

PENERAPAN METODE ROC DAN PROMETHEE UNTUK MENENTUKAN KUALITAS UDARA TERBURUK PADA 5 KOTA DI INDONESIA BULAN SEPTEMBER 2024

Aldiansyah Fathul Majid*¹⁾, Rizky Bayu Prasetyo²⁾, Agusta Praba Ristadi Pinem³⁾

1. Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang, Indonesia
2. Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang, Indonesia
3. Sistem Informasi, Teknologi Informasi dan Komunikasi, Universitas Semarang, Indonesia

Article Info

Kata Kunci: Kualitas Udara; ROC; Sistem Pendukung Keputusan (SPK); PROMETHEE

Keywords: Air Quality; ROC; Decision Support Systems (DSS); PROMETHEE

Article history:

Received 9 October 2024

Revised 8 November 2024

Accepted 2 December 2024

Available online 1 March 2025

DOI :

<https://doi.org/10.29100/jupi.v10i1.6912>

* Corresponding author.

Aldiansyah Fathul Majid

E-mail address:

aldiansyahfathul@gmail.com

ABSTRAK

Kualitas udara sangatlah penting bagi setiap kota dikarenakan bisa berdampak pada masyarakat yang hidup pada kota tersebut. Pada penelitian ini membahas tentang pengukuran kualitas udara pada 5 kota yang sudah dipilih yaitu Semarang, Bandung, Jakarta, Medan, dan Makassar. Data yang diambil melalui sumber website Air Quality Indeks per 5 kota yang sudah dipilih pada penelitian ini. Untuk menentukan perankingan kualitas udara yang baik ada 4 kriteria yang dipakai adalah AQI – IN, *Particulatter Matter 2.5*, kelembapan (*Humidity*) dan suhu (*Temperature*). Pengukuran nilai dari setiap kriteria menggunakan metode *Rank Order Centroid* atau biasa dikenal dengan ROC. Sementara untuk menyelesaikan perankingan kota terbaik dengan kualitas mengimplementasikan sistem pendukung keputusan (SPK) dengan memanfaatkan salah satu metodenya yaitu *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations* yang biasa dikenal dengan metode PROMETHEE. Tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui tingkat kualitas udara terburuk pada 5 kota di objek penelitian ini dengan mendapatkan nilai akhir perbandingan perankingan yaitu kota Jakarta sebagai ranking pertama dengan nilai 2,334 dan bisa dikatakan mempunyai kualitas udara terburuk dari 5 kota objek penelitian. Penelitian kualitas udara ini diharapkan bisa menciptakan tingkat udara yang lebih baik pada setiap kota yang dipilih dan untuk para masyarakat agar bisa lebih hidup sehat serta dihindarkan dari penyakit pernapasan yang disebabkan dari kualitas udara kurang bagus.

ABSTRACT

Air quality is very important for every city because it can have an impact on the people who live in that city. This research discusses air quality measurements in the 5 cities that have been selected, namely Semarang, Bandung, Jakarta, Medan and Makassar. Data taken through the Air Quality Index website source per 5 cities selected in this research. To determine good air quality ranking, there are 4 criteria used, namely AQI – IN, *Particulatter Matter 2.5*, humidity (*Humidity*) and temperature (*Temperature*). Measure the value of each criterion using the Centroid Rank Order method or commonly known as ROC. Meanwhile, to complete the ranking of the best cities with quality, implement a decision support system (SPK) by utilizing one of the methods, namely the Preference Ranking Organization METHOD for Enrichment Evaluations which is commonly known as the PROMETHEE method. The aim of this research is to find out the worst air quality levels in the 5 cities in this research object by getting the final rating comparison score, namely the city of Jakarta is ranked first with a score of 2,334 and can be said to have the worst air quality of the 5 cities in the research object. It is hoped that this air quality research can create better air levels in each selected city and for the community to live healthier lives and avoid respiratory diseases caused by poor air quality.

I. PENDAHULUAN

Kondisi pencemaran udara di kota – kota semakin menjadi perhatian utama seiring dengan pertumbuhan ekonomi, urbanisasi, dan peningkatan aktivitas industri. Adanya peningkatan aktifitas manusia menyebabkan konsentrasi zat dalam udara meningkat [1]. Penyumbang utama polusi udara melibatkan sektor transportasi, industri, dan kegiatan domestik, yang menghasilkan emisi berbagai polutan udara. Peningkatan kadar ozon, partikulat, oksida nitrogen, dan senyawa lainnya dapat memberikan dampak negatif yang signifikan terhadap kesehatan manusia dan ekosistem. Beberapa penyakit yang dapat disebabkan oleh polutan tersebut antara lain infeksi saluran pernapasan akut (ISPA), bronkhitis, penyakit jantung, kanker paru-paru [2].

Maka dari itu, kita sebagai masyarakat harus sadar akan lingkungan di sekitar kita, seperti mengurangi transportasi kendaraan bermotor, penggunaan bahan bakar yang berlebihan. Faktor alam juga bisa mempengaruhi lingkungan di sekitar, sebagai contohnya ialah dengan meningkatnya curah hujan yang tinggi. Selain dari masyarakat sendiri, pemerintah juga harus turut andil dalam meningkatkan kualitas udara dengan menggunakan sistem ganjil genap dan sering mensosialisasikan kepada masyarakat dahulu.

Dalam konteks ini, pemantauan kualitas udara menjadi esensial untuk menyediakan informasi yang akurat dan relevan mengenai tingkat pencemaran di berbagai bagian kota. Kota yang diambil pada studi kasus ini ada 5 kota yakni Semarang, Jakarta, Bandung, Medan dan Makassar dengan pengukuran data kualitas udara diambil pada bulan September 2024 dengan sumber website di Air Quality. Objek kota dalam penelitian ini diambil dari beberapa karakteristik diantaranya kepadatan transportasi dan industri dalam kota tersebut. Dalam 5 kota yang dibuat untuk penelitian ini yaitu Semarang, Jakarta, Bandung, Medan dan Makassar juga merupakan kota besar yang menjadi pusat industri sehingga meningkatnya volume kendaraan pada 5 kota tersebut.

Akibat dari meningkatnya volume kendaraan yang tinggi, akan menciptakan polusi udara yang disebabkan dari kendaraan yang beroperasi setiap harinya. Maka dari itu, untuk membuat perbandingan kualitas udara di bulan September 2024 pada 5 kota tersebut, penelitian ini akan menggunakan pengambilan keputusan atau biasa dikenal dengan sistem pendukung keputusan. Sistem Pendukung Keputusan (SPK) biasanya dibangun untuk mendukung solusi atas suatu masalah atau untuk suatu peluang [3]. Selain itu, Sistem pendukung keputusan (SPK) adalah sebuah sistem yang sengaja dibuat untuk membantu pihak-pihak tertentu dalam mengambil suatu keputusan dengan hasil yang berkualitas dan objektif [4]. Pada studi kasus penentuan kualitas udara terburuk di kota Semarang, Jakarta, Bandung, Medan, Makassar akan memanfaatkan salah satu metode yaitu *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations* atau biasa dikenal dengan metode PROMETHEE dengan bantuan perhitungan bobot setiap kriteria dengan memanfaatkan metode *Rank Order Centroid* atau biasa dikenal ROC.

ROC (*Rank Order Centroid*) merupakan salah satu metode pembobotan pada suatu kriteria yang dimana untuk menghitung metode PROMETHEE dibutuhkan suatu bobot kriteria yang dihasilkan dari perhitungan ROC [5]. ROC juga disebut metode sederhana yang dapat menghasilkan nilai bobot terhadap beberapa kriteria yang digunakan [6]. Kriteria pada penelitian ini ada 4 yaitu *AQI – IN*, *Particulatter Matter 2.5*, kelembapan (*Humidity*) dan suhu (*Temperature*). Kriteria - kriteria tersebut untuk mengukur kinerja model dalam membedakan antara daerah-daerah dengan kualitas udara yang berbeda. Dengan menganalisis nilai jumlah kualitas udara yang baik agar dapat memberikan informasi yang dapat diandalkan dan berguna dalam pengambilan keputusan.

Sementara itu, metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations*) sebagai pendekatan matematis yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan multikriteria [7] membantu mengorganisir informasi dari berbagai parameter kualitas udara dan preferensi masyarakat terhadapnya. Dengan demikian, Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation (PROMETHEE) ialah prosedur untuk memutuskan susunan (prioritas atau ranking) saat menganalisis multi-kriteria. Di sini alternatif dan kriteria dievaluasi serta membuat peringkat akhir dibuat untuk keputusan akhir [8]. Tujuan utama dari pendekatan PROMETHEE ini adalah untuk mempermudah proses pengambilan keputusan [9]. Metode promethee memiliki enam tipe fungsi preferensi kriteria. Memberikan gambaran yang lebih baik terhadap area yang tidak sama, digunakan fungsi selisih nilai kriteria antara alternative H(d) dimana hal ini mempunyai hubungan langsung pada fungsi preferensi (P) [10]. Maka dari itu, ini dapat memberikan pandangan yang serius di setiap prioritas daerah atau kriteria yang perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan kualitas udara.

Penerapan metode ROC dan PROMETHEE untuk perbandingan kualitas udara di 5 kota besar tersebut akan memberikan pandangan yang lebih dalam. Metode ROC dan PROMETHEE mempunyai korelasi yang bekerja sama dalam penelitian ini. Kombinasi dua metode ini mempunyai peran sendiri – sendiri dalam penelitian yang dilakukan. Metode ROC untuk memberikan akurasi nilai bobot kriteria yang digunakan dan metode PROMETHEE memberikan nilai perankingan yang akan menentukan nilai ranking alternatif kota dengan akurat. Dengan memahami preferensi kriteria dan kemampuan model untuk membedakan kondisi udara yang berbeda, kebijakan dan tindakan pengelolaan lingkungan dapat diarahkan secara lebih efektif. Maka dari itu, penelitian ini menggunakan

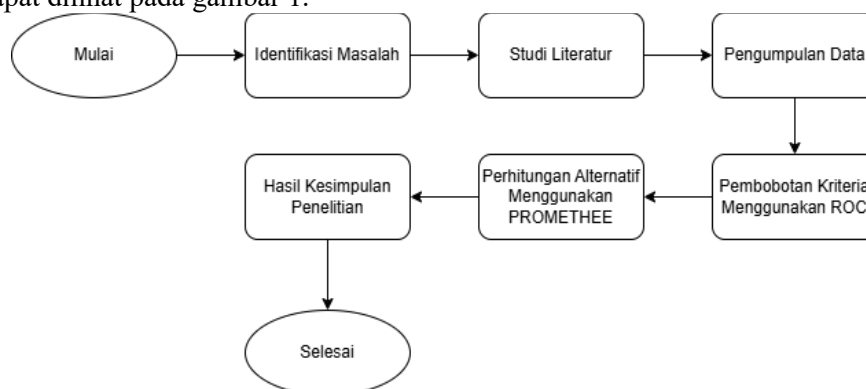
data kualitas udara pada bulan September 2024 dikarenakan data yang dihasilkan terbaru dan bisa lebih akurat dalam hasil ranking yang dilakukan pada penelitian ini. Kombinasi metode PROMETHEE dan pembobotan ROC ini belum banyak yang memakainya, maka dari itu dapat menghasilkan hasil yang sedemikian rupa untuk mengukur tingkat kualitas udara pada 5 kota di objek penelitian ini.

Dengan demikian, tujuan penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi kualitas udara terburuk pada 5 kota yang di gunakan dalam bulan September 2024. Penelitian ini juga dapat membantu pemerintah khususnya pada 5 kota alternatif yang di gunakan agar dapat membantu menjaga kualitas lingkungan udaranya. Dengan menerapkan kombinasi dua metode, yaitu ROC dan PROMETHEE dapat memberikan landasan yang kuat untuk pemantauan yang efisien dan pengambilan keputusan yang bermanfaat untuk meningkatkan dan menjaga kualitas udara terbaik serta dapat membantu pemerintah agar lebih ketat dalam meningkatkan kualitas udara yang ada. Sebagai salah satu contoh dalam merancang strategi dalam menanggulangi kualitas udara yang buruk adalah dengan mengajak masyarakat untuk menggunakan transportasi umum dalam aktifitas sehari – hari.

II. METODELOGI PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yang terstruktur dan sistematis, dimulai dari perencanaan awal hingga tahap akhir pengambilan kesimpulan. Setiap langkah dalam proses penelitian telah dirancang dengan cermat untuk memastikan validitas dan reliabilitas hasil yang diperoleh. Tahapan ini mencakup identifikasi masalah utama, pengumpulan data yang relevan, analisis data secara mendalam, serta evaluasi hasil menggunakan metode yang tepat. Dengan pendekatan yang sistematis ini, diharapkan penelitian mampu menghasilkan temuan yang dapat memberikan kontribusi signifikan bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Proses alur penelitian ini dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar. I. Alur tahapan penelitian

Berikut penjelasan langkah – langkah tahapan penelitian ini:

1. Identifikasi masalah

Pada tahapan ini menjelaskan tentang permasalahan studi kasus objek penelitian yaitu kualitas udara. Identifikasi masalah dilakukan secara pengambilan data dari website aqi-in per kota yang menjadi pusat penelitian yaitu Semarang, Jakarta, Bandung, Medan, Makassar.

2. Studi literatur

Pada tahapan ini mencari referensi jurnal ilmu pengetahuan sesuai dengan penelitian. Studi literatur ini berfokus pada argumen serta ide-ide dalam suatu bidang studi yang berisi mengenai kesenjangan dari suatu teori dan kasus serta untuk mengetahui kelemahannya [11].

3. Pengumpulan data

Pengumpulan data diartikan sebagai proses atau kegiatan yang dilakukan peneliti untuk mengungkap atau menjangkau berbagai fenomena, informasi atau kondisi lokasi penelitian sesuai dengan lingkup penelitian [12]. Pada penelitian ini menggunakan data publik yang dimana bisa diakses oleh siapa saja. Data kualitas udara ini direkap terlebih dahulu di setiap hari nya, mulai dari tanggal 1 September 2024 – 30 September 2024 lalu di rata – rata. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan data sekunder yang diambil dari website *Air Quality Index*. Data – data tersebut merupakan data yang akurat dan valid, sehingga peneliti menggunakan data tersebut untuk melakukan penelitian ini.

4. Pembobotan kriteria

Pada tahap ini akan dilakukan penentuan nilai bobot per kriteria dengan menggunakan metode Rank Order Centroid (ROC) untuk menghasilkan pemeringkatan alternatif [13].

5. Perhitungan alternatif

Pada tahapan ini melakukan perhitungan dengan menggunakan *Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations* atau biasa dikenal dengan metode PROMETHEE. Perhitungan alternatif ini dilakukan setelah melakukan nilai pembobotan per kriteria.

6. Hasil penelitian

Pada tahapan ini, penelitian sudah mencapai hasil perankingan setelah menghitung dengan menggunakan metode ROC dan PROMETHEE yang menjadi hasil akhir kenapa penelitian penentuan kualitas udara ini dilakukan.

B. Sistem Pendukung Keputusan

Sistem Pendukung Keputusan merupakan suatu sistem interaktif yang membantu pengambil keputusan melalui penggunaan data dan model-model keputusan untuk memecahkan masalah-masalah yang sifatnya semi terstruktur dan tidak terstruktur [14]. Sistem Pendukung Keputusan atau *Decision Support System (DSS)* biasanya dibangun untuk mendukung solusi atas suatu masalah atau untuk suatu peluang [15]. Akan tetapi, SPK tidak dimaksudkan untuk menggantikan peran pengambilan keputusan, tapi untuk membantu dan mendukung dalam pengambilan keputusan [16].

C. Pembobotan Metode Rank Order Centroid (ROC)

Metode *Rank Order Centroid (ROC)* diterapkan untuk membuat keputusan terbaik dengan bobot yang ideal. Metode ROC menekankan pada prioritas kriteria sebagai yang utama [17]. Adapun langkah langkah metode *Rank Order Centroid (ROC)* adalah [18] :

1. Menentukan kriteria yang akan digunakan

2. Menentukan tingkat prioritas kriteria :

$$C_1 \geq C_2 \geq C_3 \geq \dots C_m \tag{1}$$

Maka

$$W_1 \geq W_2 \geq W_3 \geq \dots W_m \tag{2}$$

3. Menentukan nilai bobot (W) :

Nilai bobot (W), diperoleh dari rumus dibawah ini :

$$W_m = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \left(\frac{1}{i}\right) \tag{3}$$

Hasil dari W_m adalah bernilai 1.

Keterangan : W_m = Normalisasi rasio perkiraan skala bobot tujuan.

i = Total jumlah tujuan.

m = Ranking dari i tujuan.

C_r = Criteria.

D. Perhitungan Metode Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations atau biasa dikenal PROMETHEE merupakan satu dari beberapa metode penentuan urutan atau prioritas dalam analisis multikriteria. Metode ini dikenal sebagai metode yang efisien dan simple, tetapi juga yang mudah diterapkan dibanding dengan metode lain untuk menuntaskan masalah multikriteria [19]. Prosedur kerja atau langkah – langkah dalam metode PROMETHEE adalah sebagai berikut [20]:

1. Penentuan alternatif - alternatif nilai dari data kualitas udara (AQI – IN, PM2.5, Suhu, Kelembapan) terhadap kriteria yang telah ditetapkan pada penelitian.

2. Menentukan tipe fungsi preferensi dan nilai preferensi

3. Perhitungan indeks preferensi

4. Perhitungan arah preferensi dipertimbangkan berdasarkan nilai indeks leaving flow (φ^+), entering flow (φ^-), dan net flow (φ)

Dalam metode PROMETHEE ada enam bentuk fungsi preferensi kriteria. Untuk memberikan gambaran yang lebih baik terhadap area yang tidak sama, maka digunakan tipe fungsi preferensi. Tujuan dari penggunaan analisis PROMETHEE yaitu memudahkan dalam proses pengambilan keputusan dengan cara mengelompokkan tipe keputusan ke dalam enam fungsi kriteria (preferensi) sebagai berikut [21] :

1. Kriteria preferensi umum (*usual*)

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ 1 & \text{jika } d > 0 \end{cases} \tag{4}$$

Keterangan : $H(d)$ = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian

d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$

2. Kriteria preferensi *quasi*

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ 1 & \text{jika } d > q \end{cases} \quad (5)$$

Keterangan : H(d) = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian
 d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 q = harus merupakan nilai tetap

3. Kriteria preferensi *linier*

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ \frac{d}{p} & \text{jika } 0 < d \leq p \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \quad (6)$$

Keterangan : H(d) = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian
 d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 p = nilai kecenderungan atas

4. Kriteria preferensi *level*

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ 0,5 & \text{jika } q < d \leq p \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \quad (7)$$

Keterangan : H(d) = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian
 d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 p = nilai kecenderungan atas
 q = harus merupakan nilai tetap

5. Kriteria preferensi *linear* dan area yang tidak berbeda

$$H(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q} & \text{jika } q < d \leq p \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases} \quad (8)$$

Keterangan : H(d) = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian
 d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 p = nilai kecenderungan atas
 q = harus merupakan nilai tetap

6. Kriteria preferensi *gaussian*

$$Hd = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2a^2}} & \text{jika } d > 0 \end{cases} \quad (9)$$

Keterangan : H(d) = selisih kriteria antar alternatif pada penelitian
 d = selisih nilai kriteria $\{d = f(a) - f(b)\}$
 a = nilai alternatif

Langkah selanjutnya setelah melakukan perhitungan indeks preferansi adalah melakukan pertimbangan atau perankingan, dimana metode PROMETHEE mempunyai 3 nilai indeks pertimbangan atau perankingan antara lain:

1. *Leaving Flow*

$$\varphi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \varphi(a, x) \quad (10)$$

2. *Entering Flow*

$$\varphi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} \varphi(a, x) \quad (11)$$

3. *Net Flow*

$$\varphi(a) = \varphi^+(a) - \varphi^-(a) \quad (12)$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. *Penetapan Alternatif*

Kota yang digunakan dalam penelitian ini merupakan salah satu 5 kota besar serta menjadi salah satu pusat industri di negara Indonesia. Pusat industri ini pasti akan mengakibatkan meningkatnya volume kendaraan di setiap harinya dari aktifitas masyarakat kota tersebut. Selain itu, faktor geografis yang berbeda – beda pada 5 kota alternatif menjadikannya pertimbangan peneliti untuk menggunakan alternatif kota pada penelitian ini. Dengan penelitian ini, diharapkan bisa membantu meningkatkan kualitas udara di 5 kota tersebut dengan mengimplementasikan metode pembobotan ROC dan metode perhitungan perankingan promethee. Data 5 kota alternatif yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel I :

TABEL I
 ALTERNATIF KOTA

Kode Alternatif	Nama Alternatif
A1	Semarang
A2	Jakarta
A3	Bandung
A4	Medan
A5	Makassar

B. Penetapan Kriteria

Langkah awal untuk perankingan perbandingan antar 5 kota tentu menetapkan kriteria penilaiannya. Untuk perhitungan kualitas udara terbaik, maka ada 4 kriteria yang akan menjadi acuan untuk perbandingan dan perankingan nilai. Kriteria ini diambil dan dipertimbangkan peneliti untuk mengukur tingkat kualitas udara dengan 2 kombinasi sudah cukup representatif, yang dimana ada kelembapan, suhu dan partikel kecil kurang dari 2.5 mikrometer yang sangat bahaya bagi kesehatan manusia khususnya pada pernafasan. Dari pertimbangan tersebut, peneliti menggunakan 4 kriteria yang dapat dilihat pada tabel II :

TABEL II
 KRITERIA

KODE KRITERIA	NAMA KRITERIA
C1	AQI – IN
C2	Particulatter Matter 2.5 (PM2.5)
C3	Kelembapan (<i>Humidity</i>)
C4	Suhu (<i>Temperature</i>)

C. Penerapan Pembobotan Metode Rank Order Centroid (ROC)

Setelah menentukan kriteria, langkah selanjutnya adalah mencari nilai setiap kriteria yang dipilih. Pada penelitian ini akan menggunakan metode ROC untuk pembobotan yaitu sebagai berikut :

$$W1 = \frac{1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,52$$

$$W2 = \frac{0 + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,27$$

$$W3 = \frac{0 + 0 + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,15$$

$$W4 = \frac{0 + 0 + 0 + \frac{1}{4}}{4} = 0,06$$

Setelah dilakukan penghitungan bobot per kriteria dengan menggunakan metode ROC, maka nilai bobot per kriteria dapat diketahui pada tabel III :

TABEL III
 NILAI BOBOT PER KRITERIA

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Nilai Bobot Kriteria
C1	AQI – IN	0,52
C2	Particulatter Matter 2.5 (PM2.5)	0,27
C3	Kelembapan (<i>Humidity</i>)	0,15
C4	Suhu (<i>Temperature</i>)	0,06

D. Penerapan Perhitungan Metode Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluations (PROMETHEE)

Setelah menentukan nilai per kriteria, pada tahap ini akan melakukan perhitungan menggunakan metode PROMETHEE untuk penentuan kualitas udara terburuk antara alternatif 5 kota. Langkah – langkah perhitungannya sebagai berikut:

1. Nilai awal setiap alternatif dan kriteria (belum ada nilai bobotnya)

Nilai awal setiap alternatif dan kriteria ini merupakan hasil rekapan data yang sudah dilakukan oleh peneliti dengan menggunakan data sekunder dari website *Air Quality Index* pada periode bulan September 2024. Data nilai awal setiap alternatif dan kriteria dapat dilihat pada tabel IV :

TABEL IV
 NILAI AWAL ALTERNATIF DI SETIAP KRITERIANYA

Alternatif	Kriteria			
	C1	C2	C3	C4
Semarang	50,3	30,9	66,3	27,7
Jakarta	77,5	44,0	69,6	28,9
Bandung	45,8	29,0	76,7	21,8
Medan	50,7	29,6	88,3	27,6
Makassar	40,1	25,4	68,2	28,2

2. Nilai awal alternatif dikali nilai pembobotan per kriteria menggunakan ROC
 Setelah nilai awal alternatif dan kriteria sudah ditentukan, pada tahap ini adalah nilai awal alternatif * nilai bobot kriteria menggunakan ROC yang dapat dilihat nilainya di tabel III. Maka dari itu, hasil perhitungan nilai awal alternatif dikali dengan bobot per kriteria menggunakan ROC dapat dilihat pada tabel V :

TABEL V
 NILAI AWAL ALTERNATIF * BOBOT PER KRITERIA MENGGUNAKAN METODE ROC

Alternatif	Kriteria			
	C1	C2	C3	C4
Semarang	26,20	8,36	9,67	1,73
Jakarta	40,35	11,91	10,15	1,80
Bandung	23,87	7,85	11,19	1,36
Medan	26,42	8,03	12,88	1,73
Makassar	20,89	6,88	9,94	1,76

3. Menghitung nilai indeks preferensi multikriteria
 Pada proses ini adalah menghitung nilai selisih antar nilai alternatif dan kriteria yang sudah ada nilai bobotnya. Rumus menghitungnya dengan cara (nilai A1 pada C1 – nilai A2 pada C1), (nilai A1 pada C1 – nilai A3 pada C1) dan dilakukan secara berulang sampai dengan (nilai A5 pada C4 – nilai A4 pada C4). Perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada tabel VI :

TABEL VI
 MENGHITUNG NILAI INDEKS PREFERENSI MULTIKRITERIA

Alternatif	C1	C2	C3	C4
(A1 – A2)	-14,15	-3,55	-0,49	-0,07
(A1 – A3)	2,33	0,51	-1,52	0,37
(A1 – A4)	-0,23	0,33	-3,21	0,01
(A1 – A5)	5,31	1,48	-0,27	-0,03
(A2 – A1)	14,15	3,55	0,49	0,07
(A2 – A3)	16,48	4,05	-1,04	0,44
(A2 – A4)	13,92	3,88	-2,73	0,08
(A2 – A5)	19,46	5,03	0,21	0,04
(A3 – A1)	-2,33	-0,51	1,52	-0,37
(A3 – A2)	-16,48	-4,05	1,04	-0,44
(A3 – A4)	-2,55	-0,17	-1,69	-0,36
(A3 – A5)	2,99	0,98	1,25	-0,40
(A4 – A1)	0,23	-0,33	3,21	-0,01
(A4 – A2)	-13,92	-3,88	2,73	-0,08
(A4 – A3)	2,55	0,17	1,69	0,36
(A4 – A5)	5,54	1,15	2,94	-0,04
(A5 – A1)	-5,31	-1,48	0,27	0,03
(A5 – A2)	-19,46	-5,03	-0,21	-0,04
(A5 – A3)	-2,99	-0,98	-1,25	0,40
(A5 – A4)	-5,54	-1,15	-2,94	0,04

4. Menentukan nilai data dikoferensi (data yang angkanya positif sampai 0 diberi nilai 1, sedangkan angka negatif diberi nilai 0)

Pada tahapan ini, dalam penelitian ini menggunakan kriteria preferensi umum, dengan cara hasil dari perhitungan nilai indeks preferensi multikriteria, jika hasil nilai angkanya positif sampai 0 diberi angka 1 dan jika hasil nilai angkanya negatif diberi angka 0. Setelah diberi nilai pada semua data, lalu dijumlah dengan cara = (nilai C1 + nilai C2 + nilai C3 + nilai C4) ÷ 4. Dibagi 4 dikarenakan jumlah kriterianya ada 4. Perhitungan lebih lengkap dan jelasnya dapat dilihat pada tabel VII :

TABEL VII
 MENENTUKAN NILAI DATA DIKOFERENSI

Alternatif	C1	C2	C3	C4	Total
(A1,A2)	0	0	0	0	0,00
(A1,A3)	1	1	0	1	0,75
(A1,A4)	0	1	0	1	0,50
(A1,A5)	1	1	0	0	0,50
(A2,A1)	1	1	1	1	1,00
(A2,A3)	1	1	0	1	0,75
(A2,A4)	1	1	0	1	0,75
(A2,A5)	1	1	1	1	1,00
(A3,A1)	0	0	1	0	0,25
(A3,A2)	0	0	1	0	0,25
(A3,A4)	0	0	0	0	0,00
(A3,A5)	1	1	1	0	0,75
(A4,A1)	1	0	1	0	0,50
(A4,A2)	0	0	1	0	0,25
(A4,A3)	1	1	1	1	1,00
(A4,A5)	1	1	1	0	0,75
(A5,A1)	0	0	1	1	0,50
(A5,A2)	0	0	0	0	0,00
(A5,A3)	0	0	0	1	0,25
(A5,A4)	0	0	0	1	0,25

5. Menentukan indikator preferensi multikriteria

Tahap ini untuk menentukan suatu indikator preferensi multikriteria dari yang sudah di jumlahkan pada tahap data dikoferensi. Perhitungan hasil indikator preferensi multikriteria dapat dilihat pada tabel VIII :

TABEL VIII
 MENENTUKAN INDIKATOR PREFERENSI MULTIKRITERIA

	a1	a2	a3	a4	a5
A1		0,00	0,75	0,50	0,50
A2	1,00		0,75	0,75	1,00
A3	0,25	0,25		0,00	0,75
A4	0,50	0,25	1,00		0,75
A5	0,50	0,00	0,25	0,25	

6. Mengitung nilai *Leaving Flow*

Cara untuk menghitung nilai *Leaving Flow* dengan rumus : $1/(4-1) * (\text{nilai } a2 (1,00) + \text{nilai } a3 (0,25) + \text{nilai } a4 (0,25) + \text{nilai } a5 (0,25))$ terkecuali kolom berwarna hitam dan pertambahannya secara garis horizontal atau ke samping). Pada *leaving flow* ini, hasil dari indikator preferensi multikriteria ditambahkan setiap masing masing alternatif secara garis horizontal (Terkecuali yang berkolom hitam). Perhitungan hasil nilai *Leaving Flow* dapat dilihat pada tabel IX :

TABEL IX
 MENENTUKAN NILAI *LEAVING FLOW*

<i>Leaving Flow</i>	
A1	0,583
A2	1,167
A3	0,417

A4	0,833
A5	0,333

7. Menghitung nilai *Entering Flow*

Cara untuk menghitung nilai *Entering Flow* dengan rumus : $(1/(4-1)) * (\text{nilai } a1 \text{ pada } A2 (1,00) + \text{nilai } a1 \text{ pada } A3 (0,25) + \text{nilai } a1 \text{ pada } A4 (0,25) + \text{nilai } a1 \text{ pada } A5 (0,25))$ terkecuali bernilai 0 atau kolom berwarna hitam dan pertambahannya secara garis Vertikal atau ke bawah). Pada *Entering Flow* ini, hasil dari indikator preferensi multikriteria ditambahkan setiap masing masing alternatif secara garis Vertikal (Terkecuali yang berjumlah 0 atau berkolom hitam). Hasil perhitungan nilai *Entering Flow* dapat dilihat pada tabel X :

TABEL X
MENENTUKAN NILAI *ENTERING FLOW*

<i>Entering Flow</i>	
A1	0,750
A2	0,167
A3	0,917
A4	0,500
A5	1,000

8. Menghitung nilai *Net Flow*

Cara perhitungan nilai *Net Flow* adalah dengan cara nilai *Leaving Flow* – nilai *Entering Flow*. Perhitungan nilai *Net Flow* dapat dilihat pada tabel XI :

TABEL XI
MENENTUKAN NILAI *ENTERING FLOW*

<i>Entering Flow</i>	
A1	0,750
A2	0,167
A3	0,917
A4	0,500
A5	1,000

9. Menentukan perankingan kualitas udara terbaik dari 5 kota yaitu Semarang, Jakarta, Bandung, Medan, Jakarta

Penentuan ini meliputi nilai hasil dari *Leaving Flow*, *Entering Flow* dan *Net Flow*, lalu dijumlahkan dari 3 nilai indeks pertimbangan atau perankingan tersebut dan akan mengeluarkan ranking 1 sampai 5. Untuk nilai ranking 1 menjadikannya sebagai alternatif atau kota terburuk dari aspek kualitas udaranya dari kriteria yang sudah ditetapkan pada penelitian, sedangkan pada ranking 5 menjadikannya sebagai alternatif kota terbaik dari kualitas udaranya. Hasil akhir perankingan yang sudah dihitung dengan menggunakan metode pembobotan ROC dan perankingan PROMETHEE dapat dilihat pada tabel XII :

TABEL XII
HASIL AKHIR PERANKINGAN ALTERNATIF KOTA

Alternatif	LEAVING FLOW	ENTERING FLOW	NET FLOW	JUMLAH	RANKING
A1 (Semarang)	0,583	0,750	-0,167	1,166	3
A2 (Jakarta)	1,167	0,167	1,000	2,334	1
A3 (Bandung)	0,417	0,917	-0,500	0,834	4
A4 (Medan)	0,833	0,500	0,333	1,666	2
A5 (Makassar)	0,333	1,000	-0,667	0,666	5

Dengan menerapkan metode ROC dan PROMETHEE untuk mengukur tingkat kualitas udara kurang bagus, mendapatkan hasil yaitu alternatif kota Jakarta sebagai ranking ke 1 dalam penentuan kualitas udara yang terburuk dengan nilai tertinggi sebesar 2,334. Dalam penelitian lain, kota Jakarta mempunyai masalahh serius terkait dengan kualitas udaranya yang begitu buruk di setiap bulan maupun tahunnya [22]. Selain itu, hasil dari penelitian ini juga sangat sesuai dengan fakta yang ada di lapangan, dimana sudah banyak sekali pemberitaan di media nasional maupun internasional terkait buruknya kualitas udara di kota

Jakarta. Salah satu sebab dimana kualitas udara di kota Jakarta sangat buruk ini dikarenakan menjadi pusat industri di negara Indonesia dikarenakan sebagai ibu kota negara Indonesia. Selain itu, faktor meningkatnya volume kendaraan yang digunakan masyarakat kota Jakarta sangat melampaui batas normal. Akan tetapi, pemerintah kota Jakarta juga sudah melakukan upaya – upaya dalam menangani permasalahan polusi udara, salah satunya menerapkan peraturan sistem ganjil genap yang dapat mengurangi polusi udara di kota Jakarta dan masyarakat di kota Jakarta juga harus turut membantu dalam mengurangi polusi udara dengan cara menggunakan transportasi umum yang sudah disediakan oleh pemerintah Kota Jakarta. Sedangkan kota Makassar menempati ranking ke 5, menjadikan alternatif kota yang mempunyai kualitas udara terbaik dengan nilai 0,666. Dalam penelitian lain, kota Makassar juga menjadi kota yang mempunyai kualitas udara yang cenderung baik di setiap bulan bahkan tahunnya [23]. Faktor kondisi geografis juga mempunyai peran penting dalam penentuan kualitas udara yang bagus. Kemudian, saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya bisa ditambahkan dari aspek alternatif kota ataupun kriteria lain untuk mengukur tingkat kualitas udara kurang bagus di kota tersebut khususnya di negara Indonesia.

IV. KESIMPULAN

Hasil dari pembahasan yang sudah dilakukan diatas, penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penentuan pertimbangan atau perankingan untuk mengukur tingkat kualitas udara terburuk pada bulan September tahun 2024 di 5 kota yaitu Semarang, Jakarta, Bandung, Medan, dan Makassar dapat dilakukan dengan sistem pendukung keputusan menggunakan metode PROMETHEE dan memanfaatkan metode pembobotan menggunakan metode ROC. Berdasarkan hasil penelitian, didapatkan alternatif dengan nilai tertinggi yaitu kota Jakarta dengan nilai 2,334 dan mendapatkan ranking 1. Maka dari itu, menurut penelitian yang dilakukan menjadikan kota Jakarta sebagai kota yang mempunyai segi kualitas udara terburuk. Ini juga dapat diperkuat dengan banyaknya berita – berita tentang kualitas udara yang begitu buruk di kota Jakarta tersebut dan perlu di perhatikan lagi bagi masyarakat ataupun pemerintah dalam kelayakan kualitas udara yang terjadi di kota Jakarta. Sedangkan ranking terendah pada penelitian ini adalah kota Makassar dengan mendapatkan nilai yaitu 0,666 dan mendapatkan ranking 5. Maka dari itu, menurut penelitian ini menjadikan kota Makassar memiliki kualitas udara yang baik. Untuk saran peningkatan penelitian selanjutnya dapat menambah kriteria pada penelitian ini ataupun menambah kota – kota lain untuk diteliti sehingga dapat menambah hasil perankingan yang lebih bervariasi untuk kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] W. C. Dewi, M. Raharjo, and N. E. Wahyuningsih, "Literatur Review : Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja," *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, vol. 8, no. 1, 2021, doi: 10.31602/ann.v8i1.4815.
- [2] Y. Setiawan, S. B. Rushayati, R. Hermawan, L. B. Prasetyo, and A. K. Wijayanto, "Pengaruh Pola Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau terhadap Dinamika Perubahan Kualitas Udara Akibat Pandemi Covid-19 di Wilayah Jabodetabek," *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, vol. 10, no. 4, 2020.
- [3] A. Safitri, P. Pristiwanto, and R. Syahputra, "Sistem Pendukung Keputusan Penyeleksian Mekanik Menjadi Seorang SA (Service Advisor) Menggunakan Metode Moosra," *Journal of Informatics, Electrical and Electronics Engineering*, vol. 1, no. 2, 2021.
- [4] I. Purnama, Z. Zulkifli, M. B. K. Nasution, A. Karim, and S. Trianovie, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sales Supervisor Menerapkan Metode EDAS berdasarkan Pembobotan ROC," *Building of Informatics, Technology and Science (BITS)*, vol. 5, no. 1, 2023, doi: 10.47065/bits.v5i1.3558.
- [5] T. Panggabean, M. Mesran, and Y. F. Manalu, "Penerapan Metode Simple Additive Weighting (SAW) dalam Pemberian Reward Bagi Pegawai Honorer Menggunakan Pembobotan Rank Order Centroid," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 4, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i4.3146.
- [6] R. K. Ndruru, "Penerapan Metode Additive Ratio Assessment (ARAS) dan Rank Order Centroid (ROC) Dalam Pemilihan Jaksa Terbaik Pada Kejaksaan Negeri Medan," *SAINTEKS*, vol. 1, no. 1, 2020.
- [7] R. O. Siregar, D. Irmayani, and M. Masrizal, "Penerapan Metode Promethee Dalam Sistem Pendukung Keputusan Penetapan Penerima Kartu Indonesia Sehat (KIS)," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 5, no. 2, 2021, doi: 10.30865/mib.v5i2.2948.
- [8] F. S. Pramesty, D. Suhardi, and I. Pakaya, "Audit Energi dan Analisis Penghematan Konsumsi Energi Menggunakan Metode MCDM-PROMETHEE pada Sistem peralatan Listrik di Kantor PT TASPEN (Persero) Cabang Malang," in *Seminar Nasional Fortei Regional 7*, 2021.
- [9] M. A. Setiawan and S. Hartini, "Pemilihan Supplier Bahan Baku Daging Untuk Proses Produksi Catering Dengan Metode AHP Dan PROMETHEE," *Jurnal Optimasi Teknik Industri (JOTI)*, vol. 4, no. 2, 2022, doi: 10.30998/joti.v4i2.13633.
- [10] L. Hamulian and A. Agustin, "Sistem Seleksi Penerimaan Siswa Baru Berdasarkan Cabang Olahraga Dengan Menggunakan Metode Promethee," *Rabit : Jurnal Teknologi dan Sistem Informasi Univrab*, vol. 5, no. 2, 2020, doi: 10.36341/rabit.v5i2.1308.
- [11] E. N. Qorimah and S. Utama, "Studi Literatur: Media Augmented Reality (AR) Terhadap Hasil Belajar Kognitif," *Jurnal Basicedu*, vol. 6, no. 2, 2022, doi: 10.31004/basicedu.v6i2.2348.
- [12] Maulida, "TEKNIK PENGUMPULAN DATA DALAM METODOLOGI PENELITIAN," *Darussalam*, vol. 21, 2020.
- [13] A. Triayudi, F. Nugroho, A. G. Simorangkir, and M. Mesran, "Sistem Pendukung Keputusan Dalam Penilaian Kinerja Supervisor Menggunakan Metode COPRAS Dengan Pembobotan ROC," *Journal of Computer System and Informatics (JoSYC)*, vol. 3, no. 4, 2022, doi: 10.47065/josyc.v3i4.2214.
- [14] Richasanty Septima S, "SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN PEMILIHAN OBJEK WISATA MENGGUNAKAN METODE AHP BERBASIS JAVA," *Elkom : Jurnal Elektronika dan Komputer*, vol. 13, no. 2, 2020, doi: 10.51903/elkom.v13i2.215.
- [15] A. D. U. Siregar, N. A. Hasibuan, and F. Fadlina, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Sales Marketing Terbaik di PT. Alfa Scorph Menggunakan Metode COPRAS," *Jurnal Sistem Komputer dan Informatika (JSON)*, vol. 2, no. 1, 2020.

- [16] H. Hertyana, E. Mufida, and A. Al Kaafi, "Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Laptop Dengan Menggunakan Metode Topsis," *Jurnal Teknik Informatika UNIKA Santo Thomas*, 2021, doi: 10.54367/jtiust.v6i1.1216.
- [17] W. R. K. Jayawardani and M. Maryam, "Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Penerima Program Keluarga Harapan dengan Implementasi Metode SAW dan Pembobotan ROC," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.18411.
- [18] M. M. Boangmanalu, M. Mesran, and B. Purba, "Implementasi Metode MAUT Dalam Seleksi Calon Marketing Retail dengan menerapkan pembobotan ROC," *Jurnal Ilmiah Media Sisfo*, vol. 16, no. 2, 2022, doi: 10.33998/mediasisfo.2022.16.2.1264.
- [19] K. Lestari, I. Zulkarnain, and Y. H. Syahputra, "Penerima Bantuan UMKM (Usaha Mikro Kecil Menengah) Menggunakan Metode Promethee," *Jurnal Sistem Informasi Triguna Dharma (JURSI TGD)*, vol. 1, no. 1, 2022, doi: 10.53513/jursi.v1i1.4782.
- [20] S. Rodiah, I. S. Damanik, and D. Suhendro, "Penerapan Metode Promethee pada Perekrutan Calon Pegawai Non PNS Bawaslu Kabupaten Simalungun," *TIN: Terapan Informatika Nusantara*, vol. 2, no. 4, 2021.
- [21] F. Saqdiyah, H. Mulyati, and A. Setiawan Slamet, "Analisis Pemilihan Pemasok Kelapa Sawit yang Berkelanjutan dengan Menggunakan Metode PROMETHEE (Studi Kasus pada PT Perkebunan Nusantara III)," *Jurnal Manajemen dan Organisasi*, vol. 13, no. 2, 2022, doi: 10.29244/jmo.v13i2.37539.
- [22] C. Aprianes and A. R. Az-Zahra, "Memahami Penerapan Terhadap Ketentuan Pengelolaan Kualitas Udara Di Dki Jakarta," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, vol. 3, no. 5, 2023.
- [23] R. Wahyudi, S. Annas, and Z. Rais, "ANALISIS SUPPORT VECTOR REGRESSION (SVR) UNTUK MERAMALKAN INDEKS KUALITAS UDARA DI KOTA MAKASSAR," *VARIANSI: Journal of Statistics and Its Application on Teaching and Research*, vol. 5, no. 3, pp. 104–117, 2023, doi: 10.35580/variansium107.