



## ***Systematic Literature Review: Pengaplikasian Metode VIKOR dalam Decision Support System***

Dwi Utari Iswavigra<sup>✉</sup>, Lova Endriani Zen

Institut Teknologi Sains dan Kesehatan Sugeng Hartono

[dwi.utari.iswavigra1997@gmail.com](mailto:dwi.utari.iswavigra1997@gmail.com)

### **Abstrak**

VIKOR adalah metode untuk mengatasi masalah dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria dalam sistem yang rumit/kompleks. Penelitian ini dilakukan dengan mencari dan mengumpulkan literatur yang relevan untuk mengkategorikan, menganalisis, dan mendiskusikan ilmu dan cakupan pembelajaran yang menggunakan metode VIKOR untuk aplikasi di berbagai bidang baik di bidang kesehatan, manufaktur, dll.. Penelitian yang dilakukan memiliki tujuan utama yaitu untuk menyajikan *literature review* dari salah satu metode pada *Decision Support System* (DSS) yaitu *VlseKriterijuska Optimizacija I Komoromisno Resenje* (VIKOR). VIKOR biasanya digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan keberlanjutan berbagai rencana energi atau teknologi energi dengan tujuan untuk memberikan dukungan keputusan dan memilih opsi berkelanjutan yang tepat dan signifikan. *Literature Review* dilakukan dengan mencari paper/jurnal di beberapa website terpercaya seperti Google Scholar, Crossref, dll. Penelitian ini meninjau total 10 paper/jurnal berbasis nasional dan internasional serta terakreditasi yang diambil mulai dari tahun terbit 2018 sampai 2023. Dari 10 paper/jurnal yang dibahas, diantaranya terkait dengan riset ilmiah dan pengambilan keputusan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa teknik VIKOR dianggap efektif dan efisien dalam proses pengambilan keputusan dari berbagai aspek. Hasil review dari 10 literatur yang digunakan mengungkapkan bahwa sekitar 35 dari studi yang dipublikasikan yang melibatkan VIKOR terkait dengan penggunaan strategisnya dalam keputusan dan aplikasi manufaktur. Metode VIKOR juga dapat terintegrasi dengan metode lain seperti fuzzy. Gabungan 2 metode ini lebih banyak digunakan daripada metode VIKOR tradisional biasa. Selain itu, hasil review menunjukkan bahwa VIKOR cukup fleksibel untuk terus ditingkatkan dengan mengintegrasikannya dengan metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang baru. Tinjauan pustaka ini dapat menjadi pedoman bagi para peneliti dan praktisi dalam menerapkan VIKOR di berbagai bidang.

**Kata kunci:** VIKOR, *Decision Support System*, *Multi Criteria Decision Making*, *Multi Atribut Decision Making*.

*JIDT is licensed under a Creative Commons 4.0 International License.*



### **1. Pendahuluan**

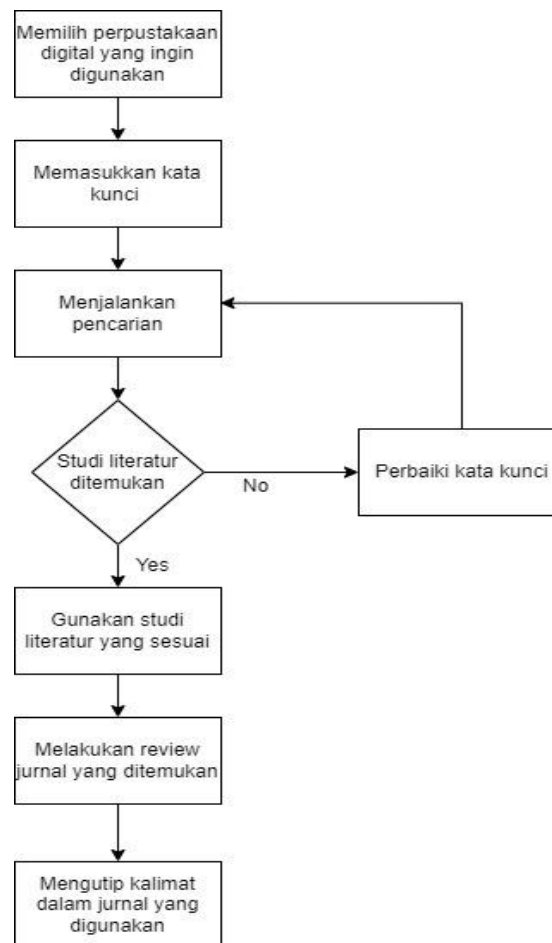
*Decision Support System* atau dalam bahasa Indonesia disebut sistem pendukung keputusan biasanya dibangun untuk mendukung solusi dari suatu masalah atau untuk mengevaluasi suatu peluang. Sistem pendukung keputusan dimaksudkan untuk mendukung manajemen dalam melakukan pekerjaan analisis dalam situasi yang kurang terstruktur dan dengan kriteria yang tidak jelas. Sistem pendukung keputusan biasanya dibangun untuk mendukung solusi dari suatu masalah atau untuk mengevaluasi suatu peluang [1]. *Decision Support System* memiliki beberapa definisi yang dikemukakan oleh beberapa peneliti dari berbagai sudut pandang. Pada tahun 1980, Jones menjelaskan bahwa DSS sebagai "sistem pendukung berbasis komputer untuk pembuat keputusan yang menangani masalah semi-terstruktur untuk meningkatkan kualitas keputusan". Sheng dan Zhang (2009) mendefinisikan DSS sebagai sistem manusia-komputer yang mampu mengumpulkan, mengolah, dan menyediakan informasi berbasis komputer". Yazdani dkk. (2017) mendefinisikan DSS sebagai "kelas tertentu dari sistem informasi terkomputerisasi yang memungkinkan untuk mengelola kegiatan pengambilan keputusan". Terribile dkk. (2015) mendefinisikan DSS sebagai sistem pintar yang memberikan jawaban operasional dan mendukung pengambilan keputusan untuk tuntutan dan masalah tertentu berdasarkan data yang dikumpulkan [2]. *Decision Support System* terbagi atas beberapa komponen diantaranya: 1. Manajemen Data, termasuk database, berisi data yang relevan dengan berbagai situasi dan diatur oleh perangkat lunak yang disebut *Database Management System* (DBMS). 2. Model Manajemen, melibatkan model final, statistik, ilmu manajemen, atau berbagai model kualitatif lainnya, sehingga menyediakan sistem kemampuan analitis, dan perangkat lunak manajemen yang dibutuhkan. 3. Komunikasi, pengguna dapat berkomunikasi dan memberi perintah kepada DSS melalui subsistem yang berarti menyediakan antarmuka. 4. Pengelolaan pengetahuan, subsistem optimal dapat mendukung subsistem lain dan bertindak sebagai komponen yang berdiri sendiri [3].

*Multi Criteria Decision Making* (MCDM) adalah teknik untuk memilih opsi terbaik dari beberapa opsi tergantung pada kriteria tertentu. Ukuran, peraturan, dan standar adalah jenis kriteria umum yang digunakan dalam pengambilan keputusan. Metode MCDM diklasifikasikan menjadi dua kelompok sehubungan dengan ruang keputusan: MADM (*Multi Atribut Decision Making*) dan MODM (*Multiple Objective Decision Making*) [4]. MADM (*Multi Atribut Decision Making*) merupakan salah satu bagian metode dalam MCDM (*Multi-Criteria Decision-Making*). Fungsi utamanya adalah menghitung skor dari setiap skema kandidat berdasarkan sejumlah atribut yang saling bertentangan, dan kemudian membuat peringkat keputusan untuk memilih yang terbaik dari sejumlah skema kandidat. Menurut definisi, MADM cocok untuk memecahkan masalah seperti pemilihan jaringan, penawaran investasi dan evaluasi proyek [5]. MADM adalah metodologi pemodelan untuk menyelesaikan kualitatif dan kuantitatif faktor dalam lingkungan pengambilan keputusan. Model MADM dapat dibagi ke dalam kategori berikut: 1. *Crisp-based* MADM; 2. *Uncertainty-based* MADM; 3. *Objectivity-based* MADM [6]. Tiga langkah utama membuat MCDM: 1. Menentukan alternatif yang relevan dan atribut; 2. Menghubungkan ukuran numerik dengan kepentingan relatif atribut yang berbeda dan untuk dampak alternatif pada atribut ini dan; 3. Menerapkan ukuran numerik untuk mengurutkan dan memberi peringkat alternatif yang berbeda [7].

Metode VIKOR dikembangkan oleh Opricovic (1998), sebagai pendekatan MCDM yang menentukan solusi kompromi yang dapat diterima oleh semua pengambil keputusan dan memecahkan masalah keputusan multi-kriteria diskrit [8]. VIKOR merupakan suatu teknik perankingan yang mengimplementasikan indeks peringkat MCDM berdasarkan penilaian spesifik tentang seberapa dekat solusi dengan hasil yang ideal. Dengan memeriksa nilai utilitas dan penyelesaian dari setiap sampel, VIKOR menentukan peringkat dari sampel yang ada [9]. Teknik VIKOR diciptakan untuk mengoptimalkan sistem multi-kriteria yang kompleks. Metode VIKOR juga dibentuk untuk stabilitas solusi kompromi yang dicapai dengan bobot awal (disediakan), menentukan daftar peringkat kompromi, solusi kompromi, dan interval stabilitas bobot [10]. Solusi kompromi yang dikembangkan oleh metode VIKOR adalah memperhitungkan konflik dan kriteria yang tidak dapat dipertimbangkan Karena manfaat potensialnya dalam peringkat berbasis solusi kompromi, metode VIKOR telah digunakan di banyak area, tunggal atau hibrid dengan metode MCDM lainnya dan diperluas dengan banyak teori sistem, dalam beberapa tahun terakhir [8]. Metode VIKOR dipakai karena dapat menentukan kriteria yang efektif dalam menentukan keputusan dengan atribut dan kriteria yang banyak [11]. Berikut beberapa langkah dalam penyelesaian metode VIKOR: 1. Cari Normalisasi matriks: value terbaik pada satu kriteria dikurang dengan value dari data  $i$  kriteria  $j$ , lalu dibagi dengan value terbaik pada satu kriteria dikurangi dengan value terburuk pada satu kriteria; 2. Hitung value Utility ( $S$ ) dan Regret Measure; 3. Hitung indeks VIKOR dengan cara value  $S$  dikurangi nilai  $S^+$  - lalu dibagi dengan value  $S^+$  + dikurangi value  $S^-$  dan dikalikan dengan  $v$  dan dijumlahkan dengan nilai  $R$  dikurangi nilai  $R^+$  - kemudian dibagi dengan nilai  $R^+$  + dikurangi nilai  $R^-$  - dan dikalikan  $1$  dikurangi  $v = 0,5$ ; 4. Peringkat VIKOR ( $Q_i$ ). Pemeringkatan nilai  $Q_i$  didasarkan pada nilai terbesar hingga nilai terkecil (ascending order), dengan nilai terkecil menjadi kandidat terbaik. Sehingga akan ada tiga versi daftar/peringkat [10]. Penelitian ini dilakukan dengan menganalisa dan melakukan review terhadap 10 paper/jurnal yang pernah dilakukan sebelumnya yang mengangkat dan membahas metode serupa yaitu VIKOR. Hasil yang diharapkan dari penelitian ini nantinya adalah untuk melihat seberapa efektif penggunaan metode VIKOR dari berbagai jenis kasus yang berbeda serta mampu mengembangkan penciptaan konsep baru dan peningkatan kemampuan dalam menggunakan sumber daya penelitian yang tersedia.

## 2. Metode Penelitian

Data yang digunakan pada penelitian ini dikumpulkan dengan cara melakukan evaluasi, identifikasi, dan menemukan berbagai literatur dari 10 paper/jurnal yang memiliki sumber terpercaya, baik yang berstandar lokal, nasional maupun internasional. Sistematisa dari penelitian ini telah mengikuti beberapa langkah untuk tercapainya *Literatur Review* yang baik dari 10 paper/jurnal yang diambil. Pencarian 10 paper/jurnal didapatkan dari berbagai jenis sumber website diantaranya: Crossref dan Google Scholar. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian 10 paper/jurnal ini adalah Metode Vikor, MADM dan MCDM.



Gambar 1. Flowchart proses pencarian literatur

### 3. Hasil dan Pembahasan

Metode VIKOR merupakan metode yang sering digunakan oleh banyak peneliti dalam proses penyelesaian masalah berbasis sistem pendukung keputusan. Hal ini terbukti dari banyaknya paper/jurnal yang mengangkat suatu penelitian dengan berbagai model kasus yang berbeda menggunakan metode VIKOR untuk proses penyelesaian masalahnya. Oleh sebab itulah, peneliti mengangkat penelitian mengenai literatur review terkait *VIKOR Method*. Berikut ini merupakan 10 paper/jurnal yang digunakan sebagai bahan literatur review pada penelitian ini.

Tabel 1. Literature Review

Nama Peneliti	Judul Paper/Jurnal	Hasil dan Pembahasan
J. Hu, X. Zhang, Y. Yang, Y. Liu, dan X. Chen. 2018	<i>"New doctors ranking system based on VIKOR method"</i>	Penelitian ini menetapkan model peringkat yang memanfaatkan evaluasi pasien termasuk informasi tekstual dan informasi numerik untuk menentukan peringkat dokter. Model yang diusulkan mengintegrasikan IFS dengan TF-IDF dan VIKOR, untuk mengatasi masalah MCGDM. Dari hasil studi kasus, peneliti juga dapat menyimpulkan bahwa metode VIKOR lebih tepat hasil peringkat dari pendekatan lain yang ada. Selain itu, model yang peneliti usulkan memiliki ekstensif aplikasi dalam kehidupan

		nyata. Dari sudut pandang teoritis, mengintegrasikan TF-IDF dan VIKOR dapat mengatasi data jarang untuk meningkatkan akurasi peringkat di bawah lingkungan fuzzy [12].
Jong Hyen Kim dan Byeong Seok Ahn. 2019	<i>“Extended VIKOR method using incomplete criteria weights”</i>	Metode VIKOR yang diusulkan memeringkat alternatif menggunakan skor gabungan dari alternatif yang dihitung dengan mengalikan titik ekstrim dari sekumpulan bobot kriteria dengan konsekuensi tepat atau interval dari alternatif. Selanjutnya, kami menunjukkan bahwa metode VIKOR menggabungkan kehilangan peluang yang diharapkan dan penyesalan minimax dengan menafsirkannya kembali dalam hal pendekatan pengambilan keputusan di bawah ketidakpastian (DMUU) [13].
L. Wang, H. Zhang, J. Wang, dan L. Li. 2018.	<i>“Picture fuzzy normalized projection-based VIKOR method for the risk evaluation of construction project”</i>	Metode VIKOR dibangun dengan mengintegrasikan model PFNP dan metode VIKOR di bawah fuzzy gambar lingkungan. Metode yang diusulkan tidak hanya mempertimbangkan perbedaan antara dua gambar bilangan fuzzy (PFNs), termasuk jarak dan sudut termasuk, tetapi juga mempertimbangkan kompromi antara kriteria. Akhirnya, studi kasus, analisis sensitivitas, dan analisis komparatif dilakukan untuk menginterpretasikan kepraktisan dan validitas metode yang diusulkan [14].
M. Akram, G. Muhiuddin, and G. Santos-García. 2022.	<i>“An enhanced VIKOR method for multi-criteria group decision-making with complex Fermatean fuzzy sets”</i>	Artikel ini telah memunculkan karakteristik model CFFNSf dengan teknik VIKOR for MAGDM yaitu metode CFFNSf-VIKOR untuk pengambilan keputusan. Pertama, preferensi N-soft nilai telah ditugaskan untuk alternatif, atribut, dan pembuat keputusan. Setelah itu individu Matriks keputusan CFFNSf dari alternatif yang sesuai dengan nilai N-soft telah diatur sebagai serta pekerjaan yang dilakukan untuk mengetahui bobot pembuat keputusan yang dinormalisasi. Kemudian, agregat matriks keputusan telah dihitung dengan menggunakan operator CFFNSfWA, dan entri yang dihasilkan telah diubah menjadi data garing dengan bantuan fungsi skor. Terakhir, langkah-langkah peringkat dihitung, dan alternatif diatur dalam urutan menaik[15]

X. Wu, H. Liao, E. K. Zavadskas, dan J. Antuchevičienė. 2022.	<i>"A Probabilistic Linguistic Vikor Method To Solve Mcdm Problems With Inconsistent Criteria For Different Alternatives"</i>	Studi kasus personil evaluasi menunjukkan keefektifan metode yang diusulkan yaitu VIKOR untuk memecahkan masalah MCDM dengan kriteria yang tidak konsisten dan informasi keputusan yang tidak pasti [16].
X. Yang dan Z. Chen. 2023.	<i>"A hybrid approach based on Monte Carlo simulation-VIKOR method for water quality assessment"</i>	Penelitian ini membangun penilaian kualitas air dengan mengintegrasikan metode Monte Carlo (MC), metode CRITIC dan VIKOR, dan menerapkannya untuk menilai kualitas air di anak sungai Sungai Songhua. Hasil menunjukkan bahwa: 1. Penilaian kualitas air dari dua titik pengambilan sampel di wilayah studi adalah tingkat III yang sesuai dengan keadaan sebenarnya; 2. Metode ini bisa mengatasi ketidakpastian yang disebabkan oleh kesalahan pengambilan sampel dan meningkatkan kredibilitas evaluasi kualitas air hasil; 3. Jumlah nitrogen (TN), indeks kalium permanganat (PPI) dan nitrogen amonia (NH <sub>3</sub> -N) lebih faktor evaluasi yang berkaitan dengan hasil evaluasi. Ketika mekanisme koefisien keputusan $\lambda$ diambil [0,1–0,5], hasilnya sejalan dengan kualitas air yang sebenarnya. Selain itu, peneliti menyarankan agar profil distribusi yang dihasilkan berdasarkan data terukur harus mengikuti kurva kepadatan distribusi probabilitas yang menurun dari tengah ke ekor kedua belah pihak. Temuan makalah ini dapat memberikan dasar ilmiah untuk pengambil keputusan untuk melaksanakan pemulihan dan pengelolaan kualitas air [17].
M. Bardak, İ. Demir, N. Şimşek, N. Topaç, dan M. Kirisci. 2021.	<i>"The novel VIKOR methods for generalized Pythagorean fuzzy soft sets and its application to children of early childhood in COVID-19 quarantine"</i>	Metode VIKOR pada penelitian ini menyediakan cara yang berbeda dari metode VIKOR kanonik yaitu menentukan peringkat alternatif kandidat dan menentukan kompromi solusi berdasarkan struktur preferensi yang berbeda. Prinsip-prinsip proses dari metode VIKOR GPFSS diberikan oleh empat algoritma. Contoh dari algoritma ini diberikan dengan perkembangan perilaku dan kognitif perkembangan anak PAUD di karantina COVID-19 [18].
S. Faizi, M. Shah, dan T. Rashid. 2022.	<i>"A modified VIKOR method for group decision-making based on aggregation operators for hesitant intuitionistic"</i>	Hasil dari penelitian ini adalah pemeringkatan dan pemilihan alternatif terbaik dengan bantuan

	<i>fuzzy linguistic term sets”</i>	metode VIKOR yang dimodifikasi berdasarkan operator agregasi untuk HIFLTS. Masalah numerik disediakan untuk memverifikasi pendekatan yang diusulkan, dan akurasi serta efektivitasnya telah ditunjukkan melalui analisis komparatif dari metode VIKOR yang dimodifikasi dengan metode TOPSIS untuk pemilihan alternatif terbaik. Studi penelitian ini menunjukkan bahwa pendekatan yang diusulkan dapat menggambarkan ketidakjelasan dan ketidakpastian para ahli secara lebih relevan dan hasil pemeringkatan yang dihitung dengan metode VIKOR yang dimodifikasi efektif dan dapat diandalkan [19].
P. Gao. 2022.	<i>“VIKOR method for intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision-making and its application to teaching quality evaluation of college English”</i>	Jurnal ini menggunakan metode VIKOR untuk menilai kualitas pengajaran bahasa Inggris perguruan tinggi. Bobot atribut diturunkan melalui metode CRITIC. Kemudian, metode VIKOR diperluas ke IFSs untuk menurunkan urutan setiap alternatif. Oleh karena itu, semua alternatif dapat diurutkan dan yang terbaik dapat diidentifikasi. Akhirnya, didapatkan contoh evaluasi kualitas pengajaran bahasa Inggris perguruan tinggi, menurut beberapa perbandingan dengan metode lain untuk membuat analisis, hasilnya menunjukkan bahwa metode yang diusulkan dalam makalah tersebut efektif dan mudah dihitung [20].
Z. Wang, Q. Cai, dan G. Wei. 2023.	<i>“Enhanced TODIM based on VIKOR method for multi-attribute decision making with Type-2 neutrosophic number and applications to green supplier selection”</i>	Metode pengambilan keputusan yang digunakan yaitu menggabungkan metode TODIM dan metode VIKOR, dan bobot atribut mengadopsi metode bobot entropi. Metode ini dapat memperoleh hasil ranking yang memuaskan, dan keefektifan metode ini dibuktikan dengan membandingkannya dengan metode lain. Melalui analisis sensitivitas, stabilitas metode terbukti [21].

#### 4. Kesimpulan

Tujuan dari pelaksanaan literatur review ini adalah untuk mengidentifikasi, menganalisa, menemukan metodologi, dataset dan karakteristik dari 10 penelitian berbasis paper/jurnal. Dari 10 penelitian yang di analisa, menunjukkan bahwa penerapan metode VIKOR dalam proses pengambilan suatu keputusan dianggap efektif dan efisien. Metode VIKOR juga dapat mengatasi data yang jarang untuk meningkatkan akurasi. Metode VIKOR juga mampu menentukan peringkat dari beberapa alternatif menggunakan skor gabungan dari alternatif yang dihitung. Metode ini juga mampu berintegrasi dengan metode lainnya sehingga menghasilkan keputusan yang lebih akurat. Selain

itu, hasil review menunjukkan bahwa VIKOR cukup fleksibel untuk terus ditingkatkan dengan mengintegrasikannya dengan metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang baru. Tinjauan pustaka ini dapat menjadi pedoman bagi para peneliti dan praktisi dalam menerapkan VIKOR di berbagai bidang.

#### **Daftar Rujukan**

- [1] S. Devi and H. T. Sihotang, "Decision Support Systems Assessment of the best village in Perbaungan sub-district with the Simple Additive Weighting (SAW) Method: Decision Support Systems Assessment of the best village in Perbaungan sub-district with the Simple Additive Weighting (SAW) Method", *Mantik*, vol. 3, no. 3, pp. 112-118, Nov. 2019.
- [2] Z. Zhai, J. F. Martínez, V. Beltran, and N. L. Martínez, "Decision support systems for agriculture 4.0: Survey and challenges," *Computers and Electronics in Agriculture*, vol. 170, p. 105256, Mar. 2020, doi: 10.1016/j.compag.2020.105256.
- [3] R. Sibagariang and F. Riandari, "Decision Support System for Determining the Best Wood For the Production Cabinet Using Bayes Method: Decision Support System for Determining the Best Wood For the Production Cabinet Using Bayes Method", *Mantik*, vol. 3, no. 3, pp. 99-103, Nov. 2019.
- [4] A. Sotoudeh-Anvari, "The applications of MCDM methods in COVID-19 pandemic: A state of the art review," *Applied Soft Computing*, vol. 126, p. 109238, Sep. 2022, doi: 10.1016/j.asoc.2022.109238.
- [5] Y. Zhong, H. Wang, and H. Lv, "A cognitive wireless networks access selection algorithm based on MADM," *Ad Hoc Networks*, vol. 109, p. 102286, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.adhoc.2020.102286.
- [6] Y.-C. Chuang, S.-K. Hu, J. J. H. Liou, and G.-H. Tzeng, "A DATA-DRIVEN MADM MODEL FOR PERSONNEL SELECTION AND IMPROVEMENT," *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 26, no. 4, pp. 751–784, May 2020, doi: 10.3846/tede.2020.12366.
- [7] T. Tan, G. Mills, E. Papadonikolaki, and Z. Liu, "Combining multi-criteria decision making (MCDM) methods with building information modelling (BIM): A review," *Automation in Construction*, vol. 121, p. 103451, Jan. 2021, doi: 10.1016/j.autcon.2020.103451.
- [8] B. F. Yildirim and S. K. Yildirim, "Evaluating the satisfaction level of citizens in municipality services by using picture fuzzy VIKOR method: 2014-2019 period analysis," *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 50–66, Mar. 2022, doi: 10.31181/dmame181221001y.
- [9] I. K. P. Suniantara and G. Suwardika, "Penerapan Metode VIKOR pada Pengambilan Keputusan Seleksi Calon Penerima Beasiswa Bidikmisi Universitas Terbuka," *INTENSIF*, vol. 2, no. 1, p. 24, Feb. 2018, doi: 10.29407/intensif.v2i1.11848.
- [10] T. Imandasari, M. G. Sadewo, A. P. Windarto, A. Wanto, H. O. Lingga Wijaya, and R. Kurniawan, "Analysis of the Selection Factor of Online Transportation in the VIKOR Method in Pematangsiantar City," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1255, no. 1, p. 012008, Aug. 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1255/1/012008.
- [11] D. Siregar et al., "Multi-Attribute Decision Making with VIKOR Method for Any Purpose Decision," *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1019, p. 012034, Jun. 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1019/1/012034.
- [12] J. Hu, X. Zhang, Y. Yang, Y. Liu, and X. Chen, "New doctors ranking system based on VIKOR method," *International Transactions in Operational Research*, vol. 27, no. 2, pp. 1236–1261, Jun. 2018, doi: 10.1111/itor.12569.
- [13] J. H. Kim and B. S. Ahn, "Extended VIKOR method using incomplete criteria weights," *Expert Systems with Applications*, vol. 126, pp. 124–132, Jul. 2019, doi: 10.1016/j.eswa.2019.02.019.
- [14] L. Wang, H. Zhang, J. Wang, and L. Li, "Picture fuzzy normalized projection-based VIKOR method for the risk evaluation of construction project," *Applied Soft Computing*, vol. 64, pp. 216–226, Mar. 2018, doi: 10.1016/j.asoc.2017.12.014.
- [15] M. Akram, G. Muhiuddin, and G. Santos-García, "An enhanced VIKOR method for multi-criteria group decision-making with complex Fermatean fuzzy sets," *Mathematical Biosciences and Engineering*, vol. 19, no. 7, pp. 7201–7231, 2022, doi: 10.3934/mbe.2022340.
- [16] X. Wu, H. Liao, E. K. Zavadskas, and J. Antuchevičienė, "A PROBABILISTIC LINGUISTIC VIKOR METHOD TO SOLVE MCDM PROBLEMS WITH INCONSISTENT CRITERIA FOR DIFFERENT ALTERNATIVES," *Technological and Economic Development of Economy*, vol. 28, no. 2, pp. 559–580, Mar. 2022, doi: 10.3846/tede.2022.16634.
- [17] X. Yang and Z. Chen, "A hybrid approach based on Monte Carlo simulation-VIKOR method for water quality assessment," *Ecological Indicators*, vol. 150, p. 110202, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.ecolind.2023.110202.
- [18] M. Bardak, İ. Demir, N. Şimşek, N. Topaç, and M. Kirisci, "The novel VIKOR methods for generalized Pythagorean fuzzy soft sets and its application to children of early childhood in COVID-19 quarantine," Sep. 2021, doi: 10.22541/au.163187697.74018247/v1.
- [19] S. Faizi, M. Shah, and T. Rashid, "A modified VIKOR method for group decision-making based on aggregation operators for hesitant intuitionistic fuzzy linguistic term sets," *Soft Computing*, vol. 26, no. 5, pp. 2375–2390, Jan. 2022, doi: 10.1007/s00500-021-06547-x.
- [20] P. Gao, "VIKOR method for intuitionistic fuzzy multi-attribute group decision-making and its application to teaching quality evaluation of college English," *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, vol. 42, no. 6, pp. 5189–5197, Apr. 2022, doi: 10.3233/jifs-211749.
- [21] Z. Wang, Q. Cai, and G. Wei, "Enhanced TODIM based on VIKOR method for multi-attribute decision making with Type-2 neutrosophic number and applications to green supplier selection," *Soft Computing*, Jul. 2023, doi: 10.1007/s00500-023-08768-8.