



SNESTIK

Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi,
dan Teknik Informatika

<https://ejurnal.itats.ac.id/snestik> dan <https://snestik.itats.ac.id>



Informasi Pelaksanaan :

SNESTIK IV - Surabaya, 27 April 2024

Ruang Seminar Gedung A, Kampus Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

Informasi Artikel:

DOI : 10.31284/p.snestik.2024.5719

Prosiding ISSN 2775-5126

Fakultas Teknik Elektro dan Teknologi Informasi-Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Gedung A-ITATS, Jl. Arief Rachman Hakim 100 Surabaya 60117 Telp. (031) 5945043
Email : snestik@itats.ac.id

Pengambilan Keputusan Berbasis Multi Kriteria dengan Algoritma VIKOR untuk Percepatan Penanganan Stunting di Kota Surabaya

Dian Puspita Hapsari, Allfela Aisyah Putri Karinda

Institut Teknologi AdhiTama Surabaya

e-mail: hapsaridp2015@gmail.com

ABSTRACT

According to the 2020–2024 RPJMN, the government's top priority initiative is Accelerating the Reduction of Stunting (PPS) in Toddlers. The entity implementing the activity is Surabaya City Health Service (PPS). The purpose of this study is to assist the Surabaya City Health Service in adopting the MCDM approach utilizing the VIKOR algorithm in order to identify priority regions for PPS. The research has the advantage of making it simpler for the Surabaya City Health Service to get data in the form of solutions to identify PPS priority areas. Using Multi-Criteria Decision Making (MCDM), priority PPS City of Surabaya regions are chosen and ranked based on multiple competing criteria. Researchers established weights and criteria for weights and criteria were established: 10% of toddlers who are not exclusively breastfed, 25% of toddlers who are malnourished based on body weight measurements, 25% of toddlers who are short based on height measurements, 25% of toddlers who are underweight based on arm circumference measurements, and 25% of toddlers who are stunted. 15% for each subdistrict. Sample data from 178,043 children in 31 Surabaya City sub districts were used in this study. Following the implementation of the VIKOR method's majority rule of 0.5 and compromise values of 0.4 (below consensus) and 0.6 (above consensus), the Semampir sub-district of Surabaya city was consistently identified as the target area for expediting the management of stunting. This demonstrates how useful the VIKOR approach is in Surabaya City's PPS priority selection procedure.

Keywords: MCDM, VIKOR Algorithm, Stunting.

ABSTRAK

Percepatan Penurunan Stunting (PPS) pada Balita adalah program prioritas Pemerintah sebagaimana termaktub dalam RPJMN 2020-2024. Dinas Kesehatan Kota Surabaya sebagai pelaksana kegiatan (PPS). Tujuan dari penelitian ini adalah Dinas Kesehatan Kota Surabaya mendapatkan solusi untuk menentukan daerah yang menjadi prioritas PPS dengan implementasi metode MCDM menggunakan Algoritma VIKOR. Manfaat dari penelitian ini adalah memudahkan Dinas Kesehatan Kota Surabaya mendapatkan informasi berupa solusi untuk menentukan daerah yang menjadi prioritas PPS. *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) yang digunakan untuk menyeleksi dan perangkingan lebih dari satu kriteria yang bertentangan, untuk daerah yang menjadi prioritas PPS Kota Surabaya. Pada penelitian ini, peneliti menetapkan kriteria dan bobot, yaitu Balita tidak diberikan asi eksklusif 10%, Status kurang gizi dari pengukuran berat badan 25%, Balita pendek dari pengukuran tinggi badan 25%, Balita kurus dari pengukuran lingkaran lengan 25% dan Jumlah prevalensi stunting tiap kecamatan 15%. Dalam penelitian ini telah menggunakan data sampling sebanyak 178.043 balita dari 31 kecamatan Kota Surabaya, setelah dilakukan tahapan perhitungan metode vikor dengan menggunakan majority rule sebesar 0,5 serta menggunakan nilai kompromi sebesar 0,4 (dibawah konsensus), dan 0,6 (di atas konsensus), konsistensi hasil yang terjadi yaitu kecamatan Semampir kota Surabaya yang menjadi prioritas Percepatan Penanganan Stunting. Hal ini menunjukkan bahwa metode Vikor sangat membantu proses seleksi penentuan prioritas PPS Kota Surabaya.

Kata kunci: MCDM, Algoritma VIKOR, Stunting.

PENDAHULUAN

Stunting merupakan kondisi gagal pertumbuhan pada anak (pertumbuhan tubuh dan otak) akibat kekurangan gizi atau malnutrition dan wasting dalam waktu yang lama. Stunting telah ditetapkan sebagai isu prioritas nasional, Perpres Nomor 72 tahun 2021 Tentang Percepatan Penurunan Stunting (PPS), merupakan payung hukum bagi Strategi Nasional (STRANAS) PPS yang telah diluncurkan dan dilaksanakan sejak tahun 2018. Komitmen pemerintah untuk upaya PPS diwujudkan dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020 – 2024 dengan target penurunan sebesar 14 persen pada tahun 2024. Upaya pemerintah pusat untuk PPS dipenetrasikan ke pemerintah daerah dengan Peraturan Walikota Nomor 79 Tahun 2022 tentang Percepatan Penurunan Stunting di Kota Surabaya. Sampai dengan tahun 2023 telah berlangsung selama lima tahun, pemerintah kota Surabaya melalui Dinas Kesehatan Kota Surabaya masih terus berupaya untuk melakukan kegiatan PPS.

Dinas Kesehatan kota Surabaya berupaya untuk tidak ada balita stunting dan menuju zero stunting di kota Surabaya. Untuk mencapai target tersebut maka keterlibatan teknologi informasi yang mampu membantu pihak berwenang dalam pengambilan keputusan strategis sangat dibutuhkan. Penentuan wilayah prioritas untuk kegiatan PPS kota Surabaya sangat penting, hal ini dapat dilakukan dengan melibatkan komputasi dan manajemen data. Dinas Kesehatan kota Surabaya memiliki data yang dapat diolah untuk menghasilkan informasi. Informasi yang dihasilkan dari kegiatan komputasi data tersebut dijadikan landasan untuk pengambilan keputusan program PPS. Komputasi data stunting Dinas Kesehatan Kota Surabaya dapat dilakukan dengan metode Multi Criteria Decision Making (MCDM) atau metode pengambilan keputusan berdasar multi kriteria.

Pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM) merupakan salah satu permasalahan utama pengambilan keputusan yang bertujuan untuk menentukan alternatif terbaik dengan mempertimbangkan lebih dari satu kriteria dalam proses seleksi. MCDM memiliki banyak algoritma atau cara yang dapat diterapkan di berbagai bidang [1]. Terdapat beberapa algoritma dalam MCDM seperti AHP, TOPSIS, COPRAS, MULTIMOORA, PROMETHEE dan VIKOR. Algoritma VIKOR dalam MCDM berfokus pada pemeringkatan alternatif berdasarkan kedekatan dengan solusi terbaik dan nilai maksimum serta nilai minimum dari kriteria yang mempengaruhi hasil [2]. Metode pemeringkatan kompromi/compromise ranking VIKOR menentukan solusi

kompromi, memberikan “utilitas kelompok” maksimum bagi “mayoritas” dan pengecualian individu minimum bagi “lawan”.

Pada penelitian ini mengungkap permasalahan identifikasi wilayah prioritas PPS oleh Dinas Kesehatan kota Surabaya. Proses identifikasi akan dilakukan dengan mengimplementasikan metode komputasi data MCDM dengan menggunakan algoritma VIKOR [3][4][5]. Tujuan dari penelitian ini adalah Dinas Kesehatan Kota Surabaya mendapatkan solusi untuk menentukan daerah yang menjadi prioritas PPS dengan implementasi metode MCDM menggunakan Algoritma VIKOR. Manfaat dari penelitian ini adalah memudahkan Dinas Kesehatan Kota Surabaya mendapatkan informasi berupa solusi untuk menentukan daerah yang menjadi prioritas PPS. Dengan kemudahan dalam penentuan wilayah prioritas PPS diharapkan target penurunan stunting kota Surabaya dapat tercapai untuk menuju zero stunting.

METODE

Algoritma VIKOR merupakan salah satu algoritma dalam metode MCDM yang dikembangkan untuk mengatasi solusi dari permasalahan pengambilan keputusan yang memiliki kriteria yang bersifat diskrit. Pertama kali diperkenalkan oleh S. Opricovic telah mengembangkan ide dasar VIKOR untuk gelar Ph.D. dalam disertasinya pada tahun 1979 [6][7]. Nama VIKOR muncul pada tahun 1990, ViseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje, dengan pengucapan VIKOR, yang artinya adalah Optimasi Multikriteria dan Solusi Kompromi. Penerapan sebenarnya disajikan pada tahun 1998. Makalah pada tahun 2004 berkontribusi pada pengakuan internasional terhadap metode VIKOR [8][9][10]. Dalam melakukan perhitungan menggunakan metode VIKOR, Terdapat beberapa tahapan yang harus diperhatikan [11][12][13][14][15].

Tahapan tersebut diantaranya:

1. Menentukan alternatif dan kriteria yang ditetapkan
2. Melakukan pemetaan alternatif dan kriteria ke dalam bentuk matriks keputusan

$$M = \begin{matrix} & A_1 & A_2 & \dots & A_n \\ \begin{matrix} K_{x1} & K_{x2} & \dots & K_{xn} \\ a_{11} & a_{21} & \dots & a_{m1} \end{matrix} & \begin{matrix} a_{12} & a_{22} & \dots & a_{1n} \\ x_{12} & x_{22} & \dots & x_{2n} \end{matrix} & \dots & \begin{matrix} a_{1n} & a_{2n} & \dots & a_{1n} \\ x_{1n} & x_{2n} & \dots & x_{2n} \end{matrix} \end{matrix} \quad (1)$$

Dimana,

M = Matriks Keputusan

A_i = Alternatif ke -i

K_j = Kriteria ke -j

X_{ij} = Gabungan antara alternatif i pada kriteria j

i = Urutan alternatif dari 1, 2, 3, ..., m

j = Urutan kriteria dari 1, 2, 3, ..., n

3. Menentukan bobot dari masing-masing kriteria

$$\sum_{j=1}^n w_j = 1 \quad (2)$$

Dimana,

w_j = bobot dari kriteria j

j = Urutan kriteria dari 1, 2, 3, ..., n

4. Menentukan nilai dari semua kriteria berdasarkan nilai positif f_j^+ dan nilai negatif f_j^-

- a. Jika j adalah *benefit*, maka persamaannya adalah:

$$f_j^+ = f_{ij}$$

$$f_j^- = \min_i f_{ij}$$

- dalah *cost*, maka persamaannya adalah:

$$f_j^+ = f_{ij}$$

$$f_j^- = \max_i f_{ij}$$

(3)

Dimana,

i = Urutan alternatif dari 1, 2, 3, ..., m

j = Urutan kriteria dari 1, 2, 3, ..., n

f_j^+ = Nilai positif dari kriteria j

f_j^- = Nilai negatif dalam kriteria j

5. Melakukan normalisasi matriks keputusan melalui perhitungan N_{ij}

Dimana,

N = Matriks ternormalisasi

i = Urutan alternatif dari 1, 2, 3, ..., m

j = Urutan

kriteria dari 1,

2, 3, ..., n

f_{ij} = Fungsi

gabungan

antara alternatif i pada kriteria j

f_j^+ = Nilai positif dari kriteria j

f_j^- = Nilai negatif dalam kriteria j

$$N_{ij} = \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)}$$

(4)

6. Mencari nilai normalisasi bobot

$$B_{ij}^* = w_j \times N_{ij} \quad (5)$$

Dimana,

B_{ij}^* = Nilai perkalian normalisasi matriks dengan bobot berdasarkan alternatif i dan kriteria j

w_j = Nilai bobot kriteria j

N_{ij} = Data nilai matriks normalisasi berdasarkan alternatif i dan kriteria

i = Urutan alternatif dari 1, 2, 3, ..., m

j = Urutan kriteria dari 1, 2, 3, ..., n

7. Melakukan perhitungan terhadap nilai S_i (*Utility Measure*) dan R_i (*Regret Measure*)

$$S_i = \sum_{j=1}^n w_j \frac{(f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+)} - f_j^- \quad (6)$$

$$R_i = \max_j \left[\frac{w_j (f_j^+ - f_{ij})}{(f_j^+ - f_j^-)} \right] \quad (7)$$

Dimana,

w_j adalah bobot dari kriteria j

i = Urutan alternatif dari 1, 2, 3, ..., m

j = Urutan kriteria dari 1, 2, 3, ..., n

8. Menghitung nilai Q_i

$$Q_i = v \frac{(S_i^+ - S_i^-)}{(S^+ - S^-) + (1-v) \left(\frac{(R_i^+ - R_i^-)}{(R^+ - R^-)} - R^- \right)}, i=1, 2, \dots, m \quad (8)$$

Dimana,

S^+ = nilai maximum dari S_i

S^- = nilai minimum dari S_i

R^+ = nilai maximum dari R_i

R^- = nilai minimum dari R_i

* v merupakan nilai bobot untuk *strategy of the maximum group utility*. Yang terdiri dari rentang nilai 0-1, (pada dasarnya bernilai 0.5). Sedangkan $1-v$ merupakan bobot untuk *individual regret*

Dari hasil perhitungan Q_i diatas, yang memiliki indeks nilai Q_i paling kecil merupakan solusi alternatif terbaik.

9. Melakukan perankingan alternatif

Setelah menentukan nilai S_i , R_i , Q_i . Langkah selanjutnya adalah melakukan perankingan. Untuk menentukan urutan perankingan adalah dengan perankingan indeks Q_i yang terkecil. Untuk mendapatkan solusi kompromi nilai yang didapatkan adalah berdasarkan perhitungan Q yang juga harus memenuhi kedua kondisi yang sudah ditetapkan.

10. Menentukan solusi kompromi

Solusi kompromi didapatkan berdasarkan alternatif terbaik dari perankingan indeks Q_i . Solusi ini akan tercapai apabila pembuktian kondisi-kondisi di bawah ini terpenuhi, diantaranya adalah:

a. Kondisi 1 (C1 – *Acceptable advantage*)

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ \quad (9)$$

$$DQ = \frac{1}{(m-1)}$$

Dimana,

m = Jumlah alternatif

A_2 = Peringkat kedua dari perankingan Q_i

A_1 = Peringkat pertama dari perankingan Q_i

b. Kondisi 2 (C2 – *Acceptable stability in decision making*)

Pada syarat kedua, alternatif yang memiliki peringkat terbaik dalam perankingan Q_i juga harus stabil menjadi peringkat terbaik berdasarkan perhitungan *voting by concensu* ($v \approx 0,5$),

with veto ($v < 0,5$) atau voting by majority rule ($v > 0,5$).
(10)

Hasil alternatif terbaik berdasarkan solusi kompromi akan ditentukan apabila, semua kondisi diatas dapat terpenuhi. Apabila dari kedua kondisi tersebut, terdapat salah satu yang tidak terpenuhi, Maka penentuan solusi kompromi adalah dengan cara sebagai berikut :

1. Apabila kondisi ke-2 tidak terpenuhi, maka dapat memilih alternatif A_1 dan A_2
 2. Apabila kondisi ke-1 tidak terpenuhi, maka dapat memilih alternatif $A_1, A_2, \dots, A_m$.
- Dimana A_m merupakan alternatif maksimum yang berada pada posisi yang mendekati pada kondisi. Untuk menentukan A_m menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$Q_{(A_m)} - Q_{(A_1)} < DQ$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan Data I

Penulisan pembahasan dapat tersusun dari sub-pembahasan seperti pada template berikut. Data penunjang pembahasan dapat berupa grafik dan tabel. Perancangan tabel pada naskah memiliki format seperti pada Tabel 1, yaitu bentuk layout tabel. Tabel harus bersifat representatif dan mudah dipahami oleh pembaca. Perlu mempertimbangkan aspek data numerik, variabel dan satuan untuk menjaga keabsahan data. Pihak author harus mempertimbangkan *repeat header* apabila jumlah data yang dicantumkan melebihi satu halaman. Apabila tabel yang dituliskan merujuk pada sumber referensi tertentu, dapat diberikan **keterangan** di bagian bawah dengan huruf Times New Roman 9 pt; *italic*.

Tabel 1. Penentuan Kategori Kriteria

Kode	Jenis Kriteria	f_j^+	f_j^-	Kategori
C1	Tidak diberikan asi eksklusif berdasarkan tiap-tiap kecamatan	576	0	Benefit
C2	Balita gizi kurang berdasarkan pengukuran BB/U pada tiap-tiap kecamatan	1132	143	Benefit
C3	Balita pendek berdasarkan pengukuran TB/U pada tiap-tiap kecamatan	1320	35	Benefit
C4	Balita kurus berdasarkan pengukuran BB/TB pada tiap-tiap kecamatan	780	35	Benefit
C5	Jumlah prevalensi stunting pada tiap-tiap kecamatan	80.15	3.22	Benefit

Pembahasan Data II

Solusi Kompromi

Setelah melakukan perhitungan indeks Q_i , langkah selanjutnya yang harus dilakukan adalah menentukan solusi kompromi. Penentuan ini menggunakan perhitungan berdasarkan pembuktian dari kondisi-kondisi yang telah ditetapkan. Kondisi tersebut diantaranya :

1. Kondisi *Acceptable Advantage*

Berdasarkan hasil perhitungan, membuktikan bahwa hasil nilai dari perhitungan $Q(A_2) - Q(A_1)$ lebih besar sama dengan nilai DQ . Yang berarti kondisi *Acceptable Advantage* ini dapat terpenuhi.

$$DQ = \frac{1}{(m-1)} = \frac{1}{(31-1)}$$

$$= \frac{1}{30} = 0.03$$

$$Q(A_2) - Q(A_1) \geq DQ$$

$$0.11 - 0 \geq 0.03$$

$$0.11 \geq 0.03 \text{ (Terpenuhi)}$$

2. Kondisi *Acceptable Stability in decision making*

Kondisi ini dapat menentukan apakah peringkat $Q(A_1)$ juga merupakan peringkat terbaik dengan berdasarkan perhitungan nilai $v > 0.5$ (*voting by majority rule*) dan $v < 0.5$ (*with veto*).

Dari tabel hasil perhitungan diatas, peringkat $Q(A_1)$ stabil menjadi peringkat terbaik, dan diperoleh nilai $m = 21$. Maka dapat disimpulkan bahwa kondisi kedua terpenuhi dan daerah Semampir (A6) menjadi daerah pertama prioritas penanganan stunting.

Nilai $DQ = 0.03$							
Kode	Alternatif	V = 0.5		V = 0.4		V = 0.6	
		Q	Qm - Q1	Q	Qm - Q1	Q	Qm - Q1
A1	Tegalsari	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
A2	Simokerto	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
A3	Genteng	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93
A4	Bubutan	0.61	0.61	0.62	0.62	0.61	0.61
A5	Gubeng	0.66	0.66	0.67	0.67	0.66	0.66
A6	Gunung Anyar	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
A7	Sukolilo	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85	0.85
A8	Tambaksari	0.67	0.67	0.69	0.69	0.64	0.64
A9	Mulyorejo	0.83	0.83	0.83	0.83	0.82	0.82
A10	Rungkut	0.51	0.51	0.50	0.50	0.52	0.52
A11	Tenggilis Mejoyo	0.95	0.95	0.96	0.96	0.94	0.94
A12	Benowo	0.90	0.90	0.91	0.91	0.90	0.90
A13	Pakal	0.69	0.69	0.70	0.70	0.67	0.67
A14	Asemrowo	0.74	0.74	0.78	0.78	0.69	0.69
A15	Sukomanunggal	0.78	0.78	0.80	0.80	0.76	0.76
A16	Tandes	0.93	0.93	0.94	0.94	0.91	0.91
A17	Sambikerep	0.77	0.77	0.77	0.77	0.76	0.76
A18	Lakarsantri	0.85	0.85	0.86	0.86	0.84	0.84
A19	Bulak	0.74	0.74	0.75	0.75	0.73	0.73
A20	Kenjeran	0.11	0.11	0.10	0.10	0.11	0.11
A21	Semampir	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
A22	Pabean Cantian	0.76	0.76	0.76	0.76	0.75	0.75
A23	Krembangan	0.48	0.48	0.47	0.47	0.50	0.50
A24	Wonokromo	0.36	0.36	0.36	0.36	0.35	0.35
A25	Wonocolo	0.80	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80
A26	Wiyung	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
A27	Karang Pilang	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79
A28	Jambangan	0.89	0.89	0.90	0.90	0.88	0.88
A29	Gayungan	0.94	0.94	0.95	0.95	0.93	0.93
A30	Dukuh Pakis	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
A31	Sawahan	0.30	0.30	0.32	0.32	0.28	0.28

Gambar 1. Hasil Pengujian

KESIMPULAN

Multi-Criteria Decision Making (MCDM) yang digunakan untuk menyeleksi dan perangkingan lebih dari satu kriteria yang bertentangan, untuk daerah yang menjadi prioritas PPS Kota Surabaya. Pada penelitian ini, peneliti menetapkan kriteria dan bobot, yaitu Balita tidak diberikan asi eksklusif 10%, Status kurang gizi dari pengukuran berat badan 25%, Balita pendek dari pengukuran tinggi badan 25%, Balita kurus dari pengukuran lingkaran lengan 25% dan Jumlah prevalensi stunting tiap kecamatan 15%.

Dalam penelitian ini telah menggunakan data sampling sebanyak 178.043 balita dari 31 kecamatan Kota Surabaya, setelah dilakukan tahapan perhitungan metode VIKOR dengan menggunakan majority rule sebesar 0,5 serta menggunakan nilai kompromi sebesar 0,4 (dibawah konsensus), dan 0,6 (diatas konsensus), konsistensi hasil yang terjadi yaitu kecamatan Semampir kota Surabaya yang menjadi prioritas Percepatan Penanganan Stunting. Hal ini menunjukkan bahwa metode VIKOR sangat membantu proses seleksi penentuan prioritas PPS Kota Surabaya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. Taherdoost and M. Madanchian, "Multi-Criteria Decision Making (MCDM) Methods and Concepts," *Encyclopedia*, 2023, doi: 10.3390/encyclopedia3010006.
- [2] B. Zlaugotne, L. Zihare, L. Balode, A. Kalnbalkite, A. Khabdullin, and D. Blumberga, "Multi-Criteria Decision Analysis Methods Comparison," *Environ. Clim. Technol.*, 2020, doi: 10.2478/rtuct-2020-0028.
- [3] S. Hezer, E. Gelmez, and E. Özceylan, "Comparative analysis of TOPSIS, VIKOR and COPRAS methods for the COVID-19 Regional Safety Assessment," *J. Infect. Public Health*, 2021, doi: 10.1016/j.jiph.2021.03.003.
- [4] L. W. Siew, L. W. Hoe, L. K. Fai, M. A. Bakar, and S. J. Xian, "Analysis on the e-learning method in malaysia with AHP-VIKOR model," *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, 2021, doi: 10.18178/ijiet.2021.11.2.1489.
- [5] P. Chatterjee and S. Chakraborty, "A comparative analysis of VIKOR method and its variants," *Decis. Sci. Lett.*, 2016, doi: 10.5267/j.dsl.2016.5.004.
- [6] P. L. Yu, "A Class of Solutions for Group Decision Problems," *Manage. Sci.*, 1973, doi: 10.1287/mnsc.19.8.936.
- [7] S. Opricovic, "Multicriteria optimization of civil engineering systems," *Fac. Civ. Eng. Belgrade*, 1998.
- [8] S. Opricovic and G. H. Tzeng, "Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS," *Eur. J. Oper. Res.*, 2004, doi: 10.1016/S0377-2217(03)00020-1.
- [9] H. S. Saner, M. Yucsan, and M. Gul, "A Bayesian BWM and VIKOR-based model for assessing hospital preparedness in the face of disasters," *Nat. Hazards*, 2022, doi: 10.1007/s11069-021-05108-7.
- [10] B. Meniz and E. M. Özkan, "Vaccine selection for COVID-19 by AHP and novel VIKOR hybrid approach with interval type-2 fuzzy sets," *Eng. Appl. Artif. Intell.*, 2023, doi: 10.1016/j.engappai.2022.105812.
- [11] W. Yang and Y. Wu, "A New Improvement Method to Avoid Rank Reversal in VIKOR," *IEEE Access*, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2969681.
- [12] Y. T. İç, B. Çelik, S. Kavak, and B. Baki, "An integrated AHP-modified VIKOR model for financial performance modeling in retail and wholesale trade companies," *Decis. Anal. J.*,

- 2022, doi: 10.1016/j.dajour.2022.100077.
- [13] F. Ul Amin, Q. L. Dong, K. Grzybowska, Z. Ahmed, and B. R. Yan, "A Novel Fuzzy-Based VIKOR–CRITIC Soft Computing Method for Evaluation of Sustainable Supply Chain Risk Management," *Sustain.*, 2022, doi: 10.3390/su14052827.
- [14] A. P. Wibawa, J. A. Fauzi, S. Isbiyantoro, R. Irsyada, Dhaniyar, and L. Hernández, "VIKOR multi-criteria decision making with AHP reliable weighting for article acceptance recommendation," *Int. J. Adv. Intell. Informatics*, 2019, doi: 10.26555/ijain.v5i2.172.
- [15] W. S. Lam, W. H. Lam, S. H. Jaaman, and K. F. Liew, "Performance evaluation of construction companies using integrated entropy–fuzzy vikor model," *Entropy*, 2021, doi: 10.3390/e23030320.