

BAB II KERANGKA TEORITIS

A. Landasan Teori

1. Sistem Pendukung Keputusan (SPK)

Menurut Gudiato (2025, p.12) sistem pendukung keputusan (SPK) atau yang dikenal juga dengan istilah *decision support system* (DSS) adalah sistem komputerisasi yang dirancang untuk membantu dalam satu atau beberapa proses pengambilan keputusan yang mungkin melibatkan evaluasi yang kompleks dan data analitis. SPK menggabungkan teknologi untuk mendistribusikan, menganalisis, dan memproses informasi relevan yang dibutuhkan saat membuat keputusan sedemikian rupa sehingga keputusan yang diambil adalah yang terbaik dengan mempertimbangkan fakta-fakta.

Menurut Hutahean dkk, (2023, pp.4-5) tahapan yang harus dilalui untuk dapat mencapai hasil keputusan terbaik dalam dilakukan melalui cara atau fase berikut ini:

- (1) *Intelligence Phase*, tahap pemahaman merupakan proses penelusuran untuk memetakan tingkat problematika, serta mampu mengenali permasalahan yang terjadi. Input data yang diperoleh nantinya diproses dan diuji cobakan dalam rangka mendukung proses identifikasi masalah.
- (2) *Design Phase*, tahap perancangan dimulai dengan proses pengembangan pencarian solusi alternatif yang sangat mungkin untuk diambil. Namun, diperlukan proses verifikasi dan validasi untuk dapat mengetahui tingkat keakuratan pada model yang diteliti.
- (3) *Choice Phase*, tahap pemilihan berfungsi untuk memilih berbagai solusi alternatif yang dapat dipilih, serta dimunculkan pada fase perencanaan dengan memperhatikan kriteria berdasarkan tujuan utamanya (objektif).
- (4) *Implementation Phase*, tahap implementasi atau penerapan, dilakukan dengan menyesuaikan rancangan sistem yang telah dibuat pada beberapa fase sebelumnya.

2. Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Menurut Sepriano (2025, p.12) menjelaskan bahwa MCDM adalah suatu teknik yang digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan ketika keputusan tersebut melibatkan berbagai kriteria atau aspek yang harus dipertimbangkan secara bersamaan. Proses ini penting dalam situasi tidak ada satu alternatif yang memenuhi semua kebutuhan dan keputusan harus mempertimbangkan beberapa tujuan yang berbeda. Ditengah kompleksitas persoalan yang seringkali melibatkan berbagai kriteria yang saling bertentangan, kebutuhan akan pendekatan yang sistematis menjadi perlu. Dalam pengambilan keputusan, munculnya MCDM menawarkan kerangka kerja yang kuat untuk mengurai dan memitigasi tantangan tersebut.

ini menghadirkan sebuah alur yang terstruktur, memungkinkan evaluasi menyeluruh terhadap setiap alternatif berdasarkan serangkaian atribut, dan memastikan bahwa hasil keputusan tidak hanya optimal dari satu sudut pandang, melainkan komprehensif dan seimbang. Melalui teknik ini, proses pemilihan alternatif tidak lagi didasarkan pada satu tahapan saja, melainkan pada penggunaan berbagai kriteria dan tujuan yang relevan, memastikan bahwa keputusan yang dihasilkan adalah yang paling optimal dan komprehensif dalam menghadapi realitas multi-aspek.

Menurut Sepriano (2025, p.12) terdapat enam tahapan yang dilalui pada MCDM, yaitu sebagai berikut :

- (1) Identifikasi masalah dan tujuan, tahapan untuk menentukan masalah yang perlu diselesaikan dan tujuan keputusan yang ingin dicapai.
- (2) Penentuan alternatif, tahapan untuk mengidentifikasi berbagai alternatif yang mungkin untuk masalah tersebut.
- (3) Penentuan kriteria, tahapan untuk menentukan kriteria yang akan digunakan untuk mengevaluasi alternatif.
- (4) Penentuan bobot kriteria, tahapan untuk menentukan seberapa penting setiap kriteria dibandingkan dengan yang lain.
- (5) Penilaian alternatif terhadap kriteria, tahapan untuk menilai setiap alternatif terhadap setiap kriteria, biasanya menggunakan sistem penilaian numerik.
- (6) Evaluasi dan pengambilan keputusan, tahapan untuk menggunakan metode MCDM untuk mengevaluasi dan memilih alternatif terbaik.

3. Menentukan Bobot Kriteria Dengan Metode ROC

Menurut Saputra (2020, p.50) Konsep dasar dari metode *rank order centroid* (ROC) adalah memberikan bobot berdasarkan tingkat kepentingan dari kriteria. Biasanya dibentuk dengan pernyataan “kriteria 1 lebih penting dari kriteria 2, yang lebih penting dari kriteria 3” dan seterusnya hingga kriteria ke n. Metode ROC merupakan metode yang menitik beratkan terhadap prioritas kriteria. Dalam hal ini, kriteria 1 merupakan prioritas yang tinggi dibandingkan kriteria 2, kriteria 2 merupakan prioritas tinggi dibandingkan kriteria 3, selanjutnya dilakukan langkah yang sama hingga prioritas kriteria yang terendah. Dalam pengambilan keputusan, metode *Rank Order Centroid* (ROC) menyediakan kerangka kerja yang tepat dan efektif untuk menetapkan bobot kriteria. Dengan berpegang pada prinsip hierarki kepentingan, kriteria dengan prioritas tertinggi diberikan bobot yang lebih besar secara sistematis, ROC sering menjadi pilihan yang relevan ketika penentuan bobot kriteria yang objektif dan mudah dipahami dalam proses pengambilan keputusan multi-kriteria, memastikan mendapatkan perhatian yang proporsional dalam

evaluasi, langkah-langkah pembobotan dapat dihitung dengan langkah-langkah sebagai berikut :

- (1) Kriteria disusun dari yang paling penting sampai ke kriteria yang mempunyai kepentingan rendah :

Cr1 (paling penting) > Cr2 > Cr3 > C4 >.... >Crk (paling kurang tingkat kepentingan)

- (2) Untuk mendapatkan bobot kriteria (W) , maka digunakan rumus :

$$Wi = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^n \frac{1}{i}$$

Penjelasan dari simbol pada rumus :

Wi adalah bobot yang diberikan kepada kriteria ke-i.

n adalah jumlah total kriteria.

k adalah variabel indeks yang berjalan (*counter*).

m adalah peringkat dari kriteria yang telah ditentukan prioritasnya.

$\sum_{i=k}^n \frac{1}{i}$ adalah Jumlah dari nilai kebalikan peringkat, mulai dari peringkat kriteria saat ini (k) hingga peringkat terakhir (n).

- (3) Sehingga setelah diproses akan menghasilkan :

$$W1 > W2 > W3 > C4 > \dots > Wi$$

Dapat diasumsikan bahwa kriteria telah diurutkan berdasarkan tingkat kepentingannya (dari yang paling penting ke yang kurang nilai kepentingannya), kriteria dengan peringkat lebih tinggi (misalnya, peringkat 1) akan mendapatkan bobot yang lebih besar dibandingkan kriteria dengan peringkat lebih rendah (misalnya, peringkat 2, 3, dst.). Bobot dihitung berdasarkan pusat massa (*centroid*) dari peringkat, sehingga metode ini disebut "*rank order centroid*". Keunggulan dari metode ROC adalah tidak memerlukan penilaian kuantitatif yang kompleks seperti menentukan bobot pasti atau skala perbandingan, sehingga cocok untuk situasi di mana pengambil keputusan tidak memiliki data kuantitatif atau waktu untuk analisis mendalam. Prosesnya cukup beri urutan prioritas, dan hitung rumus ROCnya.

Contoh kasus perhitungan bobot kriteria menggunakan ROC, kelompok tani ingin menentukan lokasi stup (rumah lebah), kelompok tani ingin mendapatkan panen madu yang terbaik berdasarkan lokasi stup (rumah lebah) yang tepat, dalam contoh tersebut, kelompok tani berupaya memilih lokasi yang optimal untuk memaksimalkan hasil panen madu berdasarkan kriteria tertentu (Saputra, 2020, pp.51-53).

Tabel 2.1 Kriteria Sebelum Dibuat Prioritas

Kode	Nama Kriteria
Cr1	Curah hujan (mm)
Cr2	Jumlah pesaing di sekitar lokasi
Cr3	Tersedia sumber pakan <i>non</i> bunga
Cr4	Jumlah pestisida di sekitar lokasi (g/ha)
Cr5	Jumlah jenis bunga di sekitar lokasi

Sumber: (Saputra, 2020, p.51)

Kelompok tani mempunyai lima kriteria yang menjadi dasar penentuan lokasi stup (rumah lebah), kelompok tani juga mempunyai kriteria yang lebih penting dibanding kriteria lain, maka kelompok tani memberikan urutan mulai dari kriteria yang lebih penting sampai dengan kriteria yang tidak lebih penting. Berdasarkan prioritas bobot kriteria, proses ini memungkinkan kelompok tani untuk membuat keputusan yang terukur dan rasional dalam memilih lokasi stup yang optimal, mendukung produktifitas lebah dan keberlanjutan usaha peternakan lebah mereka (Saputra, 2020, p.51).

Tabel 2.2 Kriteria Setelah Diurutkan Berdasarkan Prioritas

Kode	Nama Kriteria
$k = 1$	Jumlah jenis bunga di sekitar lokasi
$k = 2$	Tersedia sumber pakan non bunga
$k = 3$	Curah hujan (mm)
$k = 4$	Jumlah pestisida di sekitar lokasi (g/ha)
$k = 5$	Jumlah pesaing di sekitar lokasi

Sumber: (Saputra, 2020, p.51)

Setelah mengetahui kriteria dengan prioritas yang telah ditentukan, mulai dari kriteria paling penting hingga kriteria yang paling kurang memiliki kepentingan, maka dapat dihitung menggunakan rumus ROC sebagai berikut :

$$Wi = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^n \frac{1}{i}$$

Dijelaskan W_i adalah bobot untuk kriteria ke- i , dan n adalah jumlah total kriteria. Dalam konteks penentuan lokasi stup (rumah lebah), metode ini memungkinkan kelompok tani untuk memberikan bobot secara proporsional berdasarkan urutan prioritas kriteria, maka bobot dari masing masing kriteria diperoleh sebagai berikut :

Tabel 2.3 Perhitungan ROC

Kode	Perhitungan ROC	Hasil bobot Kriteria
W1	$\frac{\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = \frac{2,2833}{5}$	0,456
W2	$\frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = \frac{1,2833}{5}$	0,256
W3	$\frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = \frac{0,7833}{5}$	0,156
W4	$\frac{\frac{1}{4} + \frac{1}{5}}{5} = \frac{0,45}{5}$	0,09
W5	$\frac{\frac{1}{5}}{5} = \frac{0,2}{5}$	0,04

Sumber: (Saputra, 2020, p.51)

Berdasarkan perhitungan ROC , maka kelompok tani mendapatkan bobot nilai pada setiap kriterianya, bobot kriteria selanjutnya dapat digunakan pada perhitungan PROMETHEE, untuk membantu memeringkatkan pilihan lokasi stup (rumah lebah), dalam tabel 2.3 kelompok tani memprioritaskan kriteria “jumlah jenis bunga di sekitar lokasi”.

4. Menentukan Perangkingan Menggunakan Metode PROMETHEE

Menurut Oktavianti (2020, p.2) metode PROMETHEE merupakan metode yang biasanya digunakan untuk mengevaluasi nilai alternatif serta nilai kriteria yang telah ditentukan dan kemudian mendapatkan peringkat alternatif yang terbaik untuk keputusan akhir. Metode ini dipilih karena metode PROMETHEE dapat menangani macam-macam kriteria, misalnya kriteria kualitatif dan kriteria kuantitatif secara bersamaan, dan juga dapat memperhitungkan nilai dari beberapa alternatif dengan karakteristik berbeda, PROMETHEE merupakan metode untuk penentuan suatu urutan pada suatu analisis multikriteria. Permasalahan merupakan bentuk dari kesederhanaan, kejelasan, dan kestabilan. Nilai dalam hubungan *outranking* akan mempengaruhi kriteria dalam penggunaan

PROMETHEE. PROMETHEE merupakan pendekatan yang tepat untuk menyusun peringkat alternatif. Fleksibilitasnya dalam mengakomodasi ragam kriteria dan kemampuannya mempertimbangkan perbedaan karakteristik antar alternatif menjadikannya alat yang sangat membantu dalam pengambilan keputusan. Penerapannya secara sistematis memberikan struktur pada analisis multikriteria, setiap kriteria berperan dalam menentukan hubungan preferensi dan pada akhirnya, urutan pilihan terbaik.

Libianto dkk, (2023, p.229) menguraikan langkah-langkah dalam penyelesaian dengan metode PROMETHEE :

- (1) Menentukan alternatif yang dimiliki, alternatif sebagai objek yang akan diseleksi. Seleksi dilakukan dengan metode promethee dengan syarat objek seleksi memenuhi minimum objek yaitu minimal 2.
- (2) Menentukan beberapa kriteria, kriteria digunakan dalam memenuhi atribut alternatif agar bisa sesuai dengan keinginan pembuat dan memberikan bobot atau dominasi kriteria terhadap kriteria yang ada. Nilai yang diberikan terhadap kriteria bisa berbeda atau sama berdasarkan dengan skala penilaian.
- (3) Menghitung selisih nilai perbandingan setiap kriteria.
- (4) Menghitung preferensi kriteria, preferensi kriteria ditentukan berdasar pada pertimbangan data dari pengambil keputusan dan dipadukan kebutuhannya dengan tipe preferensi yang ada. Tipe-tipe preferensi yang ada pada metode promethee: *Usual (Biasa), Linear, Quasi, Level, Linear Quasi, and Gaussian*.
- (5) Perhitungan indeks preferensi agregat ($\pi(a,b)$) menggunakan bobot ROC.
- (6) Setelah menghitung nilai indeks preferensi, kemudian menghitung nilai *leaving flow*, *nilai entering flow*, dan nilai *net flow*.
- (7) Setelah mendapatkan nilai *leaving flow*, nilai *entering flow*, dan nilai *net flow*, kemudian membuat perangkingan nilai dari nilai *net flow*.
- (8) Memberikan peringkat alternatif, pemeringkatan alternatif ditentukan dari nilai *netflow* dengan cara mengurutkan nilai *netflow* terbesar hingga nilai terkecil.

Menurut Libianto dkk, (2023, p.229) metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) adalah pendekatan yang kuat dan sering digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM). Salah satu kekuatan utamanya terletak pada kemampuannya untuk mengakomodasi berbagai tipe preferensi pembuat keputusan terhadap setiap kriteria. Daripada hanya menganggap "lebih baik selalu lebih baik", PROMETHEE memungkinkan kita untuk mendefinisikan bagaimana preferensi meningkat seiring dengan perbedaan kinerja antar alternatif. Ini dilakukan melalui enam fungsi

preferensi standar yang memungkinkan pembuat keputusan untuk memodelkan persepsi mereka tentang perbedaan kinerja secara lebih nuanced dan realistik, mulai dari preferensi absolut hingga preferensi yang bertahap atau bahkan memiliki zona ketidakpedulian. Mari kita bahas lebih lanjut tipe-tipe preferensi tersebut.

Menurut Majid dkk, (2025, pp.633-634) tipe preferensi pada PROMETHEE, dimana $P(d)$ adalah nilai preferensi antara dua alternatif berdasarkan selisih kriteria, d adalah selisih nilai kriteria antara dua alternatif, q adalah nilai ambang batas indiferen (*indifference threshold*) Ini adalah nilai konstan dan positif selisih di bawahnya dianggap tidak relevan, p adalah nilai ambang batas preferensi (*preference threshold*). Ini adalah nilai konstan dan positif yang menunjukkan selisih minimum, preferensi mulai menjadi penuh. σ (dibaca "sigma") adalah parameter standar deviasi (*standard deviation parameter*) dari kurva *Gaussian*. Ini adalah nilai konstan dan positif yang menggantikan 'a' yang Anda tulis sebelumnya. Parameter ini menentukan "penyebaran" atau "sensitivitas" preferensi. Semakin kecil σ , semakin cepat preferensi mendekati 1. Semakin besar σ , semakin lambat preferensi meningkat.

Libianto dkk, (2023, p.229) menguraikan tipe-tipe preferensi pada metode PROMETHEE :

(a) Tipe Usual

Kriteria *usual*, adalah fungsi preferensi yang paling sederhana dalam beberapa metode pengambilan keputusan multi-kriteria, seperti metode PROMETHEE. Kriteria ini menyatakan bahwa ada preferensi mutlak dari satu alternatif terhadap alternatif lain jika nilai kriterianya lebih besar, dan tidak ada preferensi jika nilainya sama atau lebih kecil.

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

(b) Tipe Quasi

Kriteria *quasi*, adalah jenis fungsi preferensi yang mempertimbangkan adanya zona indiferen atau wilayah ambang batas (q) perbedaan kecil antar alternatif dianggap tidak signifikan. Artinya, jika selisih nilai kriteria (d) berada di bawah ambang batas q , tidak ada preferensi yang dinyatakan. Preferensi baru muncul ketika selisih tersebut melampaui q , yang menunjukkan adanya perbedaan yang cukup signifikan untuk membedakan alternatif satu dengan lainnya.

Pendekatan ini sangat berguna dalam metode pengambilan keputusan seperti PROMETHEE.

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

(c) Kriteria Preferensi Linier (Linear Criterion)

Kriteria Preferensi Linier adalah fungsi preferensi yang mengakui adanya peningkatan preferensi secara bertahap seiring dengan peningkatan selisih nilai kriteria hingga mencapai titik tertentu. Tidak seperti kriteria usual yang langsung memberikan preferensi penuh atau quasi yang memiliki zona indiferen dan kemudian preferensi penuh, kriteria linier menawarkan transisi yang lebih halus.

$$P(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ d/p & \text{jika } 0 < d \leq p \\ 1 & \text{jika } d > p \end{cases}$$

(d) Kriteria Preferensi Level (Level Criterion)

Kriteria Preferensi Level adalah fungsi preferensi yang menggabungkan elemen dari kriteria *quasi* dan *linier*, kriteria ini memperkenalkan dua ambang batas untuk mendefinisikan area tidak ada preferensi, preferensi sedang, dan preferensi penuh.

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

(e) Kriteria Preferensi Linier Dengan Zona Indiferen (Linear with Indifference Criterion)

Kriteria preferensi *linier* dengan zona *indiferen* adalah fungsi preferensi yang menggabungkan konsep zona *indiferen* dari kriteria *quasi* dengan peningkatan preferensi yang linier. Ini berarti ada rentang, perbedaan dianggap tidak signifikan, diikuti oleh rentang, preferensi meningkat secara proporsional, dan akhirnya preferensi penuh.

$$P(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq 0 \\ \frac{d-q}{p-q} & \text{jika } q < d < p \\ 1 & \text{jika } d \geq p \end{cases}$$

(f) Kriteria Preferensi Gaussian (Gaussian Criterion)

Kriteria Preferensi Gaussian adalah fungsi preferensi yang menggunakan bentuk kurva *Gaussian* (normal) untuk menyatakan preferensi. Ini menghasilkan transisi preferensi yang lebih halus dan bertahap dibandingkan kriteria linier, dan sering digunakan ketika preferensi tidak meningkat secara tajam atau linier, melainkan lebih menyerupai distribusi probabilitas.

Kriteria *gaussian* memodelkan preferensi yang meningkat secara halus dan non-linier. Tidak ada ambang batas kaku (q atau p) seperti kriteria lainnya. Sebaliknya, bentuk kurva preferensi ditentukan oleh parameter standar deviasi (σ) untuk kriteria j .

$$P(d) = \begin{cases} 0 & \text{jika } d \leq q \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}} & \text{jika } d > p \end{cases}$$

Keterangan :

$e = \exp$ = fungsi eksponensial (sering juga ditulis ex , di mana e bilangan Euler, sekitar 2.71828)

Jadi, $\exp(-x)$ sama dengan e^{-x} , yang berarti $\frac{1}{e^x}$

Libianto dkk, [2023, p.234] menjelaskan bahwa memodelkan preferensi untuk setiap kriteria akan mengarahkan pembentukan hasil pemeringkatan. Hal ini bertujuan untuk memastikan validitas dan relevansi yang tinggi. Dengan menganalisis karakteristik unik setiap kriteria dan nuansa preferensi pengambil keputusan, model PROMETHEE yang dibangun dapat merefleksikan prioritas dan dinamika situasi yang sesungguhnya. Setelah menghitung indeks preferensi, metode PROMETHEE melanjutkan dengan menghitung "Flows" untuk setiap alternatif, yang menjadi dasar untuk perangkingan.

(a) **Leaving Flow (Arus Keluar) $\Phi^+(a)$**

Leaving Flow $\Phi^+(a)$ mengukur seberapa kuat alternatif a terhadap semua alternatif lainnya. Ini adalah indikator seberapa "baik" alternatif a dibandingkan dengan alternatif lain. Semakin tinggi nilai dari $\Phi^+(a)$, semakin kuat dominasi alternatif a .

$$\Phi^+(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in X, x \neq a} \pi(a, x)$$

keterangan:

$\Phi^+(a)$ Leaving Flow untuk alternatif a .

n jumlah total alternatif.

$x \in X, x \neq a$ penjumlahan untuk semua alternatif x dalam himpunan X (semua alternatif), kecuali alternatif a itu sendiri.

$\pi(a, x)$ indeks preferensi global (atau multi-kriteria) dari alternatif a terhadap alternatif x . Indeks ini biasanya dihitung dengan menjumlahkan preferensi $P(d)$ untuk setiap kriteria, dikalikan dengan bobot kriteria.

(b) *Entering Flow (Arus Masuk)* $\Phi^-(a)$

Entering Flow $\Phi^-(a)$ mengukur seberapa kuat alternatif a diungguli oleh semua alternatif lainnya. Ini adalah indikator seberapa "buruk" alternatif a dibandingkan dengan alternatif lain. Semakin rendah nilai $\Phi^-(a)$, semakin sedikit alternatif a diungguli.

$$\Phi^-(a) = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in X, x \neq a} \pi(x, a)$$

Keterangan:

$\Phi^-(a)$ *Entering Flow* untuk alternatif a .

n jumlah total alternatif.

$x \in X, x \neq a$ penjumlahan untuk semua alternatif x dalam himpunan X (semua alternatif), kecuali alternatif a itu sendiri.

$\pi(a, x)$ indeks preferensi global (atau multi-kriteria) dari alternatif a terhadap alternatif x . Indeks ini biasanya dihitung dengan menjumlahkan preferensi $P(d)$ untuk setiap kriteria, dikalikan dengan bobot kriteria.

(c) *Net Flow (Arus Bersih)* $\Phi(a)$

Net Flow $\Phi(a)$ adalah perbedaan antara *leaving flow* dan *entering flow* untuk suatu alternatif. Ini memberikan gambaran menyeluruh tentang posisi relatif suatu alternatif dalam perbandingan dengan semua alternatif lainnya, menggabungkan aspek "baik" dan "buruk"nya.

Semakin tinggi nilai *net flow*, semakin baik kinerja alternatif tersebut secara keseluruhan.

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Keterangan:

$\Phi(a)$ *Net Flow* untuk alternatif a .

$\Phi^+(a)$ *Leaving Flow* dari alternatif a .

$\Phi^-(a)$ *Entering Flow* ke alternatif a .

Contoh kasus pada perhitungan menggunakan metode PROMETHEE, Sistem pendukung keputusan pemilihan dalam memilih 5 alternatif pemasok yang akan bekerjasama secara kemitraan dengan perusahaan, sehingga mereka perlu untuk mengetahui pemasok manakah yang dapat memenuhi kebutuhan perusahaan (Libianto dkk, 2023, p.231).

(1) Menentukan Kriteria dan Bobot Kriteria

Kriteria merupakan indikator yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif dalam pengambilan keputusan. Proses penentuan kriteria melibatkan identifikasi aspek-aspek yang relevan dengan tujuan keputusan.

Tabel 2.4 Sampel Data Pemilihan Beberapa Lokasi

Kode	Nama Kriteria	Max / Min	Tipe Preferensi	Bobot
Cr1	Waktu Pengiriman	Max	Tipe 1	1
Cr2	Kualitas Kemasan	Max	Tipe 1	1
Cr3	Kualitas Bahan	Max	Tipe 1	1
Cr4	Harga	Min	Tipe 1	1
Cr5	Pelayanan	Max	Tipe 1	1
Cr6	Kelonggaran Payment	Max	Tipe 1	1

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.231)

(2) Menghitung Nilai Preferensi

Tahap ini dilakukan untuk melakukan perbandingan antara alternatif satu dengan alternatif lainnya.

Tabel 2.5 Perhitungan Nilai Preferensi

Kode Kriteria	Pemasok A1	Pemasok A2	Pemasok A3	Pemasok A4	Pemasok A5
Cr1	3	5	2	4	5
Cr2	4	5	4	3	3
Cr3	5	4	4	3	4
Cr4	Rp. 56.541	Rp. 63.700	Rp. 79.800	Rp. 83.999	Rp. 95.000
Cr5	4	4	5	5	3
Cr6	3	2	4	4	5

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.232)

Tabel 2.6 Perhitungan Perbandingan Antar Alternatif

Nilai Perbandingan Kriteria									
	(1,2)		(1,3)		(1,4)		(1,5)		
Kriteria	D	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	$\Pi(a,b)$
K1	-2	0	1	1	-1	0	-2	0	1
K2	-1	0	0	0	1	1	1	1	
K3	1	1	1	1	2	1	1	1	
K4	-7,159	1	-23,259	1	-27,458	1	-38,459	1	
K5	0	0	-1	0	-1	0	1	1	
K6	1	1	-1	0	-1	0	-2	0	

Nilai Perbandingan Kriteria									
	(2,1)		(2,3)		(2,4)		(2,5)		
Kriteria	D	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	D	P (x)	
K1	2	1	3	1	1	1	0	0	
K2	1	1	1	1	2	1	2	1	
K3	-1	0	0	0	1	1	0	0	
K4	7,159	0	-16,100	1	-20,299	1	31,300	1	
K5	0	0	-1	0	-1	0	1	1	
K6	-1	0	-2	0	-2	0	-3	0	
	(3,1)		(3,2)		(3,4)		(3,5)		
Kriteria	d	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	D	P (x)	
K1	-1	0	-3	0	-2	0	-3	0	
K2	0	0	-1	0	1	1	1	1	
K3	-1	0	0	0	1	1	0	0	
K4	23,259	0	16,100	0	-4,199	1	15,200	1	
K5	1	1	1	1	0	0	2	1	
K6	1	1	2	1	0	0	-1	0	
	(4,1)		(4,2)		(4,3)		(4,5)		
Kriteria	d	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	D	P (x)	
K1	1	1	-1	0	2	1	-1	0	
K2	-1	0	-2	0	-1	0	0	0	
K3	-2	0	-1	0	-1	0	-1	0	
K4	27,458	0	20,299	0	4,199	0	11,001	1	
K5	1	1	1	1	0	0	2	1	
K6	1	1	2	1	0	0	-1	0	
	(5,1)		(5,2)		(5,3)		(5,4)		
Kriteria	d	P (x)	d	P (x)	d	P (x)	D	P (x)	
K1	2	1	0	0	3	1	1	1	
K2	-1	0	-2	0	-1	0	0	0	
K3	-1	0	0	0	0	0	1	1	
K4	38,459	0	31,300	0	15,200	0	11,001	0	
K5	-1	0	-1	0	-2	0	-2	0	
K6	2	1	3	1	1	1	1	1	

Sumber : (Libianto dkk, 2023, pp.232-233)

Nilai indeks preferensi multikriteria dihitung sebagai nilai rata-rata tertimbang (*weighted average*) dari indeks preferensi individu pada setiap kriteria. Secara matematis, indeks preferensi total dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara bobot (*weight*) setiap kriteria dengan nilai fungsi preferensi (Libianto dkk, 2023, pp.232-234)

Preferensi A1 Terhadap Alternatif Lain :

$$A(1,2): \frac{0+0+1+1+0+1}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$A(1,3): \frac{1+0+1+1+0+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$\mathbf{A(1,4):} \frac{0+1+1+1+0+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$\mathbf{A(1,5):} \frac{0+1+1+1+1+0}{6} = \frac{4}{6} = 0.67$$

Preferensi A2 Terhadap Alternatif Lain

$$\mathbf{A(2,1):} \frac{1+1+0+0+0+0}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(2,3):} \frac{1+1+0+1+0+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$\mathbf{A(2,4):} \frac{1+1+1+1+0+0}{6} = \frac{4}{6} = 0.67$$

$$\mathbf{A(2,5):} \frac{0+1+0+1+1+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

Preferensi A3 Terhadap Alternatif Lain

$$\mathbf{A(3,1):} \frac{0+0+0+0+1+1}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(3,2):} \frac{0+0+0+0+1+1}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(3,4):} \frac{0+1+1+1+0+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$\mathbf{A(3,5):} \frac{0+1+0+1+1+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

Preferensi A4 Terhadap Alternatif Lain

$$\mathbf{A(4,1):} \frac{1+0+0+0+1+1}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

$$\mathbf{A(4,2):} \frac{0+0+0+0+1+1}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(4,3):} \frac{1+0+0+0+0+0}{6} = \frac{1}{6} = 0.17$$

$$\mathbf{A(4,5):} \frac{0+0+0+1+1+0}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

Preferensi A5 Terhadap Alternatif Lain

$$\mathbf{A(5,1):} \frac{1+0+0+0+1+1}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(5,2):} \frac{0+0+0+0+1+1}{6} = \frac{1}{6} = 0.17$$

$$\mathbf{A(5,3):} \frac{1+0+0+0+0+0}{6} = \frac{2}{6} = 0.33$$

$$\mathbf{A(5,4):} \frac{0+0+0+1+1+0}{6} = \frac{3}{6} = 0.50$$

Tabel 2.7 Nilai Preferensi

Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5
A1		0.50	0.50	0.50	0.67
A2	0.33		0.50	0.67	0.50
A3	0.33	0.33		0.50	0.50
A4	0.50	0.33	0.17		0.33
A5	0.33	0.17	0.33	0.50	

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.233)

Menjelaskan untuk menghitung **leaving flow Φ^+** , **entering flow Φ^-** , dan **net flow Φ** , kita akan menggunakan nilai preferensi agregat yang sudah dihitung sebelumnya (Libianto dkk, 2023, p.233). Berikut perhitungan *leaving flow*, *entering flow*, dan *net flow* :

(a) Pemasok A1

(1) Leaving Flow ($\Phi^+(A1)$):

Penjumlahan $P(A1, X)$ untuk $X \neq A1$:

$$\begin{aligned} P(1,2) + P(1,3) + P(1,4) + P(1,5) \\ = 0.50 + 0.50 + 0.50 + 0.67 = 2.17 \\ = 2.17 / 4 = 0.5425 \end{aligned}$$

(2) Entering Flow ($\Phi^-(A1)$):

Penjumlahan $P(X, A1)$ untuk $X \neq A1$:

$$\begin{aligned} P(2,1) + P(3,1) + P(4,1) + P(5,1) \\ = 0.33 + 0.33 + 0.50 + 0.33 = 1.49 \\ = 1.49 / 4 = 0.3725 \end{aligned}$$

(3) Net Flow ($\Phi(A1)$):

$$\begin{aligned} \Phi(A1) &= \Phi^+(A1) - \Phi^-(A1) \\ &= 0.5425 - 0.3725 = 0.1700 \end{aligned}$$

(b) Pemasok A2

(1) Leaving Flow ($\Phi^+(A2)$):

Penjumlahan $P(A2, X)$ untuk $X \neq A2$:

$$\begin{aligned} P(2,1) + P(2,3) + P(2,4) + P(2,5) \\ = 0.33 + 0.50 + 0.67 + 0.50 = 2 \\ = 2 / 4 = 0.5000 \end{aligned}$$

(2) Entering Flow ($\Phi^-(A2)$):

Penjumlahan $P(X, A2)$ untuk $X \neq A2$:

$$P(1,2) + P(3,2) + P(4,2) + P(5,2)$$

$$= 0.50 + 0.33 + 0.33 + 0.17 = 1.33$$

$$= 1.33 / 4 = 0.3325$$

(3) *Net Flow* (Φ (A2)):

$$\Phi (A2) = \Phi^+(A2) - \Phi^-(A2)$$

$$= 0.5000 - 0.3325 = 0.1675$$

(c) Pemasok A3

(1) *Leaving Flow* ($\Phi^+(A3)$):

Penjumlahan $P(A3, X)$ untuk $X \neq A3$:

$$P(3,1) + P(3,2) + P(3,4) + P(3,5)$$

$$= 0.33 + 0.33 + 0.50 + 0.50 = 1.66$$

$$= 1.66 / 4 = 0.4150$$

(2) *Entering Flow* ($\Phi^-(A3)$):

Penjumlahan $P(X, A3)$ untuk $X \neq A3$:

$$P(1,3) + P(2,3) + P(4,3) + P(5,3)$$

$$= 0.50 + 0.50 + 0.17 + 0.33 = 1.50$$

$$= 1.50 / 4 = 0.3750$$

(3) *Net Flow* ($\Phi(A3)$):

$$\Phi(A3) = \Phi^+(A3) - \Phi^-(A3)$$

$$= 0.4150 - 0.3750 = 0.0400$$

(d) Pemasok A4

(1) *Leaving Flow* ($\Phi^+(A4)$):

Penjumlahan $P(A4, X)$ untuk $X \neq A4$:

$$P(4,1) + P(4,2) + P(4,3) + P(4,5)$$

$$= 0.50 + 0.33 + 0.17 + 0.33 = 1.33$$

$$= 1.33 / 4 = 0.3325$$

(2) *Entering Flow* ($\Phi^-(A4)$):

Penjumlahan $P(X, A4)$ untuk $X \neq A4$:

$$P(1,4) + P(2,4) + P(3,4) + P(5,4)$$

$$= 0.50 + 0.67 + 0.50 + 0.50 = 2.17$$

$$= 2.17 / 4 = 0.5425$$

(3) *Net Flow* ($\Phi(A4)$):

$$\Phi(A4) = \Phi^+(A4) - \Phi^-(A4)$$

$$= 0.3325 - 0.5425 = -0.2100$$

(e) Pemasok A5

(1) *Leaving Flow* ($\Phi^+(A5)$):

Penjumlahan $P(A5, X)$ untuk $X \neq A5$:

$$P(5,1) + P(5,2) + P(5,3) + P(5,4)$$

$$= 0.33 + 0.17 + 0.33 + 0.50 = 1.33$$

$$= 1.33 / 4 = 0.3325$$

(2) *Entering Flow* ($\Phi^-(A5)$):

Penjumlahan $P(X, A5)$ untuk $X \neq A5$:

$$P(1,5) + P(2,5) + P(3,5) + P(4,5)$$

$$= 0.67 + 0.50 + 0.50 + 0.33 = 2.00$$

$$= 2 / 4 = 0.5000$$

(3) *Net Flow* ($\Phi(A5)$):

$$\Phi(A5) = \Phi^+(A5) - \Phi^-(A5)$$

$$= 0.3325 - 0.5000 = -0.1675$$

Tabel 2.8 Nilai *Leaving Flow*

Alternatif	<i>Leaving Flow</i>
A1	0.54
A2	0.50
A3	0.42
A4	0.33
A5	0.33

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.232)

Tabel 2.9 Nilai *Entering Flow*

Alternatif	<i>Entering Flow</i>
A1	0.38
A2	0.33
A3	0.38
A4	0.54
A5	0.50

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.233)

Tabel 2.10 Nilai *Net Flow*

Alternatif	<i>Leaving Flow</i>	<i>Entering Flow</i>	<i>NetFlow</i>
A1	0.54	0.38	0.17
A2	0.50	0.33	0.17
A3	0.42	0.38	0.04
A5	0.33	0.50	-0.17
A4	0.33	0.54	-0.21

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.233)

Tabel 2.11 Hasil Perhitungan PROMETHEE

Alternatif	Promethee NetFlow	Rangking	Keputusan
A1	0.17	1	Diterima
A2	0.17	2	Diterima
A3	0.04	3	Diterima
A4	-0.21	5	Ditolak
A5	-0.17	4	Ditolak
A4	-0.21	5	Ditolak

Sumber : (Libianto dkk, 2023, p.233)

Pada tabel 2.11 menunjukkan rangking dan keputusan yang direkomendasikan untuk setiap alternatif pemasok setelah melalui seluruh tahapan metode PROMETHEE (mulai dari definisi kriteria, tipe preferensi, bobot, hingga perhitungan indeks preferensi dan aliran/flow). A1 dan A2 berada di posisi teratas dengan nilai Net Flow tertinggi yaitu 0.17. Ini menunjukkan bahwa kedua pemasok ini adalah yang paling unggul dibandingkan dengan pemasok lainnya berdasarkan semua kriteria dan preferensi yang ditetapkan. A1 mendapatkan ranking 1 dan A2 ranking 2, dan keduanya direkomendasikan untuk Diterima. A3 berada di posisi ketiga dengan Net Flow 0.04.

5. Kombinasi Metode ROC dan PROMETHEE

Menurut Majid dkk, (2025, p.633) 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, ROC juga disebut metode sederhana yang dapat menghasilkan nilai bobot terhadap beberapa kriteria yang digunakan. Kriteria-kriteria tersebut untuk mengukur kinerja model dalam membedakan antara alternatif dan kriteria yang berbeda-beda. Dengan menganalisis dapat memberikan informasi yang dapat diandalkan dan berguna dalam pengambilan keputusan.

Menurut Majid dkk, (2025, p.633) PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations*) sebagai pendekatan matematis yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan multikriteria membantu mengorganisir informasi dari berbagai parameter dan preferensi. Dengan demikian, PROMETHEE adalah 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. Tujuan utama dari pendekatan PROMETHEE ini adalah untuk mempermudah proses pengambilan

keputusan. Metode promethee memiliki enam tipe fungsi preferensi kriteria. Memberikan gambaran yang lebih baik terhadap area yang tidak sama, digunakan fungsi selisih nilai kriteria antara alternatif $H(d)$ dimana hal ini mempunyai hubungan langsung pada fungsi preferensi (P). Maka dari itu, ini dapat memberikan pandangan yang serius di setiap prioritas daerah atau kriteria yang perlu diperhatikan dalam upaya meningkatkan kualitas udara.

Contoh kasus 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 perangkingan yang akan menentukan nilai rangking 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 (Majid dkk, 2025, p.633).

Langkah-langkah penerapan metode ROC dan PROMETHEE untuk perbandingan kualitas udara di 5 kota besar (Majid dkk, 2025, p.633).

(1) Penerapan Alternatif dan kriteria

Perangkingan perbandingan antar 5 kota menetapkan kriteria penilaianya, ada 4 kriteria yang akan menjadi acuan untuk perbandingan dan perangkingan nilai. Kriteria ini diambil dan dipertimbangkan peneliti untuk mengukur tingkat kualitas udara, dengan kriteria sebagai berikut AQI IN (C1), kelembapan (C2), suhu (C3) dan partikel kecil kurang dari 2.5 mikrometer (C4) yang sangat bahaya bagi kesehatan manusia khususnya pada pernafasan (Majid dkk, 2025, p.633)

Tabel 2.12 Data Alternatif Kota Besar di Indonesia

No	Kode	Kota	C1	C2	C3	C4
1	A1	Semarang	50,3	30,9	66,3	27,7
2	A2	Jakarta	77,5	44,0	69,6	28,9
3	A3	Bandung	45,8	29,0	76,7	21,8
4	A4	Medan	50,7	29,6	88,3	27,6
5	A5	Makasar	40,1	25,4	68,2	28,2

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(2) Penerapan Pembobotan dengan ROC

Perhitungan pembobotan ROC menggunakan rumus :

$$W_i = \frac{1}{n} \sum_{i=k}^n \frac{1}{i}$$

Tabel 2.13 Perhitungan ROC Pada Bobot Kriteria

No.	Kode Kriteria	Urutan Prioritas	Kriteria	Perhitungan
1	C1	W_1	Air Quality Index	$W_1 = \frac{1 + \frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,52$
2	C2	W_2	Particular Matter 2.5	$W_2 = \frac{\frac{1}{2} + \frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,27$
3	C3	W_3	Kelembapan	$W_3 = \frac{\frac{1}{3} + \frac{1}{4}}{4} = 0,15$
4	C4	W_4	Suhu	$W_4 = \frac{\frac{1}{4}}{4} = 0,06$

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(3) Matriks Evaluasi

Untuk mempresentasikan data input untuk metode promethee diperlukan sebuah tabel bernama matriks evaluasi.

Tabel 2.14 Matriks Evaluasi Mencari Kota Terburuk

Kriteria	AQI-IN	PM 2.5	Kelembapan	Suhu
Kaidah Max/Min	Max	Max	Max	Max
Bobot ROC	0,52	0,27	0,15	0,06
Tipe Preferensi	Tipe 1	Tipe 1	Tipe 1	Tipe 1

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(4) Fungsi Preferensi

Fungsi Preferensi berisikan membandingkan setiap alternatif satu sama lain pada setiap kriteria. Untuk setiap kriteria j , Fungsi ini memberikan nilai preferensi biner: jika perbedaan nilai antara dua alternatif (d) lebih besar dari nol, maka preferensi diberikan nilai 1 (penuh), dan jika perbedaan kurang dari atau sama dengan nol, preferensi diberikan nilai 0 (tidak ada preferensi). Tipe ini tidak memerlukan parameter tambahan seperti threshold (p atau q), sehingga cocok digunakan ketika keputusan harus tegas tanpa mempertimbangkan gradasi preferensi.

nilai selisih $d_j(a,b)$ dihitung sebagai:

$$d_j(a, b) = g_j(a) - g_j(b)$$

Nilai P (d) berdasarkan rumus tipe preferensi usual :

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

Tabel 2.15 Hasil Nilai Preferensi

Alternatif	C1		C2		C3		C4	
	(d)	P(d)	(d)	P(d)	(d)	P(d)	(d)	P(d)
(A1 - A2)	-27,2	0	-13,1	0	-3,3	0	-1,2	0
(A1 - A3)	4,5	1	1,9	1	-10,4	0	5,9	1
(A1 - A4)	-0,4	0	1,3	1	-22	0	0,1	1
(A1 - A5)	10,2	1	5,5	1	-1,9	0	-0,5	0
(A2 - A1)	27,2	1	13,1	1	3,3	1	1,2	1
(A2 - A3)	31,7	1	15	1	-7,1	0	7,1	1
(A2 - A4)	26,8	1	14,4	1	-18,7	0	1,3	1
(A2 - A5)	37,4	1	18,6	1	1,4	1	0,7	1
(A3 - A1)	-4,5	0	-1,9	0	10,4	1	-5,9	0
(A3 - A2)	-31,7	0	-15	0	7,1	1	-7,1	0
(A3 - A4)	-4,9	0	-0,6	0	-11,6	0	-5,8	0
(A3 - A5)	5,7	1	3,6	1	8,5	1	-6,4	0
(A4 - A1)	0,4	1	-1,3	0	22	1	-0,1	0
(A4 - A2)	-26,8	0	-14,4	0	18,7	1	-1,3	0
(A4 - A3)	4,9	1	0,6	1	11,6	1	5,8	1
(A4 - A5)	10,6	1	4,2	1	20,1	1	-0,6	0
(A5 - A1)	-10,2	0	-5,5	0	1,9	1	0,5	1
(A5 - A2)	-37,4	0	-18,6	0	-1,4	0	-0,7	0
(A5 - A3)	-5,7	0	-3,6	0	-8,5	0	6,4	1
(A5 - A4)	-10,6	0	-4,2	0	-20,1	0	0,6	1

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(5) Indeks Preferensi Agregat

Indeks preferensi agregat adalah menjumlahkan hasil perkalian antara nilai preferensi untuk setiap kriteria dan bobotnya masing-masing, yang akan menghasilkan indeks preferensi agregat yang menunjukkan seberapa besar a lebih disukai dibandingkan b.

Dengan rumus sebagai berikut :

$$\pi(a, b) = \sum_{j=1}^m w_j \times p_j (a, b)$$

Tabel 2.16 Indeks Preferensi Agregat

Alternatif	C1	C2	C3	C4	Total
(A1 - A2)	0	0	0	0	0
(A1 - A3)	0,52	0,27	0	0,06	0,85
(A1 - A4)	0	0,27	0	0,06	0,33
(A1 - A5)	0,52	0,27	0	0	0,79
(A2 - A1)	0,52	0,27	0,15	0,06	1
(A2 - A3)	0,52	0,27	0	0,06	0,85
(A2 - A4)	0,52	0,27	0	0,06	0,85
(A2 - A5)	0,52	0,27	0,15	0,06	1
(A3 - A1)	0	0	0,15	0	0,15
(A3 - A2)	0	0	0,15	0	0,15
(A3 - A4)	0	0	0	0	0
(A3 - A5)	0,52	0,27	0,15	0	0,94
(A4 - A1)	0,52	0	0,15	0	0,67
(A4 - A2)	0	0	0,15	0	0,15
(A4 - A3)	0,52	0,27	0,15	0,06	1
(A4 - A5)	0,52	0,27	0,15	0	0,94
(A5 - A1)	0	0	0,15	0,06	0,21
(A5 - A2)	0	0	0	0	0
(A5 - A3)	0	0	0	0,06	0,06
(A5 - A4)	0	0	0	0,06	0,06

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(6) Matriks Nilai Preferensi

Tabel 2.17 Leaving dan Entering Flow

Kode Alternatif	A1	A2	A3	A4	A5	Leaving Flow
A1	0	0	0,85	0,33	0,79	0,4925
A2	1	0	0,85	0,85	1	0,925
A3	0,15	0,15	0	0	0,94	0,31
A4	0,67	0,15	1	0	0,94	0,69
A5	0,21	0	0,06	0,06	0	0,0825
Entering Flow	0,5075	0,075	0,69	0,31	0,9175	

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(7) Nilai *Net Flow*

Rumus untuk menghitung arus neto (*net flow*), atau $\phi(a)$, adalah selisih antara arus keluar (*leaving flow*) dan arus masuk (*entering flow*):

$$\Phi(a) = \Phi^+(a) - \Phi^-(a)$$

Tabel 2.18 Leaving, Entering, Dan Net Flow

Kode Alternatif	Kota	Leaving Flow	Entering Flow	Net Flow	Hasil/Peringkat
A2	Jakarta	0,925	0,075	0,85	1
A4	Medan	0,69	0,31	0,38	2
A1	Semarang	0,4925	0,5075	-0,015	3
A3	Bandung	0,31	0,69	-0,38	4
A5	Makasar	0,0825	0,9175	-0,835	5

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

(8) Hasil Akhir Perhitungan ROC-PROMETHEE

Tabel 2.19 Peringkat Akhir Kota Dengan Kualitas Udara Terburuk

Kode Alternatif	Leaving Flow	Entering Flow	Net Flow
A1	0,4925	0,5075	-0,015
A2	0,925	0,075	0,85
A3	0,31	0,69	-0,38
A4	0,69	0,31	0,38
A5	0,0825	0,9175	-0,835

Sumber : (Majid dkk, 2025, p.636)

6. System Development Life Cycle (SDLC)

Menurut Hartono (2021, p.62) model SDLC mengusulkan sebuah pendekatan perkembangan perangkat lunak yang sistematis dan sekuensial yang dimulai pada tingkat dan kemajuan sistem pada seluruh analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan. SDLC didefinisikan sebagai kerangka kerja terstruktur yang memandu seluruh tahapan pembuatan perangkat lunak, mulai dari konsepsi awal hingga implementasi berkelanjutan. Pendekatan ini esensial untuk menjamin bahwa produk akhir tidak hanya memenuhi spesifikasi fungsional dan kebutuhan pengguna, tetapi juga dapat diselesaikan sesuai dengan batasan anggaran dan jadwal yang telah ditetapkan, sehingga meminimalkan risiko dan meningkatkan efisiensi proyek

secara keseluruhan. Proses ini melibatkan beberapa tahap, mulai dari perencanaan, analisis kebutuhan, desain, pengembangan, pengujian, hingga implementasi dan pemeliharaan. Dengan mengikuti tahapan SDLC, organisasi dapat memastikan bahwa sistem yang dikembangkan tidak hanya memenuhi kebutuhan pengguna, tetapi juga berkualitas tinggi, efisien, dan berkelanjutan. Tujuan utama SDLC adalah mengurangi risiko proyek dan memastikan perangkat lunak berkualitas tinggi. Dengan membagi proses pengembangan menjadi tahapan yang jelas, SDLC memungkinkan kontrol yang lebih baik, manajemen risiko, dan hasil yang lebih dapat diprediksi.

Hartono (2021, p.62) menguraikan beberapa fase utama dalam SDLC :

- (1) Perencanaan, fase perencanaan (*planning*) dalam SDLC adalah tahap pertama, dimana proyek dimulai dengan merumuskan tujuan yang jelas dan spesifik, mengidentifikasi sumber daya yang dibutuhkan, serta menyusun jadwal pelaksanaan yang rinci. Selain itu, pada fase ini dilakukan analisis menyeluruh terhadap risiko yang mungkin muncul dan dapat menghambat keberhasilan proyek. Perencanaan yang matang di tahap ini sangat penting untuk memastikan bahwa setiap langkah pengembangan dapat dijalankan dengan efisien dan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.
- (2) Analisis kebutuhan (*requirement analysis*), fase analisis kebutuhan (*Requirement Analysis*) dalam SDLC adalah tahap yang menandai dimulainya proses formal untuk merumuskan secara rinci tujuan dan hasil yang ingin dicapai dari pengembangan perangkat lunak. Pada fase ini, berbagai pemangku kepentingan dilibatkan untuk mengumpulkan dan mengevaluasi seluruh kebutuhan, baik yang bersifat fungsional maupun non-fungsional. Hasil dari analisis ini dituangkan dalam sebuah dokumen yang disebut *software requirements specification* (SRS), yang berfungsi sebagai kontrak resmi antara tim pengembang dan pengguna. SRS ini memastikan bahwa semua pihak memiliki pemahaman yang sama mengenai cakupan, fitur, dan kinerja perangkat lunak yang akan dikembangkan, serta menjadi acuan utama selama proses pengembangan.
- (3) Desain (*design*), fase desain (*design*) dalam SDLC dimulai setelah kebutuhan perangkat lunak ditetapkan. Pada tahap ini, tim proyek menyusun desain arsitektur dan komponen perangkat lunak secara rinci. Desain ini mencakup berbagai elemen, seperti struktur sistem yang akan dibangun, antarmuka pengguna yang intuitif, serta desain basis data yang efisien. Proses desain bertujuan untuk memastikan bahwa semua aspek teknis dan fungsional perangkat lunak tercermin dengan jelas sebelum memasuki fase

pengembangan, sehingga pengembang dapat mengimplementasikan solusi yang sesuai dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

- (4) Pengembangan (*development*), fase pengembangan (*development*) dalam SDLC dimulai setelah desain perangkat lunak disetujui. Pada tahap ini, pengkodean dilakukan berdasarkan desain yang telah ditentukan sebelumnya. Tim pengembang mulai menulis kode sumber untuk membangun berbagai komponen perangkat lunak sesuai dengan spesifikasi yang telah disusun. Pengembangan perangkat lunak mencakup pembuatan fitur-fitur utama, pengintegrasian berbagai komponen, serta memastikan bahwa semua elemen perangkat lunak bekerja sesuai dengan yang direncanakan. Proses ini juga melibatkan kolaborasi antar pengembang untuk memastikan kualitas dan konsistensi kode yang dihasilkan.
- (5) Pengujian (*testing*), fase pengujian (*testing*) dalam SDLC dilakukan setelah tahap pengembangan selesai. Pada tahap ini, perangkat lunak diuji secara menyeluruh untuk memastikan bahwa ia berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan dan bebas dari bug atau kesalahan lainnya. Pengujian mencakup berbagai jenis, seperti unit testing untuk menguji setiap bagian kode secara individual, integration testing untuk memastikan bahwa komponen-komponen perangkat lunak dapat bekerja sama dengan baik, dan *system testing* untuk memverifikasi bahwa seluruh sistem berfungsi seperti yang diinginkan. Proses ini bertujuan untuk menemukan dan memperbaiki masalah sebelum perangkat lunak diimplementasikan di lingkungan produksi.
- (6) Implementasi (*deployment*), fase selanjutnya dalam SDLC adalah implementasi (*deployment*). Fase ini terjadi setelah perangkat lunak lulus uji. Pada tahap ini, perangkat lunak diimplementasikan di lingkungan produksi dan mulai digunakan oleh pengguna akhir. Selain itu, pengguna diberikan pelatihan untuk memastikan mereka dapat memanfaatkan perangkat lunak dengan efektif. Implementasi menandai dimulainya penggunaan resmi perangkat.
- (7) Pemeliharaan (*maintenance*), fase selanjutnya dalam SDLC adalah fase pemeliharaan (*maintenance*). Fase ini dimulai setelah perangkat lunak diimplementasikan. Pada tahap ini, perangkat lunak terus dipantau dan diperbarui untuk memastikan kinerjanya tetap optimal. Pemeliharaan mencakup perbaikan bug, pembaruan untuk meningkatkan fungsionalitas, dan penyesuaian perangkat lunak sesuai dengan perubahan kebutuhan pengguna atau lingkungan. Fase ini memastikan perangkat lunak tetap relevan dan dapat berfungsi dengan baik dalam jangka panjang.

7. Unified Modeling Language (UML)

Menurut Sumirat dkk, (2023, pp.73) dalam dunia pengembangan perangkat lunak, *unified modeling language* (UML) berperan sebagai alat esensial untuk mengkomunikasikan gagasan dan struktur sistem secara visual. UML adalah bahasa berbasis gambar yang dirancang khusus untuk memvisualisasikan, menspesifikasikan, membangun, dan mendokumentasikan sistem perangkat lunak yang berorientasi objek (*Object-Oriented*). Tujuan utama dari pemodelan adalah untuk menyederhanakan kompleksitas dunia nyata, mengubahnya menjadi representasi yang lebih mudah dipahami oleh semua pihak, UML mengambil peran vital sebagai bahasa pemodelan, memungkinkan berbagai bentuk representasi seperti diagram atau deskripsi untuk menjelaskan sebuah sistem.

Menurut Sumirat dkk, (2023, pp.73-74) menjelaskan bahwa UML adalah sebuah bahasa yang berdasar pada grafik/gambar untuk memvisualisasi, menspesifikasikan, membangun, dan pendokumentasian dari sebuah sistem pengembangan software berbasis OO (*Object-Oriented*). Model adalah sebuah abstraksi dari hal nyata. Model merupakan penyederhanaan dari sistem yang sebenarnya sehingga desain dari sebuah sistem dapat dimengerti oleh pihak lain. Untuk memodelkan sesuatu, tentu diperlukan bahasa pemodelan. Bahasa pemodelan dapat berupa pseudo-code, code, gambar, diagram, atau deskripsi yang menggambarkan sebuah sistem, UML berperan sebagai bahasa pemodelan. Dengan kemampuannya untuk menggambarkan berbagai aspek sistem mulai dari struktur statis melalui *Class Diagram*, perilaku dinamis melalui *Sequence* dan *Activity Diagram*, hingga arsitektur implementasi melalui *Component* dan *Deployment*.

Menurut Hartono (2021, p.281) bahwa *Use case diagram* menggambarkan fungsionalitas yang diharapkan dari sebuah sistem. Yang ditekankan adalah “apa” yang diperlukan sistem, dan bukan “bagaimana”. Sebuah use case merepresentasikan sebuah interaksi antara aktor dengan sistem. *Use Case* adalah suatu urutan interaksi yang saling berkaitan antara sistem dan aktor.

Tabel 2.20 Simbol Usecase Diagram

Simbol	Deskripsi
	<i>Actor</i> : mewakili peran orang, sistem yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan use case
	<i>Use case</i> : abstraksi atau interaksi antara sistem dengan <i>actor</i>

Simbol	Deskripsi
—	<i>Association</i> : abstraksi dari penghubung antara <i>actor</i> dengan use case
<i><extend></i> ----->	<i>Extends</i> : suatu use case merupakan tambahan fungsional dari use case lainnya jika suatu kondisi terpenuhi
—→	<i>Generalization</i> : spesialisasi <i>actor</i> untuk dapat berpartisipasi dengan use case
<i><include></i> *****>	<i>Includes</i> : menunjukkan bahwa suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya

Sumber : (Suharni dkk, 2023 p.3)

Menurut Hartono (2021, pp.283-284) *Class* berfungsi sebagai cetak biru (*blueprint*) yang mendefinisikan atribut atau properti untuk menggambarkan keadaan suatu sistem. *Class* adalah sebuah spesifikasi yang jika diinstansiasi akan menghasilkan sebuah objek dan merupakan inti dari pengembangan dan desain berorientasi objek. *Class* menggambarkan keadaan (atribut/ properti) suatu sistem, sekaligus menawarkan layanan untuk memanipulasi keadaan tersebut (metoda/ fungsi). *Class* diagram menggambarkan struktur dan deskripsi class, package dan objek beserta hubungan satu sama lain seperti *containment*, pewarisan, assosiasi, dan lain-lain. *Class* dapat merupakan implementasi dari sebuah *interface*, yaitu class abstrak yang hanya memiliki metoda. *Interface* harus diimplementasikan dahulu menjadi sebuah class. Dengan demikian *interface* mendukung resolusi metoda pada saat *run-time*.

Tabel 2.21 Simbol Class Diagram

Simbol	Deskripsi
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> Nama_kelas +atribut +operasi() </div>	Kelas pada struktur sistem.

Simbol	Deskripsi
Antarmuka/ <i>interface</i>  Nama_interface	Sama dengan konsep <i>interface</i> dalam pemrograman berorientasi objek.
Asosiasi/association 	Relasi antar kelas dengan makna umum, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .
Asosiasi berarah/ <i>directed association</i> 	Relasi antar kelas dengan makna kelas yang satu digunakan oleh kelas yang lain, asosiasi biasanya juga disertai dengan <i>multiplicity</i> .
Komposisi/Composition 	Relasi antar kelas hubungan di mana anak tidak dapat hidup terpisah dari induknya
Kebergantungan/ <i>dependency</i> 	Relasi antar kelas dengan makna kebergantungan antar kelas.
Agregasi/ <i>aggregation</i> 	Relasi antar kelas dengan makna semua bagian (<i>whole-part</i>).

Sumber : (Suharni dkk, 2023, p.4)

Menurut Suharni dkk, (2023, p.3) Diagram aktivitas merupakan pemodelan sistem yang bertujuan untuk menggambarkan alur kerja atau proses bisnis secara terperinci. Diagram aktivitas atau *activity diagram* menggambarkan *workflow* (aliran kerja) atau aktivitas dari sebuah system. Sandfreni dkk, (2021, p.348) menjelaskan bahwa *Activity Diagram* (diagram aktivitas) menggambarkan berbagai alur aktivitas dalam sistem yang sedang dirancang, bagaimana masing-masing alir berawal, decision yang mungkin terjadi, menggambarkan proses paralel yang mungkin terjadi pada beberapa eksekusi dan

bagaimana mereka berakhir. Jadi dapat dikatakan bahwa *Activity* diagram adalah sesuatu yang menjelaskan tentang alir kegiatan dalam program yang sedang dirancang, bagaimana proses berawal, keputusan yang mungkin terjadi, dan bagaimana sistem tersebut akan berakhir.

Tabel 2.22 Activity Diagram

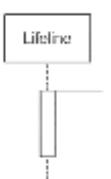
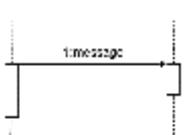
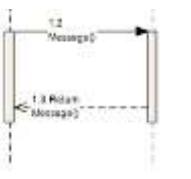
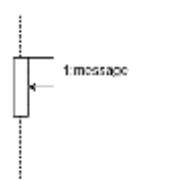
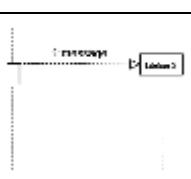
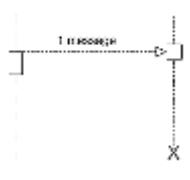
Simbol	Deskripsi
	<i>Start point</i> , diletakan pada pojok kiri atas dan merupakan awal aktivitas.
	<i>End point</i> , Menunjukkan akhir dari suatu diagram aktivitas.
	Kondisi Transisi, menunjukkan kondisi transisi antar aktivitas.
	<i>Swimlane</i> , menunjukkan actor dari diagram aktivitas yang dibuat.
	Aktivitas, menunjukkan aktivitas-aktivitas yang terdapat pada diagram aktivitas.
	<i>Decision points</i> , menggambarkan pilihan untuk pengambilan keputusan <i>true</i> , <i>false</i> .
	<i>Join</i> (penggabungan atau rake), digunakan untuk menunjukkan adanya dekomposisi.
	<i>Fork</i> (percabangan), digunakan untuk menunjukkan kegiatan yang dilakukan secara parallel atau untuk menggabungkan dua kegiatan menjadi satu.

Sumber : (Suharni dkk, 2023, p.3)

Menurut Sandfreni dkk, (2021, p.348) membuat diagram *sequence* juga dibutuhkan untuk melihat skenario yang ada pada *use case*. Jadi, dari penjabaran diatas dapat disimpulkan bahwa *Sequence Diagram* menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek yang terlibat dalam sebuah *use case* beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang di instansi menjadi objek itu. Membuat diagram *sequence* juga dibutuhkan untuk melihat skenario yang ada pada *use case*. Diagram *sequence* menggambarkan kelakuan objek pada *use case* dengan mendeskripsikan waktu hidup objek dan message yang dikirimkan dan diterima antar objek. Oleh karena itu untuk menggambarkan diagram *sequence* maka harus diketahui objek-objek yang terlibat dalam sebuah *use case* beserta metode-metode yang dimiliki kelas yang di instansi menjadi objek itu.

Tabel 2.23 Simbol Sequence Diagram

Simbol	Deskripsi
	<i>Entity Class</i> , bagian dari sistem yang berisi kelas berupa entitas-entitas yang membentuk gambaran awal sistem
	<i>Boundary Class</i> , berisi kumpulan kelas yang menjadi interface atau interaksi antara satu atau lebih aktor dengan sistem.
	<i>Control class</i> , suatu objek yang berisi logika aplikasi yang tidak memiliki tanggung jawab kepada entitas,
	<i>Lifeline</i> , garis titik-titik yang terhubung dengan objek, sepanjang lifeline terdapat activation.
	<i>Actor</i> : mewakili peran orang, sistem yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan <i>use case</i>

Simbol	Deskripsi
	<i>Activation Box</i> : kotak aktivasi , mewakili periode saat elemen melakukan suatu operasi
	<i>Call Message</i> : Sebuah pesan yang mendefinisikan komunikasi tertentu
	<i>Return Message</i> : mewakili informasi yang dikirim kembali ke pengirim pesan
	<i>Self Message</i> : Mewakili permohonan pesan pada <i>lifeline</i> yang sama
	<i>Recursive Message</i> : Menargetkan aktivasi diatas aktivasi pada tempat pesan yang sama
	<i>Create Message</i> : Jenis pesan yang mewakili target <i>lifeline</i>
	<i>Destroy Message</i> : Mewakili permintaan untuk menghancurkan siklus target

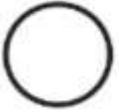
Simbol	Deskripsi
	<i>Duration Message</i> : Menunjukkan dua jarak batasan waktu untuk permohonan pesan.
	<i>Note</i> : Catatan atau lampiran berbagai komputer ke elemen.

Sumber : (Siregar dkk, 2025, pp.64-69)

8. Business Process Model and Notation (BPMN)

BPMN merupakan suatu metode grafis untuk menggambarkan dan mendokumentasikan langkah-langkah proses bisnis. BPMN dirancang khusus untuk menyederhanakan proses bisnis melalui visualisasi yang jelas dari urutan tindakan dan komunikasi antar pelaku dalam berbagai kegiatan bisnis. Pemodelan menggunakan BPMN juga memungkinkan untuk merancang proses bisnis secara lebih fleksibel dan responsif terhadap perubahan, di mana model dapat diperbarui dengan mudah jika ada perubahan dalam alur kerja atau kebutuhan bisnis (Nurmadewi, 2025, p.27).

Tabel 2.24 Simbol BPMN

Jenis	Uraian	Simbol
<i>Start Event</i>	Menandakan permulaan sebuah proses.	
<i>Intermediate Event</i>	Menunjukkan kejadian atau kondisi yang mempengaruhi jalannya suatu proses bisnis, tetapi tidak memulai atau selesai..	
<i>End Event</i>	Menandakan penyelesaian sebuah proses.	

Jenis	Uraian	Simbol		
<i>Sequence Flow</i>	Menunjukkan arah alur proses yang harus diikuti dalam sebuah proses bisnis.			
<i>Message Flow</i>	Menggambarkan pertukaran pesan antara dua entitas atau peserta dalam sebuah proses bisnis.			
<i>Exclusive Gateway (XOR)</i>	Digunakan untuk memodelkan keputusan di mana hanya satu jalur yang dapat diambil.			
<i>Inclusive Gateway (OR)</i>	Memodelkan keputusan yang melibatkan lebih dari satu jalur. Semua jalur dapat diambil, atau hanya satu saja.			
<i>Parallel Gateway (AND)</i>	Menggerakkan proses ke beberapa jalur paralel dan digunakan untuk memvisualisasikan pelaksanaan aktivitas secara bersamaan.			
Jenis	Simbol			
<i>Pool and Swimlane</i>				
Uraian				
<p><i>Pool</i> menggambarkan entitas atau peserta utama dalam suatu proses bisnis. <i>Swimlane</i> menggambarkan elemen yang digunakan untuk membagi <i>pool</i> menjadi bagian-bagian yang lebih kecil, yang masing-masing mewakili peran atau departemen dalam entitas tersebut.</p>				

Sumber: (Nurmadi 2025, pp.28-36)

9. Calon Pegawai Terbaik Periodik Pada Perangkat Daerah

Program apresiasi calon pegawai terbaik periodik adalah inisiatif rutin Pemerintah Kabupaten Bogor untuk memberikan penghargaan kepada ASN yang menunjukkan kinerja, kompetensi, dedikasi, dan integritas terbaik di lingkungan perangkat daerah. Program ini diatur melalui "Peraturan Bupati Bogor Nomor 47 Tahun 2023 tentang penghargaan daerah bagi ASN di lingkungan Pemerintah Kabupaten Bogor". Tujuannya dari program penghargaan tersebut adalah :

- (a) Meningkatkan motivasi dan produktivitas ASN dalam memberikan pelayanan publik.
- (b) Menciptakan budaya kerja yang kondusif, berbasis kompetensi, dedikasi, dan integritas.
- (c) Memberikan pengakuan terhadap ASN yang berprestasi untuk mendukung pengembangan karir dan manajemen sumber daya manusia (SDM) di Kabupaten Bogor.
- (d) Mendorong penerapan sistem merit dalam manajemen ASN, sejalan dengan visi Kabupaten Bogor sebagai kabupaten termaju, nyaman, dan berkeadaban.

Program ini melibatkan seluruh perangkat daerah di lingkungan Pemerintah Kabupaten Bogor, termasuk dinas, badan, dan kantor yang berada di bawah koordinasi pemerintah daerah. Setiap Perangkat Daerah mengusulkan calon pegawai terbaik periodik berdasarkan kriteria tertentu, seperti capaian kinerja, perilaku, disiplin, dan Hasil Kinerja. Program ini bersifat periodik, yang berarti dilaksanakan secara rutin, misalnya setiap semester atau dalam periode tertentu sesuai ketentuan peraturan. Manfaatnya dari program apresiasi tersebut adalah :

- (a) Manfaat untuk ASN, mendapatkan pengakuan atas kinerja dan kontribusi, serta peluang pengembangan karier melalui penilaian berbasis kompetensi.
- (b) Manfaat untuk Perangkat Daerah, mendorong terciptanya lingkungan kerja yang kompetitif dan inovatif.
- (c) Manfaat untuk Pemerintah Kabupaten Bogor, mendukung pencapaian tata kelola pemerintahan yang baik melalui peningkatan kualitas sumber daya aparatur.

Penghargaan Pegawai Terbaik Periodik merupakan salah satu bentuk apresiasi ASN yang unggul pada setiap kategori pada periode tertentu. Sebagaimana dijelaskan dalam Peraturan Bupati Bogor Nomor 74 Tahun 2023, Bab VIII tentang penghargaan pegawai terbaik periodik, bagian kesatu, pasal 19 ayat 1, kriteria utama untuk menjadi pegawai terbaik periodik kategori administrator, pengawas, dan pelaksana adalah:

- (a) Capaian kinerja terbaik adalah standar atau target yang ditetapkan, pegawai harus menunjukkan hasil kerja yang sama atau melebihinya. Ini bisa diukur dari output pekerjaan, efisiensi dalam menyelesaikan tugas, atau kualitas hasil kerja.
- (b) Disiplin tinggi adalah aspek disiplin mencakup kepatuhan terhadap jam kerja, peraturan, dan tata tertib yang berlaku di lingkungan kerja. Tingkat kehadiran, ketepatan waktu, dan ketataan pada prosedur kerja menjadi poin penting dalam penilaian disiplin.
- (c) Perilaku terbaik adalah mencakup etika kerja, kemampuan berinteraksi dengan rekan kerja dan atasan, inisiatif, integritas, dan kemampuan beradaptasi. Perilaku yang positif dan profesional sangat dihargai. Selain kinerja dan disiplin, perilaku pegawai juga menjadi sorotan.
- (d) Prestasi kerja terbaik adalah merujuk pada pencapaian spesifik atau kontribusi luar biasa yang mungkin tidak hanya terkait dengan tugas rutin, tetapi juga proyek-proyek khusus, inovasi, atau solusi yang memberikan nilai tambah bagi organisasi.



Gambar 2.1 Seleksi Pegawai Terbaik Periodik Tingkat Perangkat Daerah

Sumber : (Dokumen Sub Bagian Umum dan Kepegawaian, 2024)

Terdapat 2 (dua) langkah yang dilakukan dalam pemilihan calon pegawai terbaik periodik kategori jabatan pelaksana tahapan Perangkat Daerah :

- (1) Kepala Perangkat Daerah melalui Kepala sub bagian umum dan kepegawaian menentukan 3 nama yang akan dipilih sebagai calon pegawai terbaik periodik jabatan pelaksana Perangkat Daerah.
- (2) Pemungutan suara oleh ASN yang ada di Perangkat Daerah memilih dari tiga calon pegawai terbaik periodik tersebut menjadi 1 calon terpilih.

Pada penelitian ini berfokus pada rekomendasi kepada Kepala sub bagian umum dan kepegawaian untuk menentukan tiga calon pegawai terbaik periodik pada Perangkat Daerah, sedangkan pemilihan pegawai terbaik periodik jabatan pelaksana setelah

mendapatkan 1 calon pegawai terbaik periodik, dilakukan uji pada tingkat kabupaten yang diselenggarakan oleh Badan Kepegawaian.

B. Tinjauan Studi

Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian :

1. **“Penerapan Metode ROC dan PROMETHEE untuk Menentukan Kualitas Udara Terburuk Pada 5 Kota di Indonesia Bulan September 2024”** oleh Majid dkk, (2025, pp.630-640) mengungkapkan masalah pentingnya kualitas udara bagi kesehatan masyarakat dan mendorong penulis melakukan penelitian di lima kota besar Indonesia: Semarang, Bandung, Jakarta, Medan, dan Makassar. Data kualitas udara diambil dari situs *Air Quality Index*, dengan empat kriteria utama: AQI-IN, Particulate Matter 2.5, Kelembapan, dan Suhu. Metode *Rank Order Centroid* (ROC) digunakan untuk mengukur nilai kriteria, sementara PROMETHEE dimanfaatkan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) untuk menentukan perangkingan kota.
2. **“Studi Komparasi Metode *Entropy* dan ROC dalam Menentukan Bobot Kriteria”** oleh Prawiro dkk, (2021, pp.1-16) mengemukakan masalah dalam menentukan metode pembobotan kriteria yang tepat, penulis melakukan komparasi antara metode *Entropy* dan *Rank Order Centroid* (ROC) menunjukkan efektivitas superior ROC dalam penentuan bobot kriteria untuk pengambilan keputusan. Uji sensitivitas mengindikasikan ROC memiliki stabilitas yang lebih tinggi dengan nilai 2,98752381 dibandingkan *Entropy* (1,406581327). Lebih lanjut, uji nilai efektif memperlihatkan bahwa seluruh kriteria yang dibobot oleh ROC bersifat efektif, sementara *Entropy* hanya menghasilkan dua kriteria efektif dari lima. Konsisten dengan temuan ini.
3. **“Analisis Bibliometrik Metode Promethee Untuk Pemilihan Smartphone”** oleh Lestari dkk, (2025, pp.1-12), mengemukakan bahwa pemilihan smartphone dapat menggunakan sebuah metode, penulis melakukan analisis bibliometrik penerapan metode PROMETHEE (*Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation*) dalam konteks pemilihan *smartphone*. Metode PROMETHEE dipilih karena kapabilitasnya dalam mengelola kriteria majemuk seperti harga, spesifikasi, dan fitur, yang krusial bagi konsumen. Data penelitian dikumpulkan dari Google Scholar melalui *Publish or Perish* (periode 2019–2024).
4. **“Sistem Pendukung Keputusan dalam Pemilihan Karyawan Terbaik Menerapkan Metode TOPSIS dengan Pembobotan ROC”** oleh Sianturi dkk, (2022, pp.51-60) mengemukakan bahwa masalah dalam pemilihan karyawan terbaik saat ini dapat diselesaikan dengan kriteria yang berorientasi pada target, kualitas pekerjaan, kecepatan menyelesaikan pekerjaan, tanggung jawab, disiplin, kepercayaan diri, komunikasi, dan etika. Penulis menerapkan kombinasi metode *Rank Order Centroid* (ROC) dan *Technique for Order Preference by Similarity to*

Ideal Solution (TOPSIS) dan menghasilkan metode yang efektif.

5. **“Penerapan Metode Promethee Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Sekolah Dasar Negeri Terbaik Kecamatan Rembang”** oleh Rozak dkk, (2024, pp.55-64) mengungkapkan masalah bahwa Kabupaten Pasuruan terutama Kecamatan Rembang dalam Meranking Sekolah Dasar Negeri (SDN) terbaik masih menggunakan metode manual, dan perlu menggunakan metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE). Program seleksi yang diinisiasi oleh Dinas Pendidikan Kabupaten Pasuruan ini bertujuan untuk memberikan apresiasi dan menetapkan *benchmark* bagi sekolah lain. Dengan memanfaatkan kemampuan PROMETHEE dalam menangani multi-kriteria, penelitian ini diharapkan dapat mengatasi kompleksitas seleksi dan secara objektif mengidentifikasi SDN terbaik.
6. **“Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Kualitas Getah Hevea brasiliensis (Karet) Terbaik pada PT Timbang Deli Verdant Bioscience dengan Metode Promethee”** oleh Apriani and Simangunsong (2022, pp.47-56) mengungkapkan bahwa penentuan kualitas getah *Hevea brasiliensis* (karet) di PT Timbang *Deli Verdant Bioscience* yang masih mengandalkan metode manual, mengakibatkan inefisiensi waktu. Untuk itu, sebuah Sistem Pendukung Keputusan (SPK) diusulkan untuk mendukung pengambilan keputusan yang terstruktur maupun tidak terstruktur. SPK ini akan mengimplementasikan metode PROMETHEE guna mengevaluasi dan merangking kualitas getah karet, dengan harapan dapat mempermudah dan mempercepat proses pemilihan jenis bibit unggul kelapa sawit oleh pihak perusahaan.
7. **“Penerapan Metode Promethee Dalam Rekomendasi Pemilihan Karyawan Berprestasi”** oleh Trianggana and Kanedi (2024, pp.366-370) mengungkapkan bahwa sistem penilaian kinerja karyawan di perusahaan untuk mengidentifikasi individu berprestasi. Sistem tersebut mengintegrasikan empat kategori utama: Disiplin, Sikap Kerja, Potensi dan Kemampuan, serta Hasil Kerja. Untuk memfasilitasi evaluasi yang objektif, metode PROMETHEE telah diimplementasikan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK). Dengan demikian, penilaian akhir setiap karyawan diperoleh melalui prosedur perhitungan PROMETHEE, memastikan hasil yang komprehensif dan terstruktur.
8. **“Penerapan Metode EDAS dan ROC Dalam Rekomendasi Objek Wisata Pantai Terbaik”** oleh Sari dkk, (2024, pp.334-345) mengatasi kesulitan wisatawan dalam memilih destinasi pantai di Jawa Tengah dengan mengembangkan Sistem Pendukung Keputusan (SPK). SPK ini mengkombinasikan metode pembobotan *Rank Order Centroid* (ROC) dengan metode perangkingan *Evaluation based on*

Distance from Average Solution (EDAS), yang efektif dalam situasi keputusan kompleks. Dengan mengevaluasi 13 alternatif pantai berdasarkan kriteria kebersihan, fasilitas, popularitas, rating, dan harga tiket, studi ini berhasil merumuskan rekomendasi objektif.

9. **“Pemilihan Alternatif Pemasok Bahan Baku Menggunakan Pendekatan Multikriteria Dengan Metode PROMETHEE (PT. XYZ)”** oleh Libianto dkk, (2023, pp.227-236) pemilihan supplier di PT. XYZ, sebuah perusahaan consumer goods yang sangat bergantung pada bubuk coklat sebagai bahan baku utama. Mengingat peran strategis biaya pembelian dalam operasional, identifikasi supplier yang paling efisien dan efektif dari lima mitra yang ada menjadi krusial. Kebutuhan perusahaan divalidasi melalui kriteria harga, keterlambatan pembayaran, waktu kirim, kualitas, dan pelayanan.
10. **“Penerapan Metode PROMETHEE-GAIA Dalam Pemeringkatan Perguruan Tinggi di Indonesia”** oleh Watriantos dkk, (2022, pp.138-143) Metode PROMETHEE II yang diintegrasikan dengan *Geometrical Analysis for Interactive Aid* (GAIA) untuk klasterisasi perguruan tinggi, sesuai dengan program Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi sejak 2015. Dengan fokus pada empat indikator utama klasterisasi, studi ini bertujuan memetakan dan mengembangkan institusi pendidikan tinggi. Hasilnya menunjukkan alternatif 2 memiliki kinerja terbaik dengan nilai phi 0,5125, diikuti oleh alternatif 3 dan 1. GAIA memberikan representasi visual dari hubungan antar alternatif dan kriteria dalam bentuk peta dua dimensi.

Tabel 2.25 Tinjauan Pustaka

No.	Peneliti / Tahun	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi / Kelemahan
1.	Majid dkk, (2025)	Penerapan Metode ROC dan PROMETHEE untuk Menentukan Kualitas Udara Terburuk Pada 5 Kota Di Indonesia Bulan September 2024	https://jurnal.stkipgritulungang.ac.id/index.php/jipi/article/view/6912	Mengetahui langkah-langkah penelitian menggunakan metode PROMETHEE dengan pembobotan ROC
2	Prawiro dkk, (2021)	Studi Komparasi Metode Entropy dan ROC dalam Menentukan Bobot Kriteria	https://jurnal.illdikti4.or.id/index.php/jurnalaltekno/article/view/353	Mengetahui Keunggulan dari Perhitungan pembobotan ROC

No.	Peneliti / Tahun	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi / Kelemahan
3	Lestari dkk, (2025)	Analisis Bibliometrik Metode Promethee Untuk Pemilihan Smartphone	https://journal.likmia.ac.id/index.php/media-informatika/article/view/226	Mengetahui cara menghitung Perangkingan dengan PROMETHEE
4	Sianturi dkk, (2022)	Penerapan Kombinasi Metode ROC dan TOPSIS Pemilihan Karyawan Terbaik Untuk Rekomendasi Promosi Jabatan	https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/josyc	Mengetahui cara menghitung Pembobotan ROC
5	Rozak dkk, (2024)	Penerapan Metode PROMETHEE Pada Sistem Pendukung Keputusan Penentuan Sekolah Dasar Negeri Terbaik Kecamatan Rembang	https://josiatijati-jurnal.itbyadika.ac.id/index.php/Josiatijati/article/view/6	Mengetahui langkah langkah perhitungan PROMETHEE
6	Apriani and Simangunsong (2022)	SPK Penentuan Kualitas Getah Hevea brasiliensis (Karet) Terbaik pada PT Timbang Deli Verdant Biosciencee Promethee	https://jiki.jurnal-id.com/index.php/jiki/article/view/22	Mengetahui Kelebihan dari Perhitungan pembobotan ROC
7	Trianggana and Kanedi (2024)	Penerapan Metode Promethee Dalam Rekomendasi Pemilihan Karyawan Berprestasi	https://jurnal.unived.ac.id/index.php/jmi/article/view/5851	Mengetahui antarmuka pada aplikasi yang akan dibuat
8	Sari dkk, (2024)	Penerapan Metode EDAS dan ROC Dalam Rekomendasi Objek Wisata Pantai Terbaik	https://ejurnal.seminar-id.com/index.php/josyc/article/view/4765	Mengetahui Penerapan Metode ROC pada pembobotan Kriteria

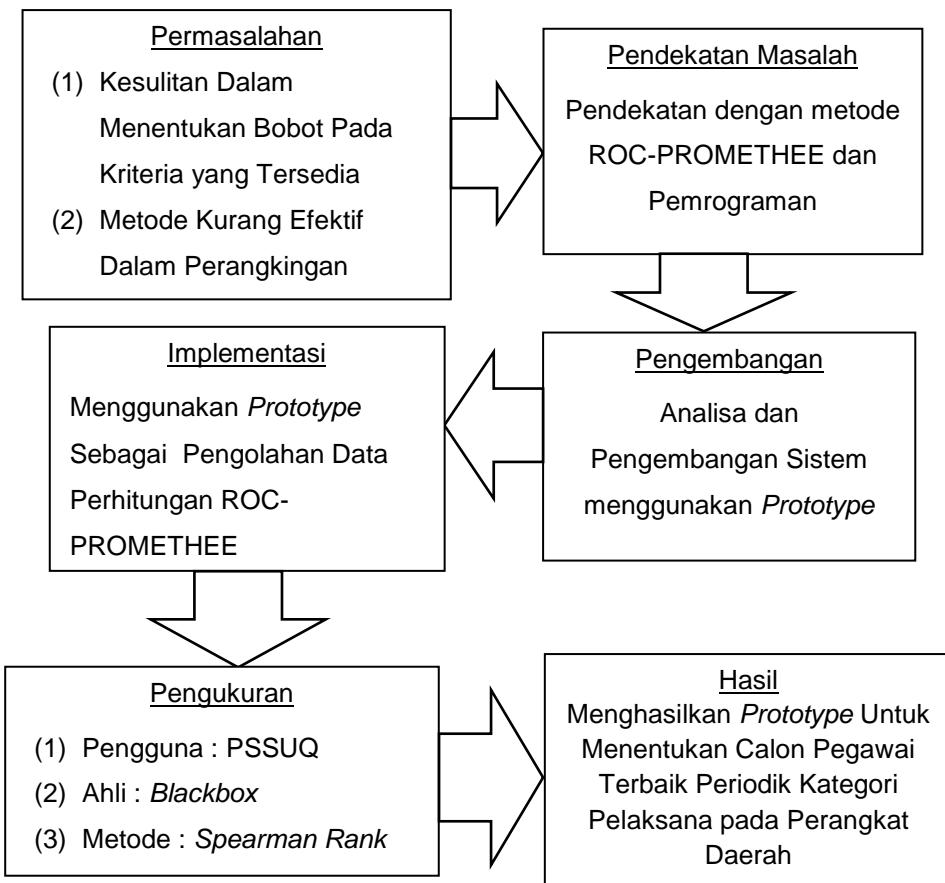
No.	Peneliti / Tahun	Judul	Jurnal Sumber	Kontribusi / Kelemahan
9	Libianto dkk, (2023)	Pemilihan Alternatif Pemasok Bahan Baku Menggunakan Pendekatan Multikriteria Dengan Metode PROMETHEE (PT. XYZ)	https://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/jenius/article/view/556	Mengetahui tipe preferensi kriteria pada perhitungan PROMETHEE
10	Watrianthos dkk, (2022)	Penerapan Metode PROMETHEE-GAIA Dalam Pemeringkatan Perguruan Tinggi	https://ejurnal.stmik-budidarma.ac.id/mib/article/view/3419	Mengetahui GAIA sebagai visualisasi pengambilan Keputusan

Setelah melihat dan mempelajari 10 penelitian terdahulu , yang memiliki kesamaan metode yaitu menggunakan ROC sebagai pembobotan atau PROMETHEE sebagai perangkingan . Terdapat satu judul penelitian yang menggunakan kedua metode tersebut yaitu “Penerapan Metode ROC dan PROMETHEE untuk Menentukan Kualitas Udara Terburuk Pada 5 Kota Di Indonesia Bulan September 2024”, penelitian tersebut menjelaskan bahwa keberhasilan metode ROC dan PROMETHEE dalam memilih Kota dengan kualitas udara terburuk diantara alternatif lain. Perbedaan penelitian yang dilakukan saat ini dengan 10 penelitian terdahulu adalah menentukan tiga calon pegawai terbaik periodik kategori jabatan pelaksana pada menggunakan empat kriteria, menggunakan Bobot ROC sebagai dasar menentukan indeks preferensi agregat yang nantinya akan menghasilkan *net flow* yang sesuai dengan kaidah perhitungan PROMETHEE II, dan menggunakan visualisasi GAIA agar pengambil keputusan dapat diketahui dengan baik.

C. Kerangka Berpikir

Penelitian ini merekomendasikan penyelesaian masalah ketiadaan sistem pembobotan yang mempunyai nilai konsisten dan efektivitas metode yang dipakai dalam seleksi calon pegawai dengan mengusulkan metode ROC-PROMETHEE. Pendekatan ini mengintegrasikan kriteria dengan bobot dari ROC dan perangkingan dari PROMETHEE melalui pengembangan prototype. Evaluasi dilakukan menggunakan PSSUQ untuk kepuasan pengguna terhadap sistem, Blackbox Testing untuk validasi sistem oleh ahli, dan Spearman *Rank* untuk analisis peringkat melalui metode ROC-PROMETHEE. Tujuannya adalah solusi efektif untuk menentukan calon pegawai terbaik di Perangkat Daerah, meningkatkan kualitas seleksi dan manajemen SDM, serta mendukung pengambilan

keputusan Kepala Sub Bagian Umum dan Kepegawaian.



Gambar 2.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan gambar 2.2, dapat dijelaskan kerangka pemikiran diawali dengan identifikasi permasalahan kritis dalam penentuan calon pegawai, yaitu :

- (1) Kesulitan dalam menentukan bobot, untuk diaplikasikan pada kriteria yang tersedia.
- (2) Kurangnya efektivitas metode yang ada dalam pemilihan calon pegawai terbaik periodik, karena metode yang digunakan yang digunakan untuk pemilihan masih berdasarkan diskusi dari nilai hasil kerja pegawai.

Permasalahan ini mendorong perlunya solusi yang didasarkan pada pendekatan sistematis. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan penggunaan metode ROC-PROMETHEE, sebuah model pengambilan keputusan multikriteria yang dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan metode konvensional. Pendekatan ini dipilih karena kemampuannya dalam mengintegrasikan berbagai kriteria dengan bobot yang jelas, dan perangkingan yang mudah dan praktis untuk diaplikasikan di sistem yang dikembangkan.

Kerangka pemikiran ini melanjutkan dengan tahapan pengembangan dan analisis sistem menggunakan prototype. *Prototype* ini berfungsi sebagai alat untuk mengolah

data perhitungan ROC-PROMETHEE secara terstruktur, memastikan validitas dan reliabilitas sistem yang dikembangkan.

Penelitian ini mengintegrasikan tiga metode pengukuran yang berbeda.yaitu:

- (1) Pengukuran kepuasan pengguna akan dilakukan menggunakan *Post-Study System Usability Questionnaire* (PSSUQ).
- (2) Validasi sistem oleh ahli akan dievaluasi melalui metode *Blackbox Testing*, dan analisis peringkat prototype akan diuji dengan menggunakan *Spearman Rank Correlation*.
- (3) Keberhasilan penerapan metode ROC-PROMETHEE ini akan dievaluasi melalui berbagai pengukuran PSSUQ untuk kepuasan pengguna, serta *Spearman Rank* untuk validasi hasil perangkingan.

Hasil yang diharapkan adalah terwujudnya solusi yang lebih tepat dan efektif dalam menentukan calon pegawai terbaik di Perangkat Daerah, sehingga dapat meningkatkan kualitas seleksi dan manajemen sumber daya manusia secara keseluruhan.Penelitian ini diharapkan mampu membantu pengambilan keputusan Kepala sub bagian umum dan kepegawaian, berdasarkan dukungan landasan teoritis yang diperoleh dari teori-teori yang dijadikan rujukan penelitian, memanfaatkan metode pengambilan keputusan multi-kriteria ROC-PROMETHEE dan dukungan dari *prototype* yang dievaluasi secara komprehensif.

D. Hipotesis Penelitian

Pemilihan tiga calon pegawai terbaik periodik pada Perangkat Daerah merupakan proses kompleks yang melibatkan berbagai aspek pertimbangan. Dalam upaya meningkatkan efektivitas dan ketepatan dalam menentukan calon pegawai terbaik, penelitian ini mengusulkan sebuah pendekatan terstruktur. Berdasarkan permasalahan yang dihadapi, yaitu belum adanya metode pembobotan pada kriteria dan kurang efektifnya dalam perangkingan, Penerapan gabungan metode *Rank Order Centroid* (ROC) untuk pembobotan kriteria dan metode *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation* (PROMETHEE) untuk perangkingan dapat menentukan pemilihan calon pegawai terbaik secara tepat dan efektif di perangkat daerah. Dengan demikian, hasil dari penerapan metode ini dapat merekomendasikan dalam proses menetapkan calon pegawai terbaik periodik pada Perangkat Daerah.