > A_6 > A_{20} > A_{13} > A_{12} > A_9 > A_{10}$. Karena A_3 memperoleh skor tertinggi, dapat disimpulkan bahwa A_3 atau *country* 3 merupakan alternatif terbaik untuk lokasi manufaktur global.

3.4 Tes Efektivitas Metode mFDWA dengan Normalisasi

Untuk menguji validitas dari algoritma metode mFDWA dengan normalisasi dan tanpa normalisasi, diperlukan tes kriteria yang dikembangkan oleh Wang [25]. Tes kriteria dilakukan dengan mengganti nilai pada alternatif yang paling kurang optimal, dalam hal ini adalah alternatif A₁₂ dan A₁₀. Nilai pengganti untuk alternatif A₁₂ dan A₁₀ masing – masing ditunjukkan oleh tabel 5 dan 6. Kemudian, dilakukan perhitungan yang sama menggunakan metode mFDWA dan dihasilkan bahwa hasil perankingan tidak berubah, dimana A₁₄ dan A₃ masih memperoleh skor tertinggi dan keluar sebagai alternatif terbaik. Karena tes efektivitas ini tidak mengubah ranking pada alternatif optimal, maka kedua metode mFDWA bersifat valid.

Table 5. Data Perubahan Nilai Keanggotaan pada A₁₂ metode *mF Dombi Arithmatic AO*s ternormalisasi

Alternatif	Cost			Labor			Infrastructure			Market		
	L	M	TC	ET	UR	ML	T	U	QRT	PC	S	PPM
A ₁₂	0.172	0	0.0826	0	0.5112	0.1735	0	0	0.1	0.105	0	0

Alternatif	Other Locations			Economic			Quality of life			Politics		
	PSP	PPC	PC	CSD	IR	I	SL	HC	ES	SP	CPP	GATFI
A12	0.004	0.0324	0	0.2113	0.1356	0.267	0	0	0	0	0	0.0196

Table 6. Data Perubahan Nilai Keanggotaan pada A₁₀ metode *mF Dombi Arithmatic AOs* tanpa normalisasi

Alternatif	Cost			Labor			Infrastructure			Market		
	L	M	TC	ET	UR	ML	T	U	QRT	PC	S	PPM
A10	0.2677	0.5125	0	0	0.2507	0.4521	0.4332	0	0	0	0	0.3809

Alternatif	Other Locations			Economic			Quality Of Life			Politics		
	PSP	PPC	PC	CSD	IR	I	SL	HC	ES	SP	CPP	GATFI
A10	0	0	0	0	0.4603	0.7295	0.5341	0	0	0.4306	0.3201	0

4 KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat dilihat bahwa himpunan *fuzzy m* - Polar berperan dalam mengatasi informasi multikriteria yang diberikan oleh pembuat keputusan, yaitu informasi berupa kriteria pemilihan lokasi manufaktur global yang memiliki 8 kriteria dan masing - masing terdiri dari 3 sub kriteria. Kemudian dari perhitungan diperoleh bahwa hasil perankingan dari metode *fuzzy 3* - Polar ELECTRE I dan *3* - Polar *Dombi Arithmatic AOs* ternormalisasi menghasilkan alternatif yang sama. Kemudian, dengan adanya tes efektivitas dapat kita ketahui bahwa penambahan langkah normalisasi dalam *mF Dombi Arithmatic AOs* tidak memengaruhi validitas dari metode tersebut, bahkan dalam hal ini, normalisasi membantu proses perhitungan dari bilangan *fuzzy triangular* yang menghasilkan nilai tak terdefinisi yaitu 1/0.

Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan ke dalam metode ELECTRE lain yang lebih luas dalam mempertimbangkan tingkat kesesuaian dan ketidaksesuaian dari informasi yang diberikan. *Fuzzyifikasi* lain juga memungkinkan untuk diterapkan dalam metode pengambilan keputusan baik dengan output himpunan *fuzzy m* – polar, *hesitant fuzzy*, *fuzzy intuisi*, dan sebagainya.

UCAPAN TERIMA KASIH

REFERENSI

- [1] Shumaiza, M. Akram, and A. N. Al-Kenani, "Multiple-attribute decision making ELECTRE II method under bipolar fuzzy model," *Algorithms*, vol. 12, no. 11, pp. 1–24, 2019.
- [2] S. H. Kusumadewi, "Fuzzy Multi-Attribute Decision Making (Fuzzy MADM)," *Graha Ilmu Yogyakarta*, 2006.
- [3] R. Benayoun, B. Roy, and B. Sussmann, "Manuel de référence du programme electre," *Note synthèse, Form. n.25*, Dir. Sci. SEMA, Paris, 1966.
- [4] H. Dinçer, Ü. Hacıoğlu, and S. Yüksel, "Managerial and Market-Based Appraisal of Agriculture Banking Using ANP and ELECTRE Method," *Manag. Organ. Stud.*, vol. 3, no. 3, 2016.
- [5] B. Roy, "The outranking approach and the foundations of electre methods," *Theory Decis.*, 1991.
- [6] T. Romario, V. Gunawan, and J. Endro, "Implementation of the ELECTRE Method for Determining the Location of Evacuation of Web-based Tsunami Disaster," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 180, no. 52, pp. 25–31, 2018.
- [7] M. Gökhan Yücel and A. Görener, "Decision making for company acquisition by ELECTRE method," *Int. J. Supply Chain Manag.*, vol. 5, no. 1, pp. 75–83, 2016.
- [8] M. Akram, H. Garg, and K. Zahid, "Extensions of electre-i and topsis methods for group decision-making under complex pythagorean fuzzy environment," *Iran. J. Fuzzy Syst.*, vol. 17, no. 5, pp. 147–164, 2020.
- [9] X. Yu, S. Zhang, X. Liao, and X. Qi, "ELECTRE methods in prioritized MCDM environment," *Inf. Sci. (Ny)*, 2018.
- [10] P. Baki, "Personnel selection through Fuzzy ELECTRE I method," no. April, 2019.
- [11] R. E. Bellman and L. A. Zadeh, "Decision-Making in a Fuzzy Environment," *Manage. Sci.*, 1970.
- [12] L. A. Zadeh, "Fuzzy sets," *Inf. Control*, 1965.
- [13] A. Adeel, M. Akram, I. Ahmed, and K. Naqvi, "Novel m-polar fuzzy linguistic ELECTRE-I method for group decision-making," *Symmetry (Basel)*, vol. 11, no. 4, pp. 1–26, 2019.
- [14] R. M. Rodriguez, L. Martinez, and F. Herrera, "Hesitant fuzzy linguistic term sets for decision making," *IEEE Trans. Fuzzy Syst.*, vol. 20, no. 1, pp. 109–119, 2012.
- [15] W. R. Zhang and L. Zhang, "YinYang bipolar logic and bipolar fuzzy logic," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 165, no. 3–4, pp. 265–287, 2004.

- [16] ¹I. Chen et al., “m-Polar Fuzzy Sets An Extension of Bipolar Fuzzy Sets.pdf.” 2014.
- [17] ⁴M. Lin, W. Xu, Z. Lin, and R. Chen, “Determine OWA operator weights using kernel density estimation,” *Econ. Res. Istraz.*, vol. ¹33, no. 1, pp. 1441–1464, 2020.
- [18] ¹²C. Jana, M. Pal, and J. qiang Wang, “Bipolar fuzzy Dombi aggregation operators and its application in multiple-attribute decision-making process,” *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 10, no. 9, pp. 3533–3549, 2018.
- [19] ³F. Hamacher and A. Operators, “SS symmetry Fuzzy Hamacher Aggregation Operators,” pp. 1–33, 2019.
- [20] ¹M. Akram, N. Yaqoob, G. Ali, and W. Chammam, “Extensions of Dombi Aggregation Operators for Decision Making under m - Polar Fuzzy Information,” vol. 2020, 2020.
- [21] ⁹X. He, “Group decision making based on Dombi operators and its application to personnel evaluation,” 2019.
- [22] ¹A. Hatami-Marbini, M. Tavana, M. Moradi, and F. Kangi, “A fuzzy group Electre method for safety and health assessment in hazardous waste recycling facilities,” *Saf. Sci.*, vol. 51, no. 1, pp. 414–426, 2013.
- [23] ⁶M. Akram, ¹N. Waseem, and P. Liu, “Novel Approach in Decision Making with m-Polar Fuzzy ELECTRE-I,” *Int. J. Fuzzy Syst.*, vol. 21, no. 4, pp. 1117–1129, 2019.
- [24] ¹A. H. Kalantari, “Facility Location Selection for Global Manufacturing,” *Univ. Wisconsin-Milwaukee*, vol. 81, no. 19, p. 87, 2013, [Online]. Available: <http://dc.uwm.edu/etd>.
- [25] ⁶X. Wang and E. Triantaphyllou, “Ranking irregularities when evaluating alternatives by using some ELECTRE methods,” *Omega*, vol. 36, no. 1, pp. 45–63, 2008.

HASIL CEK_ SGY RH

ORIGINALITY REPORT



PRIMARY SOURCES

1	repository.universitasbumigora.ac.id Internet Source	3%
2	journal.universitasbumigora.ac.id Internet Source	2%
3	www.atlantis-press.com Internet Source	1%
4	downloads.hindawi.com Internet Source	1%
5	doku.pub Internet Source	1%
6	www.hindawi.com Internet Source	1%
7	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Student Paper	1%
8	archive.org Internet Source	<1%
9	Submitted to Macau University of Science and Technology	<1%

- 10 Submitted to Universitas Brawijaya <1 %
Student Paper
-
- 11 www.ieomsociety.org <1 %
Internet Source
-
- 12 Wei Yang, Yongfeng Pang. "New q-Rung Orthopair Fuzzy Bonferroni Mean Dombi Operators and Their Application in Multiple Attribute Decision Making", IEEE Access, 2020 <1 %
Publication
-
- 13 Jie Wang, Guiwu Wei, Cun Wei, Yu Wei. "MABAC method for multiple attribute group decision making under q-rung orthopair fuzzy environment", Defence Technology, 2019 <1 %
Publication
-
- 14 Muhammad Saeed, Muhammad Ahsan, Muhammad Haris Saeed, Asad Mehmood, Thabet Abdeljawad. "An Application of Neutrosophic Hypersoft Mapping to Diagnose Hepatitis and Proposing Appropriate Treatment", IEEE Access, 2021 <1 %
Publication
-
- 15 ruja.ujaen.es <1 %
Internet Source
-
- 16 www.janondrus.com <1 %
Internet Source

- | | | |
|----|--|------|
| 17 | www.mdpi.com
Internet Source | <1 % |
| 18 | www.scribd.com
Internet Source | <1 % |
| 19 | Submitted to Universitas Negeri Padang
Student Paper | <1 % |
| 20 | Muhammad Akram, Naveed Yaqoob, Ghous Ali, Wathek Chammam. " Extensions of Dombi Aggregation Operators for Decision Making under -Polar Fuzzy Information ", Journal of Mathematics, 2020
Publication | <1 % |
| 21 | Prem Kumar Singh. "m -polar fuzzy graph representation of concept lattice", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2018
Publication | <1 % |
| 22 | www.inpn.com.br
Internet Source | <1 % |
| 23 | Harish Garg, Rishu Arora. "Novel scaled prioritized intuitionistic fuzzy soft interaction averaging aggregation operators and their application to multi criteria decision making", Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2018
Publication | <1 % |

24	journal2.um.ac.id Internet Source	<1 %
25	id.123dok.com Internet Source	<1 %
26	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
27	jp.feb.unsoed.ac.id Internet Source	<1 %
28	www.researchprotocols.org Internet Source	<1 %
29	www.sos.siena.edu Internet Source	<1 %
30	Muhammad Akram, Shumaiza. "Multi-criteria decision-making methods based on q-rung picture fuzzy information", Journal of Intelligent & Fuzzy Systems, 2021 Publication	<1 %
31	digitalcommons.fiu.edu Internet Source	<1 %
32	jurnalbeta.ac.id Internet Source	<1 %
33	conference.upnvj.ac.id Internet Source	<1 %
34	publications.polymtl.ca Internet Source	<1 %

-
- 35 rabida.uhu.es <1 %
Internet Source
- 36 Shu-Ping Wan, Deng-Feng Li. "Fuzzy LINMAP approach to heterogeneous MADM considering comparisons of alternatives with hesitation degrees", Omega, 2013 <1 %
Publication
- 37 Syaibah Syaibah. "Sistem Pendukung Keputusan Rekomendasi Judul Skripsi Prodi Teknik Informatika Menggunakan Metode ELECTRE", Digital Intelligence, 2021 <1 %
Publication
- 38 Bingzhen Sun, Weimin Ma. "An approach to consensus measurement of linguistic preference relations in multi-attribute group decision making and application", Omega, 2015 <1 %
Publication
- 39 Ganesh Ghorai, Madhumangal Pal. "Some properties of m-polar fuzzy graphs", Pacific Science Review A: Natural Science and Engineering, 2016 <1 %
Publication
- 40 Muhammad Akram. "m–Polar Fuzzy Graphs", Springer Science and Business Media LLC, 2019 <1 %
Publication
-

41

ejournal.uin-suka.ac.id

Internet Source

<1 %

42

Ghassemi, Seyed Ali, and Shahnaz Danesh. "A hybrid fuzzy multi-criteria decision making approach for desalination process selection", *Desalination*, 2013.

<1 %

Publication

Exclude quotes

On

Exclude matches

Off

Exclude bibliography

On