



Penerapan Metode PROMETHEE-GAIA Dalam Pemeringkatan Perguruan Tinggi di Indonesia

Ronal Watrianthos^{1*}, Reti Handayani², Wakhinuddin Simatupang³, Dedy Irfan⁴, Mukhlidi Muskhir⁴

¹ Teknik Informatika, Universitas Al Washliyah, Rantauprapat, Indonesia

² Manajemen Informatika, AMIK Bukittinggi, Bukittinggi, Indonesia

³ Pendidikan Teknologi dan Kejuruan, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

⁴ Pendidikan Teknik Elektronika, Universitas Negeri Padang, Padang, Indonesia

Email: ^{1*}ronal.watrianthos@gmail.com, ²jeranikasdun@gmail.com, ³wakhinuddins@gmail.com, ⁴dedy_irf@ft.unp.ac.id,

⁵muskhir@ft.unp.ac

Email Penulis Korespondensi: ronal.watrianthos@gmail.com

Abstrak–Pemeringkatan perguruan tinggi telah dilakukan sejak tahun 2015 oleh Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi. Tujuannya adalah memetakan atau mengembangkan perguruan tinggi di Indonesia. Pemeringkatan ini dinamakan klusterisasi perguruan tinggi yang dibagi menjadi dua kelompok perguruan tinggi non vokasi/akademik dan perguruan tinggi vokasi. Penelitian ini bertujuan menghasilkan klusterisasi perguruan tinggi pada empat indikator utama yang ditetapkan. Metode yang digunakan adalah Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) II sebagai model keputusan pada Pengambilan Keputusan Multi Kriteria (MCDM) diintegrasikan dengan Geometrical Analysis for Interactive Aid (GAIA) sebagai analisis geometris dalam bentuk visualisasi pengambilan keputusan. Penelitian ini menghasilkan alternatif 2 dengan phi 0,5125 sebagai alternatif dengan nilai meyakinkan diikuti dengan alternatif 3 dan 1. Hasil ini menunjukkan perguruan tinggi kedua pada lima perguruan tinggi yang diuji memiliki kinerja terbaik sesuai empat bobot indikator klusterisasi perguruan tinggi Indonesia

Kata Kunci: PROMETHEE II; MCDM; GAIA; Pemeringkatan; Perguruan Tinggi

Abstract– The Ministry of Research, Technology and Higher Education has been conducting university rankings since 2015. The goal is to map or build Indonesian universities. This ranking is known as university clustering, and it is separated into two categories: non-vocational/academic institutions and vocational universities. The goal of this research is to create higher education clusters based on the four key indicators that have been identified. The Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) II decision model in Multi-Criteria Decision Making (MCDM) was employed, together with Geometrical Analysis for Interactive Aid (GAIA) as geometric analysis in the form of decision-making visualization. This investigation yields alternative 2 with a phi of 0.5125 as a compelling value, followed by alternatives 3 and 1. According to the data, the second university out of the five evaluated had the best performance based on the four weights of the Indonesian higher education clustering indicator.

Keywords: PROMETHEE II; MCDM; GAIA; Rankings; University

1. PENDAHULUAN

Pemeringkatan perguruan tinggi merupakan rangking ataupun urutan bersumber pada kriteria akademik tertentu. Tujuan pemeringkatan untuk menyediakan data profesional, akurat, multi dimensi, serta bermanfaat kepada masyarakat tentang kinerja perguruan tinggi. Sebaliknya DIKTI mendefinisikan ini sebagai capaian kinerja perguruan tinggi di Indonesia guna kenaikan mutu sekaligus menjadi dasar untuk Kemenristekdikti untuk memberikan kebijakan sesuai kapasitas tiap klaster perguruan tinggi tersebut[1]. Kemenristekdikti telah memetakan perguruan tinggi melalui pemeringkatan ini sejak tahun 2015. Tujuannya adalah memetakan, mengembangkan, dan melihat mutu masing-masing perguruan tinggi sehingga masyarakat bisa melihat kinerjanya. Namun sejak tahun 2020 Kemenristekdikti mengubah istilah pemeringkatan dengan klusterisasi dan membaginya menjadi dua klaster utama perguruan tinggi vokasi dan non vokasi[2].

Beberapa metode telah digunakan dalam pemeringkatan perguruan tinggi. Metode agregasi peringkat berbasis grafik dengan mendefinisikan grafik persaingan perguruan tinggi dengan setiap simpul mewakili universitas dan setiap tepi berarah mewakili hubungan *outranking* antara dua universitas telah digunakan dengan hasil komprehensif memberikan referensi yang andal dan efisien[3]. Metode lain menggunakan metode CRITIC dengan mekanisme pemeringkatan dilakukan dengan menormalkan data dari beberapa variabel yang memiliki satuan dan dimensi yang berbeda, dilanjutkan dengan mencari bobot masing-masing variabel. Hasil pengolahan bobot menunjukkan bahwa variabel tingkat penggunaan kata kunci domain adalah variabel yang paling penting[4].

Beberapa perguruan tinggi di dunia juga menerapkan sistem pemeringkatan sendiri. Perguruan tinggi di Amerika Serikat dan Inggris mengembangkan aplikasi pengambil keputusan pemeringkatan berbasis AHP dengan nama *UniversityCompass*. Aplikasi ini sudah diterapkan di Universitas Nigeria dan telah dikunjungi oleh 1 juta siswa untuk mendapatkan informasi rangking perguruan tinggi yang sesuai dengan yang diminutinya. Lebih dari 85% responden menilai aplikasi pemeringkatan ini sangat baik dalam menentukan rangking perguruan tinggi[5]. Metode lain diungkapkan menggunakan *University Impact Ranking (UIR)* dalam menganalisis dan mengkritisi sistem pemeringkatan perguruan tinggi dengan pendekatan studi kasus eksplanatori. Namun dari 46 sampel perguruan tinggi yang diteliti, temuan menunjukkan bahwa UIR tidak berkontribusi cukup untuk mengidentifikasi universitas yang memiliki dampak baik pada masyarakat[6].



Pemerintah Indonesia melalui Kemenristekdikti telah menetapkan indikator klasterisasi pemeringkatan perguruan tinggi melalui kinerja masukan 40% dan kinerja luaran 60%. Pemeringkatan ini didasari atas lima komponen utama, yaitu kualitas sumber daya manusia, kualitas kelembagaan, kualitas kegiatan kemahasiswaan, kualitas penelitian dan pengabdian masyarakat, dan kualitas inovasi[2][4].

Tabel 1. Bobot Indikator Klasterisasi Perguruan Tinggi Tahun 2020[4]

Input 20%		Proses 25%		Output 25%		Outcome 30%	
Dosen berkualifikasi doktor	35%	Akreditasi Lembaga oleh BAN-PT	25%	Jumlah artikel ilmiah yang ter indeks per dosen	30%	Kinerja Inovasi	25%
Dosen dengan kualifikasi Lektor Kepala dan Guru Besar	30%	Akreditasi program studi oleh BAN-PT	40%	Kinerja penelitian	40%	Kinerja Pengabdian Masyarakat	25%
Rasio jumlah mahasiswa terhadap dosen	25%	Online Learning	10%	Kinerja mahasiswa	20%	Jumlah kutipan per dosen	20%
Jumlah mahasiswa asing	8%	Kerja sama antar universitas	9%	Jumlah program studi yang telah memperoleh Akreditasi dan Sertifikasi internasional	10%	Jumlah paten per dosen	15%
Jumlah dosen yang bekerja sebagai praktisi di industri min 6 bulan	2%	Kelengkapan Laporan PDDIKTI	10%			Persentase lulusan Mendapatkan pekerjaan Dalam 6 bulan	15%
		Jumlah Prodi yang bekerja sama dengan DUDI, LSM, atau QS Top 100 WCU	2%				
		Jumlah Prodi yang melaksanakan program Merdeka Belajar	2%				
		Banyaknya siswa yang mengikuti program Merdeka Belajar	2%				

Tabel 1 menunjukkan bobot indikator pemeringkatan versi tahun 2020. Terlihat empat indikator yang meliputi indikator input 20%, proses 25%, output 25%, dan outcome 30% dengan masing-masing indikator dibagi menjadi beberapa kriteria lagi. Penelitian ini menggunakan metode Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) sebagai model keputusan dalam Multi Criteria Decision Making (MCDM) dan Geometrical Analysis for Interactive Aid (GAIA) sebagai analisis geometris dalam bentuk visualisasi. Metode ini bekerja dengan menentukan urutan prioritas dalam analisis multi kriteria dengan memberikan preferensi kepada pengambil keputusan. Hasil penelitian diharapkan menghasilkan model keputusan dalam menentukan peringkat perguruan tinggi yang dikombinasikan dengan GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid) dalam mendukung visualisasi keputusan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Pengambilan Keputusan Multi Kriteria (MCDM)

Metode pemeringkatan di *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) digunakan untuk memberi peringkat pada banyak alternatif ketika pengambil keputusan memiliki sejumlah besar data. Pemeringkatan dengan sejumlah besar alternatif dipecahkan dengan mempertimbangkan banyak kriteria yang berbeda membandingkan sejumlah besar alternatif dengan mempertimbangkan beberapa atribut. Metode pemeringkatan ini sering digunakan dalam pemilihan strategi, kebijakan, dan proyek di bidang ilmu manajemen[7][8].

Tujuan utama dari MCDM adalah menentukan peringkat alternatif dan memilih alternatif yang paling tepat dengan menerapkan teknik tertentu dengan mempertimbangkan kriteria tertentu. MCDM dibagi menjadi dua kelas, yaitu Multi-Attribute Decision Making (MADM) dan Multi Objective Decision Making (MODM). Selama beberapa tahun terakhir, beberapa teknik MCDM telah diusulkan oleh para peneliti, yaitu TOPSIS, GDM (Gray Decision Making), ELECTRE (Elimination and Choice Expression Reality), SWARA (Step Wise Weight Assessment Ratio Analysis), AHP dan ANP (Analytic Network Process).

Meskipun penggunaan metodologi MCDM dilakukan secara ekstensif melalui beberapa pendekatan utama seperti AHP, TOPSIS, ELECTRE, PROMETHEE dan kombinasinya, namun metode ini juga dikritik terkait masalah pembalikan peringkat. Fenomena ini dapat terjadi ketika pengambil keputusan mencoba untuk memperkenalkan alternatif baru dalam proses pemilihan alternatif terbaik[9].



2.2 PROMETHEE II

Metode PROMETHEE konvensional menjadi metode MCDM yang paling berhasil digunakan. Metode PROMETHEE dikembangkan untuk pertama kalinya pada tahun 1982 dan kemudian dikembangkan lebih lanjut pada tahun 1985. Sekarang dianggap sebagai MCDM yang terkenal dan mudah diterapkan. Untuk mempraktikkan PROMETHEE dengan mempertimbangkan situasi MCDM yang berbeda, versi yang berbeda dalam literatur yang sesuai telah dikembangkan, seperti PROMETHEE I dan PROMETHEE II[10][11][12].

Versi PROMETHEE II adalah metode *outranking* yang paling banyak diteliti dan diterapkan. Metode ini terkenal dengan kesederhanaannya namun cukup efisien diterapkan dalam permasalahan multi kriteria. Metode *outranking* bertujuan untuk membangun hubungan preferensi, yang disebut hubungan *outranking*, melalui serangkaian perbandingan berpasangan alternatif untuk dievaluasi pada kriteria[13]. Metode PROMETHEE II mencirikan enam jenis fungsi preferensi untuk membandingkan alternatif di bawah berbagai kriteria biaya dan manfaat. Penyediaan fungsi preferensi yang berbeda membuat proses normalisasi menjadi pilihan dalam PROMETHEE II[14][15]. Penyelesaian dalam metode PROMETHEE II ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Penyelesaian Metode PROMETHEE II[16]

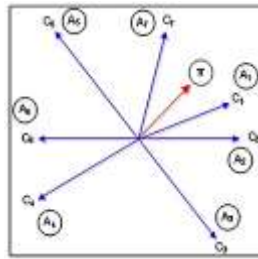
Number	Information	Formula
1	Creating a Matrix Decision	Create a matrix that has a basic value as a material to be counted
2	Creating a Normalization Matrix	$r_{ij} = \frac{[x_{ij} - \min(x_{ij})]}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$ for benefit $r_{ij} = \frac{[\max(x_{ij}) - x_{ij}]}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})}$ for cost
3	Preference Function $P_{j(i,i)}$	$P_{j(i,i)} = \begin{cases} r_{ij} - r_{ij} & \text{if } r_{ij} < r_{ij} \\ \text{and} \\ r_{ij} & \text{if } r_{ij} \leq r_{ij} \end{cases}$
4	WP Value (Weak Preference)	$WP(i,i) = \left[\sum_{j=1}^n w_j \times P_{j(i,i)} \right] \sum_{j=1}^n w_j$
5	$SP_{j(i,i)}$ Value	$SP(i,i) = [\max(0, d_j - L_j)]^l [dm_j - L_j]$
6	SP Value (strict Preference)	$SP(i,i) = \left[\sum_{j=1}^n W_j \times SP_{j(i,i)} \right] \sum_{j=1}^n W_j$
7	Total Preference Value	$TP(i,i) = \text{Min} [1, WP(i,i) + (SP(i,i))]]$
8	Entering Flow and Leaving Flow	$\varphi^+(i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^1 TP(i,i) (i \neq j)$ $\varphi^-(i) = \frac{1}{m-1} \sum_{j=1}^1 TP(i,i) (j \neq i)$
9	Net Flow Value	$\varphi(i) = \varphi^+(i) - \varphi^-(i)$

2.3 GAIA (Geometrical Analysis for Interactive Aid)

Metode ini memproyeksikan sumbu keputusan pada PROMETHEE (π). Sumbu ini menunjukkan arah solusi dari bobot yang dialokasikan ke kriteria. Jika bobot terpusat pada satu kriteria, sumbu π akan bertepatan dengan sumbu kriteria tersebut di bidang GAIA. Ketika bobot didistribusikan ke semua kriteria, sumbu π muncul sebagai resultan berbobot dari semua sumbu kriteria. Sumbu π Panjang memiliki kekuatan keputusan yang kuat dengan sebaliknya jika sumbu π pendek tidak memiliki pengambilan keputusan yang kuat karena memiliki kriteria yang bertentangan sehingga pemilihan solusi menjadi sulit[17].

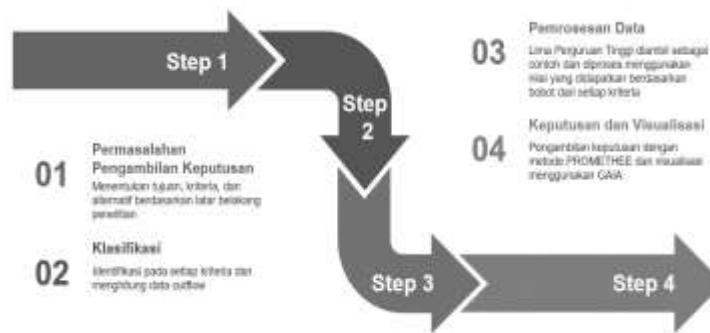
Perubahan bobot tidak menjadikan posisi alternatif dan kriteria berubah di bidang GAIA. Pengambilan keputusan dapat disesuaikan oleh pembuat keputusan berdasarkan vektor bobot dengan memilih preferensi yang mendukung kriteria tertentu. Perubahan bobot akan membuat garis keputusan PROMETHEE (w) dan sumbu π berubah sehingga konsekuensi pengambilan keputusan mudah diamati secara visual pada bidang GAIA[18][19].

Untuk lebih memahami hasil yang diberikan oleh PROMETHEE II, alat geometris yang dikenal sebagai bidang GAIA dapat digunakan. Ide dasar dari pendekatan GAIA adalah untuk melakukan PCA (analisis komponen utama) pada aliran bersih *uni criterion* dihitung untuk setiap alternatif. Bidang GAIA didefinisikan oleh vektor *eigen* unit yang sesuai u dan v , yang dihasilkan dari matriks kovarians aliran bersih *unicriterion*, diperoleh dengan menggunakan analisis komponen utama (PCA). Dengan menggunakan PCA, dimungkinkan untuk menentukan bidang yang memiliki jumlah minimal informasi yang hilang karena proyeksi[20][21].



Gambar 2. Bidang GAIA

Dalam bidang GAIA, alternatif diwakili oleh titik, dan kriteria ditunjukkan oleh sumbu. Aliran bersih dari alternatif adalah vektor dari kriteria tunggal aliran bersih pada bobot w . Orientasi sumbu menunjukkan kriteria mana yang kompatibel dan mana yang bertentangan. Panjang sumbu akan menunjukkan kriteria diskriminan. Proyeksi vektor bobot disebut sebagai sumbu keputusan (π). Arah sumbu keputusan memberikan arah alternatif terbaik. Sumbu keputusan yang panjang menandakan kekuatan yang kuat untuk memilih alternatif di sepanjang arah itu. Kriteria yang menyatakan preferensi serupa pada alternatif berorientasi pada bagian yang sama dari bidang GAIA, dan kriteria yang bertentangan pada alternatif terletak pada bagian yang berlawanan dari bidang GAIA[20]. Tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 3 berikut:



Gambar 3. Tahapan Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode PROMETHEE II digunakan dalam menentukan kinerja perguruan tinggi berdasarkan bukti analitis dan kriteria tertentu. Tahap pertama adalah menentukan alternatif dan parameter yang akan digunakan. Alternatif merupakan perguruan tinggi yang akan dievaluasi untuk menentukan kinerja terbaik seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Alternatif

Alternatif	Code
Alternatif 1	A1
Alternatif 2	A2
Alternatif 3	A3
Alternatif 4	A4
Alternatif 5	A5

Penentuan kriteria ditunjukkan pada Tabel 4 sesuai indikator klusterisasi perguruan tinggi tahun 2020 yang dikeluarkan oleh Kemenristekdikti.

Tabel 4. Kriteria

Kriteria	Kode	Informasi
Kriteria 1	C1	Input
Kriteria 2	C2	Process
Kriteria 3	C3	Output
Kriteria 4	C4	Outcome

Setelah alternatif dan kriteria ditentukan, langkah selanjutnya klasifikasi berdasarkan dominasi setiap kriteria seperti yang ditunjukkan pada tabel 5. Proses ini dikalkulasikan berdasarkan nilai *outflow* untuk mencapai peringkat alternatif yang lebih baik. Pengolahan data pada tahap ini menggunakan Visual PROMETHEE Multicriteria Decision Aid (MCDA) software[12].



Tabel 5. Data

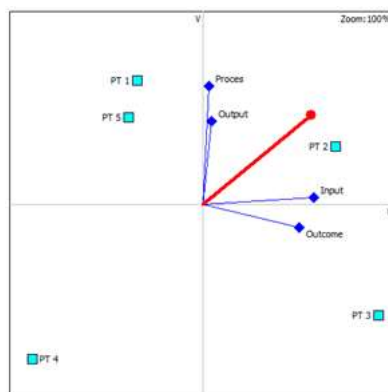
Bobot	Kriteria	Rule	Alternatif				
			A1	A2	A3	A4	A5
20	C1	Max	1	2	2	20	2
25	C2	Max	1	0	3	20	3
25	C3	Max	2	3	1	20	1
30	C4	Max	2	6	1	20	2

Terdapat lima contoh perguruan tinggi yang diolah menggunakan metode ini dan menghasilkan nilai masing-masing sesuai dengan bobot indikator yang ditentukan. Alternatif 2 atau PT 2 menjadi alternatif dengan peringkat tertinggi berdasarkan kinerja dari setiap bobot indikator yang ditentukan dalam klasterisasi karena memiliki nilai ϕ , ϕ^+ , dan ϕ^- paling signifikan. Tabel 6 menunjukkan rangking lengkap dari lima alternatif yang diuji.

Tabel 6. Data

Rangking	Alternatif	Phi	Phi+	Phi-
1	Alternatif 2	0,2333	0,3667	0,1333
2	Alternatif 5	0,1000	0,3333	0,2333
3	Alternatif 1	-0,0167	0,4000	0,4167
4	Alternatif 4	-0,1333	0,1333	0,2667
5	Alternatif 3	-0,1833	0,1167	0,3000

Gambar 2 menunjukkan visualisasi GAIA PROMETHEE dengan alternatif dua (PT 2) menjadi peringkat tertinggi dalam menghitung kinerja perguruan tinggi vokasi. Alternatif 2 merupakan alternatif terbaik berdasarkan indikator proses, output, dan input. Hasil pemeringkatan ini divisualisasikan agar pengambil keputusan dalam menentukan kinerja perguruan tinggi dapat diketahui dengan baik.



Gambar 4. Visualisasi Keputusan

4. KESIMPULAN

Sistem pendukung keputusan menggunakan PROMETHEE II membantu pengambil keputusan dalam menentukan kinerja perguruan tinggi berdasarkan kriteria yang ditetapkan. Penelitian ini mengintegrasikan metode PROMETHEE dan GAIA dalam evaluasi perguruan tinggi vokasi menggunakan 4 kriteria. Analisis ini menghasilkan alternatif 2 dengan ϕ 0,5125 sebagai alternatif dengan nilai meyakinkan diikuti dengan alternatif 3 dan 1. Hasil ini menunjukkan perguruan tinggi 2 (alternatif 2) menjadi perguruan tinggi terbaik sesuai empat bobot indikator klasterisasi perguruan tinggi Indonesia.

REFERENCES

[1] P. A. Kurniawijaya, D. M. Wiharta, and N. P. Sastra, "KORELASI INDIKATOR PENILAIAN PEMERINGKATAN WEBSITE PERGURUAN TINGGI WEBOMETRICS DAN 4ICU," *SINTECH (Science Inf. Technol. J.*, vol. 2, no. 1, pp. 47–52, Apr. 2019, doi: 10.31598/sintechjournal.v2i1.325.

[2] M. Rozikin, M. Kurniawati, and K. Aliyyah, "Strategi Peningkatan Peringkat Perguruan Tinggi Versi Kemristekdikti (Studi pada Universitas Brawijaya)," *Kelola J. Manaj. Pendidik.*, vol. 7, no. 1, pp. 86–97, Jul. 2020, doi: 10.24246/j.jk.2020.v7.i1.p86-97.

[3] Y. Zhang, Y. Xiao, J. Wu, and X. Lu, "Comprehensive world university ranking based on ranking aggregation," *Comput. Stat.*, vol. 36, no. 2, pp. 1139–1152, Jun. 2021, doi: 10.1007/s00180-020-01033-8.

[4] M. Dachyar and F. Dewi, "Improving University Ranking to Achieve University Competitiveness by Management Information System," in *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, May 2015, vol. 83, p. 012023, doi:



- 10.1088/1757-899X/83/1/012023.
- [5] A. Ezenwoke, O. Oshinowo, S. Misra, and R. Ahuja, "UniversityCompass: An AHP-Based Ranking and Selection App for University Prospecting in Developing Countries," in *Advances in Science, Technology & Innovation*, Springer, 2021, pp. 35–42.
- [6] M. Derakhshan, M. Hassanzadeh, and M. H. Nekoofar, "A CROSS ANALYSIS OF IMPACT UNIVERSITY RANKING SYSTEM," *Int. J. Inf. Sci. Manag.*, vol. 19, no. 1, 2021.
- [7] D. Siswanto, Y. Yunefri, B. Febriadi, and S. Sutejo, "Fuzzy Multi Criteria Decision Making To Determine The Best Rice Quality in Riau Island," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 156, no. 1, p. 12055, 2018.
- [8] D. Siregar *et al.*, "Multi-Attribute Decision Making with VIKOR Method for Any Purpose Decision," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1019, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1742-6596/1019/1/012034.
- [9] H. U. Rahman, M. Raza, P. Afsar, A. Alharbi, S. Ahmad, and H. Alyami, "Multi-Criteria Decision Making Model for Application Maintenance Offshoring Using Analytic Hierarchy Process," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 18, p. 8550, Sep. 2021, doi: 10.3390/app11188550.
- [10] H. Alidrisi, "DEA-Based PROMETHEE II Distribution-Center Productivity Model: Evaluation and Location Strategies Formulation," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 20, p. 9567, Oct. 2021, doi: 10.3390/app11209567.
- [11] E. Murlisah and M. Mesran, "Penerapan Metode Extended Promethee II (EXPROM II) Dalam Penyeleksian Siswa Pada Jurusan Ground Support Equipment (GSE) Operator Nadarya Aviation Center Medan," *J. Comput. Syst. Informatics*, vol. 2, no. 3, pp. 260–270, 2021.
- [12] A. P. Nasution, D. A. Harahap, and R. Watrionthos, "Application decision support system using PROMETHEE method," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 11, no. 1, 2019.
- [13] R. Watrionthos, E. F. S. Simanjorang, M. Syaifullah, and I. R. Munthe, "Penerapan Metode Promethee Sebagai Sistem Pendukung Keputusan Pemingkatan Siswa," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 3, no. 4, pp. 381–386, 2019, doi: 10.30865/mib.v3i4.1546.
- [14] M. Mesran, E. Buulolo, G. Ginting, and A. Karim, "Application of The Extended Promethee II (EXPROM II) For International Student Exchange Selection." 2020.
- [15] M. Mesran, S. D. Nasution, S. Syahputra, A. Karim, and E. Purba, "Implementation of the Extended Promethee II in Upgrade Level of Mechanic," *Int. J. Sci. Res. Sci. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 125–130, 2018.
- [16] R. Watrionthos, W. A. Ritonga, A. Rengganis, and ..., "Implementation of PROMETHEE-GAIA Method for Lecturer Performance Evaluation," *J. Phys. ...*, 2021, [Online]. Available: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1933/1/012067/meta>.
- [17] R. Watrionthos, W. A. Ritonga, A. Rengganis, A. Wanto, and M. Isa Indrawan, "Implementation of PROMETHEE-GAIA Method for Lecturer Performance Evaluation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1933, no. 1, p. 012067, Jun. 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1933/1/012067.
- [18] K. Lidouh, Y. De Smet, and E. Zimányi, "GAIA Map: A Tool for Visual Ranking Analysis in Spatial Multicriteria Problems," in *2009 13th International Conference Information Visualisation*, Jul. 2009, pp. 393–402, doi: 10.1109/IV.2009.59.
- [19] B. Mareschal and Y. De Smet, "Visual PROMETHEE: Developments of the PROMETHEE & GAIA multicriteria decision aid methods," in *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009, pp. 1646–1649.
- [20] B. Elevli and H. Ozturk, "Multi-criteria Assessment of Heavy Metals contaminations in waters and ranking the sites by using PROMETHEE/GAIA method," *J. Environ. Heal. Sci. Eng.*, vol. 17, no. 1, pp. 75–84, Jun. 2019, doi: 10.1007/s40201-018-00328-9.
- [21] J.-P. Brans and B. Mareschal, "The PROMCALC & GAIA decision support system for multicriteria decision aid," *Decis. Support Syst.*, vol. 12, no. 4–5, pp. 297–310, Nov. 1994, doi: 10.1016/0167-9236(94)90048-5.