

**KOMBINASI MULTI CRITERIA DECISION MAKING
DAN LOPCOW SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG
KEPUTUSAN STRATEGI**

**SUMANTO
MOCHAMAD WAHYUDI
HARTANTI
SLAMET HERI WINARNO
RUHUL AMIN
HAFIS NURDIN**

PT. SNN MEDIA TECH PRESS

KOMBINASI MULTI CRITERIA DECISION MAKING DAN LOPCOW SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN STRATEGI

DITULIS OLEH:

**Sumanto
Mochamad Wahyudi
Hartanti
Slamet Heri Winarno
Ruhul Amin
Hafis Nurdin**

2024

PENERBIT:

PT. SNN MEDIA TECH PRESS

Kombinasi Multi Criteria Decision Making dan LOPCOW sebagai Sistem Pendukung Keputusan Strategi

Penulis:

Sumanto

Mochamad Wahyudi

Hartanti

Slamet Heri Winarno

Ruhul Amin

Hafis Nurdin

Cetakan Pertama:

Bandarlampung, Mei 2024

ISBN: 978-623-10-0036-1 (PDF)

Copyright © PT. SNN Media Tech Press, 2024

Hak cipta buku ini dilindungi oleh undang-undang. Dilarang keras memperbanyak isi Sebagian buku ini atau memperbanyak seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun, baik secara elektronik maupun mekanik, termasuk memperbanyak melalui pengambilan gambar melalui kamera digital atau kamera analog, memfotokopi, merekam, memindai atau dengan menggunakan sistem penyimpanan lainnya, tanpa izin tertulis dari penerbit.

PENERBIT:

PT. SNN MEDIA TECH PRESS

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah S.W.T. atas limpahan dan rahmatnya yang telah diberikan sehingga Buku Kombinasi *Multi Criteria Decision Making* dan LOPCOW sebagai Sistem Pendukung Keputusan Strategi.

Buku ini menghadirkan sebuah kontribusi yang berharga dalam ranah pengambilan keputusan strategis, khususnya dalam konteks kompleksitas yang dihadapi oleh organisasi modern. Kombinasi *Multi Criteria Decision Making* (MCDM) dan suatu metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan bobot atau pentingnya setiap kriteria atau faktor dalam suatu keputusan berdasarkan pada perubahan persentase logaritmik dari nilai-nilai tersebut (LOPCOW) yang disajikan dalam buku ini memberikan landasan teoritis yang kuat dan aplikatif bagi para pembaca yang ingin mengoptimalkan proses pengambilan keputusan mereka. Dalam dunia yang terus berubah dengan cepat ini, kemampuan untuk mengambil keputusan yang tepat dan efektif menjadi semakin krusial. MCDM telah terbukti menjadi alat yang efektif dalam menangani masalah kompleks dengan mempertimbangkan berbagai kriteria dan preferensi yang berbeda. Sedangkan, LOPCOW memberikan pendekatan yang inovatif dalam mengukur perubahan relatif dan mengatasi masalah penilaian bobot yang seringkali menjadi tantangan dalam MCDM.

Akhir kata tim penulis mengucapkan banyak sekali terimakasih dan memberikan penghargaan sebesar-besarnya kepada rekan sejawat, keluarga dan Anda sebagai pembaca atas dukungan dan do'a terbaik sehingga buku ini dapat lebih bermanfaat.

Bandarlampung,

Penulis

DAFTAR ISI

Prakata.....	iv
Daftar Isi.....	ii
Daftar Gambar	v
Daftar Tabel	vi
BAB I Sistem Pendukung Keputusan.....	1
1.1. Definisi Sistem Pendukung Keputusan	1
1.2. Peran SPK dalam Pengambilan Keputusan	5
1.3. Manfaat Penggunaan SPK.....	8
1.4. Tantangan Sistem Pendukung Keputusan.....	9
BAB II <i>Multi-Criteria Decision Making</i>	14
2.1. Pengantar MCDM	14
2.2. Langkah-Langkah dalam MCDM	16
2.3. Tujuan dan Manfaat MCDM	18
2.4. Tantangan dalam Implementasi MCDM	20
2.5. Potensi Pengembangan MCDM di Masa Depan	23
BAB III <i>Logarithmic Percentage Change-Driven Objective</i> <i>Weighting</i>	27
3.1. Konsep LOPCOW	27
3.2. Tahapan LOPCOW.....	29
3.3. Tantangan LOPCOW	30
3.4. Implementasi LOPCOW Dalam Penentuan Bobot	31
BAB IV <i>Complex Proportional Assessment</i>	39
4.1. Pengantar COPRAS	39
4.2. Tahapan COPRAS	42
4.3. Kelebihan dan Kekurangan COPRAS.....	46
4.4. Kombinasi COPRAS dan LOPCOW.....	49

4.5. Hasil Perangkingan Menggunakan Kombinasi COPRAS dan LOPCOW	62
BAB V <i>Grey Relational Analysis</i>	64
5.1. Pengantar GRA	64
5.2. Tahapan GRA	66
5.3. Kelebihan dan Kekurangan GRA.....	70
5.4. Kombinasi GRA dan LOPCOW.....	73
5.5. Hasil Perangkingan Menggunakan Kombinasi GRA dan LOPCOW	85
BAB VI <i>Multi Attribute Utility Theory</i>	87
6.1. Pengantar MAUT	87
6.2. Tahapan MAUT	89
6.3. Kelebihan dan Kekurangan MAUT	91
6.4. Kombinasi MAUT dan LOPCOW.....	95
6.5. Hasil Perangkingan Menggunakan MAUT dan LOPCOW 106	
BAB VII <i>Simple Multi-Attribute Rating Technique</i>	108
7.1. Pengantar SMART	108
7.2. Tahapan SMART	110
7.3. Kelebihan dan Kekurangan SMART	113
7.4. Kombinasi SMART dan LOPCOW	116
7.5. Hasil Perangkingan Menggunakan SMART dan LOPCOW 124	
BAB VIII <i>Weight Aggregated Sum Product Assessment</i>	126
8.1. Pengantar WASPAS	126
8.2. Tahapan WASPAS	127
8.3. Kelebihan dan Kekurangan WASPAS.....	130
8.4. Kombinasi WASPAS dan LOPCOW.....	133

8.5. Hasil Perangkingan Menggunakan WASPAS dan LOPCOW	140
Daftar Pustaka	142
Biodata Penulis.....	143
Glosarium	146

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1. Tahapan Metode COPRAS	44
Gambar 4.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi COPRAS dan LOPCOW	52
Gambar 4.3. Hasil Perangkingan Evaluasi Kinerja <i>Supplier</i>	64
Gambar 5.1. Tahapan Metode GRA	69
Gambar 5.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi GRA dan LOPCOW	77
Gambar 5.3. Hasil Perangkingan Lokasi Wisata Baru	87
Gambar 6.1. Tahapan Metode MAUT	90
Gambar 6.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi MAUT dan LOPCOW	98
Gambar 6.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Pakan Ternak	108
Gambar 7.1. Tahapan Metode SMART	112
Gambar 7.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi SMART dan LOPCOW	118
Gambar 7.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Staff <i>Marketing</i>	126
Gambar 8.1. Tahapan Metode WASPAS	129
Gambar 8.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi WASPAS dan LOPCOW	136
Gambar 8.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Siswa Terbaik	142

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Data Penilaian Alternatif Rumah	32
Tabel 3.2. Bobot Kriteria Menggunakan LOPCOW	39
Tabel 4.1. Data Penilaian Evaluasi Kinerja <i>Supplier</i>	53
Tabel 4.2. Hasil Normalisasi Matriks Kinerja <i>Supplier</i>	54
Tabel 4.3. Hasil <i>Preference Value</i> Kinerja <i>Supplier</i>	55
Tabel 4.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Kinerja <i>Supplier</i>	55
Tabel 5.1. Data Penilaian Lokasi Wisata Baru	77
Tabel 5.2. Hasil Normalisasi Matriks Lokasi Wisata Baru	78
Tabel 5.3. Hasil <i>Preference Value</i> Lokasi Wisata Baru	79
Tabel 5.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Lokasi Wisata Baru	79
Tabel 6.1. Penilaian Jenis Pakan Ternak	99
Tabel 6.2. Hasil Normalisasi Matriks Pakan Ternak	100
Tabel 6.3. Hasil <i>Preference Value</i> Pakan Ternak	100
Tabel 6.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Pakan Ternak	101
Tabel 7.1. Penilaian Pemilihan Staff <i>Marketing</i>	119
Tabel 7.2. Hasil Normalisasi Matriks Staff <i>Marketing</i>	120
Tabel 7.3. Hasil <i>Preference Value</i> Staff <i>Marketing</i>	120
Tabel 7.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Staff <i>Marketing</i>	121
Tabel 8.1. Penilaian Pemilihan Siswa Terbaik	136
Tabel 8.2. Hasil Normalisasi Matriks Siswa Terbaik	137
Tabel 8.3. Hasil <i>Preference Value</i> Siswa Terbaik	138
Tabel 8.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Siswa Terbaik	138

BAB I

SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sebuah sistem yang dirancang untuk membantu pengambilan keputusan dengan menyediakan informasi, model, dan alat analisis yang dibutuhkan. SPK menggunakan data historis, kebijakan, dan aturan yang telah ditentukan untuk memberikan rekomendasi keputusan yang optimal. Dengan memanfaatkan teknologi informasi, SPK mampu mengolah data secara cepat dan akurat, sehingga memudahkan pengguna dalam mengambil keputusan yang kompleks. SPK memiliki berbagai macam aplikasi di berbagai bidang, seperti manajemen, ekonomi, kesehatan, dan lain-lain. SPK dapat berupa sistem berbasis aturan, sistem berbasis model, atau kombinasi keduanya. Sistem berbasis aturan menggunakan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghasilkan keputusan, sementara sistem berbasis model menggunakan model matematis atau statistik untuk menganalisis data dan menghasilkan rekomendasi. Penggunaan SPK dapat meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan, mengurangi tingkat ketidakpastian, serta membantu dalam menyelesaikan masalah yang kompleks.

1.1. DEFINISI SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah suatu sistem yang dirancang untuk membantu pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau entitas, dengan menyediakan informasi, analisis, dan alat-alat yang diperlukan[1]. SPK menggunakan data historis, kebijakan, aturan, dan model matematika atau statistik untuk menyediakan rekomendasi atau solusi alternatif terhadap suatu masalah yang kompleks. Tujuan utama dari SPK adalah untuk meningkatkan kualitas keputusan, meningkatkan efisiensi proses pengambilan keputusan, dan membantu dalam menangani ketidakpastian atau kompleksitas yang terkait dengan suatu

keputusan. SPK dapat digunakan di berbagai bidang, seperti manajemen, keuangan, pemasaran, produksi, dan lain-lain, untuk membantu para pengambil keputusan dalam menghadapi situasi yang kompleks dan dinamis. SPK dapat berupa sistem berbasis aturan, sistem berbasis model, atau kombinasi dari keduanya. Sistem berbasis aturan menggunakan aturan-aturan yang telah ditentukan sebelumnya untuk menghasilkan keputusan, sementara sistem berbasis model menggunakan model matematis atau statistik untuk menganalisis data dan menghasilkan rekomendasi. Penggunaan SPK dapat memberikan sejumlah manfaat, antara lain mempercepat proses pengambilan keputusan, mengurangi tingkat ketidakpastian, meningkatkan konsistensi keputusan, dan memungkinkan pengambil keputusan untuk mengeksplorasi berbagai alternatif keputusan secara sistematis. SPK menjadi alat yang sangat berharga dalam mendukung pengambilan keputusan di berbagai tingkat organisasi.

SPK juga memungkinkan para pengambil keputusan untuk memanfaatkan data dan informasi yang ada secara lebih efektif, sehingga dapat mengidentifikasi peluang atau masalah yang mungkin tidak terlihat secara langsung[2]. Selain itu, SPK dapat membantu dalam mengelola kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan memecah masalah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil dan lebih terkelola. Dengan adanya SPK, para pengambil keputusan dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan berbasis bukti, yang pada akhirnya dapat meningkatkan kinerja dan daya saing organisasi. SPK juga dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan, karena rekomendasi atau solusi yang dihasilkan didasarkan pada data dan logika yang dapat dijelaskan. Hal ini dapat membantu dalam mengurangi bias subjektif dan memperbaiki proses pengambilan keputusan yang adil dan obyektif. Selain itu, SPK dapat secara efektif digunakan untuk mengotomatisasi proses pengambilan keputusan rutin atau berulang, membebaskan waktu dan sumber daya manusia untuk fokus pada keputusan yang lebih kompleks dan strategis. Dengan

demikian, SPK memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan akurasi dalam pengambilan keputusan di berbagai organisasi dan bidang usaha.

Pengembangan SPK terus mengalami evolusi dengan integrasi teknologi terbaru seperti kecerdasan buatan (AI) dan analisis data yang mendalam (*data analytics*). Penggunaan teknologi ini memungkinkan SPK untuk mengolah dan menganalisis jumlah data yang lebih besar dalam waktu yang lebih singkat, sehingga menghasilkan rekomendasi yang lebih akurat dan relevan. Selain itu, kemajuan dalam teknologi juga memungkinkan pengembangan SPK yang lebih adaptif dan responsif, mampu menanggapi perubahan dalam lingkungan bisnis atau situasi pengambilan keputusan dengan lebih cepat dan tepat. Dengan terus berkembangnya teknologi, SPK memiliki potensi untuk semakin meningkatkan kemampuan organisasi dalam mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih cepat, sehingga dapat mencapai tujuan-tujuan mereka dengan lebih efektif. Dalam era digital saat ini, SPK juga semakin terintegrasi dengan *platform* dan sistem lainnya, seperti sistem manajemen data, analisis prediktif, dan teknologi *cloud*. Integrasi ini memungkinkan SPK untuk mengakses data secara *real-time* dari berbagai sumber, menghasilkan informasi yang lebih akurat dan relevan untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Selain itu, penggunaan teknologi *cloud* memungkinkan SPK untuk menjadi lebih fleksibel dan mudah diakses dari berbagai lokasi, memungkinkan kolaborasi yang lebih baik antara para pengambil keputusan. Dengan demikian, SPK terus mengalami perkembangan yang signifikan dalam memperbaiki proses pengambilan keputusan di berbagai organisasi, membantu mereka untuk tetap bersaing dan beradaptasi dengan cepat dalam lingkungan bisnis yang berubah dengan cepat.

SPK juga semakin merambah ke berbagai bidang aplikasi, tidak hanya terbatas pada bisnis dan manajemen. Contohnya, dalam bidang kesehatan, SPK digunakan untuk mendukung diagnosis medis, perencanaan perawatan pasien, dan penelitian

klinis. Di bidang lingkungan, SPK dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya alam, pemantauan polusi, dan perencanaan pengelolaan limbah. Selain itu, dalam bidang pemerintahan, SPK dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan terkait kebijakan publik, alokasi anggaran, dan perencanaan pembangunan. Dengan demikian, pengembangan dan penerapan SPK yang terus berkembang di berbagai bidang dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi, efektivitas, dan keberlanjutan dalam pengambilan keputusan di seluruh spektrum kegiatan manusia.

Dalam konteks bisnis, SPK juga semakin terintegrasi dengan konsep-konsep seperti analisis *Big Data* dan *Machine Learning*. Integrasi ini memungkinkan SPK untuk mengolah dan menganalisis data yang sangat besar dan kompleks dengan lebih baik, sehingga menghasilkan wawasan yang lebih dalam dan rekomendasi yang lebih akurat. Selain itu, penggunaan teknologi ini juga memungkinkan SPK untuk belajar dari pola-pola data historis dan mengidentifikasi tren yang mungkin sulit dikenali oleh manusia, sehingga membantu dalam mengambil keputusan yang lebih baik di masa depan. Dengan terus berkembangnya integrasi teknologi ini, SPK memiliki potensi besar untuk membawa dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan kinerja dan keunggulan kompetitif organisasi di berbagai sektor industri.

Selain integrasi dengan teknologi yang lebih canggih, SPK juga semakin mengutamakan pengalaman pengguna (*user experience*) yang lebih baik. Pengembangan antarmuka yang lebih intuitif dan mudah digunakan memungkinkan pengguna yang tidak memiliki latar belakang teknis yang kuat untuk menggunakan SPK dengan lebih efektif. Hal ini penting karena keberhasilan SPK tidak hanya bergantung pada keakuratan analisisnya, tetapi juga pada kemampuannya untuk diterapkan dan diterima oleh pengguna akhir. Dengan menyediakan pengalaman pengguna yang baik, SPK dapat lebih mudah diterima dan digunakan oleh berbagai pihak dalam suatu organisasi, sehingga potensinya untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan menjadi lebih besar.

1.2. PERAN SPK DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN

SPK memiliki peran yang penting dalam membantu pengambilan keputusan di berbagai bidang. Melalui penggunaan metode analisis dan algoritma tertentu, SPK mampu mengolah data dan informasi untuk menghasilkan rekomendasi atau keputusan yang lebih tepat dan efisien. Dengan mempertimbangkan berbagai kriteria dan preferensi yang diberikan, SPK dapat menyajikan alternatif keputusan secara objektif, sehingga membantu pengguna dalam menghadapi situasi yang kompleks dan tidak terstruktur. Dalam konteks bisnis, SPK dapat digunakan untuk pengelolaan rantai pasokan, alokasi sumber daya, analisis pasar, dan lainnya. Secara umum, peran SPK adalah sebagai alat bantu yang dapat meningkatkan kualitas keputusan dan efisiensi proses pengambilan keputusan. SPK memiliki peran yang sangat penting dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang dan tingkat organisasi. Beberapa peran utama SPK dalam pengambilan keputusan antara lain:

1. Mengorganisir Informasi: SPK membantu mengumpulkan, menyimpan, dan mengorganisir informasi yang relevan dari berbagai sumber, sehingga memudahkan pengambil keputusan untuk mengakses informasi yang dibutuhkan dengan cepat dan efisien.
2. Menganalisis Data: SPK menggunakan teknik analisis data yang canggih untuk mengolah data yang kompleks menjadi informasi yang lebih bermakna. Hal ini membantu pengambil keputusan dalam memahami situasi yang dihadapi dan mengidentifikasi berbagai alternatif keputusan yang mungkin.
3. Memberikan Rekomendasi: Berdasarkan analisis data, SPK memberikan rekomendasi atau solusi alternatif yang didukung oleh data dan logika. Rekomendasi ini membantu pengambil keputusan dalam mempertimbangkan berbagai faktor dan konsekuensi sebelum membuat keputusan.

4. Mendukung Keputusan Berbasis Bukti: SPK membantu dalam membuat keputusan yang lebih terinformasi dan berbasis bukti, dengan menyediakan informasi yang akurat dan relevan untuk mendukung setiap langkah pengambilan keputusan.
5. Mengelola Ketidakpastian: Dalam menghadapi situasi yang tidak pasti atau kompleks, SPK membantu pengambil keputusan dalam mengelola ketidakpastian dengan menyediakan analisis sensitivitas dan skenario untuk memahami dampak dari berbagai keputusan yang mungkin diambil.
6. Meningkatkan Efisiensi dan Produktivitas: Dengan mempercepat proses pengambilan keputusan dan menyediakan informasi yang relevan, SPK dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas organisasi secara keseluruhan.
7. Mengidentifikasi Pola dan Tren: SPK dapat membantu dalam mengidentifikasi pola dan tren dari data historis, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk membuat proyeksi yang lebih akurat tentang masa depan. Hal ini dapat membantu organisasi untuk mengantisipasi perubahan pasar atau kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi keputusan mereka.
8. Mengurangi Bias Subjektif: Dengan menggunakan metode analisis yang objektif dan berbasis data, SPK dapat membantu mengurangi bias subjektif dalam pengambilan keputusan. Hal ini dapat meningkatkan keadilan dan konsistensi dalam proses pengambilan keputusan.
9. Meningkatkan Kualitas Keputusan: Dengan menyediakan informasi yang lebih komprehensif dan analisis yang lebih mendalam, SPK dapat membantu meningkatkan kualitas keputusan yang diambil. Hal ini dapat membantu organisasi untuk mencapai tujuan mereka dengan lebih baik.
10. Memfasilitasi Kolaborasi: SPK dapat memfasilitasi kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan dalam proses

pengambilan keputusan. Hal ini dapat membantu dalam mencapai konsensus dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik secara bersama-sama.

11. **Mengelola Kompleksitas:** Dalam keputusan yang melibatkan banyak kriteria dan alternatif, SPK membantu mengelola kompleksitas dengan menyediakan struktur yang terorganisir untuk mengevaluasi opsi yang tersedia. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk fokus pada aspek yang paling penting dan mengidentifikasi solusi yang paling optimal.
12. **Mendukung Keputusan Strategis:** SPK dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan strategis dengan menyediakan analisis yang mendalam tentang tren pasar, kompetitor, dan faktor-faktor eksternal lainnya. Hal ini membantu pengambil keputusan dalam merencanakan langkah-langkah jangka panjang yang dapat meningkatkan daya saing dan pertumbuhan organisasi.
13. **Mengurangi Risiko:** Dengan memberikan informasi yang lebih lengkap dan analisis yang lebih mendalam, SPK dapat membantu mengurangi risiko dalam pengambilan keputusan. Hal ini dapat membantu organisasi untuk menghindari keputusan yang berisiko tinggi dan mengambil langkah-langkah yang lebih aman.
14. **Mendorong Inovasi:** Dengan memberikan wawasan yang lebih dalam tentang pasar dan pelanggan, SPK dapat mendorong inovasi dalam produk dan layanan. Hal ini dapat membantu organisasi untuk tetap relevan dan kompetitif dalam lingkungan bisnis yang terus berubah.

Dengan berbagai peran yang dimilikinya, SPK telah menjadi alat yang sangat berharga dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang dan tingkat organisasi. Dengan menggunakan SPK secara efektif, organisasi dapat meningkatkan kemampuannya untuk mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih cepat, sehingga dapat mencapai tujuan mereka dengan lebih efisien.

1.3. MANFAAT PENGGUNAAN SPK

SPK memberikan berbagai manfaat dalam proses pengambilan keputusan, SPK membantu mengatasi kompleksitas dalam analisis data dengan menyajikan informasi yang relevan dan terstruktur. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memahami situasi dengan lebih baik dan membuat keputusan yang lebih tepat. SPK meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan dengan mempercepat proses analisis dan evaluasi alternatif. Dengan menggunakan algoritma dan metode yang tepat, SPK dapat menghasilkan rekomendasi dalam waktu singkat tanpa mengorbankan akurasi. Ketiga, SPK dapat meningkatkan konsistensi keputusan dengan menyediakan kerangka kerja yang terdefinisi dengan jelas. Ini membantu mengurangi bias dan subjektivitas yang mungkin muncul dalam proses pengambilan keputusan manusia. Selain itu, SPK juga memungkinkan pengguna untuk melakukan simulasi dan analisis sensitivitas terhadap berbagai skenario, sehingga memungkinkan mereka untuk membuat keputusan yang lebih baik di masa depan. Penggunaan SPK memiliki sejumlah manfaat yang signifikan, antara lain:

1. Meningkatkan Kualitas Keputusan: SPK membantu dalam menganalisis informasi yang kompleks dan memberikan rekomendasi berdasarkan data, sehingga meningkatkan kualitas keputusan yang diambil.
2. Mempercepat Proses Pengambilan Keputusan: Dengan menyediakan informasi yang relevan dan analisis yang cepat, SPK dapat mempercepat proses pengambilan keputusan, sehingga organisasi dapat merespons perubahan pasar dengan lebih cepat.
3. Mengurangi Risiko: SPK membantu dalam mengidentifikasi risiko-risiko yang terkait dengan keputusan yang diambil, sehingga memungkinkan organisasi untuk mengambil langkah-langkah mitigasi yang sesuai.
4. Mengoptimalkan Sumber Daya: Dengan membantu dalam pemilihan alternatif yang paling optimal, SPK dapat membantu

organisasi untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya yang tersedia.

5. Meningkatkan Efisiensi Operasional: Dengan memfasilitasi pengambilan keputusan yang lebih baik, SPK dapat membantu meningkatkan efisiensi operasional organisasi secara keseluruhan.
6. Mendukung Keputusan Berbasis Bukti: SPK membantu dalam membuat keputusan yang berdasarkan data dan bukti, sehingga mengurangi risiko keputusan berdasarkan intuisi atau persepsi semata.
7. Mengoptimalkan Kinerja Organisasi: Dengan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik, SPK dapat membantu organisasi untuk mencapai tujuan dan sasaran mereka dengan lebih efektif.
8. Meningkatkan Kepuasan Pelanggan: Dengan memberikan solusi yang lebih baik dan layanan yang lebih efisien, SPK dapat meningkatkan kepuasan pelanggan dan memperkuat hubungan dengan mereka.

Dengan manfaat-manfaat tersebut, penggunaan SPK telah menjadi strategi yang sangat penting dalam membantu organisasi untuk tetap bersaing dan berkembang dalam lingkungan bisnis yang semakin kompleks dan dinamis.

1.4. TANTANGAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Salah satu tantangan utama dalam pengembangan SPK adalah integrasi data yang kompleks. Data yang digunakan dalam SPK seringkali berasal dari berbagai sumber yang berbeda dan memiliki format yang beragam. Menyatukan data ini menjadi satu kesatuan yang koheren dan terstruktur dapat menjadi tantangan tersendiri. Selain itu, keandalan dan akurasi data juga menjadi perhatian penting, karena keputusan yang dihasilkan oleh SPK sangat bergantung pada data yang digunakan. Selain itu, mempertahankan relevansi dan keaktualan data juga menjadi tantangan, karena kondisi bisnis atau lingkungan yang terus

berubah dapat mempengaruhi validitas keputusan yang dihasilkan. Selain masalah data, kompleksitas dalam model matematika atau algoritma yang digunakan dalam SPK juga menjadi tantangan tersendiri. Dalam beberapa kasus, model yang kompleks dapat sulit untuk dimengerti dan diinterpretasikan oleh pengguna, sehingga mengurangi tingkat kepercayaan terhadap keputusan yang dihasilkan. Tantangan lainnya adalah menyesuaikan SPK dengan perubahan lingkungan bisnis yang cepat. Lingkungan bisnis yang dinamis memerlukan adaptabilitas yang tinggi dari sistem pendukung keputusan untuk tetap relevan dan efektif. Selain itu, tantangan etis dan sosial juga perlu diperhatikan, terutama terkait dengan privasi dan keamanan data. Penggunaan data yang sensitif dalam SPK dapat menimbulkan masalah etis jika tidak dikelola dengan baik. Oleh karena itu, penting untuk memperhatikan aspek-aspek etis dan legal dalam pengembangan dan penggunaan SPK. Selain itu, tantangan lainnya mungkin termasuk kurangnya pemahaman atau penerimaan dari pengguna terhadap teknologi SPK, yang dapat menghambat penerapan dan adopsi teknologi tersebut. Dengan mengidentifikasi dan mengatasi tantangan-tantangan ini, sistem pendukung keputusan dapat memberikan manfaat yang signifikan dalam membantu organisasi membuat keputusan yang lebih baik.

SPK seringkali dihadapkan pada berbagai tantangan yang dapat mempengaruhi kinerjanya. Beberapa tantangan umum yang sering muncul dalam pengembangan dan implementasi SPK meliputi:

1. Ketersediaan Data: SPK memerlukan data yang akurat, lengkap, dan terstruktur. Tantangan terbesar adalah memastikan ketersediaan data yang memadai untuk mendukung proses pengambilan keputusan.
2. Ketidakpastian dan Kompleksitas: Lingkungan bisnis seringkali penuh dengan ketidakpastian dan kompleksitas. SPK harus mampu menangani informasi yang tidak pasti dan situasi yang kompleks.

3. Keterbatasan Sumber Daya: Pengembangan dan implementasi SPK memerlukan investasi sumber daya manusia, teknologi, dan keuangan yang cukup besar. Keterbatasan sumber daya dapat menjadi hambatan dalam pengembangan SPK yang efektif.
4. Integrasi dengan Sistem yang Ada: SPK seringkali harus diintegrasikan dengan sistem yang sudah ada dalam organisasi. Tantangan muncul ketika sistem-sistem tersebut memiliki format data yang berbeda-beda.
5. Kesesuaian dengan Kebutuhan Pengguna: SPK harus dirancang sesuai dengan kebutuhan dan preferensi pengguna. Tantangan terjadi ketika kebutuhan pengguna tidak terdefinisi dengan jelas atau berubah-ubah.
6. Kesulitan dalam Pengukuran Kinerja: Mengukur kinerja SPK dapat menjadi tantangan, terutama karena hasil keputusan yang dihasilkan oleh SPK tidak selalu dapat diukur secara langsung.
7. Perubahan Lingkungan Bisnis: Lingkungan bisnis yang cepat berubah dapat mempengaruhi kinerja SPK. SPK harus mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan bisnis tersebut.
8. Kesulitan dalam Menerapkan Keputusan: Tantangan terakhir adalah dalam menerapkan keputusan yang dihasilkan oleh SPK. Keputusan yang baik saja tidak cukup, tetapi juga harus mampu diterapkan dengan baik dalam praktik bisnis.

Untuk mengatasi tantangan-tantangan tersebut, penting bagi organisasi untuk memiliki strategi pengembangan dan implementasi SPK yang matang, serta dukungan yang cukup dari berbagai pihak terkait.

Beberapa langkah yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan-tantangan dalam pengembangan dan implementasi SPK yaitu:

1. Ketersediaan Data: Pastikan untuk memiliki infrastruktur yang memadai untuk pengumpulan, penyimpanan, dan pemrosesan data. Lakukan pembersihan data secara berkala untuk memastikan keakuratannya.

2. Ketidakpastian dan Kompleksitas: Gunakan teknik analisis yang tepat untuk mengatasi ketidakpastian, seperti analisis sensitivitas, simulasi *Monte Carlo*, atau metode lainnya. Gunakan model yang sesuai dengan tingkat kompleksitas masalah yang dihadapi.
3. Keterbatasan Sumber Daya: Lakukan evaluasi yang cermat untuk menentukan kebutuhan sumber daya yang tepat. Pertimbangkan menggunakan solusi SPK yang *cloud-based* untuk mengurangi biaya infrastruktur.
4. Integrasi dengan Sistem yang Ada: Gunakan standar komunikasi dan format data yang umum digunakan untuk memudahkan integrasi dengan sistem yang sudah ada. Pertimbangkan penggunaan API atau *middleware* untuk integrasi yang lebih mudah.
5. Kesesuaian dengan Kebutuhan Pengguna: Libatkan pengguna SPK secara aktif dalam proses pengembangan untuk memastikan kesesuaian dengan kebutuhan mereka. Lakukan evaluasi reguler untuk memastikan SPK tetap relevan dengan kebutuhan pengguna.
6. Kesulitan dalam Pengukuran Kinerja: Tentukan metrik kinerja yang relevan dan ukur secara berkala. Gunakan metode *benchmarking* untuk membandingkan kinerja SPK dengan solusi sejenis di industri.
7. Perubahan Lingkungan Bisnis: Desain SPK dengan fleksibilitas yang memadai untuk dapat beradaptasi dengan perubahan lingkungan bisnis. Pertimbangkan penggunaan teknologi yang scalable untuk mendukung pertumbuhan bisnis yang cepat.
8. Kesulitan dalam Menerapkan Keputusan: Sertakan proses implementasi yang jelas dalam pengembangan SPK. Libatkan stakeholder yang relevan dalam proses implementasi dan berikan pelatihan yang cukup kepada mereka.

Dengan mengambil langkah-langkah tersebut, organisasi dapat mengatasi berbagai tantangan yang mungkin muncul dalam pengembangan dan implementasi SPK, sehingga dapat

memaksimalkan manfaat dari penggunaan teknologi ini dalam pengambilan keputusan.

BAB II

MULTI-CRITERIA DECISION MAKING

MCDM singkatan dari *Multi-Criteria Decision Making*, adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mengambil keputusan yang melibatkan beberapa kriteria atau faktor yang saling berkaitan. Pendekatan ini membantu dalam memilih alternatif terbaik dari sejumlah opsi yang tersedia, dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang relevan. MCDM menggabungkan metode matematis, statistik, dan pengambilan keputusan untuk menyusun struktur keputusan yang komprehensif. Melalui MCDM, para pengambil keputusan dapat memahami *trade-off* antara berbagai kriteria dan menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan berkelanjutan. MCDM telah menjadi alat yang penting dalam berbagai bidang, seperti manajemen, teknik, ekonomi, dan lingkungan, membantu para pengambil keputusan untuk mengatasi kompleksitas dalam menghadapi situasi nyata.

2.1. PENGANTAR MCDM

MCDM adalah suatu pendekatan yang digunakan untuk mengambil keputusan dari beberapa kriteria atau alternatif yang saling bersaing[3]. Pendekatan ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang relevan secara bersamaan. Dengan menggunakan MCDM, pengambil keputusan dapat memperhitungkan berbagai faktor yang beragam dan seringkali saling bertentangan, sehingga memungkinkan untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan efektif. Metode MCDM dapat diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk bisnis, teknik, lingkungan, kesehatan, dan lain-lain, untuk membantu mengatasi kompleksitas dalam proses pengambilan keputusan. MCDM merupakan sebuah pendekatan atau metode dalam pengambilan

keputusan yang melibatkan banyak kriteria atau faktor dalam prosesnya. Tujuan dari MCDM adalah untuk membantu pengambil keputusan mengatasi kompleksitas dalam memilih alternatif yang terbaik dari beberapa pilihan yang mungkin, dengan mempertimbangkan banyak kriteria yang relevan.

Pendekatan ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang relevan secara bersamaan. Dengan menggunakan MCDM, pengambil keputusan dapat memperhitungkan berbagai faktor yang beragam dan seringkali saling bertentangan, sehingga memungkinkan untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan efektif[4]. Metode MCDM dapat diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk bisnis, teknik, lingkungan, kesehatan, dan lain-lain, untuk membantu mengatasi kompleksitas dalam proses pengambilan keputusan. MCDM merupakan sebuah pendekatan atau metode dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria atau faktor dalam prosesnya. Tujuan dari MCDM adalah untuk membantu pengambil keputusan mengatasi kompleksitas dalam memilih alternatif yang terbaik dari beberapa pilihan yang mungkin, dengan mempertimbangkan banyak kriteria yang relevan.

Dengan menggunakan pendekatan MCDM, pengambil keputusan dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang dampak keputusan mereka terhadap tujuan yang diinginkan dan risiko yang terlibat. Dengan demikian, MCDM membantu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dan mengurangi kemungkinan terjadinya kesalahan atau keputusan yang kurang optimal. Selain itu, MCDM juga dapat meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan dengan menyediakan kerangka kerja yang terukur dan dapat dipertanggungjawabkan. Dengan demikian, MCDM tidak hanya menggarisbawahi pentingnya pendekatan ini dalam pengambilan keputusan yang efektif, tetapi juga menyoroti manfaatnya yang luas bagi berbagai bidang dan situasi.

Dengan pendekatan MCDM, pengambil keputusan dapat mengevaluasi berbagai alternatif dan kriteria secara komprehensif, sehingga dapat memilih solusi terbaik yang sesuai dengan tujuan dan preferensi mereka. Pendekatan ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengintegrasikan berbagai faktor yang kompleks dan saling terkait dalam proses pengambilan keputusan, seperti biaya, waktu, risiko, dan dampak lingkungan. Dengan demikian, MCDM memfasilitasi proses pengambilan keputusan yang lebih holistik dan terinformasi, yang dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik dan berkelanjutan. Selain itu, MCDM juga memungkinkan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi dan mengatasi tantangan serta hambatan yang mungkin muncul dalam proses pengambilan keputusan, sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas pengambilan keputusan secara keseluruhan.

2.2. LANGKAH-LANGKAH DALAM MCDM

MCDM tidak hanya memberikan kerangka kerja untuk pengambilan keputusan yang sistematis, tetapi juga membantu dalam mengarahkan tindakan dan implementasi solusi-solusi yang dipilih. Langkah-langkah dalam MCDM mencakup identifikasi alternatif, pengumpulan data dan informasi, penilaian kriteria, pengembangan model keputusan, pemilihan metode analisis, perhitungan bobot kriteria, perankingan alternatif, dan evaluasi keputusan. Berikut adalah langkah-langkah umum dalam proses MCDM yaitu:

1. Identifikasi Masalah: Tentukan tujuan dari pengambilan keputusan dan identifikasi alternatif yang mungkin untuk mencapai tujuan tersebut.
2. Identifikasi Kriteria: Tentukan kriteria-kriteria yang akan digunakan untuk mengevaluasi alternatif. Kriteria-kriteria ini harus relevan, dapat diukur, dan dapat dibandingkan antara satu dengan yang lain.

3. **Pemberian Bobot Kriteria:** Berikan bobot pada setiap kriteria untuk menunjukkan tingkat kepentingannya. Bobot ini mencerminkan preferensi relatif dari pengambil keputusan terhadap setiap kriteria.
4. **Normalisasi Kriteria:** Normalisasikan nilai-nilai kriteria untuk menghilangkan perbedaan skala antar kriteria. Ini memungkinkan perbandingan yang adil antara kriteria-kriteria tersebut.
5. **Penilaian Alternatif:** Berikan penilaian pada setiap alternatif terhadap setiap kriteria. Penilaian ini dapat berupa skala numerik atau kategori, tergantung pada metode MCDM yang digunakan.
6. **Agregasi Nilai:** Agregasikan nilai-nilai dari setiap kriteria untuk setiap alternatif. Ini dapat dilakukan dengan menggunakan metode tertentu, seperti *weighted sum* atau *weighted product*.
7. **Perankingan Alternatif:** Lakukan perankingan pada alternatif berdasarkan nilai agregat yang dihasilkan. Alternatif dengan nilai tertinggi akan dianggap sebagai alternatif terbaik.
8. **Analisis Sensitivitas:** Lakukan analisis sensitivitas untuk mengidentifikasi seberapa sensitif hasilnya terhadap perubahan bobot kriteria atau nilai alternatif.
9. **Pengambilan Keputusan:** Gunakan hasil perankingan dan analisis sensitivitas untuk membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif yang paling sesuai dengan tujuan dan preferensi mereka.

Setiap langkah dalam proses MCDM memerlukan pemikiran yang cermat dan penggunaan metode yang tepat. Pemilihan metode MCDM yang sesuai, serta interpretasi yang benar terhadap hasil yang dihasilkan, sangat penting untuk memastikan bahwa keputusan yang diambil adalah yang terbaik dalam konteks yang diberikan.

2.3. TUJUAN DAN MANFAAT MCDM

MCDM adalah sebuah metode yang digunakan untuk membuat keputusan ketika terdapat beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan. Tujuan utamanya adalah untuk membantu pengambil keputusan dalam mengevaluasi dan memilih alternatif terbaik dari beberapa pilihan yang ada, berdasarkan sejumlah kriteria atau faktor yang relevan. Dengan menggunakan MCDM, kita dapat mengidentifikasi dan menilai berbagai opsi yang tersedia dengan mempertimbangkan preferensi, keterbatasan, dan tujuan yang ada. Metode ini dapat diterapkan dalam berbagai konteks, mulai dari bisnis dan manajemen hingga perencanaan kota dan teknik. MCDM membantu pengambil keputusan untuk mengatasi kompleksitas dalam mengevaluasi berbagai faktor yang saling terkait. Dengan menggunakan teknik-teknik MCDM seperti analisis hierarki (AHP), analisis TOPSIS, atau analisis outranking, para pengambil keputusan dapat memberikan bobot pada setiap kriteria, menilai alternatif berdasarkan kriteria tersebut, dan kemudian membuat ranking atau memilih solusi terbaik berdasarkan hasil analisis. Tujuan MCDM juga meliputi:

1. Meningkatkan transparansi dalam proses pengambilan keputusan dengan menyediakan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur.
2. Membantu dalam mengelola ketidakpastian dan risiko dengan mempertimbangkan berbagai skenario atau kemungkinan.
3. Memungkinkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan atau ahli dalam menentukan preferensi dan penilaian kriteria.
4. Mengoptimalkan penggunaan sumber daya dengan memilih solusi yang paling memenuhi kriteria yang ditetapkan.
5. Meningkatkan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan dengan mendokumentasikan evaluasi kriteria dan pemilihan alternatif.

Dengan demikian, tujuan MCDM adalah untuk membantu pengambil keputusan membuat keputusan yang lebih baik, lebih

terinformasi, dan lebih sesuai dengan tujuan mereka dengan memanfaatkan analisis yang sistematis dan komprehensif.

MCDM memberikan manfaat yang substansial dalam pengambilan keputusan dengan memungkinkan evaluasi yang lebih holistik dan terstruktur terhadap berbagai alternatif dan kriteria. Dengan menggunakan metode ini, organisasi dapat meningkatkan kualitas keputusan mereka dengan mempertimbangkan sejumlah faktor yang relevan, meminimalkan risiko, dan mengoptimalkan penggunaan sumber daya. Selain itu, MCDM juga memperkuat transparansi dalam proses pengambilan keputusan, mendorong kolaborasi antara pemangku kepentingan yang berbeda, dan meningkatkan efisiensi operasional secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan kerangka kerja yang sistematis dan dokumentasi yang jelas, MCDM memberikan landasan yang kokoh bagi organisasi untuk mencapai keunggulan kompetitif dan beradaptasi dengan perubahan lingkungan yang dinamis.

Manfaat MCDM sangat beragam dan dapat dirasakan dalam berbagai konteks. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari penggunaan MCDM dalam pengambilan keputusan:

1. **Pemahaman yang Lebih Baik:** MCDM membantu pengambil keputusan untuk memahami masalah secara menyeluruh dengan mempertimbangkan berbagai aspek dan kriteria yang relevan. Hal ini dapat mengurangi risiko keputusan yang kurang informasional.
2. **Penilaian yang Lebih Komprehensif:** Dengan MCDM, pengambil keputusan dapat mengevaluasi alternatif berdasarkan berbagai kriteria, bukan hanya satu faktor tunggal. Hal ini memungkinkan untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap dan akurat tentang kelebihan dan kekurangan dari setiap alternatif.
3. **Pengambilan Keputusan yang Lebih Objektif:** MCDM menggunakan pendekatan yang sistematis dan terstruktur, yang dapat mengurangi bias subjektif dalam pengambilan

keputusan. Dengan demikian, keputusan yang diambil lebih didasarkan pada fakta dan data.

4. **Transparansi dan Akuntabilitas:** Penggunaan MCDM dapat meningkatkan transparansi dalam proses pengambilan keputusan dengan menyediakan kerangka kerja yang jelas dan terukur. Hal ini memungkinkan untuk menjelaskan dan mempertanggungjawabkan keputusan yang diambil.
5. **Peningkatan Kualitas Keputusan:** Dengan mempertimbangkan berbagai kriteria dan alternatif secara komprehensif, MCDM dapat membantu meningkatkan kualitas keputusan yang diambil, sehingga meminimalkan risiko dan meningkatkan potensi keberhasilan.
6. **Efisiensi dan Produktivitas:** MCDM dapat membantu mengidentifikasi alternatif yang paling menjanjikan dengan cepat dan efisien, sehingga menghemat waktu dan sumber daya yang diperlukan untuk pengambilan keputusan.

Dengan demikian, manfaat MCDM tidak hanya terbatas pada peningkatan proses pengambilan keputusan, tetapi juga dapat memberikan dampak yang positif dalam mencapai tujuan organisasi atau individu secara keseluruhan.

2.4. TANTANGAN DALAM IMPLEMENTASI MCDM

Implementasi MCDM tidak terlepas dari sejumlah tantangan yang perlu diatasi oleh organisasi. Salah satu tantangan utamanya adalah kompleksitas dalam mengidentifikasi dan menetapkan kriteria yang relevan serta memberikan bobot yang tepat pada setiap kriteria tersebut. Selain itu, mengumpulkan data yang akurat dan lengkap untuk mendukung proses evaluasi juga menjadi tantangan, terutama ketika data yang dibutuhkan tersebar di berbagai sumber yang berbeda. Selanjutnya, mengintegrasikan preferensi dan pendapat dari berbagai pemangku kepentingan yang mungkin memiliki pandangan yang berbeda juga bisa menjadi hambatan. Selain itu, perubahan lingkungan eksternal yang cepat dan tidak terduga dapat mempengaruhi validitas keputusan yang

dihasilkan oleh MCDM. Terakhir, memahami dan menggunakan metode MCDM dengan benar juga memerlukan keahlian dan pengetahuan yang cukup, sehingga memerlukan investasi dalam pelatihan dan pengembangan sumber daya manusia. Dengan mengatasi tantangan-tantangan ini, organisasi dapat lebih berhasil dalam menerapkan MCDM untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif dan efisien.

Meskipun MCDM memiliki berbagai manfaat, implementasinya juga dihadapkan pada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Berikut adalah beberapa tantangan umum dalam implementasi MCDM:

1. **Penilaian Kriteria:** Menentukan kriteria yang relevan dan penting dalam pengambilan keputusan seringkali sulit. Kriteria yang tidak tepat atau tidak lengkap dapat mengarah pada evaluasi yang tidak akurat.
2. **Bobot Kriteria:** Menghitung bobot relatif dari setiap kriteria juga merupakan tantangan, karena preferensi dan nilai relatif antar kriteria dapat bervariasi di antara pemangku kepentingan.
3. **Perbandingan Alternatif:** Membandingkan alternatif terhadap kriteria yang berbeda bisa menjadi rumit, terutama ketika alternatif memiliki karakteristik yang berbeda-beda dan tidak dapat dinyatakan dengan nilai yang sama.
4. **Keterbatasan Data dan Informasi:** Ketersediaan data yang tidak memadai atau informasi yang tidak lengkap dapat menghambat proses evaluasi dan membuat keputusan yang tidak akurat.
5. **Kompleksitas Komputasi:** Beberapa metode MCDM, seperti AHP, TOPSIS, atau PROMETHEE, melibatkan perhitungan yang rumit dan memerlukan sumber daya komputasi yang cukup besar, terutama ketika melibatkan banyak alternatif dan kriteria.
6. **Kesesuaian dengan Konteks Spesifik:** Setiap metode MCDM memiliki asumsi dan batasan tertentu, sehingga perlu dipastikan bahwa metode yang dipilih sesuai dengan

karakteristik dan tujuan dari masalah pengambilan keputusan yang dihadapi.

7. Interpretasi Hasil: Menginterpretasikan hasil dari analisis MCDM dan mengambil keputusan berdasarkan hasil tersebut dapat menjadi tantangan, terutama ketika terdapat ketidakpastian atau trade-off yang kompleks.
8. Partisipasi Pemangku Kepentingan: Melibatkan pemangku kepentingan yang relevan dalam proses MCDM dapat meningkatkan akseptabilitas dan keberlanjutan keputusan yang diambil. Namun, mendapatkan partisipasi yang efektif dari semua pihak terkait bisa menjadi sulit.
9. Kesesuaian dengan Budaya dan Nilai: Budaya dan nilai-nilai yang berbeda dapat memengaruhi cara orang menilai kriteria dan alternatif dalam MCDM. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan konteks budaya dan nilai-nilai lokal dalam implementasi MCDM.
10. Keterbatasan Model: Model yang digunakan dalam MCDM mungkin tidak selalu mampu menggambarkan kompleksitas dan dinamika dari situasi pengambilan keputusan yang sebenarnya. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan keterbatasan model dan mengakui tingkat ketidakpastiannya.
11. Kesalahan dalam Penilaian: Tergantung pada subjektivitas individu dalam menilai kriteria dan alternatif, terdapat potensi kesalahan yang dapat memengaruhi hasil akhir dari MCDM. Pelatihan yang baik dan penggunaan teknik validasi dapat membantu mengurangi risiko ini.
12. Konsistensi dan Replikasi: Memastikan konsistensi dalam proses MCDM dan hasil yang dapat direplikasi adalah penting untuk mengukur keandalan dan validitas dari keputusan yang diambil.
13. Komunikasi dan Edukasi: Memastikan bahwa semua pihak terlibat memahami proses dan metodologi MCDM dapat membantu mengurangi resistensi terhadap perubahan dan meningkatkan dukungan terhadap keputusan yang diambil.

Meskipun ada tantangan dalam implementasi MCDM, pemahaman yang baik tentang metode dan prinsip-prinsipnya, serta pemilihan pendekatan yang tepat untuk setiap konteks, dapat membantu mengatasi hambatan tersebut dan meningkatkan efektivitas pengambilan keputusan.

2.5. POTENSI PENGEMBANGAN MCDM DI MASA DEPAN

Potensi pengembangan MCDM di masa depan sangatlah menjanjikan, terutama dengan kemajuan teknologi dan metodologi. Salah satu arah potensial adalah integrasi MCDM dengan kecerdasan buatan (AI) dan analisis big data untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi proses pengambilan keputusan. Dengan memanfaatkan kemampuan AI dalam memproses dan menganalisis data secara cepat dan mendalam, MCDM dapat memberikan rekomendasi yang lebih cerdas dan lebih adaptif. Selain itu, pengembangan metode MCDM yang lebih dinamis dan fleksibel, yang memungkinkan untuk memperhitungkan ketidakpastian dengan lebih baik dan mengakomodasi perubahan lingkungan yang cepat, akan menjadi fokus penelitian di masa depan. Selanjutnya, penggunaan teknologi seperti simulasi dan model prediktif juga dapat ditingkatkan dalam konteks MCDM untuk membantu pengambil keputusan menguji berbagai skenario dan memahami konsekuensinya secara lebih mendalam. Selain itu, ada potensi untuk mengintegrasikan aspek keberlanjutan dan dampak sosial dari keputusan dalam kerangka MCDM, sehingga memungkinkan organisasi untuk membuat keputusan yang lebih bertanggung jawab secara sosial dan lingkungan. Dengan menggabungkan inovasi teknologi dan metodologi dengan pendekatan yang berorientasi pada kebutuhan pengguna, MCDM memiliki potensi besar untuk terus berkembang dan memberikan nilai tambah yang signifikan bagi organisasi di masa depan.

Di masa depan, terdapat beberapa potensi pengembangan MCDM yang dapat menjadi fokus utama untuk meningkatkan efektivitas dan aplikabilitasnya. Beberapa di antaranya termasuk:

1. Integrasi dengan Kecerdasan Buatan (AI) dan Analisis *Big Data*: Mengintegrasikan teknologi AI dan analisis *big data* dalam MCDM dapat meningkatkan kemampuan untuk mengelola dan menganalisis informasi yang kompleks serta mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat.
2. Pengembangan Metode MCDM yang Lebih Efisien dan Akurat: Terus mengembangkan metode MCDM yang lebih canggih dan efisien, seperti pengembangan metode pengambilan keputusan berbasis agen, metode optimasi evolusioner, atau metode pembelajaran mesin, untuk mengatasi tantangan dalam pengambilan keputusan yang semakin kompleks.
3. Penerapan MCDM dalam Konteks Multidisiplin dan Multiskala: Memperluas penerapan MCDM untuk memperhitungkan aspek multidimensi dan multiskala dari masalah, termasuk implikasi sosial, ekonomi, dan lingkungan, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih holistik.
4. Pengembangan Kerangka Kerja MCDM yang Lebih Berkelanjutan dan Adil: Mengembangkan kerangka kerja MCDM yang lebih berkelanjutan dan adil dengan mempertimbangkan aspek-aspek seperti keadilan, keberlanjutan, dan keterlibatan masyarakat dalam pengambilan keputusan.
5. Penggunaan MCDM dalam Pengambilan Keputusan Publik: Meningkatkan penggunaan MCDM dalam pengambilan keputusan publik, seperti dalam perencanaan kota, pengelolaan sumber daya alam, atau kebijakan publik, untuk mendukung pembangunan yang berkelanjutan dan inklusif.
6. Pengembangan Alat dan Sistem Pendukung Keputusan MCDM yang Lebih *User-Friendly*: Mengembangkan alat dan sistem pendukung keputusan MCDM yang lebih mudah digunakan

dan dipahami oleh berbagai pemangku kepentingan, sehingga dapat meningkatkan partisipasi dan akseptabilitas.

7. Pengembangan Model MCDM yang Adaptif: Pengembangan model MCDM yang mampu beradaptasi dengan perubahan lingkungan dan preferensi pemangku kepentingan, sehingga dapat memberikan solusi yang lebih dinamis dan responsif terhadap kondisi yang berubah.
8. Integrasi dengan Konsep Keberlanjutan: Lebih mengintegrasikan konsep keberlanjutan dalam metode MCDM, seperti dengan mempertimbangkan dampak jangka panjang dari keputusan yang diambil terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi.
9. Pengembangan Metode MCDM untuk Pengambilan Keputusan Kolaboratif: Mengembangkan metode MCDM yang mendukung pengambilan keputusan kolaboratif, di mana berbagai pemangku kepentingan dapat bekerja sama dalam mengidentifikasi, mengevaluasi, dan memilih alternatif yang optimal.
10. Penerapan MCDM dalam Konteks Global: Mengembangkan kerangka kerja MCDM yang dapat diterapkan dalam konteks global, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang melibatkan berbagai negara atau wilayah dengan kepentingan yang berbeda.
11. Pengembangan Model MCDM Berbasis Pengalaman: Membangun model MCDM yang dapat memanfaatkan data dan pengalaman dari keputusan-keputusan sebelumnya untuk meningkatkan akurasi dan kecepatan dalam pengambilan keputusan di masa depan.
12. Pengembangan Metode MCDM untuk Pengambilan Keputusan yang Tidak Pasti: Mengembangkan metode MCDM yang dapat mengatasi ketidakpastian dalam pengambilan keputusan, seperti dengan menggunakan teknik analisis risiko atau pengambilan keputusan *fuzzy*.

Dengan terus mengembangkan MCDM dalam arah ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang lebih besar dalam mengatasi

kompleksitas dalam pengambilan keputusan di berbagai bidang dan meningkatkan kapasitas manusia untuk menghadapi tantangan masa depan.

BAB III

LOGARITHMIC PERCENTAGE CHANGE-DRIVEN OBJECTIVE WEIGHTING

Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting (LOPCOW) adalah pendekatan baru dalam penentuan bobot kriteria dalam MCDM. LOPCOW memperhitungkan perubahan persentase logaritmik dari setiap kriteria terhadap nilai rata-rata kriteria secara keseluruhan, daripada hanya mempertimbangkan perubahan persentase absolut seperti dalam pendekatan tradisional. Dengan memperhitungkan perubahan persentase logaritmik, LOPCOW memberikan nilai bobot yang lebih seimbang antara kriteria yang memiliki perubahan persentase yang besar dan kecil. Pendekatan ini memberikan hasil yang lebih stabil dan dapat diandalkan, serta mampu menangkap informasi penting tentang signifikansi relatif dari perbedaan antar kriteria dalam proses pengambilan keputusan. LOPCOW juga dapat membantu dalam mengidentifikasi kriteria yang paling berpengaruh terhadap keputusan akhir, sehingga memungkinkan pengguna untuk fokus pada aspek-aspek yang paling penting dalam proses pengambilan keputusan.

3.1. KONSEP LOPCOW

LOPCOW adalah sebuah konsep yang digunakan dalam konteks MMCDM untuk menetapkan bobot pada kriteria-kriteria yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Pendekatan ini bertujuan untuk mengatasi masalah yang timbul ketika nilai kriteria memiliki skala yang berbeda atau mengalami fluktuasi yang signifikan dari waktu ke waktu. Dalam LOPCOW, bobot untuk setiap kriteria ditentukan berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari kriteria tersebut dibandingkan dengan nilai referensi[5]. Pendekatan ini mempertimbangkan perubahan relatif daripada nilai absolut dari kriteria, sehingga memungkinkan untuk

menangkap dan memberikan bobot yang lebih proporsional terhadap perubahan yang terjadi. LOPCOW membantu dalam menyeimbangkan pengaruh kriteria yang memiliki variasi nilai yang besar atau memiliki skala yang berbeda, sehingga memungkinkan evaluasi yang lebih akurat dan proporsional dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Pendekatan ini dapat meningkatkan sensitivitas terhadap perubahan dan membantu pengambil keputusan dalam mengidentifikasi kriteria yang paling berpengaruh dalam konteks yang berubah.

Konsep LOPCOW didasarkan pada prinsip bahwa dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria, penting untuk menetapkan bobot pada kriteria-kriteria yang digunakan agar mencerminkan perubahan relatif dari nilai-nilai tersebut. Dengan menggunakan perubahan persentase logaritmik dari nilai-nilai kriteria terhadap nilai referensi sebagai dasar perhitungan bobot, LOPCOW mencoba untuk memberikan bobot yang lebih sensitif terhadap perubahan yang signifikan dari waktu ke waktu. Dengan mendasarkan bobot kriteria pada perubahan persentase logaritmik, LOPCOW bertujuan untuk memberikan bobot yang lebih akurat dan responsif terhadap perubahan nilai kriteria dari waktu ke waktu. Ini membantu dalam mengurangi bias yang mungkin muncul akibat fluktuasi kecil dalam nilai kriteria dan memastikan bahwa evaluasi kriteria mencerminkan perubahan yang signifikan dalam kondisi lingkungan atau tujuan organisasi[6].

Implementasi LOPCOW memerlukan pemahaman yang mendalam tentang data yang digunakan, dinamika sistem, dan preferensi pemangku kepentingan. Penggunaan yang tepat dari konsep ini memerlukan keterlibatan dari para ahli dan pemangku kepentingan yang terlibat dalam proses pengambilan keputusan. Selain itu, validasi dan uji coba yang cermat diperlukan untuk memastikan bahwa LOPCOW memberikan hasil yang konsisten dan relevan dalam konteks spesifik. Dengan mempertimbangkan aspek-aspek ini, LOPCOW memiliki potensi besar untuk meningkatkan proses pengambilan keputusan multi-kriteria

dengan memberikan bobot yang lebih adaptif dan responsif terhadap perubahan. Konsep ini dapat digunakan dalam berbagai konteks, mulai dari bisnis dan industri hingga lingkungan dan pembangunan, untuk membantu organisasi membuat keputusan yang lebih terinformasi dan relevan.

3.2. TAHAPAN LOPCOW

Metode LOPCOW merupakan sebuah metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Metode ini didasarkan pada perubahan persentase logaritmik dari nilai atribut objektif yang diukur terhadap alternatif yang ada. Dalam konteks penelitian atau pengambilan keputusan, metode LOPCOW membantu dalam menentukan bobot relatif dari setiap kriteria dengan memperhitungkan perubahan persentase logaritmik dari setiap kriteria terhadap preferensi yang ada. Metode LOPCOW dapat digunakan untuk mengatasi masalah dalam menilai kriteria yang berbeda dalam situasi di mana skala nilai atau preferensi tidak linier. Penggunaan metode LOPCOW dapat memberikan keuntungan dalam mengatasi masalah ketidaklinieran dan ketidakseimbangan antara kriteria yang digunakan. Dengan memperhitungkan perubahan persentase logaritmik, metode ini dapat memberikan bobot yang lebih sesuai untuk setiap kriteria, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih akurat dan seimbang.

Tahapan pertama dalam metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan, matriks keputusan dibuat dengan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{2n} \\ x_{12} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

Matriks keputusan dibuat dalam bentuk baris dan kolom. Setiap baris dalam matriks keputusan merepresentasikan alternatif yang ada, sedangkan kolom merepresentasikan kriteria yang digunakan.

Tahapan kedua dalam metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan persamaan berikut.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{m + \sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad (3.2)$$

Normalisasi matriks dihitung untuk setiap alternatif berdasarkan semua kriteria yang ada, simbol m merupakan banyaknya kriteria untuk setiap alternatif yang ada, sedangkan x_{ij} merupakan nilai dari matriks keputusan.

Tahapan ketiga dalam metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan persamaan berikut.

$$PV_{ij} = 100 * \left| \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{ij}^2}}{\ln \frac{m}{\sigma}} \right| \quad (3.3)$$

Nilai *preference value* disimbolkan dengan PV_{ij} , sedangkan n_{ij} merupakan nilai dari normalisasi matriks.

Tahapan terakhir dalam metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir setiap kriteria dengan menggunakan persamaan berikut.

$$w_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{j=1}^n PV_{ij}} \quad (3.4)$$

Nilai bobot akhir disimbolkan dengan W_j . Metode LOPCOW memiliki keunggulan dalam mengatasi masalah kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan mengintegrasikan berbagai kriteria dan memperhitungkan perubahan persentase logaritmik.

3.3. TANTANGAN LOPCOW

Tantangan LOPCOW adalah konsep yang digunakan dalam optimisasi dan pengambilan keputusan. Ini melibatkan pemberian bobot pada berbagai tujuan atau variabel berdasarkan perubahan persentase logaritmik dalam nilainya. Pendekatan ini berguna saat berurusan dengan variabel yang bervariasi secara signifikan dalam magnitudenya, karena dapat membantu memberikan lebih banyak bobot pada perubahan dalam nilai yang lebih kecil relatif terhadap yang lebih besar. Penerapan LOPCOW dapat memerlukan pemodelan matematis yang canggih dan analisis data yang teliti. Peserta mungkin perlu menggunakan keterampilan dalam bidang seperti matematika, statistik, pemrograman, dan analisis data

untuk berhasil menyelesaikan tantangan ini. Tantangan dalam menggunakan pendekatan LOPCOW mungkin termasuk:

1. Pemahaman Konsep: Memahami konsep perubahan persentase logaritmik dan bagaimana menerapkannya dalam memberikan bobot pada variabel memerlukan pemahaman matematis yang cukup.
2. Perhitungan yang Rumit: Menghitung perubahan persentase logaritmik dan menerapkannya dalam memberikan bobot pada variabel dapat menjadi rumit terutama jika data yang digunakan sangat beragam dalam magnitudenya.
3. Sensitivitas terhadap Data: Pendekatan LOPCOW dapat sensitif terhadap perubahan kecil dalam data, terutama untuk variabel dengan nilai awal yang sangat kecil.
4. Ketergantungan pada Data Awal: Bobot yang diberikan dalam LOPCOW sangat bergantung pada nilai awal variabel, sehingga perubahan dalam data awal dapat mempengaruhi hasil akhir.
5. Keterbatasan Penerapan: Tidak semua masalah atau situasi memerlukan atau cocok dengan pendekatan LOPCOW. Pemilihan pendekatan ini harus didasarkan pada karakteristik dan kebutuhan khusus dari masalah yang dihadapi.
6. Kompleksitas Penjelasan: Menyajikan dan menjelaskan hasil keputusan yang didasarkan pada LOPCOW kepada orang yang kurang familiar dengan konsep ini dapat menjadi tantangan, karena konsepnya bisa cukup teknis.
7. Evaluasi dan Validasi: Mengukur keefektifan dan validitas penggunaan LOPCOW dalam suatu konteks tertentu juga dapat menjadi tantangan, karena memerlukan pemahaman mendalam tentang masalah dan tujuan yang ingin dicapai.

3.4. IMPLEMENTASI LOPCOW DALAM PENENTUAN BOBOT

Implementasi LOPCOW memerlukan pemahaman yang baik tentang konsepnya serta analisis yang cermat terhadap data yang digunakan. Dengan penerapan yang tepat, LOPCOW dapat membantu mengatasi masalah ketidakseimbangan dalam variabel

yang memiliki magnitudenya yang berbeda dalam berbagai konteks pengambilan keputusan. Dalam penentuan bobot menggunakan pendekatan LOPCOW, langkah pertama adalah mengidentifikasi variabel yang akan diberi bobot berdasarkan perubahan persentase logaritmik dalam nilainya. Setelah itu, perhitungan perubahan persentase logaritmik dilakukan untuk setiap variabel. Bobot kemudian dinormalisasi agar berada dalam rentang yang diinginkan, seperti antara 0 dan 1. Variabel dengan perubahan persentase logaritmik yang lebih tinggi akan diberi bobot yang lebih besar. Hasilnya kemudian divalidasi dan dievaluasi untuk memastikan bahwa bobot yang dihasilkan memenuhi tujuan dan kebutuhan spesifik dari masalah yang dihadapi. Dengan implementasi yang tepat, pendekatan LOPCOW dapat membantu mengatasi masalah ketidakseimbangan dalam variabel yang memiliki magnitudenya yang berbeda, sehingga meningkatkan kualitas pengambilan keputusan.

Kasus yang akan diselesaikan dalam penentuan bobot kriteria dalam pemilihan lokasi perumahan strategis, dengan hasil penilaian data masing-masing alternatif sebagai berikut.

Tabel 3.1. Data Penilaian Alternatif Rumah

Nama Lokasi	Kriteria			
	Harga	Akses	Keamanan	Lingkungan
Lokasi A	12	5	5	4
Lokasi B	14	4	4	5
Lokasi C	12	5	3	4
Lokasi D	11	2	4	5

Berdasarkan data penilaian alternatif tabel 3.1 kita akan menghitung bobot kriteria dengan menggunakan metode LOPCOW. Tahapan pertama dalam metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), bentuk umum matriks keputusan seperti berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & x_{43} \\ x_{14} & x_{24} & x_{34} & x_{44} \end{bmatrix}$$

Hasil matriks keputusan data penilaian alternatif seperti berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 12 & 5 & 5 & 4 \\ 14 & 4 & 4 & 5 \\ 12 & 5 & 3 & 4 \\ 11 & 2 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

Tahapan kedua dalam metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), bentuk umum normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{m + \sum_{i=1}^m x_{ij}^2}$$

Hasil perhitungan normalisasi matriks untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{x_{11}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{11;14}^2} = \frac{12}{4 + (12^2 + 14^2 + 12^2 + 11^2)}$$

$$n_{11} = \frac{12}{609} = 0,0197$$

$$n_{12} = \frac{x_{12}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{11;14}^2} = \frac{14}{4 + (12^2 + 14^2 + 12^2 + 11^2)}$$

$$n_{12} = \frac{14}{609} = 0,0230$$

$$n_{13} = \frac{x_{13}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{11;14}^2} = \frac{12}{4 + (12^2 + 14^2 + 12^2 + 11^2)}$$

$$n_{13} = \frac{12}{609} = 0,0197$$

$$n_{14} = \frac{x_{14}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{11;14}^2} = \frac{11}{4 + (12^2 + 14^2 + 12^2 + 11^2)}$$

$$n_{14} = \frac{11}{609} = 0,0181$$

Hasil perhitungan normalisasi matriks untuk kriteria akses sebagai berikut.

$$n_{21} = \frac{x_{21}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{21;24}^2}$$

$$n_{21} = \frac{5}{4 + (5^2 + 4^2 + 5^2 + 2^2)}$$

$$n_{21} = \frac{5}{74} = 0,0676$$

$$n_{22} = \frac{x_{22}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{21;24}^2}$$

$$n_{22} = \frac{4}{4 + (5^2 + 4^2 + 5^2 + 2^2)}$$

$$n_{22} = \frac{4}{74} = 0,0541$$

$$n_{23} = \frac{x_{23}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{21;24}^2}$$

$$n_{23} = \frac{5}{4 + (5^2 + 4^2 + 5^2 + 2^2)}$$

$$n_{23} = \frac{5}{74} = 0,0676$$

$$n_{24} = \frac{x_{24}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{21;24}^2}$$

$$n_{24} = \frac{2}{4 + (5^2 + 4^2 + 5^2 + 2^2)}$$

$$n_{24} = \frac{2}{74} = 0,0270$$

Hasil perhitungan normalisasi matriks untuk kriteria keamanan sebagai berikut.

$$n_{31} = \frac{x_{31}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{31;34}^2}$$

$$n_{31} = \frac{5}{4 + (5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2)}$$

$$n_{31} = \frac{5}{70} = 0,0714$$

$$n_{32} = \frac{x_{32}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{31;34}^2}$$

$$n_{32} = \frac{4}{4 + (5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2)}$$

$$n_{32} = \frac{4}{70} = 0,0571$$

$$n_{33} = \frac{x_{31}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{31;34}^2}$$

$$n_{33} = \frac{5}{4 + (5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2)}$$

$$n_{33} = \frac{5}{70} = 0,0714$$

$$n_{34} = \frac{x_{34}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{31;34}^2}$$

$$n_{34} = \frac{4}{4 + (5^2 + 4^2 + 3^2 + 4^2)}$$

$$n_{34} = \frac{4}{70} = 0,0571$$

Hasil perhitungan normalisasi matriks untuk kriteria lingkungan sebagai berikut.

$$n_{41} = \frac{x_{41}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{41;44}^2}$$

$$n_{41} = \frac{4}{4 + (4^2 + 5^2 + 43^2 + 5^2)}$$

$$n_{41} = \frac{4}{86} = 0,0465$$

$$n_{42} = \frac{x_{42}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{41;44}^2}$$

$$n_{42} = \frac{5}{4 + (4^2 + 5^2 + 43^2 + 5^2)}$$

$$n_{42} = \frac{5}{86} = 0,0581$$

$$n_{43} = \frac{x_{43}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{41;44}^2}$$

$$n_{43} = \frac{4}{4 + (4^2 + 5^2 + 43^2 + 5^2)}$$

$$n_{43} = \frac{4}{86} = 0,0465$$

$$n_{44} = \frac{x_{44}}{4 + \sum_{i=1}^m x_{41;44}^2}$$

$$n_{44} = \frac{5}{4 + (4^2 + 5^2 + 43^2 + 5^2)}$$

$$n_{44} = \frac{5}{86} = 0,0581$$

Tahapan ketiga dalam metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), bentuk umum *preference value* sebagai berikut.

$$PV_{ij} = 100 * \left| \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^m n_{ij}^2}}{\ln \frac{4}{\sigma}} \right|$$

Hasil perhitungan *preference value* untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(n_{11}^2 + n_{12}^2 + n_{13}^2 + n_{14}^2)}}{\ln \frac{4}{\sigma}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0197^2 + 0,0230^2 + 0,0197^2 + 0,0181^2)}}{\ln \frac{4}{0,002723009}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,040388748}{7,292312173} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0055385 = 0,55385$$

Hasil perhitungan *preference value* untuk kriteria akses sebagai berikut.

$$PV_2 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(n_{21}^2 + n_{22}^2 + n_{23}^2 + n_{23}^2)}}{\ln \frac{4}{\sigma}} \right|$$

$$PV_2 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0676^2 + 0,0541^2 + 0,0676^2 + 0,0270^2)}}{\ln \frac{4}{0,031691998}} \right|$$

$$PV_2 = 100 * \left| \frac{0,113062166}{4,837985408} \right|$$

$$PV_2 = 100 * 0,0233697 = 2,33697$$

Hasil perhitungan *preference value* untuk kriteria keamanan sebagai berikut.

$$PV_3 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(n_{31}^2 + n_{32}^2 + n_{33}^2 + n_{33}^2)}}{\ln \frac{4}{\sigma}} \right|$$

$$PV_3 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0714^2 + 0,0571^2 + 0,0429^2 + 0,0571^2)}}{\ln \frac{4}{0,017496355}} \right|$$

$$PV_3 = 100 * \left| \frac{0,116057691}{5,432057049} \right|$$

$$PV_3 = 100 * 0,0213653 = 2,13653$$

Hasil perhitungan *preference value* untuk kriteria lingkungan sebagai berikut.

$$PV_4 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(n_{41}^2 + n_{42}^2 + n_{43}^2 + n_{43}^2)}}{\ln \frac{4}{\sigma}} \right|$$

$$PV_4 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0465^2 + 0,0581^2 + 0,0465^2 + 0,0581^2)}}{\ln \frac{4}{0,008222172}} \right|$$

$$PV_4 = 100 * \left| \frac{0,105295176}{6,187215248} \right|$$

$$PV_4 = 100 * 0,0170182 = 1,70182$$

Tahapan terakhir dalam metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir setiap kriteria dengan menggunakan (3.4), bentuk umum bobot akhir sebagai berikut.

$$w_j = \frac{PV_{ij}}{\sum_{j=1}^n PV_{ij}}$$

Hasil perhitungan bobot akhir untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{PV_1}{PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4}$$

$$w_1 = \frac{0,55385}{0,55385 + 2,33697 + 2,13653 + 1,70182}$$

$$w_1 = \frac{0,55385}{6,72917} = 0,0823$$

Hasil perhitungan bobot akhir untuk kriteria akses sebagai berikut.

$$w_2 = \frac{PV_2}{PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4}$$

$$w_2 = \frac{2,33697}{0,55385 + 2,33697 + 2,13653 + 1,70182}$$

$$w_2 = \frac{2,33697}{6,72917} = 0,3472$$

Hasil perhitungan bobot akhir untuk kriteria keamanan sebagai berikut.

$$w_3 = \frac{PV_3}{PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4}$$

$$w_3 = \frac{2,13653}{0,55385 + 2,33697 + 2,13653 + 1,70182}$$

$$w_3 = \frac{2,13653}{6,72917} = 0,3175$$

Hasil perhitungan bobot akhir untuk kriteria lingkungan sebagai berikut.

$$w_4 = \frac{PV_4}{PV_1 + PV_2 + PV_3 + PV_4}$$

$$w_4 = \frac{1,70182}{0,55385 + 2,33697 + 2,13653 + 1,70182}$$

$$w_4 = \frac{1,70182}{6,72917} = 0,2529$$

Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan dengan menggunakan metode LOPCOW maka didapat bobot kriteria seperti pada tabel berikut.

Tabel 3.2. Bobot Kriteria Menggunakan LOPCOW

Nama Kriteria	Bobot Kriteria
Harga	0,0823
Akses	0,3473
Keamanan	0,3175
Lingkungan	0,2529

Hasil total keseluruhan bobot kriteria pada tabel 3.2 adalah 1.

BAB IV

COMPLEX PROPORTIONAL ASSESSMENT

Complex Proportional Assessment (COPRAS) adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan sejumlah kriteria yang berbeda. Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan mengelompokkan kriteria ke dalam dua kelompok, yaitu kriteria yang mendukung dan kriteria yang saling bertentangan. COPRAS kemudian menggunakan bobot yang dihitung proporsional terhadap kedua kelompok kriteria tersebut untuk menilai alternatif yang ada. COPRAS dapat membantu pengambil keputusan dalam mengidentifikasi alternatif terbaik berdasarkan pertimbangan yang komprehensif dari berbagai kriteria yang relevan. COPRAS juga memiliki kemampuan untuk menangani ketidakpastian dan kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan memperkenalkan konsep kesesuaian dan ketidaksesuaian relatif antara alternatif yang dievaluasi. Dengan mempertimbangkan kedua kelompok kriteria tersebut, COPRAS dapat memberikan solusi yang lebih terperinci dan dapat dipertanggungjawabkan dalam situasi di mana terdapat *trade-off* yang kompleks antara kriteria yang berbeda.

4.1. PENGANTAR COPRAS

COPRAS adalah metode yang digunakan untuk pengambilan keputusan multi-kriteria. Ini adalah perluasan dari metode *Proportional Assessment* (PROMETHEE) dan dirancang untuk menangani masalah keputusan yang kompleks di mana terdapat beberapa kriteria yang harus dipertimbangkan. Dalam COPRAS, setiap alternatif dinilai terhadap setiap kriteria, dan penilaian tersebut digunakan untuk membuat matriks yang mewakili kinerja setiap alternatif pada setiap kriteria. Kemudian, bobot diberikan

kepada setiap kriteria berdasarkan tingkat pentingnya yang relatif, biasanya ditentukan melalui preferensi stakeholder atau penilaian pakar. COPRAS kemudian menghitung skor keseluruhan untuk setiap alternatif dengan menggabungkan nilai kinerja dengan bobot yang diberikan pada setiap kriteria. Hal ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk merangking alternatif dan mengidentifikasi tindakan terbaik berdasarkan kriteria yang dipertimbangkan. Salah satu fitur utama dari COPRAS adalah kemampuannya untuk menangani kriteria baik yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, sehingga cocok untuk berbagai skenario pengambilan keputusan. Selain itu, COPRAS dapat digunakan untuk mengeksplorasi berbagai skenario dan menilai ketahanan keputusan terhadap perubahan bobot yang diberikan pada kriteria. Dengan menggunakan COPRAS, pengambil keputusan dapat melakukan analisis yang sistematis dan terstruktur untuk memilih alternatif keputusan yang paling sesuai dengan tujuan dan preferensi yang ada. Metode ini memberikan kerangka kerja yang jelas untuk mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria.

COPRAS adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang efektif untuk mengatasi kompleksitas dalam pemilihan alternatif. Dengan menggabungkan analisis rasio dan penilaian relatif, COPRAS memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi alternatif keputusan berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, serta bobot relatif dari setiap kriteria. Metode ini memungkinkan untuk menangani kriteria yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, sehingga cocok untuk berbagai jenis masalah keputusan. Dengan COPRAS, pengambil keputusan dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan sesuai dengan tujuan yang diinginkan, serta dapat melakukan analisis sensitivitas untuk mengukur keberlanjutan keputusan terhadap perubahan bobot kriteria. COPRAS juga memfasilitasi analisis yang sistematis dan terstruktur dalam pengambilan keputusan, dengan langkah-langkah yang jelas mulai dari identifikasi kriteria hingga peringkat alternatif. Metode ini tidak hanya memberikan hasil akhir berupa

peringkat alternatif, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana setiap alternatif memenuhi kriteria yang ada. Dengan demikian, COPRAS dapat membantu para pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih rasional dan terukur, serta meningkatkan transparansi dan akuntabilitas dalam proses pengambilan keputusan.

Dalam penggunaan COPRAS, penting untuk melibatkan berbagai pemangku kepentingan (*stakeholder*) yang relevan untuk memastikan bahwa preferensi dan kebutuhan mereka tercermin dalam penilaian dan bobot kriteria yang ditetapkan. Selain itu, penggunaan COPRAS dapat diperluas dengan mempertimbangkan aspek-aspek tambahan seperti risiko, biaya, atau dampak sosial dari setiap alternatif keputusan. Dengan mengintegrasikan berbagai faktor ini, COPRAS dapat menjadi alat yang kuat dalam mendukung pengambilan keputusan yang holistik dan berkelanjutan dalam berbagai konteks kebijakan dan manajemen. Selain itu, COPRAS juga dapat digunakan untuk analisis perbandingan antara alternatif keputusan yang berbeda dalam skenario yang berbeda pula. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi konsekuensi dari setiap alternatif keputusan dalam berbagai kondisi lingkungan atau pasar yang mungkin terjadi di masa depan. Dengan demikian, COPRAS tidak hanya membantu dalam pemilihan alternatif terbaik pada saat ini, tetapi juga memberikan wawasan yang berharga untuk perencanaan strategis jangka panjang dan adaptasi terhadap perubahan yang tidak terduga.

Tujuan utama dari metode COPRAS adalah membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif kebijakan atau tindakan yang paling sesuai dengan preferensi dan tujuan yang diinginkan. Metode ini bertujuan untuk mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria atau faktor yang harus dipertimbangkan. Dengan memberikan kerangka kerja yang jelas dan terstruktur, COPRAS membantu pengambil keputusan untuk secara sistematis mengevaluasi alternatif keputusan, mengidentifikasi yang terbaik, dan

menjelaskan alasan di balik keputusan tersebut. Tujuan utama dari COPRAS adalah meningkatkan kualitas dan keberhasilan pengambilan keputusan dalam berbagai konteks. Selain itu, tujuan utama COPRAS adalah memberikan pengambil keputusan alat yang dapat digunakan untuk menganalisis dampak dari berbagai alternatif keputusan terhadap berbagai kriteria yang relevan. Hal ini membantu dalam memahami konsekuensi dari setiap keputusan dan memastikan bahwa keputusan yang diambil mempertimbangkan berbagai aspek yang penting. COPRAS membantu mengurangi risiko pengambilan keputusan yang tidak tepat atau kurang efektif, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

4.2. TAHAPAN COPRAS

Tahapan COPRAS adalah serangkaian langkah yang digunakan dalam metode pengambilan keputusan multi-kriteria ini. Tahapan pertama adalah menentukan kriteria yang relevan untuk evaluasi alternatif keputusan. Selanjutnya, setiap alternatif dinilai relatif terhadap setiap kriteria oleh para pemangku kepentingan atau pakar yang terlibat. Tahap berikutnya adalah menentukan bobot relatif dari setiap kriteria berdasarkan preferensi *stakeholder*. Setelah itu, matriks kinerja dibuat untuk memperlihatkan kinerja relatif setiap alternatif pada setiap kriteria. Dengan menggunakan matriks ini, skor relatif untuk setiap alternatif dihitung dengan mempertimbangkan bobot kriteria. Langkah terakhir adalah merangking alternatif berdasarkan skor relatif untuk menentukan alternatif terbaik. Tahapan ini memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, sehingga membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif yang paling sesuai dengan tujuan dan preferensi yang ada. Tahapan yang dilakukan dalam metode COPRAS seperti disajikan pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1. Tahapan Metode COPRAS

Tahapan gambar 4.1 membentuk kerangka kerja sistematis untuk mengarahkan proses pengambilan keputusan menggunakan metode COPRAS. Metode COPRAS memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Matriks keputusan (*decision matrix*) adalah alat yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Matriks ini memiliki baris yang mewakili alternatif dan kolom yang mewakili kriteria. Setiap sel dalam matriks berisi nilai yang menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria tertentu. Matriks keputusan membantu dalam mengorganisir informasi dan memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan lebih sistematis mengevaluasi dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria

yang relevan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{2n} \\ x_{12} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

2. Normalisasi Matriks

Normalisasi matriks adalah proses penting dalam analisis data yang bertujuan untuk membuat nilai-nilai dalam matriks memiliki skala atau rentang yang seragam. Tujuan utama dari normalisasi matriks adalah untuk memperbaiki perbandingan relatif antara nilai-nilai dalam matriks, sehingga memudahkan perbandingan dan pengambilan keputusan. Dengan normalisasi, matriks yang awalnya memiliki nilai-nilai dengan skala yang berbeda atau bervariasi dapat diubah menjadi matriks dengan nilai-nilai yang memiliki skala yang sama. Normalisasi matriks dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^j x_{ij}} \quad (4.2)$$

3. Matriks Normalisasi Terbobot

Matriks normalisasi terbobot adalah hasil dari proses normalisasi matriks keputusan dengan bobot untuk setiap kriteria. Matriks normalisasi terbobot ini membantu dalam menghitung nilai total atau peringkat relatif dari setiap alternatif, yang pada akhirnya digunakan untuk memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Matriks normalisasi terbobot dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$D^i = d_{ij} = x_{ij} * w_i \quad (4.3)$$

4. Indeks Maksimal dan Indeks Minimal

Indeks maksimal dan indeks minimal adalah konsep yang sering digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, terutama ketika menggunakan matriks keputusan. Indeks maksimal adalah indeks dari alternatif yang memiliki nilai tertinggi dalam matriks normalisasi terbobot. Ini

menunjukkan alternatif yang paling sesuai atau paling baik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Sebaliknya, indeks minimal adalah indeks dari alternatif yang memiliki nilai terendah dalam matriks normalisasi terbobot. Ini menunjukkan alternatif yang paling tidak sesuai atau paling buruk berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Kedua indeks ini sering digunakan untuk membantu pengambil keputusan dalam menentukan alternatif terbaik atau terburuk berdasarkan preferensi dan kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Indeks maksimal dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$S_{+i} = \sum_{j=1}^n D_{+}^i \quad (4.4)$$

Indeks minimal dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$S_{-i} = \sum_{j=1}^n D_{-}^i \quad (4.5)$$

5. Nilai Signifikansi Relatif

Nilai signifikansi relatif adalah nilai yang menunjukkan seberapa signifikan atau pentingnya suatu alternatif dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria. Nilai signifikansi relatif seringkali mengacu pada peringkat relatif dari setiap alternatif berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Alternatif dengan nilai signifikansi relatif yang lebih tinggi dianggap lebih penting atau lebih sesuai daripada alternatif dengan nilai yang lebih rendah. Nilai signifikansi relatif ini dapat membantu pengambil keputusan dalam memprioritaskan alternatif-alternatif yang ada, sehingga memudahkan dalam proses pengambilan keputusan yang lebih efektif dan rasional. Nilai signifikansi relatif dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_i = S_{+i} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})} \quad (4.6)$$

6. Nilai Akhir Utilitas

Nilai akhir utilitas adalah nilai yang menggambarkan tingkat kegunaan atau kepuasan relatif dari setiap alternatif dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria. Nilai akhir

utilitas ini dapat membantu pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik yang paling sesuai dengan preferensi dan kriteria yang telah ditetapkan. Dengan demikian, nilai ini menjadi penting dalam proses pengambilan keputusan yang berbasis data dan analisis multi-kriteria. Nilai akhir utilitas dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$U_i = \left[\frac{Q_i}{Q_{max}} \right] * 100\% \quad (4.7)$$

4.3. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN COPRAS

Pendekatan COPRAS telah mendapatkan perhatian yang signifikan dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria karena kemampuannya yang unik. Metode ini menawarkan pendekatan yang fleksibel dan efektif untuk menangani kompleksitas dan ketidakpastian yang sering terjadi dalam proses pengambilan keputusan. Salah satu kelebihan utama dari metode COPRAS adalah kemampuannya untuk menyesuaikan berbagai kriteria, termasuk yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, serta memperhitungkan preferensi dan bobot yang diberikan oleh pengambil keputusan. Metode ini juga mampu mengatasi ambiguitas dalam data atau preferensi dengan menggunakan konsep interval, sehingga menghasilkan solusi yang lebih handal dan sesuai dengan kondisi nyata. Selain itu, COPRAS menghasilkan peringkat yang jelas untuk setiap alternatif, memudahkan pengambil keputusan dalam memilih solusi terbaik. Dengan kemampuannya untuk mengintegrasikan preferensi pengambil keputusan secara langsung melalui pembobotan, COPRAS menjadi salah satu metode yang sangat berguna dalam situasi kompleks di mana terdapat banyak kriteria yang harus dipertimbangkan.

Metode COPRAS memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang baik dalam pengambilan keputusan multi-kriteria:

1. **Fleksibilitas dalam Menangani Kriteria:** Metode COPRAS dapat menangani kriteria yang beragam, termasuk yang bersifat kuantitatif maupun kualitatif, serta dapat memperhitungkan

preferensi dan bobot yang diberikan oleh pengambil keputusan.

2. Mengatasi Ketidakpastian dan Ambiguitas: COPRAS menggunakan konsep interval dan mengizinkan ketidakpastian dalam data atau preferensi, sehingga dapat mengatasi ambiguitas yang mungkin terjadi dalam proses pengambilan keputusan.
3. Menghasilkan Peringkat yang Jelas: Metode ini menghasilkan peringkat untuk setiap alternatif, sehingga memudahkan pengambil keputusan dalam memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan.
4. Mengintegrasikan Preferensi Pengambil Keputusan: COPRAS memperhitungkan preferensi pengambil keputusan secara langsung melalui pembobotan, sehingga hasilnya lebih sesuai dengan preferensi yang dimiliki.
5. Tidak Sensitif terhadap Perubahan Skala: Metode ini tidak terlalu sensitif terhadap perubahan skala dalam kriteria, sehingga hasilnya lebih stabil dan dapat diandalkan.

Dengan kelebihan-kelebihan tersebut, metode COPRAS menjadi salah satu metode yang populer digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, terutama dalam situasi di mana terdapat ketidakpastian dan kompleksitas yang tinggi.

Metode COPRAS yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, meskipun memiliki keunggulan tertentu, juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan. Salah satu kekurangan utamanya adalah sensitivitas terhadap pengaturan parameter, di mana hasilnya dapat dipengaruhi oleh bobot yang diberikan pada kriteria-kriteria yang digunakan. Selain itu, COPRAS cenderung memiliki keterbatasan dalam menangani informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti, yang dapat mengakibatkan solusi yang kurang optimal. Metode ini juga mungkin mengalami kesulitan dalam menangani kriteria-kriteria yang bersifat tidak linier atau kompleks. Selain itu, ketergantungan pada preferensi pengambil keputusan dapat menjadi kendala, karena hasilnya sangat bergantung pada preferensi yang diberikan.

Dengan memahami kekurangan-kekurangan ini, pengambil keputusan dapat mempertimbangkan penggunaan metode COPRAS dengan lebih bijaksana, dan mungkin menggabungkannya dengan pendekatan lain untuk mengatasi keterbatasan yang ada.

Meskipun memiliki sejumlah kelebihan, metode COPRAS juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria:

1. Sensitivitas terhadap Pengaturan Parameter: Seperti halnya dengan banyak metode analisis multi-kriteria lainnya, hasil dari COPRAS dapat sangat dipengaruhi oleh pengaturan parameter tertentu, seperti bobot yang diberikan pada kriteria. Jika parameter-parameter ini tidak dipilih dengan hati-hati, hasilnya mungkin tidak akurat atau tidak konsisten.
2. Keterbatasan dalam Menangani Informasi Tidak Lengkap: COPRAS mengasumsikan bahwa informasi yang diberikan lengkap dan akurat. Namun, dalam situasi di mana informasi tidak lengkap atau tidak pasti, metode ini mungkin menghasilkan solusi yang kurang optimal.
3. Kesulitan dalam Menangani Kriteria yang Tidak Linier: Metode COPRAS cenderung lebih efektif dalam menangani kriteria yang linier atau hampir linier. Kriteria yang bersifat nonlinier atau kompleks mungkin sulit untuk diakomodasi dengan baik oleh metode ini.
4. Ketergantungan pada Preferensi Pengambil Keputusan: Seperti halnya dengan banyak metode analisis keputusan lainnya, hasil dari COPRAS sangat bergantung pada preferensi yang diberikan oleh pengambil keputusan. Jika preferensi ini tidak tepat atau tidak konsisten, hasilnya juga mungkin menjadi tidak dapat diandalkan.

Meskipun memiliki kekurangan-kekurangan tersebut, metode COPRAS tetap merupakan alat yang berguna dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, terutama dalam konteks yang sesuai dengan karakteristik dan batasannya. Dengan pemahaman yang baik tentang kelebihan dan kekurangan metode ini, pengambil

keputusan dapat memanfaatkannya secara efektif dalam konteks yang sesuai.

4.4. KOMBINASI COPRAS DAN LOPCOW

Kombinasi COPRAS dan LOPCOW dapat menjadi pendekatan yang kuat dalam pengambilan keputusan strategis yang kompleks. COPRAS dapat digunakan untuk mengelola kriteria-kriteria yang beragam dan memperhitungkan preferensi pengambil keputusan dengan cara yang fleksibel. Di sisi lain, LOPCOW dapat membantu dalam mengatasi masalah penilaian bobot yang seringkali menjadi tantangan dalam COPRAS, dengan mengukur perubahan relatif dari kriteria dan mengurangi sensitivitas terhadap perubahan skala. Dengan menggabungkan kedua metode ini, pengambil keputusan dapat memperoleh hasil yang lebih terstruktur dan akurat, serta lebih mampu mengatasi kompleksitas dan ketidakpastian yang sering terjadi dalam pengambilan keputusan strategis. Dengan demikian, kombinasi COPRAS dan LOPCOW dapat menjadi pendekatan yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

Dalam pengambilan keputusan strategis, kombinasi COPRAS dan LOPCOW dapat memberikan manfaat tambahan yang signifikan. COPRAS dapat digunakan untuk mengidentifikasi alternatif-alternatif yang memiliki kinerja relatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan, sementara LOPCOW dapat membantu dalam menilai dan memberi bobot pada kriteria-kriteria tersebut dengan lebih akurat. Salah satu keuntungan utama dari kombinasi ini adalah kemampuannya untuk mengatasi masalah penilaian bobot yang seringkali menjadi kendala dalam metode pengambilan keputusan multi-kriteria. LOPCOW dapat membantu mengurangi tingkat subjektivitas dalam penentuan bobot, karena metodenya didasarkan pada analisis perubahan relatif yang lebih objektif.

Selain itu, kombinasi COPRAS dan LOPCOW juga dapat meningkatkan konsistensi dan keandalan hasil pengambilan

keputusan. Dengan menggunakan COPRAS untuk mengevaluasi alternatif-alternatif dan LOPCOW untuk menentukan bobot kriteria, pengambil keputusan dapat memperoleh hasil yang lebih konsisten dan dapat diandalkan. Dengan demikian, kombinasi COPRAS dan LOPCOW dapat menjadi pendekatan yang kuat dan efektif dalam pengambilan keputusan strategis, terutama dalam situasi di mana terdapat kompleksitas dan ketidakpastian yang tinggi. Kedua metode ini saling melengkapi dan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam dalam proses pengambilan keputusan yang kompleks.

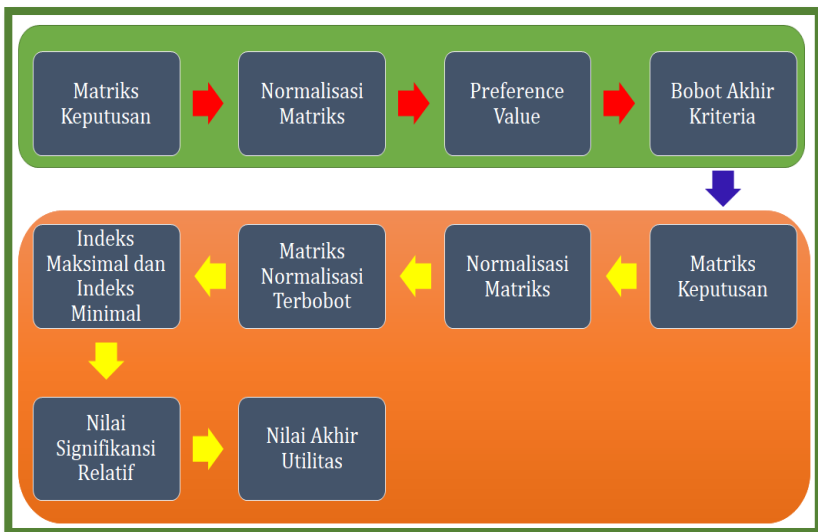
Kombinasi COPRAS dan LOPCOW dalam pengambilan keputusan strategis memiliki beberapa kelebihan yang dapat meningkatkan kualitas dan efektivitas proses pengambilan keputusan, antara lain:

1. Penanganan Kriteria yang Beragam: COPRAS dapat digunakan untuk menangani berbagai jenis kriteria yang beragam, sementara LOPCOW dapat membantu dalam memberikan bobot yang tepat pada kriteria-kriteria tersebut, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk mempertimbangkan berbagai aspek yang relevan dalam pengambilan keputusan.
2. Reduksi Subjektivitas dalam Penentuan Bobot: LOPCOW menggunakan pendekatan yang lebih objektif dalam menentukan bobot kriteria dengan menganalisis perubahan relatif, sehingga dapat mengurangi tingkat subjektivitas yang mungkin muncul dalam penilaian bobot.
3. Peningkatan Akurasi dan Konsistensi: Dengan menggunakan COPRAS untuk mengevaluasi alternatif-alternatif dan LOPCOW untuk menentukan bobot kriteria, pengambil keputusan dapat memperoleh hasil yang lebih akurat dan konsisten, karena kedua metode ini saling melengkapi dan dapat mengatasi kelemahan masing-masing.
4. Peningkatan Pemahaman terhadap Perubahan: LOPCOW dapat membantu pengambil keputusan dalam memahami dampak perubahan relatif terhadap kriteria-kriteria yang

dipertimbangkan, sehingga memungkinkan mereka untuk merespons perubahan situasi dengan lebih baik.

Dengan kombinasi kelebihan-kelebihan ini, pengambilan keputusan strategis menggunakan metode COPRAS dan LOPCOW dapat menjadi lebih sistematis, terinformasi, dan efektif dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian dalam lingkungan bisnis dan organisasi.

Kerangka penyelesaian masalah dengan menggunakan metode COPRAS dan LOPCOW seperti disajikan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi COPRAS dan LOPCOW

Kerangka penyelesaian menggunakan kombinasi COPRAS dan LOPCOW gambar 4.2 merupakan teknik penyelesaian masalah dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Tahapan satu sampai dengan empat merupakan tahapan dalam metode LOPCOW, sedangkan tahapan lima sampai dengan sepuluh merupakan tahapan dalam metode COPRAS.

Kombinasi COPRAS dan LOPCOW akan menyelesaikan kasus evaluasi kinerja *supplier*, terdapat lima *supplier* yang akan dievaluasi berdasarkan empat kriteria yang telah ditetapkan. Kriteria-kriteria tersebut adalah harga (dalam jutaan rupiah),

kualitas (skala 1-10), pengiriman (skala 1-10), dan keberlanjutan (1 = tidak berkelanjutan, 2 = cukup berkelanjutan, 3 = sangat berkelanjutan). Hasil data penilaian *supplier* seperti disajikan pada tabel 4.1. berikut.

Tabel 4.1. Data Penilaian Evaluasi Kinerja *Supplier*

<i>Supplier</i>	Harga	Kualitas	Pengiriman	Keberlanjutan
ADR	5	8	9	2
FH	4	7	8	3
RY	6	9	7	1
TRB	4	8	8	2
YSR	5	7	7	3

Berdasarkan data penilaian tabel 4.1 akan dicari kinerja terbaik dari *supplier* yang didapat dari data penilaian yang ada dengan menerapkan metode COPRAS dan LOPCOW. Tahapan penyelesaian menggunakan kombinasi metode tersebut sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Tahap pertama dalam kombinasi metode ini terlebih dahulu menggunakan metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 5 & 8 & 9 & 2 \\ 4 & 7 & 8 & 3 \\ 6 & 9 & 7 & 1 \\ 4 & 8 & 8 & 2 \\ 5 & 7 & 7 & 3 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Matriks

Tahap kedua menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{5}{5 + (5^2 + 4^2 + 6^2 + 4^2 + 5^2)}$$

$$n_{11} = \frac{5}{123} = 0,0407$$

Hasil keseluruhan normalisasi matriks seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.2. Hasil Normalisasi Matriks Kinerja Supplier

<i>Supplier</i>	Harga (<i>Cost</i>)	Kualitas (<i>Benefit</i>)	Pengiriman (<i>Benefit</i>)	Keberlanjutan (<i>Benefit</i>)
ADR	0,0407	0,0256	0,0288	0,0625
FH	0,0325	0,0224	0,0256	0,0938
RY	0,0488	0,0288	0,0224	0,0313
TRB	0,0325	0,0256	0,0256	0,0625
YSR	0,0407	0,0224	0,0224	0,0938

3. Preference Value

Tahap ketiga menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), hasil *preference value* sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0407^2 + 0,0325^2 + 0,0488^2 + 0,0325^2 + 0,0407^2)}}{\ln \frac{5}{0,002723009}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,088315289}{6,330461489} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0139508 = 1,39508$$

Hasil keseluruhan *preference value* seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.3. Hasil Preference Value Kinerja Supplier

<i>Kriteria</i>	Harga	Kualitas	Pengiriman	Keberlanjutan
PV	1,39508	0,77340	0,77340	3,43399

4. Bobot Akhir Kriteria

Tahap keempat menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir kriteria dengan menggunakan (3.4), hasil bobot akhir kriteria sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{1,39508}{1,39508 + 0,77340 + 0,77340 + 3,43399}$$

$$w_1 = \frac{1,39508}{6,37587} = 0,2188$$

Hasil keseluruhan bobot akhir kriteria seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 4.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Kinerja Supplier

<i>Kriteria</i>	Harga	Kualitas	Pengiriman	Keberlanjutan
-----------------	-------	----------	------------	---------------

Bobot	0,2188	0,1213	0,1213	0,5386
--------------	--------	--------	--------	--------

5. Matriks Keputusan

Tahap kelima dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode COPRAS yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (4.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 5 & 8 & 9 & 2 \\ 4 & 7 & 8 & 3 \\ 6 & 9 & 7 & 1 \\ 4 & 8 & 8 & 2 \\ 5 & 7 & 7 & 3 \end{bmatrix}$$

6. Normalisasi Matriks

Tahap keenam menggunakan metode COPRAS yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (4.2), hasil normalisasi matriks untuk kriteira harga sebagai berikut.

$$\begin{aligned} x_{11} &= \frac{x_{11}}{x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}} \\ x_{11} &= \frac{5}{5 + 4 + 6 + 4 + 5} = \frac{5}{24} = 0,2083 \\ x_{12} &= \frac{x_{12}}{x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}} \\ x_{12} &= \frac{4}{5 + 4 + 6 + 4 + 5} = \frac{4}{24} = 0,1667 \\ x_{13} &= \frac{x_{13}}{x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}} \\ x_{13} &= \frac{4}{5 + 4 + 6 + 4 + 5} = \frac{6}{24} = 0,25 \\ x_{14} &= \frac{x_{14}}{x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}} \\ x_{14} &= \frac{4}{5 + 4 + 6 + 4 + 5} = \frac{4}{24} = 0,1667 \\ x_{15} &= \frac{x_{15}}{x_{11} + x_{12} + x_{13} + x_{14} + x_{15}} \\ x_{15} &= \frac{5}{5 + 4 + 6 + 4 + 5} = \frac{5}{24} = 0,2083 \end{aligned}$$

hasil normalisasi matriks untuk kriteria kualitas sebagai berikut.

$$x_{21} = \frac{x_{21}}{x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25}}$$

$$x_{21} = \frac{8}{8 + 7 + 9 + 8 + 7} = \frac{8}{39} = 0,2051$$

$$x_{22} = \frac{x_{22}}{x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25}}$$

$$x_{22} = \frac{7}{8 + 7 + 9 + 8 + 7} = \frac{7}{39} = 0,1795$$

$$x_{23} = \frac{x_{23}}{x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25}}$$

$$x_{23} = \frac{9}{8 + 7 + 9 + 8 + 7} = \frac{9}{39} = 0,2308$$

$$x_{24} = \frac{x_{24}}{x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25}}$$

$$x_{24} = \frac{8}{8 + 7 + 9 + 8 + 7} = \frac{8}{39} = 0,2051$$

$$x_{25} = \frac{x_{25}}{x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} + x_{25}}$$

$$x_{25} = \frac{7}{8 + 7 + 9 + 8 + 7} = \frac{7}{39} = 0,1795$$

hasil normalisasi matriks untuk kriteria pengiriman sebagai berikut.

$$x_{31} = \frac{x_{31}}{x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35}}$$

$$x_{31} = \frac{9}{9 + 8 + 7 + 8 + 7} = \frac{9}{39} = 0,2308$$

$$x_{32} = \frac{x_{32}}{x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35}}$$

$$x_{32} = \frac{8}{9 + 8 + 7 + 8 + 7} = \frac{8}{39} = 0,2051$$

$$x_{33} = \frac{x_{33}}{x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35}}$$

$$x_{33} = \frac{7}{9 + 8 + 7 + 8 + 7} = \frac{7}{39} = 0,1795$$

$$x_{34} = \frac{x_{34}}{x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35}}$$

$$x_{34} = \frac{8}{9 + 8 + 7 + 8 + 7} = \frac{8}{39} = 0,2051$$

$$x_{35} = \frac{x_{35}}{x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} + x_{35}}$$

$$x_{35} = \frac{7}{9 + 8 + 7 + 8 + 7} = \frac{7}{39} = 0,1795$$

hasil normalisasi matriks untuk kriteria keandalan sebagai berikut.

$$x_{41} = \frac{x_{41}}{x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45}}$$

$$x_{41} = \frac{2}{2 + 3 + 1 + 2 + 3} = \frac{2}{11} = 0,1818$$

$$x_{42} = \frac{x_{42}}{x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45}}$$

$$x_{42} = \frac{3}{2 + 3 + 1 + 2 + 3} = \frac{3}{11} = 0,2727$$

$$x_{43} = \frac{x_{43}}{x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45}}$$

$$x_{43} = \frac{1}{2 + 3 + 1 + 2 + 3} = \frac{1}{11} = 0,0909$$

$$x_{44} = \frac{x_{44}}{x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45}}$$

$$x_{44} = \frac{2}{2 + 3 + 1 + 2 + 3} = \frac{2}{11} = 0,1818$$

$$x_{45} = \frac{x_{45}}{x_{41} + x_{42} + x_{43} + x_{44} + x_{45}}$$

$$x_{45} = \frac{3}{2 + 3 + 1 + 2 + 3} = \frac{3}{11} = 0,2727$$

7. Matriks Normalisasi Terbobot

Tahap ketujuh menggunakan metode COPRAS yaitu menghitung matriks normalisasi terbobot dengan

menggunakan (4.3), hasil matriks normalisasi terbobot untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$D^{11} = d_{11} = x_{11} * w_1$$

$$D^{11} = d_{11} = 0,2083 * 0,2188 = 0,0456$$

$$D^{12} = d_{12} = x_{12} * w_1$$

$$D^{12} = d_{12} = 0,1677 * 0,2188 = 0,0365$$

$$D^{13} = d_{13} = x_{13} * w_1$$

$$D^{13} = d_{13} = 0,25 * 0,2188 = 0,0547$$

$$D^{14} = d_{14} = x_{14} * w_1$$

$$D^{14} = d_{14} = 0,1677 * 0,2188 = 0,0365$$

$$D^{15} = d_{15} = x_{15} * w_1$$

$$D^{15} = d_{15} = 0,2083 * 0,2188 = 0,0456$$

Hasil matriks normalisasi terbobot untuk kriteria kualitas sebagai berikut.

$$D^{21} = d_{21} = x_{21} * w_2$$

$$D^{21} = d_{21} = 0,2051 * 0,1213 = 0,0249$$

$$D^{22} = d_{22} = x_{22} * w_2$$

$$D^{22} = d_{22} = 0,1795 * 0,1213 = 0,0218$$

$$D^{23} = d_{23} = x_{23} * w_2$$

$$D^{23} = d_{23} = 0,2308 * 0,1213 = 0,0280$$

$$D^{24} = d_{24} = x_{24} * w_2$$

$$D^{24} = d_{24} = 0,2051 * 0,1213 = 0,0249$$

$$D^{25} = d_{25} = x_{25} * w_2$$

$$D^{25} = d_{25} = 0,1795 * 0,1213 = 0,0218$$

Hasil matriks normalisasi terbobot untuk kriteria pengiriman sebagai berikut.

$$D^{31} = d_{31} = x_{31} * w_3$$

$$D^{31} = d_{31} = 0,2308 * 0,1213 = 0,0280$$

$$D^{32} = d_{32} = x_{32} * w_3$$

$$D^{32} = d_{32} = 0,2051 * 0,1213 = 0,0249$$

$$D^{33} = d_{33} = x_{33} * w_3$$

$$D^{33} = d_{33} = 0,1795 * 0,1213 = 0,0218$$

$$D^{34} = d_{34} = x_{34} * w_3$$

$$D^{34} = d_{34} = 0,2051 * 0,1213 = 0,0249$$

$$D^{35} = d_{35} = x_{35} * w_3$$

$$D^{35} = d_{35} = 0,1795 * 0,1213 = 0,0218$$

Hasil matriks normalisasi terbobot untuk kriteria keberlanjutan sebagai berikut.

$$D^{41} = d_{41} = x_{41} * w_4$$

$$D^{41} = d_{41} = 0,1818 * 0,5386 = 0,0979$$

$$D^{42} = d_{42} = x_{42} * w_4$$

$$D^{42} = d_{42} = 0,2727 * 0,5386 = 0,1469$$

$$D^{43} = d_{43} = x_{43} * w_4$$

$$D^{43} = d_{43} = 0,0909 * 0,5386 = 0,0490$$

$$D^{44} = d_{44} = x_{44} * w_4$$

$$D^{44} = d_{44} = 0,1818 * 0,5386 = 0,0979$$

$$D^{45} = d_{45} = x_{45} * w_4$$

$$D^{45} = d_{45} = 0,2727 * 0,5386 = 0,1469$$

8. Indeks Maksimal dan Indeks Minimal

Tahap kedelapan menggunakan metode COPRAS yaitu menghitung indeks maksimal dengan menggunakan (4.4) untuk kriteria berjenis *benefit*, hasil indeks maksimal sebagai berikut.

$$S_{+1} = D^{21} + D^{31} + D^{41}$$

$$S_{+1} = 0,0249 + 0,0280 + 0,0979 = 0,1508$$

$$S_{+2} = D^{22} + D^{32} + D^{42}$$

$$S_{+2} = 0,0218 + 0,0249 + 0,1469 = 0,1935$$

$$S_{+3} = D^{23} + D^{33} + D^{43}$$

$$S_{+3} = 0,0280 + 0,0218 + 0,0490 = 0,0987$$

$$S_{+4} = D^{24} + D^{34} + D^{44}$$

$$S_{+4} = 0,0249 + 0,0249 + 0,0979 = 0,1477$$

$$S_{+5} = D^{25} + D^{35} + D^{45}$$

$$S_{+5} = 0,0218 + 0,0218 + 0,1469 = 0,1904$$

Indeks minimal dihitung dengan menggunakan persamaan (4.5) untuk kriteria berjenis *cost*, hasil indeks minimal sebagai berikut.

$$S_{-1} = D^{11}$$

$$S_{-1} = 0,0456$$

$$S_{-2} = D^{12}$$

$$S_{-2} = 0,0365$$

$$S_{-3} = D^{13}$$

$$S_{-3} = 0,0457$$

$$S_{-4} = D^{14}$$

$$S_{-4} = 0,0365$$

$$S_{-5} = D^{15}$$

$$S_{-5} = 0,0456$$

9. Nilai Signifikansi Relatif

Tahap kesembilan menggunakan metode COPRAS yaitu menghitung nilai signifikansi relatif dengan menggunakan (4.7), hasil nilai signifikansi relatif sebagai berikut.

$$\sum_{i=1}^n S_{-i} = S_{-1} + S_{-2} + S_{-3} + S_{-4} + S_{-5}$$

$$\sum_{i=1}^n S_{-i} = 0,0456 + 0,0365 + 0,0547 + 0,0365 + 0,0456$$

$$\sum_{i=1}^n S_{-i} = 0,2188$$

$$\frac{1}{S_{-1}} = \frac{1}{0,0456} = 21,937$$

$$\frac{1}{S_{-2}} = \frac{1}{0,0365} = 27,421$$

$$\frac{1}{S_{-3}} = \frac{1}{0,0547} = 18,281$$

$$\frac{1}{S_{-4}} = \frac{1}{0,0365} = 27,421$$

$$\frac{1}{S_{-5}} = \frac{1}{0,0456} = 21,937$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_{-i}} \right) = \frac{1}{S_{-1}} + \frac{1}{S_{-2}} + \frac{1}{S_{-3}} + \frac{1}{S_{-4}} + \frac{1}{S_{-5}}$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_{-i}} \right) = 21,937 + 27,421 + 18,281 + 27,421 + 21,937$$

$$\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{S_{-i}}\right) = 116,998$$

$$S_{-1} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i}) = 0,0456 * 116,998 = 5,333$$

$$S_{-2} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i}) = 0,0365 * 116,998 = 4,267$$

$$S_{-3} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i}) = 0,0567 * 116,998 = 6,4$$

$$S_{-4} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i}) = 0,0365 * 116,998 = 4,267$$

$$S_{-5} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i}) = 0,0456 * 116,998 = 5,333$$

Hasil perhitungan nilai signifikansi relatif yaitu

$$Q_1 = S_{+1} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-1;5}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})}$$

$$Q_1 = 0,1508 + \frac{0,1151}{5,333}$$

$$Q_1 = 0,1508 + 0,04103 = 0,1918$$

$$Q_2 = S_{+2} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-1;5}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})}$$

$$Q_2 = 0,1935 + \frac{0,1151}{4,267}$$

$$Q_2 = 0,1935 + 0,05128 = 0,2448$$

$$Q_3 = S_{+3} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-1;5}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})}$$

$$Q_3 = 0,0987 + \frac{0,1151}{6,4}$$

$$Q_3 = 0,0987 + 0,03419 = 0,1329$$

$$Q_4 = S_{+4} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-1;5}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})}$$

$$Q_4 = 0,1477 + \frac{0,1151}{4,267}$$

$$Q_4 = 0,1477 + 0,05128 = 0,1990$$

$$Q_5 = S_{+5} + \frac{S_{-i} \min \sum_{i=1}^m S_{-i}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (S_{-min}/S_{-i})} = \frac{\sum_{i=1}^m S_{-1;5}}{S_{-i} \sum_{i=1}^m (1/S_{-i})}$$

$$Q_5 = 0,1904 + \frac{0,1151}{5,333}$$

$$Q_5 = 0,1904 + 0,0404 = 0,2315$$

$$Q_{max} = \max(Q_1; Q_2; Q_3; Q_4; Q_5)$$

$$Q_{max} = 0,2448$$

10. Nilai Akhir Utilitas

Tahap kesepuluh menggunakan metode COPRAS yaitu menghitung nilai akhir utilitas dengan menggunakan (4.8), hasil nilai akhir utilitas relatif sebagai berikut.

$$U_1 = \left[\frac{Q_1}{Q_{max}} \right] * 100\%$$

$$U_1 = \left[\frac{0,1918}{0,2448} \right] * 100\% = 78,35\%$$

$$U_2 = \left[\frac{Q_2}{Q_{max}} \right] * 100\%$$

$$U_2 = \left[\frac{0,2448}{0,2448} \right] * 100\% = 100\%$$

$$U_3 = \left[\frac{Q_3}{Q_{max}} \right] * 100\%$$

$$U_3 = \left[\frac{0,1329}{0,2448} \right] * 100\% = 54,29\%$$

$$U_4 = \left[\frac{Q_4}{Q_{max}} \right] * 100\%$$

$$U_4 = \left[\frac{0,1990}{0,2448} \right] * 100\% = 81,27\%$$

$$U_5 = \left[\frac{Q_5}{Q_{max}} \right] * 100\%$$

$$U_5 = \left[\frac{0,2315}{0,2448} \right] * 100\% = 94,54\%$$

4.5. HASIL PERANGKINGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI COPRAS DAN LOPCOW

Perangkingan menggunakan kombinasi COPRAS dan LOPCOW telah menghasilkan pendekatan yang komprehensif dalam mengevaluasi alternatif berdasarkan serangkaian kriteria. Dengan memadukan kekuatan keduanya, COPRAS yang mempertimbangkan kompleksitas dan ketergantungan antarkriteria, bersama dengan LOPCOW yang menggambarkan preferensi linear terhadap solusi ideal, proses perangkingan menjadi lebih terstruktur dan akurat. Hasil perangkingan ini memberikan wawasan mendalam tentang alternatif mana yang paling sesuai dengan tujuan dan kebutuhan yang ditetapkan, memungkinkan pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih baik dan terinformasi. Hasil perangkingan evaluasi kinerja *supplier* seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 4.3. Hasil Perangkingan Evaluasi Kinerja *Supplier*

Hasil perangkingan gambar 4.3 menunjukkan evaluasi kinerja *supplier* untuk peringkat 1 dengan nilai sebesar 100%

didapatkan oleh *Supplier* FH, peringkat 2 dengan nilai sebesar 94,54% didapatkan oleh *Supplier* YSR, peringkat 3 dengan nilai sebesar 81,27% didapatkan oleh *Supplier* TRB, peringkat 4 dengan nilai sebesar 78,35% didapatkan oleh *Supplier* ADR, dan peringkat 5 dengan nilai sebesar 54,29% didapatkan oleh *Supplier* RY.

BAB V

GREY RELATIONAL ANALYSIS

Grey Relational Analysis (GRA) adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi hubungan relatif antara serangkaian variabel atau faktor yang tidak pasti atau kurang jelas. GRA mampu mengatasi ketidakpastian dan ketidaktentuan dalam pengambilan keputusan dengan mengonversi data mentah menjadi data relasional abu-abu. Dalam GRA, variabel yang dievaluasi dibandingkan dengan variabel referensi atau standar untuk menentukan seberapa dekat hubungan relasionalnya. Metode ini memberikan fleksibilitas dalam mengatasi berbagai tingkat ketidakpastian dalam data, sehingga dapat memberikan wawasan yang berharga bagi para pengambil keputusan. GRA juga memungkinkan untuk mempertimbangkan berbagai faktor yang saling berkaitan secara lebih holistik daripada metode tradisional, sehingga dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi. GRA telah menjadi alat yang penting dalam analisis dan pengambilan keputusan di berbagai bidang, membantu untuk menghadapi tantangan kompleksitas dan ketidakpastian dalam lingkungan bisnis dan teknis modern.

5.1. PENGANTAR GRA

GRA adalah metode analisis yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengevaluasi dan membandingkan hubungan antara serangkaian variabel yang memiliki ketidakpastian atau ketidakjelasan. GRA dapat digunakan dalam berbagai bidang, mulai dari manajemen, teknik, ekonomi, hingga ilmu sosial. Metode ini memberikan cara yang sistematis untuk mengukur tingkat keterkaitan atau hubungan antara variabel-variabel tersebut, yang kemudian dapat digunakan untuk mengidentifikasi variabel yang paling berpengaruh atau relevan dalam suatu sistem atau situasi. GRA juga dapat digunakan untuk

menganalisis data-data yang tidak lengkap atau terbatas, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih baik meskipun data yang tersedia terbatas. Dalam GRA, setiap variabel diperlakukan sebagai himpunan abu-abu yang memungkinkan adanya ketidakpastian atau ketidakjelasan dalam nilai-nilai yang diamati. GRA kemudian menghitung derajat hubungan antara setiap pasang variabel dengan menggunakan nilai *grey relational coefficient* (GRC). Nilai GRC ini mencerminkan tingkat keterkaitan atau kemiripan antara dua seri data abu-abu, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan hubungan yang lebih erat. Dengan menggunakan GRA, pengambil keputusan dapat mengidentifikasi pola-pola atau tren yang tersembunyi dalam data, serta mengukur dampaknya terhadap variabel lain dalam sistem. Analisis GRA telah terbukti menjadi alat yang berguna dan efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang kompleks dan berbasis data.

Dalam aplikasinya, GRA sering digunakan dalam berbagai konteks, seperti dalam peramalan, perankingan, optimasi, dan pengambilan keputusan multi-kriteria. Misalnya, dalam peramalan, GRA dapat digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan kinerja berbagai model peramalan dengan mempertimbangkan hubungan antara data historis dan data aktual. Dalam perankingan, GRA dapat membantu dalam menilai dan memilih alternatif terbaik dari berbagai pilihan berdasarkan hubungan relatif mereka terhadap kriteria yang diberikan. Selain itu, dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, GRA dapat digunakan untuk mengidentifikasi alternatif yang paling memenuhi kriteria yang berbeda, serta untuk merancang strategi yang optimal dalam situasi yang kompleks. Dengan demikian, GRA memberikan pendekatan yang sistematis dan dapat diandalkan dalam menganalisis dan mengolah informasi yang tidak pasti atau tidak lengkap, sehingga dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih efektif.

Dalam implementasinya, GRA menggunakan konsep perhitungan derajat relasi abu-abu antara dua himpunan data, yang dikenal sebagai nilai GRC. GRC dihitung dengan

membandingkan perbedaan absolut antara data abu-abu yang akan dibandingkan, kemudian menghitung nilai relatif dari perbedaan tersebut. Dalam konteks GRA, semakin kecil perbedaan absolut antara data, semakin tinggi nilai relasionalnya, yang menunjukkan tingkat keterkaitan yang lebih tinggi antara kedua data tersebut. Hasil dari analisis GRA sering kali disajikan dalam bentuk derajat relasi abu-abu yang diranking, yang memungkinkan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi variabel atau alternatif yang paling berpengaruh atau relevan dalam suatu sistem atau situasi. Dengan demikian, GRA memberikan kerangka kerja analitis yang kuat untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidakjelasan dalam pengambilan keputusan, serta membantu pengguna dalam menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan efektif.

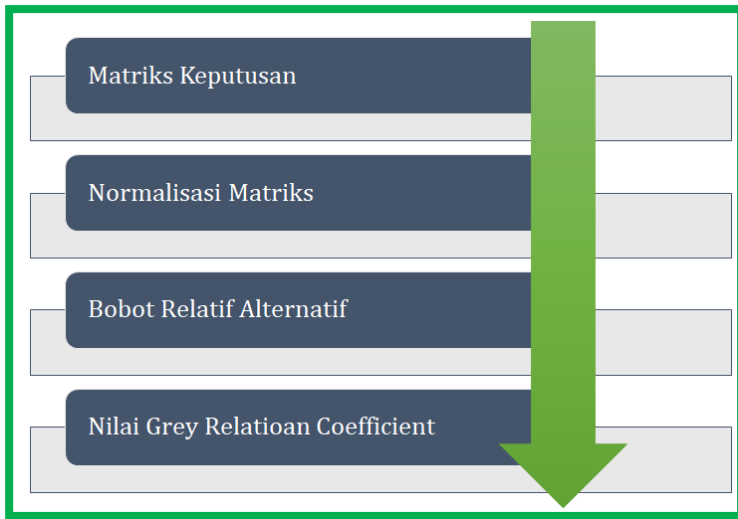
5.2. TAHAPAN GRA

GRA adalah sebuah metode analisis yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengevaluasi dan membandingkan hubungan antara serangkaian variabel yang memiliki ketidakpastian atau ketidakjelasan. Dalam GRA, terdapat beberapa tahapan yang harus dilalui untuk menghasilkan hasil analisis yang akurat dan dapat dipercaya. GRA dapat memberikan kontribusi yang berharga dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan efektif. Tahapan dalam GRA memberikan kerangka kerja yang sistematis untuk mengelola informasi yang tidak pasti atau tidak lengkap, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk mengidentifikasi pola-pola atau tren yang tersembunyi dalam data. Selain itu, tahapan-tahapan ini juga membantu dalam mengukur dampak variabel-variabel terhadap satu sama lain, sehingga memungkinkan pengambil keputusan untuk merancang strategi atau kebijakan yang lebih efektif. Dengan demikian, GRA memberikan pendekatan yang kuat dalam mendukung pengambilan keputusan yang kompleks, terutama dalam konteks

di mana terdapat ketidakpastian atau ketidakjelasan dalam data yang tersedia.

Setelah tahapan analisis GRA selesai dilakukan, langkah selanjutnya adalah menggunakan hasil analisis tersebut dalam pengambilan keputusan. Hasil analisis GRA dapat memberikan wawasan yang berharga tentang hubungan antarvariabel dan faktor-faktor yang berpengaruh dalam suatu sistem atau situasi. Dengan informasi ini, pengambil keputusan dapat membuat keputusan yang lebih terinformasi dan berbasis bukti. Selain itu, hasil analisis GRA juga dapat digunakan untuk merumuskan strategi perbaikan atau pengembangan yang lebih efektif, serta untuk memprediksi dampak dari keputusan-keputusan yang diambil. GRA tidak hanya memberikan analisis yang mendalam tentang hubungan antarvariabel, tetapi juga memberikan pandangan yang lebih luas tentang situasi atau masalah yang sedang dihadapi, sehingga dapat menjadi alat yang sangat berharga dalam konteks pengambilan keputusan yang kompleks.

Dalam konteks pengambilan keputusan, hasil analisis GRA juga dapat digunakan untuk memperbaiki atau mengoptimalkan sistem atau proses yang sedang berjalan. Dengan memahami hubungan antarvariabel yang diidentifikasi melalui GRA, pengambil keputusan dapat mengidentifikasi area-area di mana perubahan atau perbaikan diperlukan untuk meningkatkan kinerja atau efisiensi sistem. Selain itu, hasil analisis GRA juga dapat digunakan untuk memprediksi hasil dari keputusan-keputusan yang berbeda, sehingga membantu pengambil keputusan untuk memilih alternatif yang paling sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Dengan demikian, GRA tidak hanya memberikan analisis yang mendalam tentang hubungan antarvariabel, tetapi juga memberikan pandangan yang lebih luas tentang situasi atau masalah yang sedang dihadapi, sehingga dapat menjadi alat yang sangat berharga dalam konteks pengambilan keputusan yang kompleks. Tahapan yang dilakukan dalam metode GRA seperti disajikan pada Gambar 5.1.



Gambar 5.1. Tahapan Metode GRA

Tahapan gambar 5.1 membentuk kerangka kerja sistematis untuk mengarahkan proses pengambilan keputusan menggunakan metode GRA. Metode GRA memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Matriks keputusan (*decision matrix*) adalah alat yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Matriks ini memiliki baris yang mewakili alternatif dan kolom yang mewakili kriteria. Setiap sel dalam matriks berisi nilai yang menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria tertentu. Matriks keputusan membantu dalam mengorganisir informasi dan memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan lebih sistematis mengevaluasi dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria

yang relevan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{2n} \\ x_{12} & x_{22} & x_{2n} \\ x_{m1} & x_{m2} & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.1)$$

2. Normalisasi Matriks

Normalisasi matriks adalah proses penting dalam analisis data yang bertujuan untuk membuat nilai-nilai dalam matriks memiliki skala atau rentang yang seragam. Tujuan utama dari normalisasi matriks adalah untuk memperbaiki perbandingan relatif antara nilai-nilai dalam matriks, sehingga memudahkan perbandingan dan pengambilan keputusan. Dengan normalisasi, matriks yang awalnya memiliki nilai-nilai dengan skala yang berbeda atau bervariasi dapat diubah menjadi matriks dengan nilai-nilai yang memiliki skala yang sama. Normalisasi matriks dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (5.2)$$

3. Bobot Relatif Alternatif

Bobot relatif alternatif adalah hasil dari proses normalisasi matriks keputusan dengan bobot untuk setiap kriteria. Bobot relatif alternatif ini membantu dalam menghitung nilai total atau peringkat relatif dari setiap alternatif, yang pada akhirnya digunakan untuk memilih alternatif terbaik berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Matriks normalisasi terbobot dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$V_{ij} = x_{ij} * w_j \quad (5.3)$$

4. Nilai *Grey Relational Coefficient*

Nilai GRC adalah nilai yang digunakan dalam analisis relasi abu-abu (GRA) untuk mengukur derajat relasi antara dua himpunan data abu-abu. Nilai GRC menunjukkan tingkat keterkaitan atau kemiripan antara dua seri data abu-abu, di mana nilai yang lebih tinggi menunjukkan hubungan yang

lebih erat. Nilai GRC dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$GRG_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (5.4)$$

5.3. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN GRA

Analisis Relasional Abu-abu (GRA) adalah metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengevaluasi dan membandingkan hubungan antara serangkaian variabel yang memiliki ketidakpastian atau ketidakjelasan. GRA menawarkan beberapa kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan utama dalam berbagai aplikasi. GRA merupakan metode analisis yang kuat dan fleksibel yang dapat digunakan untuk mengatasi berbagai tantangan dalam pengambilan keputusan. Kelebihan dari metode GRA adalah kemampuannya untuk mengatasi masalah data yang tidak lengkap atau tidak pasti. GRA menggunakan pendekatan himpunan abu-abu untuk menangani situasi di mana data yang tersedia tidak lengkap atau tidak jelas. Hal ini membuat GRA menjadi pilihan yang baik dalam situasi di mana data yang tersedia terbatas atau tidak lengkap. Selain itu, GRA juga mampu memberikan hasil yang konsisten meskipun data yang digunakan memiliki tingkat ketidakpastian yang tinggi. Hal ini membuat GRA dapat diandalkan dalam situasi di mana data yang digunakan tidak sepenuhnya dapat dipercaya. Dengan kemampuannya untuk mengatasi ketidakpastian dan ketidaklengkapan data, serta memberikan hasil yang konsisten, GRA merupakan alat yang sangat berguna dalam mendukung pengambilan keputusan yang kompleks.

Metode GRA, memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya digunakan dalam berbagai bidang penelitian dan aplikasi. Beberapa kelebihannya meliputi:

1. Kemampuan mengatasi ketidakpastian: GRA mampu menangani data yang tidak pasti atau data yang tidak terlalu jelas. Hal ini membuatnya berguna dalam situasi di mana data tidak lengkap atau tidak akurat.

2. **Fleksibilitas:** Metode GRA dapat diterapkan pada berbagai jenis data, baik data kuantitatif maupun kualitatif. Ini memungkinkan peneliti untuk menggunakan metode ini dalam berbagai konteks penelitian.
3. **Mudah dipahami:** GRA relatif mudah dipahami dan diimplementasikan. Ini membuatnya dapat digunakan oleh berbagai kalangan, termasuk peneliti yang tidak memiliki latar belakang matematika atau statistika yang kuat.
4. **Tidak memerlukan asumsi distribusi data:** GRA tidak bergantung pada asumsi tentang distribusi data. Hal ini membedakannya dari beberapa metode statistika yang memerlukan asumsi tertentu tentang distribusi data.
5. **Analisis relatif:** GRA mengevaluasi hubungan relatif antara variabel-variabel dalam suatu sistem. Ini memungkinkan untuk membandingkan pengaruh relatif dari berbagai faktor dalam suatu sistem.
6. **Fokus pada hubungan abu-abu:** GRA fokus pada hubungan abu-abu antara variabel-variabel dalam sistem. Hal ini memungkinkan untuk menangkap informasi yang mungkin hilang dalam analisis konvensional berbasis hitam-putih.
7. **Dapat mengatasi multi-kriteria:** GRA dapat digunakan dalam analisis multi-kriteria, di mana terdapat beberapa kriteria yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan.

Meskipun GRA memiliki kelebihan-kelebihan ini, seperti halnya dengan metode lainnya, ada juga batasan dan pertimbangan yang perlu diperhatikan saat menerapkannya dalam konteks tertentu.

Meskipun memiliki banyak kelebihan, Metode GRA juga memiliki beberapa kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah sensitivitas terhadap pemilihan parameter. GRA melibatkan beberapa parameter, seperti derajat pengabuan dan fungsi keanggotaan, yang harus dipilih dengan hati-hati. Pemilihan parameter yang tidak tepat dapat menghasilkan hasil analisis yang tidak akurat atau tidak konsisten. Selain itu, interpretasi hasil analisis GRA juga dapat menjadi tantangan. Meskipun GRA menghasilkan hasil yang mudah diinterpretasikan dalam bentuk

grafik atau tabel, interpretasi hasil tersebut seringkali memerlukan pengetahuan yang mendalam tentang konteks dan karakteristik data yang dianalisis. Oleh karena itu, pengguna GRA perlu berhati-hati dalam menginterpretasikan hasil analisis untuk menghindari kesalahan pemahaman yang dapat memengaruhi pengambilan keputusan.

Meskipun memiliki beberapa kelebihan, metode GRA juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan:

1. Sensitif terhadap skala dan rentang variabel: GRA dapat sensitif terhadap skala dan rentang variabel yang digunakan. Jika skala atau rentang variabel tidak seragam, hal ini dapat mempengaruhi hasil analisis GRA.
2. Keterbatasan dalam menangani data kompleks: Meskipun GRA dapat digunakan dalam berbagai konteks, metode ini memiliki keterbatasan dalam menangani data yang sangat kompleks atau data dengan struktur yang rumit. Hal ini terutama terjadi ketika terdapat interaksi yang kompleks antara variabel-variabel dalam sistem.
3. Ketergantungan pada pemilihan referensi: GRA memerlukan pemilihan referensi atau variabel referensi yang dapat mempengaruhi hasil analisis. Jika referensi yang dipilih tidak sesuai, hal ini dapat mengarah pada penilaian yang tidak akurat.
4. Subyektivitas dalam pengaturan parameter: Seperti banyak metode analisis lainnya, GRA memerlukan pengaturan parameter tertentu, seperti jumlah titik data abu-abu atau derajat keabuan yang digunakan. Pengaturan parameter ini dapat subjektif dan dapat mempengaruhi hasil analisis.
5. Keterbatasan interpretasi: Interpretasi hasil GRA dapat menjadi sulit dalam beberapa kasus, terutama ketika ada banyak variabel yang terlibat atau ketika hubungan antara variabel-variabel tersebut tidak jelas.
6. Tidak menghasilkan model prediksi: GRA adalah metode analisis relatif yang lebih fokus pada memahami hubungan relatif antara variabel-variabel daripada membangun model

prediksi yang dapat digunakan untuk membuat estimasi di masa depan.

7. Ketergantungan pada data yang tepat: GRA memerlukan data yang tepat dan representatif. Jika data yang digunakan tidak mencerminkan situasi sebenarnya dengan baik, hasil analisis GRA mungkin tidak akurat atau berguna.

Sementara kelemahan-kelemahan ini perlu diperhatikan, dengan memahami batasan dan pertimbangan ini, peneliti dapat menggunakan metode GRA dengan lebih efektif dan memperoleh wawasan yang berharga dari analisis mereka.

5.4. KOMBINASI GRA DAN LOPCOW

Kombinasi antara GRA dan LOPCOW dapat memberikan pendekatan yang holistik dan efektif dalam pengambilan keputusan. GRA dapat digunakan untuk menganalisis hubungan antara variabel-variabel yang tidak pasti atau memiliki ketidakjelasan dalam data, sementara LOPCOW dapat digunakan untuk memberikan bobot pada variabel-variabel tersebut berdasarkan tingkat perubahannya. Dengan menggunakan kedua metode ini bersama-sama, pengambil keputusan dapat memperoleh pemahaman yang lebih dalam tentang faktor-faktor yang memengaruhi sistem atau situasi yang sedang dianalisis, serta dapat mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berpengaruh. Selain itu, kombinasi GRA dan LOPCOW juga dapat membantu pengambil keputusan dalam merancang strategi atau kebijakan yang lebih efektif, berdasarkan pada analisis yang komprehensif dan berbasis data. Dengan demikian, kombinasi antara GRA dan LOPCOW dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam mendukung pengambilan keputusan yang kompleks.

Dalam konteks pengambilan keputusan, penggunaan GRA dan LOPCOW secara bersamaan dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang hubungan antarvariabel dan dampak perubahan variabel terhadap sistem atau situasi yang dianalisis. Dengan GRA, pengambil keputusan dapat mengidentifikasi

variabel-variabel yang paling berpengaruh dan hubungan antarvariabel yang paling signifikan. Sementara dengan LOPCOW, pengambil keputusan dapat memberikan bobot pada variabel-variabel tersebut berdasarkan tingkat perubahannya, sehingga memungkinkan untuk lebih fokus pada variabel-variabel yang mengalami perubahan signifikan. Kombinasi kedua metode ini juga dapat membantu dalam merancang strategi atau kebijakan yang responsif terhadap perubahan lingkungan atau kondisi yang terjadi. Dengan demikian, kombinasi GRA dan LOPCOW dapat menjadi alat yang sangat berguna dalam mendukung pengambilan keputusan yang adaptif dan berbasis bukti.

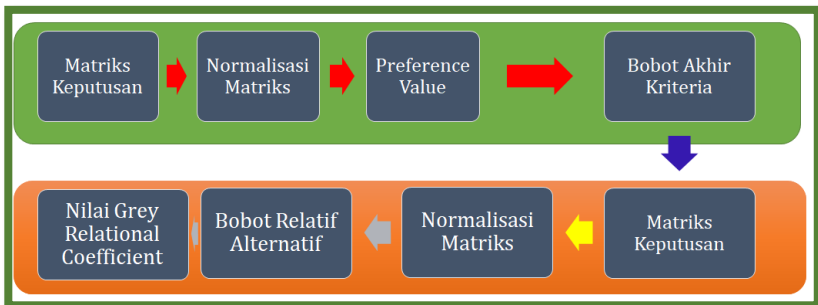
Kombinasi antara GRA dan LOPCOW memiliki beberapa kelebihan yang dapat meningkatkan analisis dan pengambilan keputusan dalam berbagai konteks. Berikut adalah beberapa kelebihannya:

1. Penanganan data yang tidak pasti: GRA memiliki kemampuan untuk menangani data yang tidak pasti atau tidak lengkap. LOPCOW, dengan menggunakan perubahan persentase logaritmik dari data, dapat membantu mengatasi masalah ketidakpastian yang mungkin terjadi dalam data.
2. Pemilihan variabel yang relevan: LOPCOW membantu dalam menetapkan bobot pada setiap variabel berdasarkan signifikansinya terhadap tujuan analisis. Dengan demikian, kombinasi GRA dan LOPCOW memungkinkan untuk memilih variabel yang paling relevan dan penting dalam menganalisis sistem atau situasi tertentu.
3. Analisis hubungan relatif dan dampak relatif: GRA memungkinkan untuk menganalisis hubungan relatif antara variabel-variabel, sementara LOPCOW dapat memberikan bobot relatif pada variabel-variabel tersebut berdasarkan perubahan persentase logaritmik. Dengan demikian, kombinasi ini memungkinkan untuk memahami hubungan dan dampak relatif dari variabel-variabel tersebut dalam konteks yang lebih luas.

4. Peningkatan akurasi dalam pengambilan keputusan: Dengan menggunakan bobot yang diberikan oleh LOPCOW, GRA dapat memberikan hasil yang lebih akurat dan relevan dalam analisis relatif antara variabel-variabel. Hal ini dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.
5. Penekanan pada variabel yang paling berdampak: Kombinasi GRA dan LOPCOW memungkinkan untuk mengidentifikasi variabel-variabel yang paling berdampak atau signifikan terhadap tujuan analisis. Dengan demikian, penggunaan sumber daya dapat difokuskan pada variabel-variabel yang paling penting untuk mencapai tujuan yang diinginkan.
6. Fleksibilitas dalam aplikasi: Kombinasi GRA dan LOPCOW dapat diterapkan dalam berbagai konteks dan bidang, termasuk manufaktur, keuangan, pemasaran, dan lain-lain. Fleksibilitas ini membuatnya menjadi alat yang dapat digunakan untuk berbagai tujuan analisis dan pengambilan keputusan.

Dengan demikian, kombinasi GRA dan LOPCOW memberikan pendekatan yang komprehensif dan kuat dalam menganalisis hubungan antara variabel-variabel, menilai dampak relatifnya, dan mengarahkan pengambilan keputusan menuju solusi yang lebih efektif dan relevan.

Kerangka penyelesaian masalah dengan menggunakan metode GRA dan LOPCOW seperti disajikan pada gambar 5.2.



Gambar 5.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi GRA dan LOPCOW

Kerangka penyelesaian menggunakan kombinasi GRA dan LOPCOW gambar 5.2 merupakan teknik penyelesaian masalah dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Tahapan satu sampai dengan empat merupakan tahapan dalam metode LOPCOW, sedangkan tahapan lima sampai dengan delapan merupakan tahapan dalam metode GRA.

Kombinasi GRA dan LOPCOW akan menyelesaikan kasus membuka tempat wisata baru dan memiliki enam lokasi potensial yang ingin Anda pertimbangkan, dan Anda memiliki empat kriteria yang ingin Anda gunakan untuk mengevaluasi lokasi tersebut: aksesibilitas, pengunjung, biaya sewa, dan potensi kerjasama. Hasil data penilaian membuka tempat wisata baru seperti disajikan pada tabel 5.1. berikut.

Tabel 5.1. Data Penilaian Lokasi Wisata Baru

Lokasi	Aksesibilitas	Pengunjung	Harga Sewa	Kerjasama
Lokasi 1	5	700	500	7
Lokasi 2	4	1200	600	8
Lokasi 3	6	900	550	6
Lokasi 4	4	850	750	9
Lokasi 5	5	850	650	7
Lokasi 6	3	1000	400	8

Berdasarkan data penilaian tabel 5.1 akan dicari membuka tempat wisata baru yang didapat dari data penilaian yang ada dengan menerapkan metode GRA dan LOPCOW. Tahapan penyelesaian menggunakan kombinasi metode tersebut sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Tahap pertama dalam kombinasi metode ini terlebih dahulu menggunakan metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 5 & 700 & 500 & 7 \\ 4 & 1200 & 600 & 8 \\ 6 & 900 & 550 & 6 \\ 4 & 850 & 750 & 9 \\ 5 & 850 & 650 & 7 \\ 3 & 1000 & 400 & 8 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Matriks

Tahap kedua menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{5}{6 + (5^2 + 4^2 + 6^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2)}$$

$$n_{11} = \frac{5}{133} = 0,0379$$

Hasil keseluruhan normalisasi matriks seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5.2. Hasil Normalisasi Matriks Lokasi Wisata Baru

Lokasi	Aksesibilitas	Pengunjung	Harga Sewa	Kerjasama
Lokasi 1	0,0376	0,0001	0,0002	0,0201
Lokasi 2	0,0301	0,0002	0,0003	0,0229
Lokasi 3	0,0451	0,0002	0,0003	0,0172
Lokasi 4	0,0376	0,0002	0,0003	0,0201
Lokasi 5	0,0226	0,0002	0,0002	0,0229
Lokasi 6	0,0376	0,0001	0,0002	0,0201

3. Preference Value

Tahap ketiga menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), hasil *preference value* sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0376^2 + 0,0301^2 + 0,0451^2 + 0,0301^2 + 0,0376^2 + 0,0226^2)}}{\ln \frac{6}{0,013379797}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,07518797}{6,105768842} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0123143 = 1,23143$$

Hasil keseluruhan *preference value* seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5.3. Hasil *Preference Value* Lokasi Wisata Baru

Kriteria	Aksesibilitas	Pengunjung	Harga Sewa	Kerjasama
PV	1,23143	0,00365	0,00612	0,75054

4. Bobot Akhir Kriteria

Tahap keempat menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir kriteria dengan menggunakan (3.4), hasil bobot akhir kriteria sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{1,23143}{1,23143 + 0,00365 + 0,00612 + 0,75054}$$

$$w_1 = \frac{1,23143}{1,99172} = 0,6183$$

Hasil keseluruhan bobot akhir kriteria seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 5.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Lokasi Wisata Baru

Kriteria	Aksesibilitas	Pengunjung	Harga Sewa	Kerjasama
Bobot	0,6183	0,0018	0,0031	0,3768

5. Matriks Keputusan

Tahap kelima dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode GRA yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (5.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 5 & 700 & 500 & 7 \\ 4 & 1200 & 600 & 8 \\ 6 & 900 & 550 & 6 \\ 4 & 850 & 750 & 9 \\ 5 & 850 & 650 & 7 \\ 3 & 1000 & 400 & 8 \end{bmatrix}$$

6. Normalisasi Matriks

Tahap keenam menggunakan metode GRA yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (5.2), hasil normalisasi matriks untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$x_{11} = \frac{x_{11} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{11} = \frac{5 - 3}{6 - 3} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$x_{12} = \frac{x_{12} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{12} = \frac{4 - 3}{6 - 3} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$x_{13} = \frac{x_{13} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{13} = \frac{6 - 3}{6 - 3} = \frac{3}{3} = 1$$

$$x_{14} = \frac{x_{14} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{14} = \frac{4 - 3}{6 - 3} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$x_{15} = \frac{x_{15} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{15} = \frac{5 - 3}{6 - 3} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$x_{16} = \frac{x_{16} - x_{\min 11;16}}{x_{\max 11;16} - x_{\min 11;16}}$$

$$x_{16} = \frac{3 - 3}{6 - 3} = \frac{0}{3} = 0$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria akses sebagai berikut.

$$x_{21} = \frac{x_{21} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{21} = \frac{700 - 700}{1200 - 700} = \frac{0}{500} = 0$$

$$x_{22} = \frac{x_{22} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{22} = \frac{1200 - 700}{1200 - 700} = \frac{500}{500} = 1$$

$$x_{23} = \frac{x_{23} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{23} = \frac{900 - 700}{1200 - 700} = \frac{200}{500} = 0,4$$

$$x_{24} = \frac{x_{24} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{24} = \frac{850 - 700}{1200 - 700} = \frac{150}{500} = 0,3$$

$$x_{25} = \frac{x_{25} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{25} = \frac{850 - 700}{1200 - 700} = \frac{150}{500} = 0,3$$

$$x_{26} = \frac{x_{26} - x_{\min 21;26}}{x_{\max 21;26} - x_{\min 21;26}}$$

$$x_{26} = \frac{1000 - 700}{1200 - 700} = \frac{300}{500} = 0,6$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria keamanan sebagai berikut.

$$x_{31} = \frac{x_{31} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{31} = \frac{500 - 400}{750 - 400} = \frac{100}{350} = 0,258$$

$$x_{32} = \frac{x_{32} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{32} = \frac{600 - 400}{750 - 400} = \frac{200}{350} = 0,571$$

$$x_{33} = \frac{x_{33} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{33} = \frac{550 - 400}{750 - 400} = \frac{150}{350} = 0,429$$

$$x_{34} = \frac{x_{34} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{34} = \frac{750 - 400}{750 - 400} = \frac{350}{350} = 1$$

$$x_{35} = \frac{x_{35} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{35} = \frac{650 - 400}{750 - 400} = \frac{250}{350} = 0,714$$

$$x_{36} = \frac{x_{36} - x_{\min 31;36}}{x_{\max 31;36} - x_{\min 31;36}}$$

$$x_{36} = \frac{400 - 400}{750 - 400} = \frac{0}{350} = 0$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria lingkungan sebagai berikut.

$$x_{41} = \frac{x_{41} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{41} = \frac{7 - 6}{9 - 6} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$x_{42} = \frac{x_{42} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{42} = \frac{8 - 6}{9 - 6} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$x_{43} = \frac{x_{43} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{43} = \frac{6 - 6}{9 - 6} = \frac{0}{3} = 0$$

$$x_{44} = \frac{x_{44} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{44} = \frac{9 - 6}{9 - 6} = \frac{3}{3} = 1$$

$$x_{45} = \frac{x_{45} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{45} = \frac{7 - 6}{9 - 6} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$x_{46} = \frac{x_{46} - x_{\min 41;46}}{x_{\max 41;46} - x_{\min 41;46}}$$

$$x_{46} = \frac{8 - 6}{9 - 6} = \frac{2}{3} = 0,667$$

7. Bobot Relatif Alternatif

Tahap ketujuh menggunakan metode GRA yaitu menghitung bobot relatif alternatif dengan menggunakan (5.3), hasil bobot relatif alternatif untuk kriteria harga sebagai berikut.

$$V_{11} = x_{11} * w_1$$

$$V_{11} = 0,667 * 0,6183 = 0,4122$$

$$V_{12} = x_{12} * w_1$$

$$V_{12} = 0,333 * 0,6183 = 0,2061$$

$$V_{13} = x_{13} * w_1$$

$$V_{13} = 1 * 0,6183 = 0,6183$$

$$V_{14} = x_{14} * w_1$$

$$V_{14} = 0,333 * 0,6183 = 0,2061$$

$$V_{15} = x_{15} * w_1$$

$$V_{15} = 0,667 * 0,6183 = 0,4122$$

$$V_{16} = x_{16} * w_1$$

$$V_{16} = 0 * 0,6183 = 0$$

Hasil bobot relatif alternatif untuk kriteria akses sebagai berikut.

$$V_{21} = x_{21} * w_2$$

$$V_{21} = 0 * 0,0018 = 0$$

$$V_{22} = x_{22} * w_2$$

$$V_{22} = 1 * 0,0018 = 0,0018$$

$$V_{23} = x_{23} * w_2$$

$$V_{23} = 0,4 * 0,0018 = 0,0007$$

$$V_{24} = x_{24} * w_2$$

$$V_{24} = 0,3 * 0,0018 = 0,0005$$

$$V_{25} = x_{25} * w_2$$

$$V_{25} = 0,3 * 0,0018 = 0,0005$$

$$V_{26} = x_{26} * w_2$$

$$V_{26} = 0,6 * 0,0018 = 0,0011$$

Hasil bobot relatif alternatif untuk kriteria keamanan sebagai berikut.

$$V_{31} = x_{31} * w_3$$

$$V_{31} = 0,286 * 0,0031 = 0,0009$$

$$V_{32} = x_{32} * w_3$$

$$V_{32} = 0,571 * 0,0031 = 0,0018$$

$$V_{33} = x_{33} * w_3$$

$$V_{33} = 0,429 * 0,0031 = 0,0013$$

$$V_{34} = x_{34} * w_3$$

$$V_{34} = 1 * 0,0031 = 0,0031$$

$$V_{35} = x_{35} * w_3$$

$$V_{35} = 0,714 * 0,0031 = 0,0022$$

$$V_{36} = x_{36} * w_3$$

$$V_{36} = 0 * 0,0031 = 0$$

Hasil bobot relatif alternatif untuk kriteria lingkungan sebagai berikut.

$$V_{41} = x_{41} * w_4$$

$$V_{41} = 0,333 * 0,3768 = 0,1256$$

$$V_{42} = x_{41} * w_4$$

$$V_{42} = 0,667 * 0,3768 = 0,2512$$

$$V_{43} = x_{43} * w_4$$

$$V_{43} = 0 * 0,3768 = 0$$

$$V_{44} = x_{44} * w_4$$

$$V_{44} = 1 * 0,3768 = 0,3768$$

$$V_{45} = x_{45} * w_4$$

$$V_{45} = 0,333 * 0,3768 = 0,1256$$

$$V_{46} = x_{46} * w_4$$

$$V_{46} = 0,667 * 0,3768 = 0,2512$$

8. Nilai *Grey Relational Coefficient*

Tahap kedelapan menggunakan metode GRA yaitu menghitung nilai *grey relational coefficient* dengan menggunakan (5.4), hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 1 sebagai berikut.

$$GRG_1 = \frac{1}{4} * (V_{11} + V_{21} + V_{31} + V_{41})$$

$$GRG_1 = \frac{1}{4} * (0,4122 + 0 + 0,0009 + 0,1256)$$

$$GRG_1 = \frac{1}{4} * (0,5387) = 0,1347$$

Hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 2 sebagai berikut.

$$GRG_2 = \frac{1}{4} * (V_{12} + V_{22} + V_{32} + V_{42})$$

$$GRG_2 = \frac{1}{4} * (0,2061 + 0,0018 + 0,0018 + 0,2512)$$

$$GRG_2 = \frac{1}{4} * (0,4609) = 0,1152$$

Hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 3 sebagai berikut.

$$GRG_3 = \frac{1}{4} * (V_{13} + V_{23} + V_{33} + V_{43})$$

$$GRG_3 = \frac{1}{4} * (0,6183 + 0,0007 + 0,0013 + 0)$$

$$GRG_3 = \frac{1}{4} * (0,6203) = 0,1551$$

Hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 4 sebagai berikut.

$$GRG_4 = \frac{1}{4} * (V_{14} + V_{24} + V_{34} + V_{44})$$

$$GRG_4 = \frac{1}{4} * (0,2061 + 0,0005 + 0,0031 + 0,3768)$$

$$GRG_4 = \frac{1}{4} * (0,5865) = 0,1466$$

Hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 5 sebagai berikut.

$$GRG_5 = \frac{1}{4} * (V_{15} + V_{25} + V_{35} + V_{45})$$

$$GRG_5 = \frac{1}{4} * (0,4122 + 0,0005 + 0,0022 + 0,1256)$$

$$GRG_5 = \frac{1}{4} * (0,5406) = 0,1351$$

Hasil nilai *grey relational coefficient* untuk alternatif Lokasi 6 sebagai berikut.

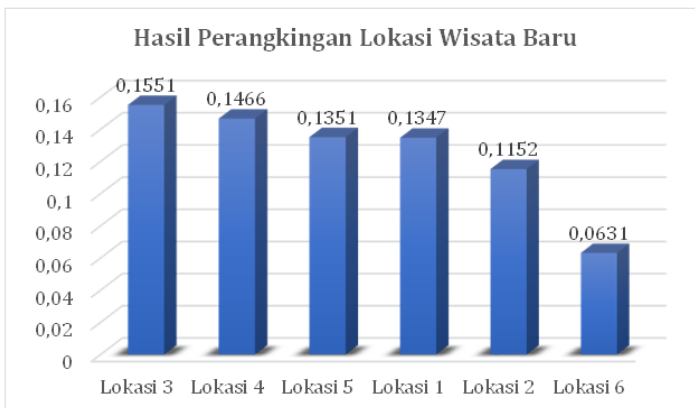
$$GRG_6 = \frac{1}{4} * (V_{16} + V_{26} + V_{36} + V_{46})$$

$$GRG_6 = \frac{1}{4} * (0 + 0,0011 + 0 + 0,2512)$$

$$GRG_6 = \frac{1}{4} * (0,2523) = 0,0631$$

5.5. HASIL PERANGKINGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI GRA DAN LOPCOW

Dalam perangkingan menggunakan kombinasi GRA dan LOPCOW, hasil yang diperoleh merupakan representasi dari tingkat kepentingan relatif antara alternatif dalam sebuah sistem. GRA digunakan untuk mengevaluasi hubungan abu-abu antara setiap alternatif berdasarkan pada nilai relatif terhadap setiap kriteria. Sementara LOPCOW memberikan bobot pada kriteria-kriteria tersebut berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari kriteria-kriteria tersebut. Kombinasi kedua metode ini memberikan keunggulan dalam memberikan peringkat yang lebih akurat dan informatif dalam mengambil keputusan. Hasil perangkingan tempat wisata baru seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 5.3. Hasil Perangkingan Lokasi Wisata Baru

Hasil perangkingan gambar 5.3 menunjukkan lokasi wisata baru untuk peringkat 1 dengan nilai sebesar 0,1551 didapatkan oleh Lokasi 3, peringkat 2 dengan nilai sebesar 0,1466 didapatkan oleh Lokasi 4, peringkat 3 dengan nilai sebesar 0,1351 didapatkan oleh Lokasi 5, peringkat 4 dengan nilai sebesar 0,1347 didapatkan oleh Lokasi 1, dan peringkat 5 dengan nilai sebesar 0,1152 didapatkan oleh Lokasi 2, dan peringkat 6 dengan nilai sebesar 0,0631 didapatkan oleh Lokasi 6.

BAB VI

MULTI ATTRIBUTE UTILITY THEORY

Multi Attribute Utility Theory (MAUT) adalah sebuah teori yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk memodelkan preferensi pengambil keputusan terhadap serangkaian alternatif yang dinilai berdasarkan beberapa atribut. Teori ini berfokus pada bagaimana pengambil keputusan dapat menilai dan memberikan bobot pada setiap atribut, serta bagaimana alternatif dapat dinilai relatif terhadap preferensi mereka. MAUT menggabungkan nilai utilitas dari setiap atribut untuk setiap alternatif menjadi nilai utilitas keseluruhan, yang kemudian digunakan untuk memilih alternatif terbaik. Dengan demikian, MAUT memberikan kerangka kerja yang kokoh untuk mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, dengan memungkinkan pengambil keputusan untuk mempertimbangkan *trade-off* antara atribut yang berbeda secara sistematis dan konsisten. Metode ini memungkinkan untuk memodelkan preferensi yang kompleks dan beragam dari pengambil keputusan, serta mempertimbangkan preferensi risiko atau ketidakpastian. Selain itu, MAUT juga dapat digunakan untuk mengidentifikasi preferensi yang konsisten atau inkonsisten dari pengambil keputusan, sehingga membantu untuk mengevaluasi keandalan dan konsistensi dari preferensi yang dinyatakan.

6.1. PENGANTAR MAUT

Multi Attribute Utility Theory (MAUT) adalah sebuah metode pengambilan keputusan yang digunakan untuk mengevaluasi berbagai alternatif yang memiliki beberapa atribut atau kriteria yang saling terkait. Teori ini menyediakan kerangka kerja matematis untuk mengukur preferensi dan memilih alternatif terbaik berdasarkan nilai utilitas yang diberikan oleh setiap kriteria. Dengan menggunakan MAUT, pengambil keputusan dapat

mengidentifikasi trade-off antara kriteria yang berbeda dan mengambil keputusan yang terinformasi dengan mempertimbangkan preferensi dan bobot relatif dari setiap kriteria. MAUT memainkan peran penting dalam berbagai bidang seperti manajemen, ekonomi, teknik, dan ilmu sosial. Metode ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk menghadapi kompleksitas dalam memilih alternatif yang paling memadai dalam situasi di mana ada banyak kriteria yang harus dipertimbangkan. Dengan memahami nilai utilitas relatif dari setiap kriteria dan bagaimana alternatif memenuhi kriteria tersebut, MAUT membantu mengambil keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

MAUT juga memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan preferensi dan bobot kriteria sesuai dengan konteks dan tujuan pengambilan keputusan. Penggunaan teknik ini membutuhkan identifikasi yang jelas tentang kriteria yang relevan, pengukuran utilitas relatif, serta perhitungan yang akurat untuk menentukan alternatif terbaik. Meskipun demikian, MAUT juga memiliki keterbatasan, seperti asumsi tentang konsistensi preferensi dan ketidakpastian dalam menilai utilitas relatif. Oleh karena itu, penggunaan MAUT harus dilakukan dengan hati-hati dan disertai dengan analisis yang komprehensif untuk menghasilkan keputusan yang optimal.

Selain itu, implementasi MAUT juga memerlukan data yang akurat dan komprehensif untuk mengukur nilai utilitas dari setiap kriteria serta preferensi dari pengambil keputusan. Penggunaan teknik ini juga dapat melibatkan proses yang rumit dalam menetapkan bobot relatif dari setiap kriteria, terutama ketika preferensi subjektif dan nilai-nilai individu memainkan peran penting dalam pengambilan keputusan. Meskipun demikian, MAUT tetap menjadi alat yang berguna dalam membantu pengambil keputusan dalam situasi di mana ada banyak faktor yang harus dipertimbangkan secara simultan, dan dapat membantu menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan terkendali.

6.2. TAHAPAN MAUT

MAUT adalah sebuah metode pengambilan keputusan yang kompleks namun sangat kuat dalam mengevaluasi alternatif berdasarkan sejumlah kriteria yang relevan. Tahapan dalam MAUT melibatkan langkah-langkah yang cermat untuk menentukan alternatif terbaik. Dengan menggunakan MAUT, pengambil keputusan dapat mempertimbangkan trade-off antara kriteria yang berbeda dan mengambil keputusan yang paling sesuai dengan preferensi mereka secara rasional.

MAUT dapat terus menjadi alat yang efektif dalam mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi di berbagai konteks. Selain itu, pengambil keputusan juga perlu terus memantau perkembangan dalam teori dan praktik pengambilan keputusan multi-kriteria, serta memperbarui model MAUT mereka sesuai dengan temuan dan tren terbaru. Dengan demikian, MAUT dapat tetap menjadi alat yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi di masa mendatang. Tahapan yang dilakukan dalam metode MAUT seperti disajikan pada Gambar 6.1.



Gambar 6.1. Tahapan Metode MAUT

Tahapan gambar 6.1 membentuk kerangka kerja sistematis untuk mengarahkan proses pengambilan keputusan menggunakan metode MAUT. Metode MAUT memberikan kerangka kerja yang

sistematis dan terstruktur untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Matriks keputusan (*decision matrix*) adalah alat yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Matriks ini memiliki baris yang mewakili alternatif dan kolom yang mewakili kriteria. Setiap sel dalam matriks berisi nilai yang menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria tertentu. Matriks keputusan membantu dalam mengorganisir informasi dan memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan lebih sistematis mengevaluasi dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria yang relevan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1m} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (6.1)$$

2. Normalisasi Matriks

Normalisasi matriks adalah proses penting dalam analisis data yang bertujuan untuk membuat nilai-nilai dalam matriks memiliki skala atau rentang yang seragam. Tujuan utama dari normalisasi matriks adalah untuk memperbaiki perbandingan relatif antara nilai-nilai dalam matriks, sehingga memudahkan perbandingan dan pengambilan keputusan. Dengan normalisasi, matriks yang awalnya memiliki nilai-nilai dengan skala yang berbeda atau bervariasi dapat diubah menjadi matriks dengan nilai-nilai yang memiliki skala yang sama. Normalisasi matriks dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$r_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (6.2)$$

$$r_{ij}^* = 1 + \frac{\min x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (6.3)$$

Persamaan dalam normalisasi matriks terdapat 2 yaitu persamaan (6.2) untuk menghitung kriteria dengan jenis *benefit* dan persamaan (6.3) untuk kriteria dengan jenis *cost*.

3. Nilai Utilitas

Nilai utilitas ini mencerminkan sejauh mana setiap nilai pada skala utilitas diinginkan oleh pengambil keputusan, skor ini mencerminkan sejauh mana setiap alternatif memenuhi kriteria tersebut. Nilai utilitas dihitung menggunakan persamaan berikut ini.

$$u_{ij} = \frac{e\left((r_{ij}^*)^2\right) - 1}{1,71} \quad (6.4)$$

4. Nilai Akhir Utilitas

Nilai akhir utilitas merupakan nilai yang menggambarkan tingkat preferensi atau utilitas relatif dari setiap alternatif, berdasarkan bobot kriteria dan skor atribut. Nilai ini diperoleh dengan menjumlahkan nilai utilitas dari semua kriteria untuk setiap alternatif. Nilai akhir utilitas dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$u_{(x)} = \sum_{j=1}^n u_{ij} \cdot w_j \quad (6.5)$$

6.3. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN MAUT

MAUT adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang paling sering digunakan dalam situasi yang melibatkan banyak kriteria yang harus dipertimbangkan. Kelebihan utama dari MAUT adalah kemampuannya untuk mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan memungkinkan pengambil keputusan untuk memodelkan preferensi mereka secara komprehensif. Dengan mempertimbangkan berbagai kriteria yang relevan dan bobotnya, MAUT membantu pengambil keputusan dalam memahami trade-off antara berbagai faktor yang mempengaruhi keputusan. Hal ini memungkinkan untuk pengambilan keputusan yang lebih akurat dan terukur, serta

memungkinkan identifikasi alternatif yang paling sesuai dengan preferensi dan tujuan yang diinginkan. Selain itu, MAUT juga sangat fleksibel dalam penggunaannya, dapat diterapkan dalam berbagai konteks dan industri, dari pemilihan investasi hingga evaluasi kebijakan publik. Dengan kelebihan-kelebihan ini, MAUT tetap menjadi salah satu metode yang paling populer dan efektif dalam pengambilan keputusan multi-kriteria.

Metode MAUT memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya populer dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Beberapa kelebihan tersebut antara lain:

1. **Fleksibilitas:** MAUT dapat diterapkan dalam berbagai konteks pengambilan keputusan, baik itu dalam bisnis, teknik, maupun lingkungan.
2. **Menggabungkan Berbagai Kriteria:** MAUT memungkinkan pengambil keputusan untuk mempertimbangkan beberapa kriteria dalam satu kerangka kerja, sehingga memungkinkan mereka untuk mengambil keputusan yang lebih komprehensif.
3. **Pembobotan Kriteria:** Dalam MAUT, pengambil keputusan dapat memberikan bobot yang berbeda pada setiap kriteria sesuai dengan pentingnya masing-masing kriteria bagi keputusan yang diambil.
4. **Analisis Sensitivitas:** MAUT memungkinkan untuk menganalisis sensitivitas terhadap perubahan bobot atau perubahan dalam kriteria, sehingga dapat membantu pengambil keputusan untuk memahami bagaimana perubahan-perubahan tersebut mempengaruhi hasil akhir.
5. **Konsistensi:** MAUT memungkinkan untuk mengidentifikasi tingkat konsistensi antara preferensi pengambil keputusan, yang dapat membantu dalam memperbaiki atau menyesuaikan preferensi yang mungkin bertentangan.
6. **Solusi yang Dapat Diterima:** MAUT memberikan solusi yang dapat diterima berdasarkan preferensi dan prioritas yang dinyatakan oleh pengambil keputusan.

7. Mengatasi Kompleksitas: MAUT dapat membantu mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan dengan memberikan struktur dan kerangka kerja yang terorganisir.

Namun demikian, seperti halnya dengan metode lainnya, MAUT juga memiliki beberapa kelemahan, seperti ketergantungan pada preferensi yang dinyatakan secara subjektif oleh pengambil keputusan dan kesulitan dalam mengukur utilitas dengan tepat. Oleh karena itu, penting untuk menggunakan MAUT dengan hati-hati dan mempertimbangkan konteks serta keterbatasannya.

Meskipun MAUT memiliki kelebihan yang signifikan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Salah satu kelemahan utama MAUT adalah kompleksitasnya dalam mengumpulkan data dan mengidentifikasi preferensi yang tepat untuk setiap kriteria. Proses pengumpulan data yang rumit dan memerlukan waktu dapat menjadi hambatan, terutama dalam situasi di mana informasi yang diperlukan sulit untuk diperoleh atau tidak tersedia secara lengkap. Selain itu, MAUT juga dapat menjadi sulit untuk diterapkan dalam kasus di mana preferensi pengambil keputusan tidak stabil atau sulit diukur, sehingga mempengaruhi keakuratan hasil evaluasi. Dalam beberapa kasus, interpretasi yang subjektif dari bobot kriteria dan nilai utilitas relatif juga dapat menghasilkan hasil yang tidak konsisten atau tidak dapat diprediksi. Dengan demikian, sementara MAUT adalah alat yang kuat dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, perlu dilakukan dengan hati-hati dan dengan pemahaman yang baik tentang keterbatasannya.

Metode MAUT juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Berikut adalah beberapa kelemahan yang terkait dengan MAUT:

1. Subjektivitas: MAUT sangat tergantung pada preferensi dan penilaian subjektif dari pengambil keputusan. Hal ini dapat menghasilkan hasil yang bervariasi tergantung pada siapa yang melakukan analisis.

2. Pembobotan yang Sulit: Menetapkan bobot untuk setiap kriteria bisa sulit karena seringkali tidak jelas bagaimana bobot tersebut harus ditentukan. Selain itu, pembobotan yang salah dapat mengarah pada hasil yang tidak akurat.
3. Kesulitan Mengukur Utilitas: Mengukur utilitas dari berbagai alternatif dan kriteria seringkali sulit, terutama ketika kriteria tersebut tidak mudah diukur atau dinyatakan secara kualitatif.
4. Keterbatasan dalam Menangani Data yang Besar: MAUT mungkin tidak efisien atau praktis ketika harus menangani sejumlah besar data atau alternatif, karena memerlukan analisis yang cermat dan rumit.
5. Kemungkinan Adanya Inkonsistensi: Konsistensi preferensi pengambil keputusan dapat menjadi masalah, terutama jika pengambil keputusan tidak konsisten dalam menetapkan bobot atau menilai alternatif.
6. Keterbatasan dalam Menangani Ketidakpastian: MAUT mungkin tidak dapat menangani ketidakpastian dengan baik, terutama jika informasi yang tersedia tidak lengkap atau jika ada ketidakpastian dalam preferensi atau kriteria.
7. Ketergantungan pada Model yang Dibuat: MAUT melibatkan pembuatan model matematis yang menggambarkan preferensi pengambil keputusan. Ketergantungan pada model ini dapat menjadi kelemahan jika model tersebut tidak memperhitungkan semua faktor yang relevan atau jika model tersebut salah.

Meskipun MAUT memiliki kelemahan-kelemahan tersebut, metode ini tetap menjadi alat yang berguna dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Namun, penting untuk memahami keterbatasannya dan menggunakan metode ini dengan hati-hati, terutama dengan mempertimbangkan konteks dan karakteristik spesifik dari situasi pengambilan keputusan.

6.4. KOMBINASI MAUT DAN LOPCOW

Kombinasi MAUT dan LOPCOW dapat menghasilkan pendekatan yang kuat dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. MAUT dapat digunakan untuk mengidentifikasi preferensi dan bobot relatif dari setiap kriteria, sementara LOPCOW dapat digunakan untuk menetapkan bobot objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari nilai referensi. Dengan menggunakan MAUT, pengambil keputusan dapat memodelkan preferensi mereka secara komprehensif, sementara LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria. Kombinasi ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menggabungkan pendekatan subjektif dan objektif dalam menentukan bobot kriteria, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan rasional. Dengan demikian, kombinasi MAUT dan LOPCOW dapat menjadi alat yang kuat dalam mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria.

Dalam konteks pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria yang saling terkait, kombinasi MAUT dan LOPCOW dapat memberikan pendekatan yang holistik dan terstruktur. Setelah bobot kriteria ditetapkan menggunakan LOPCOW, MAUT dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan bobot tersebut serta preferensi pengambil keputusan terhadap setiap kriteria. Hal ini memungkinkan untuk menghasilkan peringkat alternatif yang lebih akurat dan terukur, dengan mempertimbangkan *trade-off* antara kriteria yang berbeda.

Selain itu, kombinasi ini juga dapat membantu mengatasi beberapa kelemahan yang dimiliki oleh masing-masing metode secara individu. Misalnya, LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria, yang dapat membantu mengurangi potensi bias subjektif dalam penentuan bobot menggunakan MAUT. Di sisi lain, MAUT dapat membantu mengatasi keterbatasan LOPCOW dalam menangani preferensi yang kompleks dan konteks yang berbeda. Dengan menggabungkan kelebihan dari kedua metode ini, pengambil

keputusan dapat memperoleh wawasan yang lebih dalam dan terinformasi dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, sehingga dapat menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

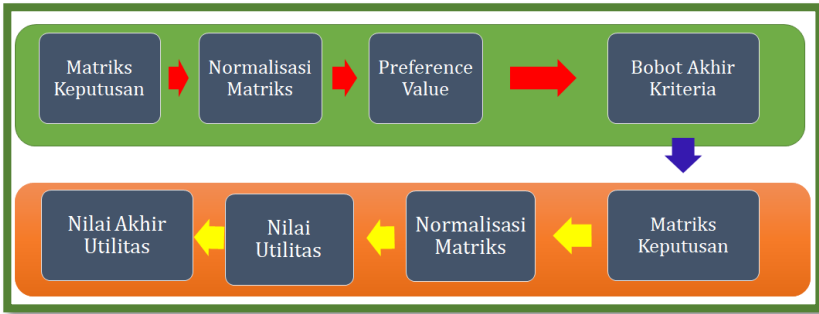
Kombinasi antara MAUT dan LOPCOW memiliki potensi kelebihan yang dapat meningkatkan keakuratan dan ketepatan dalam pengambilan keputusan. Beberapa kelebihan potensial dari kombinasi kedua metode ini adalah:

1. Pertimbangan Kriteria yang Komprehensif: MAUT memungkinkan pertimbangan kriteria yang lebih komprehensif dan kompleks dalam pengambilan keputusan, sementara LOPCOW membantu dalam menentukan bobot objektif dari kriteria-kriteria tersebut berdasarkan data historis.
2. Keterbukaan terhadap Perubahan: LOPCOW dapat menyesuaikan bobot kriteria secara dinamis berdasarkan perubahan historis, sementara MAUT memberikan fleksibilitas dalam menyesuaikan skala preferensi atau bobot relatif yang digunakan.
3. Akurasi dalam Penilaian Kriteria: Kombinasi kedua metode ini dapat meningkatkan akurasi dalam penilaian kriteria, karena LOPCOW menggunakan data historis untuk menentukan bobot objektif, sedangkan MAUT memungkinkan penilaian subjektif berdasarkan preferensi pengambil keputusan.
4. Pengambilan Keputusan yang Lebih Terarah: Dengan menggunakan kedua metode ini, pengambilan keputusan dapat lebih terarah dan terfokus pada kriteria-kriteria yang penting, sementara tetap mempertimbangkan informasi historis yang relevan.
5. Fleksibilitas dalam Penyesuaian: Kombinasi MAUT dan LOPCOW memberikan fleksibilitas dalam penyesuaian metode analisis sesuai dengan kompleksitas dan dinamika situasi pengambilan keputusan.

Namun, penting untuk diingat bahwa keberhasilan penggunaan kombinasi ini tergantung pada pemahaman yang baik tentang

kedua metode tersebut, serta penerapan yang cermat dalam konteks pengambilan keputusan yang spesifik.

Kerangka penyelesaian masalah dengan menggunakan metode MAUT dan LOPCOW seperti disajikan pada gambar 6.2.



Gambar 6.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi MAUT dan LOPCOW

Kerangka penyelesaian menggunakan kombinasi MAUT dan LOPCOW gambar 6.2 merupakan teknik penyelesaian masalah dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Tahapan satu sampai dengan empat merupakan tahapan dalam metode LOPCOW, sedangkan tahapan lima sampai dengan delapan merupakan tahapan dalam metode MAUT.

Kombinasi MAUT dan LOPCOW akan menyelesaikan kasus peternakan ingin memilih pakan ternak terbaik untuk sapi mereka. Terdapat empat jenis pakan yang tersedia di pasar: Pakan A, Pakan B, Pakan C, dan Pakan D. Peternakan ingin memilih pakan yang memberikan nutrisi terbaik untuk sapi mereka berdasarkan lima kriteria: protein, kandungan serat, ketersediaan, biaya, dan daya tahan. Berikut adalah tabel 6.1 yang menunjukkan hasil penilaian untuk setiap kriteria terhadap masing-masing jenis pakan.

Tabel 6.1. Penilaian Jenis Pakan Ternak

Nama	Protein	Kandungan Serat	Ketersediaan	Biaya	Daya Tahan
Pakan A	20	15	50	800	8

Pakan B	22	14	40	850	7
Pakan C	18	16	60	750	9
Pakan D	21	13	45	820	6

Berdasarkan data penilaian tabel 6.1 akan dicari membuka tempat wisata baru yang didapat dari data penilaian yang ada dengan menerapkan metode MAUT dan LOPCOW. Tahapan penyelesaian menggunakan kombinasi metode tersebut sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Tahap pertama dalam kombinasi metode ini terlebih dahulu menggunakan metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 20 & 15 & 50 & 800 & 8 \\ 22 & 14 & 40 & 850 & 7 \\ 18 & 16 & 60 & 750 & 9 \\ 21 & 13 & 45 & 820 & 6 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Matriks

Tahap kedua menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{20}{4 + (20^2 + 22^2 + 18^2 + 21^2)}$$

$$n_{11} = \frac{20}{1655} = 0,0121$$

Hasil keseluruhan normalisasi matriks seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.2. Hasil Normalisasi Matriks Pakan Ternak

Nama	Protein	Kandungan Serat	Ketersediaan	Biaya	Daya Tahan
Pakan A	0,0121	0,0176	0,0051	0,0003	0,0339

Pakan B	0,0133	0,0164	0,0041	0,0003	0,0297
Pakan C	0,0109	0,0188	0,0062	0,0003	0,0381
Pakan D	0,0127	0,0153	0,0046	0,0003	0,0254

3. *Preference Value*

Tahap ketiga menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), hasil *preference value* sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0121^2 + 0,0133^2 + 0,0109^2 + 0,0127^2)}}{\ln \frac{4}{0,001626938}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,024536484}{7,807349914} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0031427 = 0,31427$$

Hasil keseluruhan *preference value* seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.3. Hasil *Preference Value* Pakan Ternak

Nama	Protein	Kandungan Serat	Ketersediaan	Biaya	Daya Tahan
Bobot	0,31427	0,45473	0,12464	0,00518	1,03252

4. *Bobot Akhir Kriteria*

Tahap keempat menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir kriteria dengan menggunakan (3.4), hasil bobot akhir kriteria sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{0,31427}{0,31427 + 0,45473 + 0,12464 + 0,00518 + 1,03252}$$

$$w_1 = \frac{0,31427}{1,931352} = 0,1627$$

Hasil keseluruhan bobot akhir kriteria seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 6.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Pakan Ternak

Nama	Protein	Kandungan Serat	Ketersediaan	Biaya	Daya Tahan
------	---------	-----------------	--------------	-------	------------

Bobot Akhir	0,1627	0,2354	0,0645	0,0027	0,5346
--------------------	--------	--------	--------	--------	--------

5. Matriks Keputusan

Tahap kelima dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode MAUT yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (6.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 20 & 15 & 50 & 800 & 8 \\ 22 & 14 & 40 & 850 & 7 \\ 18 & 16 & 60 & 750 & 9 \\ 21 & 13 & 45 & 820 & 6 \end{bmatrix}$$

6. Normalisasi Matriks

Tahap keenam menggunakan metode MAUT yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (6.2), hasil normalisasi matriks untuk kriteria protein sebagai berikut.

$$r_{11}^* = \frac{x_{11} - \min x_{11;14}}{\max x_{11;14} - \min x_{11;14}}$$

$$r_{11}^* = \frac{20 - 18}{22 - 18} = \frac{2}{4} = 0,5$$

$$r_{12}^* = \frac{x_{12} - \min x_{11;14}}{\max x_{11;14} - \min x_{11;14}}$$

$$r_{12}^* = \frac{22 - 18}{22 - 18} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{13}^* = \frac{x_{13} - \min x_{11;14}}{\max x_{11;14} - \min x_{11;14}}$$

$$r_{13}^* = \frac{18 - 18}{22 - 18} = \frac{0}{4} = 0$$

$$r_{14}^* = \frac{x_{14} - \min x_{11;14}}{\max x_{11;14} - \min x_{11;14}}$$

$$r_{14}^* = \frac{21 - 18}{22 - 18} = \frac{3}{4} = 0,75$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria kandungan serat sebagai berikut.

$$r_{21}^* = \frac{x_{21} - \min x_{21;24}}{\max x_{21;24} - \min x_{21;24}}$$

$$r_{21}^* = \frac{15 - 13}{16 - 13} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$r_{22}^* = \frac{x_{22} - \min x_{21;24}}{\max x_{21;24} - \min x_{21;24}}$$

$$r_{22}^* = \frac{14 - 13}{16 - 13} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$r_{23}^* = \frac{x_{23} - \min x_{21;24}}{\max x_{21;24} - \min x_{21;24}}$$

$$r_{23}^* = \frac{16 - 13}{16 - 13} = \frac{3}{3} = 1$$

$$r_{24}^* = \frac{x_{24} - \min x_{21;24}}{\max x_{21;24} - \min x_{21;24}}$$

$$r_{24}^* = \frac{13 - 13}{16 - 13} = \frac{0}{3} = 0$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria ketersediaan sebagai berikut.

$$r_{31}^* = \frac{x_{31} - \min x_{31;34}}{\max x_{31;34} - \min x_{31;34}}$$

$$r_{31}^* = \frac{50 - 40}{60 - 40} = \frac{10}{20} = 0,5$$

$$r_{32}^* = \frac{x_{32} - \min x_{31;34}}{\max x_{31;34} - \min x_{31;34}}$$

$$r_{32}^* = \frac{40 - 40}{60 - 40} = \frac{0}{20} = 0$$

$$r_{33}^* = \frac{x_{33} - \min x_{31;34}}{\max x_{31;34} - \min x_{31;34}}$$

$$r_{33}^* = \frac{60 - 40}{60 - 40} = \frac{20}{20} = 1$$

$$r_{34}^* = \frac{x_{34} - \min x_{31;34}}{\max x_{31;34} - \min x_{31;34}}$$

$$r_{34}^* = \frac{45 - 40}{60 - 40} = \frac{5}{20} = 0,25$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria biaya sebagai berikut.

$$r_{41}^* = 1 + \frac{\min x_{41;44} - x_{41}}{\max x_{41;44} - \min x_{41;44}}$$

$$r_{41}^* = 1 + \frac{750 - 800}{850 - 750} = 1 + \frac{-50}{100} = 0,5$$

$$r_{42}^* = 1 + \frac{\min x_{41;44} - x_{42}}{\max x_{41;44} - \min x_{41;44}}$$

$$r_{42}^* = 1 + \frac{750 - 850}{850 - 750} = 1 + \frac{-100}{100} = 0$$

$$r_{43}^* = 1 + \frac{\min x_{41;44} - x_{43}}{\max x_{41;44} - \min x_{41;44}}$$

$$r_{43}^* = 1 + \frac{750 - 750}{850 - 750} = 1 + \frac{0}{100} = 1$$

$$r_{44}^* = 1 + \frac{\min x_{41;44} - x_{44}}{\max x_{41;44} - \min x_{41;44}}$$

$$r_{44}^* = 1 + \frac{750 - 820}{850 - 750} = 1 + \frac{-70}{100} = 0,3$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria daya tahan sebagai berikut.

$$r_{51}^* = \frac{x_{51} - \min x_{51;54}}{\max x_{51;54} - \min x_{51;54}}$$

$$r_{51}^* = \frac{8 - 6}{9 - 6} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$r_{52}^* = \frac{x_{52} - \min x_{51;54}}{\max x_{51;54} - \min x_{51;54}}$$

$$r_{52}^* = \frac{7 - 6}{9 - 6} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$r_{53}^* = \frac{x_{53} - \min x_{51;54}}{\max x_{51;54} - \min x_{51;54}}$$

$$r_{53}^* = \frac{9 - 6}{9 - 6} = \frac{3}{3} = 1$$

$$r_{54}^* = \frac{x_{54} - \min x_{51;54}}{\max x_{51;54} - \min x_{51;54}}$$

$$r_{54}^* = \frac{6 - 6}{9 - 6} = \frac{0}{3} = 0$$

7. Nilai Utilitas

Tahap ketujuh menggunakan metode MAUT yaitu menghitung nilai utilitas dengan menggunakan (6.4), hasil nilai utilitas untuk kriteria protein sebagai berikut.

$$u_{11} = \frac{e((r_{11}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{11} = \frac{e((0,5)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,166$$

$$u_{12} = \frac{e((r_{12}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{12} = \frac{e((1)^2) - 1}{1,71} = \frac{1,718}{1,71} = 1,005$$

$$u_{13} = \frac{e((r_{13}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{13} = \frac{e((0)^2) - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

$$u_{14} = \frac{e((r_{14}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{14} = \frac{e((0,563)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,755}{1,71} = 0,442$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria kandungan serat sebagai berikut.

$$u_{21} = \frac{e((r_{21}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{21} = \frac{e((0,444)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,560}{1,71} = 0,327$$

$$u_{22} = \frac{e((r_{22}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{22} = \frac{e((0,111)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,118}{1,71} = 0,069$$

$$u_{23} = \frac{e((r_{23}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{23} = \frac{e((1)^2) - 1}{1,71} = \frac{1,718}{1,71} = 1,005$$

$$u_{24} = \frac{e((r_{24}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{24} = \frac{e((0)^2) - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria ketersediaan sebagai berikut.

$$u_{31} = \frac{e((r_{31}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{31} = \frac{e((0,25)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,166$$

$$u_{32} = \frac{e((r_{32}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{32} = \frac{e((0)^2) - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

$$u_{33} = \frac{e((r_{33}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{33} = \frac{e((1)^2) - 1}{1,71} = \frac{1,718}{1,71} = 1,005$$

$$u_{34} = \frac{e((r_{34}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{34} = \frac{e((0,063)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,064}{1,71} = 0,038$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria biaya sebagai berikut.

$$u_{41} = \frac{e((r_{41}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{41} = \frac{e((0,25)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,166$$

$$u_{42} = \frac{e((r_{42}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{42} = \frac{e((0)^2) - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

$$u_{43} = \frac{e((r_{43}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{43} = \frac{e((1)^2) - 1}{1,71} = \frac{1,718}{1,71} = 1,005$$

$$u_{44} = \frac{e((r_{44}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{44} = \frac{e((0,090)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,094}{1,71} = 0,055$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria daya tahan sebagai berikut.

$$u_{51} = \frac{e((r_{51}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{51} = \frac{e((0,444)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,560}{1,71} = 0,327$$

$$u_{52} = \frac{e((r_{52}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{52} = \frac{e((0,111)^2) - 1}{1,71} = \frac{0,118}{1,71} = 0,069$$

$$u_{53} = \frac{e((r_{53}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{53} = \frac{e((1)^2) - 1}{1,71} = \frac{1,718}{1,71} = 1,005$$

$$u_{54} = \frac{e((r_{54}^*)^2) - 1}{1,71}$$

$$u_{54} = \frac{e((0)^2) - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

8. Nilai Akhir Utilitas

Tahap kedelapan menggunakan metode MAUT yaitu menghitung nilai akhir utilitas dengan menggunakan (6.5), hasil nilai utilitas untuk alternatif pertama yaitu Pakan A sebagai berikut.

$$u_{(1)} = \sum_{j=1}^n u_{11;51} \cdot w_{1;5}$$

$$u_{(1)} = (u_{11} * w_1) + (u_{21} * w_2) + (u_{31} * w_3) + (u_{41} * w_4) + (u_{51} * w_5)$$

$$u_{(1)} = (0,166 * 0,1627) + (0,327 * 0,2354) + (0,166 * 0,0645) + (0,166 * 0,0027) + (0,327 * 0,5346)$$

$$u_{(1)} = 0,2902$$

Hasil nilai utilitas untuk alternatif kedua yaitu Pakan B sebagai berikut.

$$u_{(2)} = \sum_{j=1}^n u_{12;52} \cdot w_{1;5}$$

$$u_{(2)} = (u_{12} * w_1) + (u_{22} * w_2) + (u_{32} * w_3) + (u_{42} * w_4) + (u_{52} * w_5)$$

$$u_{(2)} = (1,005 * 0,1627) + (0,069 * 0,2354) + (0 * 0,0645) + (0 * 0,0027) + (0,069 * 0,5346)$$

$$u_{(2)} = 0,22164$$

hasil nilai utilitas untuk alternatif ketiga yaitu Pakan C sebagai berikut.

$$u_{(3)} = \sum_{j=1}^n u_{13;53} \cdot w_{1;5}$$

$$u_{(3)} = (u_{13} * w_1) + (u_{23} * w_2) + (u_{33} * w_3) + (u_{43} * w_4) + (u_{53} * w_5)$$

$$u_{(3)} = (0 * 0,1627) + (1,005 * 0,2354) + (1,005 * 0,0645) + (1,005 * 0,0027) + (1,005 * 0,5346)$$

$$u_{(3)} = 0,8413$$

Hasil nilai utilitas untuk alternatif keempat yaitu Pakan D sebagai berikut.

$$u_{(4)} = \sum_{j=1}^n u_{11;51} \cdot w_{1;5}$$

$$u_{(4)} = (u_{14} * w_1) + (u_{24} * w_2) + (u_{34} * w_3) + (u_{44} * w_4) + (u_{54} * w_5)$$

$$u_{(4)} = (0,442 * 0,1627) + (0 * 0,2354) + (0,038 * 0,0645) + (0,055 * 0,0027) + (0 * 0,5346)$$

$$u_{(4)} = 0,0744$$

6.5. HASIL PERANGKINGAN MENGGUNAKAN MAUT DAN LOPCOW

Dalam perangkingan menggunakan MAUT dan LOPCOW dapat memberikan pandangan yang holistik dalam pengambilan keputusan. MAUT memungkinkan penilaian alternatif berdasarkan preferensi bobot kriteria yang telah ditetapkan, sementara LOPCOW memberikan pendekatan yang unik dengan mempertimbangkan persentase perubahan logaritmik dari nilai referensi untuk menentukan bobot kriteria. Kombinasi kedua metode ini dapat membantu dalam menyusun peringkat alternatif yang akurat dan berorientasi pada tujuan, memungkinkan pengambil keputusan untuk memprioritaskan alternatif yang paling sesuai dengan kebutuhan atau preferensi mereka. Hasil perangkingan pemilihan pakan ternak seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 6.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Pakan Ternak

Hasil perangkingan gambar 6.3 menunjukkan pemilihan pakan ternak untuk peringkat 1 dengan nilai sebesar 0,8413 didapatkan oleh Pakan C, peringkat 2 dengan nilai sebesar 0,2902 didapatkan oleh Pakan A, peringkat 3 dengan nilai sebesar 0,2164 didapatkan oleh Pakan B, dan peringkat 4 dengan nilai sebesar 0,0744 didapatkan oleh Pakan D.

BAB VII

SIMPLE MULTI-ATTRIBUTE RATING TECHNIQUE

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) adalah metode sederhana yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan serangkaian atribut yang berbeda. Metode ini melibatkan langkah-langkah yang sistematis untuk memberikan bobot pada setiap atribut, memberikan skor pada setiap alternatif terkait dengan atribut tersebut, dan menghitung skor akhir untuk setiap alternatif. SMART memberikan fleksibilitas dalam menentukan bobot atribut dan skala penilaian, sehingga dapat disesuaikan dengan preferensi dan kebutuhan pengambil keputusan. Meskipun sederhana, SMART dapat memberikan hasil yang informatif dan bermanfaat dalam situasi di mana terdapat beberapa alternatif yang harus dievaluasi berdasarkan beberapa kriteria. SMART cocok digunakan dalam situasi di mana terdapat beberapa alternatif yang harus dievaluasi berdasarkan beberapa kriteria, namun waktu dan sumber daya terbatas untuk melakukan analisis yang lebih kompleks. Metode ini juga dapat digunakan untuk melibatkan berbagai pemangku kepentingan dalam proses pengambilan keputusan, karena kesederhanaannya memungkinkan partisipasi yang lebih luas.

7.1. PENGANTAR SMART

Simple Multi-Attribute Rating Technique (SMART) adalah sebuah metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang berbeda. Metode ini memungkinkan para pengambil keputusan untuk memberikan penilaian kualitatif terhadap setiap alternatif dalam hal seberapa baik mereka memenuhi setiap kriteria. Dengan menggunakan SMART, pengambil keputusan dapat dengan cepat dan mudah mengidentifikasi alternatif yang paling sesuai dengan

preferensi mereka. SMART dapat digunakan dalam berbagai konteks, mulai dari pemilihan produk atau layanan hingga pemilihan karyawan atau proyek. Metode ini sering digunakan dalam situasi di mana kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif bersifat kualitatif dan sulit diukur secara kuantitatif. Dengan memungkinkan pengambil keputusan untuk memberikan penilaian berdasarkan intuisi dan pengalaman mereka, SMART dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan efisien. Namun, seperti halnya dengan metode pengambilan keputusan lainnya, penggunaan SMART juga memiliki keterbatasan, terutama dalam hal subjektivitas penilaian dan kesulitan dalam membandingkan alternatif yang memiliki penilaian yang sama secara kualitatif.

Meskipun demikian, SMART tetap menjadi pilihan yang populer karena kemudahannya dalam penggunaan dan interpretasi hasil. Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan cepat mengidentifikasi alternatif yang layak untuk dipertimbangkan lebih lanjut atau yang perlu dieliminasi dari pertimbangan. Dengan menyederhanakan proses evaluasi dan meminimalkan kompleksitas perhitungan, SMART dapat menjadi alat yang efektif dalam situasi di mana waktu dan sumber daya terbatas. Namun, untuk memastikan keputusan yang optimal, penting bagi pengambil keputusan untuk tetap mempertimbangkan kriteria yang relevan dan memastikan bahwa penilaian yang diberikan mencerminkan preferensi dan tujuan mereka dengan baik.

Dalam penggunaannya, SMART dapat digunakan sebagai langkah awal dalam proses pengambilan keputusan yang lebih kompleks. Misalnya, setelah mengidentifikasi alternatif yang paling sesuai dengan SMART, pengambil keputusan dapat memperdalam analisis mereka dengan menggunakan metode lain yang lebih rinci, seperti MAUT atau AHP, untuk memperoleh pemahaman yang lebih komprehensif tentang implikasi dari setiap pilihan. Dengan demikian, SMART dapat digunakan sebagai alat pendukung yang

efektif dalam pengambilan keputusan yang terinformasi dan terstruktur.

7.2. TAHAPAN SMART

SMART adalah metode pengambilan keputusan yang sederhana namun efektif untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang saling terkait. Dengan menggunakan SMART, pengambil keputusan dapat dengan cepat dan mudah mengidentifikasi alternatif yang paling sesuai dengan preferensi mereka tanpa perlu melakukan perhitungan matematis yang rumit. SMART dapat menjadi alat yang efektif dalam membantu pengambil keputusan mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria dan menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

Setelah alternatif terbaik dipilih berdasarkan hasil SMART, penting untuk melaksanakan keputusan tersebut dan memantau kinerjanya terhadap kriteria yang telah ditetapkan. Evaluasi ini dapat memberikan umpan balik yang berharga untuk memperbaiki atau mengoreksi keputusan yang telah diambil, serta untuk meningkatkan pemahaman tentang kriteria-kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan di masa mendatang. Dengan melakukan tahapan ini secara berkelanjutan, pengambil keputusan dapat memastikan bahwa keputusan yang diambil selaras dengan tujuan dan kebutuhan yang ada. Tahapan yang dilakukan dalam metode SMART seperti disajikan pada Gambar 7.1.



Gambar 7.1. Tahapan Metode SMART

Tahapan gambar 7.1 membentuk kerangka kerja sistematis untuk mengarahkan proses pengambilan keputusan menggunakan metode SMART. Metode SMART memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.

1. Normalisasi Bobot

Normalisasi bobot adalah proses yang umumnya digunakan dalam analisis data pada penyesuaian nilai-nilai bobot atau skor agar sesuai dengan skala atau rentang tertentu. Ini sering dilakukan untuk memastikan bahwa nilai-nilai tersebut dapat dibandingkan atau digunakan secara efektif dalam proses analisis atau perhitungan selanjutnya. Normalisasi bobot dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$w_i = \frac{w_i}{\sum_{j=1}^n w_j} \quad (7.1)$$

2. Matriks Keputusan

Matriks keputusan (*decision matrix*) adalah alat yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Matriks ini memiliki baris yang mewakili alternatif dan kolom yang mewakili kriteria. Setiap sel dalam matriks berisi nilai yang

menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria tertentu. Matriks keputusan membantu dalam mengorganisir informasi dan memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan lebih sistematis mengevaluasi dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria yang relevan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1m} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (7.2)$$

3. Nilai Utilitas

Nilai utilitas adalah proses penting dalam analisis data yang bertujuan untuk membuat nilai-nilai dalam matriks memiliki skala atau rentang yang seragam. Tujuan utama dari nilai utilitas adalah untuk memperbaiki perbandingan relatif antara nilai-nilai dalam matriks, sehingga memudahkan perbandingan dan pengambilan keputusan. Dengan nilai utilitas, matriks yang awalnya memiliki nilai-nilai dengan skala yang berbeda atau bervariasi dapat diubah menjadi matriks dengan nilai-nilai yang memiliki skala yang sama. Nilai utilitas dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$u_{i(a_i)} = \frac{\max x_{ij} - x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (7.3)$$

$$u_{i(a_i)} = \frac{x_{ij} - \min x_{ij}}{\max x_{ij} - \min x_{ij}} \quad (7.4)$$

Persamaan (7.3) untuk kriteria dengan jenis *cost*, dan persamaan (7.4) untuk kriteria dengan jenis *benefit*.

4. Nilai Akhir

Nilai akhir dalam metode SMART adalah untuk memberikan informasi yang jelas dan terstruktur tentang alternatif mana yang lebih diinginkan atau lebih cocok berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Nilai akhir masing-masing alternatif menggunakan persamaan berikut ini.

$$u_{(ai)} = \sum_{j=1}^n w_j \cdot u_{i(a_i)} \quad (7.5)$$

7.3. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN SMART

SMART adalah salah satu metode pengambilan keputusan yang sederhana namun efektif dalam mengevaluasi alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang saling terkait. Kelebihan utama dari metode SMART adalah kemudahannya dalam penggunaan dan interpretasi. Metode ini tidak memerlukan perhitungan matematis yang rumit, sehingga dapat dengan cepat diterapkan dalam situasi di mana waktu dan sumber daya terbatas. Selain itu, SMART juga memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan jelas mengidentifikasi preferensi mereka terhadap setiap kriteria dan mengukur relatif seberapa baik setiap alternatif memenuhi kriteria tersebut. Hal ini membantu pengambil keputusan dalam memahami *trade-off* antara kriteria yang berbeda dan memilih alternatif yang paling sesuai dengan preferensi mereka. Dengan kelebihan-kelebihan ini, SMART menjadi alat yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang cepat dan tepat dalam berbagai konteks.

Metode SMART adalah salah satu metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Meskipun "*Simple*" merupakan bagian dari namanya, SMART memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang menarik dalam beberapa situasi:

1. Sederhana dan Mudah Dipahami: Seperti namanya, SMART didesain agar sederhana dan mudah dipahami. Ini membuatnya cocok untuk digunakan dalam situasi di mana kriteria dan preferensi relatif sederhana.
2. Fleksibilitas dalam Penggunaan Kriteria: SMART memungkinkan pengguna untuk menetapkan kriteria yang relevan sesuai dengan konteks pengambilan keputusan. Kriteria tersebut dapat bervariasi dari situasi ke situasi, sehingga SMART dapat diterapkan dalam berbagai konteks.
3. Pengambilan Keputusan yang Cepat: SMART dapat digunakan untuk pengambilan keputusan yang cepat karena prosesnya relatif sederhana dan tidak memerlukan analisis yang rumit.

Ini membuatnya berguna dalam situasi di mana keputusan harus diambil dengan cepat.

4. Menggabungkan Kualitatif dan Kuantitatif: SMART memungkinkan pengguna untuk menggabungkan kriteria kualitatif dan kuantitatif dalam penilaian alternatif. Ini memungkinkan pengguna untuk mempertimbangkan berbagai jenis informasi dalam pengambilan keputusan.
5. Pembobotan yang Mudah: SMART memungkinkan pengguna untuk memberikan bobot pada setiap kriteria sesuai dengan kepentingannya. Proses pembobotan ini relatif sederhana dan intuitif.
6. Penerapan yang Luas: SMART dapat diterapkan dalam berbagai konteks pengambilan keputusan, mulai dari bisnis hingga lingkungan. Ini membuatnya menjadi alat yang fleksibel dan serbaguna dalam analisis multi-kriteria.

Meskipun memiliki kelebihan-kelebihan tersebut, SMART juga memiliki batasan. Misalnya, dalam kasus di mana kriteria dan preferensi kompleks, SMART mungkin tidak cukup kuat untuk menghasilkan keputusan yang optimal. Selain itu, seperti metode lainnya, SMART juga rentan terhadap subjektivitas dan kesalahan pengambilan keputusan. Oleh karena itu, penting untuk mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan tersebut saat menggunakan SMART dalam pengambilan keputusan.

Meskipun SMART memiliki kelebihan dalam kemudahan penggunaan dan interpretasi, metode ini juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Salah satu kelemahan utama dari SMART adalah kesederhanaannya yang dapat mengabaikan nuansa dan kompleksitas yang mungkin ada dalam pengambilan keputusan. Metode ini tidak memperhitungkan bobot relatif antar kriteria, sehingga kriteria yang seharusnya lebih penting dapat diabaikan dalam evaluasi. Selain itu, SMART juga rentan terhadap bias subyektif, karena penilaian relatif terhadap setiap kriteria dapat bervariasi secara signifikan antar individu atau kelompok. Hal ini dapat menghasilkan hasil evaluasi yang tidak konsisten atau tidak akurat. Dalam beberapa kasus,

kesederhanaan SMART juga dapat menyebabkan pengabaian terhadap aspek penting yang tidak termasuk dalam kriteria yang telah ditetapkan sebelumnya. Oleh karena itu, sementara SMART dapat menjadi alat yang berguna dalam pengambilan keputusan yang sederhana, perlu dipertimbangkan dengan hati-hati dalam konteks yang lebih kompleks atau penting.

Meskipun SMART memiliki beberapa kelebihan, ada juga beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan:

1. Keterbatasan dalam Pengukuran Kriteria: SMART cenderung lebih baik digunakan ketika kriteria yang dinilai dapat diukur secara langsung atau dapat diwakili oleh data yang jelas. Namun, jika kriteria tersebut sulit diukur atau bersifat subjektif, SMART mungkin tidak efektif.
2. Subjektivitas dalam Penilaian: Seperti halnya dengan banyak metode pengambilan keputusan, SMART rentan terhadap subjektivitas dari penilaian individu. Penilaian subjektif dapat menghasilkan bias atau ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan.
3. Keterbatasan dalam Mengatasi Ketergantungan Antar-Kriteria: SMART tidak selalu mampu menangani interdependensi atau keterkaitan antara kriteria dengan baik. Misalnya, jika peningkatan pada satu kriteria dapat mempengaruhi penilaian pada kriteria lain, SMART mungkin tidak dapat menangkap efek tersebut dengan baik.
4. Pembobotan yang Tidak Konsisten: Proses pembobotan dalam SMART dapat bervariasi antara pengguna dan bahkan pada saat yang sama oleh pengguna yang sama. Hal ini dapat menghasilkan hasil yang tidak konsisten atau tidak stabil dari waktu ke waktu.
5. Kesulitan dalam Memodelkan Preferensi yang Kompleks: Jika preferensi atau kepentingan yang terlibat dalam pengambilan keputusan sangat kompleks atau tidak dapat diartikulasikan secara jelas, SMART mungkin tidak cukup kuat untuk menghasilkan hasil yang memuaskan.

6. Keterbatasan dalam Memperlakukan Ketidakpastian: SMART cenderung tidak memperlakukan ketidakpastian dengan baik. Ini berarti bahwa ketidakpastian dalam data atau asumsi tidak selalu diperhitungkan secara efektif dalam analisis.
7. Tidak Cocok untuk Keputusan yang Kompleks: SMART seringkali tidak cukup untuk pengambilan keputusan yang sangat kompleks yang melibatkan banyak kriteria, preferensi yang bertentangan, atau ketidakpastian yang signifikan.

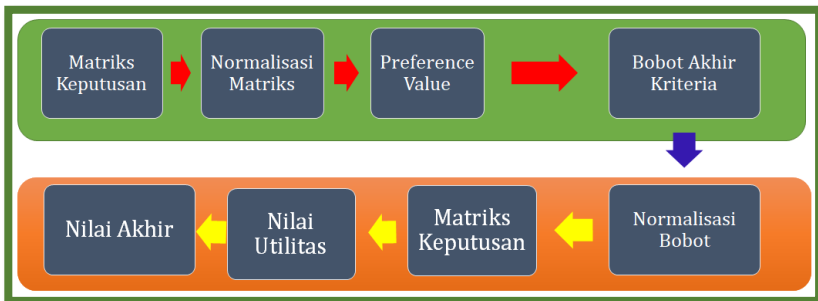
Oleh karena itu, sementara SMART dapat menjadi alat yang berguna dalam banyak situasi, penting untuk memahami keterbatasan-keterbatasannya dan mempertimbangkan apakah metode ini cocok untuk konteks pengambilan keputusan tertentu. Dalam beberapa kasus, mungkin perlu dipertimbangkan metode pengambilan keputusan yang lebih canggih atau komprehensif

7.4. KOMBINASI SMART DAN LOPCOW

Kombinasi antara SMART dan LOPCOW dapat memberikan pendekatan yang komprehensif dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. SMART dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan preferensi relatif terhadap setiap kriteria, sementara LOPCOW dapat digunakan untuk menetapkan bobot objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari nilai referensi. Dengan menggunakan SMART, pengambil keputusan dapat dengan mudah mengidentifikasi preferensi mereka terhadap setiap kriteria dan mengukur seberapa baik setiap alternatif memenuhi kriteria tersebut. Sementara itu, LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria, yang dapat membantu mengurangi potensi bias subjektif dalam penentuan bobot menggunakan SMART.

Kombinasi ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menggabungkan pendekatan subjektif dan objektif dalam menentukan bobot kriteria, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan rasional. Dengan demikian, kombinasi SMART dan LOPCOW dapat menjadi alat yang kuat dalam

mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Selain itu, penggabungan SMART dan LOPCOW juga memungkinkan untuk mengatasi beberapa kelemahan yang dimiliki oleh masing-masing metode secara individu. Misalnya, SMART dapat membantu mengatasi keterbatasan LOPCOW dalam menangani preferensi yang kompleks dan konteks yang berbeda. Sebaliknya, LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria, yang dapat membantu mengurangi potensi bias subjektif dalam penentuan bobot menggunakan SMART. Dengan demikian, penggabungan antara SMART dan LOPCOW dapat memberikan pendekatan yang lebih holistik dan terstruktur dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih sesuai dengan tujuan yang diinginkan.



Gambar 7.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi SMART dan LOPCOW

Kerangka penyelesaian menggunakan kombinasi SMART dan LOPCOW gambar 7.2 merupakan teknik penyelesaian masalah dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Tahapan satu sampai dengan empat merupakan tahapan dalam metode LOPCOW, sedangkan tahapan lima sampai dengan delapan merupakan tahapan dalam metode SMART.

Kombinasi SMART dan LOPCOW akan menyelesaikan kasus perusahaan ingin melakukan pemilihan staff *marketing* dengan empat kriteria yaitu pengalaman, komunikasi, kreativitas, dan pengetahuan. Berikut adalah tabel 7.1 yang menunjukkan hasil

penilaian untuk setiap kriteria terhadap masing-masing jenis kandidat.

Tabel 7.1. Penilaian Pemilihan Staff *Marketing*

Nama	Pengalaman	Komunikasi	Kreativitas	Pengetahuan
YS	3	4	4	5
HR	4	3	5	4
BL	5	4	3	3
ST	3	3	5	4
FH	2	4	4	5

Berdasarkan data penilaian tabel 7.1 akan memilih staff *marketing* yang didapat dari data penilaian yang ada dengan menerapkan metode SMART dan LOPCOW. Tahapan penyelesaian menggunakan kombinasi metode tersebut sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Tahap pertama dalam kombinasi metode ini terlebih dahulu menggunakan metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 4 & 5 \\ 4 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 4 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Matriks

Tahap kedua menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{3}{5 + (3^2 + 4^2 + 5^2 + 3^2 + 2^2)}$$

$$n_{11} = \frac{3}{68} = 0,0441$$

Hasil keseluruhan normalisasi matriks seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7.2. Hasil Normalisasi Matriks Staff *Marketing*

Nama	Pengalaman	Komunikasi	Kreativitas	Pengetahuan
------	------------	------------	-------------	-------------

YS	0,0441	0,0563	0,0417	0,0521
HR	0,0588	0,0423	0,0521	0,0417
BL	0,0735	0,0563	0,0313	0,0313
ST	0,0441	0,0423	0,0521	0,0417
FH	0,0294	0,0563	0,0417	0,0521

3. *Preference Value*

Tahap ketiga menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), hasil *preference value* sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0441^2 + 0,0588^2 + 0,0735^2 + 0,0441^2 + 0,0294^2)}}{\ln \frac{5}{0,025471335}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,116724323}{5,279639473} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0221084 = 2,21084$$

Hasil keseluruhan *preference value* seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7.3. Hasil *Preference Value* Staff Marketing

Nama	Pengalaman	Komunikasi	Kreativitas	Pengetahuan
PV	2,21084	1,86736	1,70525	1,70525

4. *Bobot Akhir Kriteria*

Tahap keempat menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir kriteria dengan menggunakan (3.4), hasil bobot akhir kriteria sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{2,21084}{2,21084 + 1,86736 + 1,70525 + 1,70525}$$

$$w_1 = \frac{2,21084}{7,48870} = 0,2952$$

Hasil keseluruhan bobot akhir kriteria seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 7.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Staff Marketing

Nama	Pengalaman	Komunikasi	Kreativitas	Pengetahuan
Bobot	0,2952	0,2494	0,2277	0,2277

5. *Normalisasi Bobot*

Tahap kelima dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode SMART yaitu menghitung normalisasi

bobot dengan menggunakan (7.1), hasil normalisasi bobot untuk kriteria pengalaman sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{0,2952}{0,2952 + 0,2494 + 0,2277 + 0,2277}$$

$$w_1 = \frac{0,2952}{1} = 0,2952$$

Hasil normalisasi bobot untuk kriteria komunikasi sebagai berikut.

$$w_2 = \frac{0,2494}{0,2952 + 0,2494 + 0,2277 + 0,2277}$$

$$w_2 = \frac{0,2494}{1} = 0,2494$$

Hasil normalisasi bobot untuk kriteria kreativitas sebagai berikut.

$$w_3 = \frac{0,2277}{0,2952 + 0,2494 + 0,2277 + 0,2277}$$

$$w_3 = \frac{0,2277}{1} = 0,2277$$

Hasil normalisasi bobot untuk kriteria pengetahuan sebagai berikut.

$$w_4 = \frac{0,2277}{0,2952 + 0,2494 + 0,2277 + 0,2277}$$

$$w_4 = \frac{0,2277}{1} = 0,2277$$

6. Matriks Keputusan

Tahap keenam dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode SMART yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (7.2), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 3 & 4 & 4 & 5 \\ 4 & 3 & 5 & 4 \\ 5 & 4 & 3 & 3 \\ 3 & 3 & 5 & 4 \\ 2 & 4 & 4 & 5 \end{bmatrix}$$

7. Nilai Utilitas

Tahap ketujuh menggunakan metode SMART yaitu menghitung nilai utilitas dengan menggunakan (7.3) karena kriteria berjenis *benefit*, hasil nilai utilitas untuk kriteria pengalaman sebagai berikut.

$$u_1(a_{11}) = \frac{x_{11} - \min x_{11;15}}{\max x_{11;15} - \min x_{11;15}}$$

$$u_1(a_{11}) = \frac{3 - 2}{5 - 2} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$u_1(a_{12}) = \frac{x_{12} - \min x_{11;15}}{\max x_{11;15} - \min x_{11;15}}$$

$$u_1(a_{12}) = \frac{4 - 2}{5 - 2} = \frac{2}{3} = 0,667$$

$$u_1(a_{13}) = \frac{x_{13} - \min x_{11;15}}{\max x_{11;15} - \min x_{11;15}}$$

$$u_1(a_{13}) = \frac{5 - 2}{5 - 2} = \frac{3}{3} = 1$$

$$u_1(a_{14}) = \frac{x_{14} - \min x_{11;15}}{\max x_{11;15} - \min x_{11;15}}$$

$$u_1(a_{14}) = \frac{3 - 2}{5 - 2} = \frac{1}{3} = 0,333$$

$$u_1(a_{15}) = \frac{x_{15} - \min x_{11;15}}{\max x_{11;15} - \min x_{11;15}}$$

$$u_1(a_{15}) = \frac{2 - 2}{5 - 2} = \frac{0}{3} = 0$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria komunikasi sebagai berikut.

$$u_2(a_{21}) = \frac{x_{21} - \min x_{21;25}}{\max x_{21;25} - \min x_{21;25}}$$

$$u_2(a_{21}) = \frac{4 - 3}{4 - 3} = \frac{1}{1} = 1$$

$$u_2(a_{22}) = \frac{x_{22} - \min x_{21;25}}{\max x_{21;25} - \min x_{21;25}}$$

$$u_2(a_{22}) = \frac{0 - 3}{4 - 3} = \frac{0}{1} = 0$$

$$u_2(a_{23}) = \frac{x_{23} - \min x_{21;25}}{\max x_{21;25} - \min x_{21;25}}$$

$$u_{2(a_{23})} = \frac{4-3}{4-3} = \frac{1}{1} = 1$$

$$u_{2(a_{24})} = \frac{x_{24} - \min x_{21;25}}{\max x_{21;25} - \min x_{21;25}}$$

$$u_{2(a_{24})} = \frac{0-3}{4-3} = \frac{0}{1} = 0$$

$$u_{2(a_{25})} = \frac{x_{25} - \min x_{21;25}}{\max x_{21;25} - \min x_{21;25}}$$

$$u_{2(a_{25})} = \frac{4-3}{4-3} = \frac{1}{1} = 1$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria kreativitas sebagai berikut.

$$u_{3(a_{31})} = \frac{x_{31} - \min x_{31;35}}{\max x_{31;35} - \min x_{31;35}}$$

$$u_{3(a_{31})} = \frac{4-3}{5-3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$u_{3(a_{32})} = \frac{x_{32} - \min x_{31;35}}{\max x_{31;35} - \min x_{31;35}}$$

$$u_{3(a_{32})} = \frac{5-3}{5-3} = \frac{2}{2} = 1$$

$$u_{3(a_{33})} = \frac{x_{33} - \min x_{31;35}}{\max x_{31;35} - \min x_{31;35}}$$

$$u_{3(a_{33})} = \frac{3-3}{5-3} = \frac{0}{2} = 0$$

$$u_{3(a_{34})} = \frac{x_{34} - \min x_{31;35}}{\max x_{31;35} - \min x_{31;35}}$$

$$u_{3(a_{34})} = \frac{5-3}{5-3} = \frac{2}{2} = 1$$

$$u_{3(a_{35})} = \frac{x_{35} - \min x_{31;35}}{\max x_{31;35} - \min x_{31;35}}$$

$$u_{3(a_{35})} = \frac{4-3}{5-3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

Hasil nilai utilitas untuk kriteria pengetahuan sebagai berikut.

$$u_{4(a_{41})} = \frac{x_{41} - \min x_{41;45}}{\max x_{41;45} - \min x_{41;45}}$$

$$u_{4(a_{41})} = \frac{5-3}{5-3} = \frac{2}{2} = 1$$

$$u_{4(a_{42})} = \frac{x_{42} - \min x_{41;45}}{\max x_{41;45} - \min x_{41;45}}$$

$$u_{4(a_{42})} = \frac{4 - 3}{5 - 3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$u_{4(a_{43})} = \frac{x_{43} - \min x_{41;45}}{\max x_{41;45} - \min x_{41;45}}$$

$$u_{4(a_{43})} = \frac{3 - 3}{5 - 3} = \frac{0}{2} = 0$$

$$u_{4(a_{44})} = \frac{x_{44} - \min x_{41;45}}{\max x_{41;45} - \min x_{41;45}}$$

$$u_{4(a_{44})} = \frac{4 - 3}{5 - 3} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$u_{4(a_{45})} = \frac{x_{45} - \min x_{41;45}}{\max x_{41;45} - \min x_{41;45}}$$

$$u_{4(a_{45})} = \frac{5 - 3}{5 - 3} = \frac{2}{2} = 1$$

8. Nilai Akhir

Tahap kedelapan menggunakan metode SMART yaitu menghitung nilai akhir dengan menggunakan (7.5), hasil nilai untuk alternatif pertama yaitu YS sebagai berikut.

$$u_{(a_1)} = (w_1 * u_{1(a_{11})}) + (w_2 * u_{2(a_{21})}) + (w_3 * u_{3(a_{31})}) + (w_4 * u_{4(a_{41})})$$

$$u_{(a_1)} = (0,2952 * 0,333) + (0,2494 * 1) + (0,2277 * 0,5) + (0,2277 * 1)$$

$$u_{(a_1)} = 0,6893$$

Hasil nilai untuk alternatif kedua yaitu HR sebagai berikut.

$$u_{(a_2)} = (w_1 * u_{1(a_{12})}) + (w_2 * u_{2(a_{22})}) + (w_3 * u_{3(a_{32})}) + (w_4 * u_{4(a_{42})})$$

$$u_{(a_2)} = (0,2952 * 0,667) + (0,2494 * 0) + (0,2277 * 1) + (0,2277 * 0,5)$$

$$u_{(a_2)} = 0,5384$$

Hasil nilai untuk alternatif ketiga yaitu BL sebagai berikut.

$$u_{(a_3)} = (w_1 * u_{1(a_{13})}) + (w_2 * u_{2(a_{23})}) + (w_3 * u_{3(a_{33})}) + (w_4 * u_{4(a_{43})})$$

$$u_{(a3)} = (0,2952 * 1) + (0,2494 * 1) + (0,2277 * 0) \\ + (0,2277 * 0)$$

$$u_{(a3)} = 0,5446$$

Hasil nilai untuk alternatif keempat yaitu ST sebagai berikut.

$$u_{(a4)} = (w_1 * u_{1(a_{14})}) + (w_2 * u_{2(a_{24})}) + (w_3 * u_{3(a_{34})}) + (w_4 * \\ u_{4(a_{44})})$$

$$u_{(a4)} = (0,2952 * 0,333) + (0,2494 * 0) + (0,2277 * 1) \\ + (0,2277 * 0,5)$$

$$u_{(a4)} = 0,44$$

Hasil nilai untuk alternatif kelima yaitu ST sebagai berikut.

$$u_{(a5)} = (w_1 * u_{1(a_{15})}) + (w_2 * u_{2(a_{25})}) + (w_3 * u_{3(a_{35})}) + (w_4 * \\ u_{4(a_{45})})$$

$$u_{(a5)} = (0,2952 * 0,333) + (0,2494 * 0) + (0,2277 * 1) \\ + (0,2277 * 0,5)$$

$$u_{(a5)} = 0,5909$$

7.5. HASIL PERANGKINGAN MENGGUNAKAN SMART DAN LOPCOW

Dalam perangkingan menggunakan SMART dan LOPCOW dapat memberikan pandangan yang holistik dalam pengambilan keputusan. SMART memungkinkan penilaian alternatif berdasarkan preferensi bobot kriteria yang telah ditetapkan, sementara LOPCOW memberikan pendekatan yang unik dengan mempertimbangkan persentase perubahan logaritmik dari nilai referensi untuk menentukan bobot kriteria. Kombinasi kedua metode ini dapat membantu dalam menyusun peringkat alternatif yang akurat dan berorientasi pada tujuan, memungkinkan pengambil keputusan untuk memprioritaskan alternatif yang paling sesuai dengan kebutuhan atau preferensi mereka. Hasil perangkingan pemilihan pakan ternak seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 7.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Staff *Marketing*

Hasil perangkingan gambar 7.3 menunjukkan pemilihan pakan ternak untuk peringkat 1 dengan nilai sebesar 0,6893 didapatkan oleh YS, peringkat 2 dengan nilai sebesar 0,5909 didapatkan oleh FH, peringkat 3 dengan nilai sebesar 0,5446 didapatkan oleh BL, peringkat 4 dengan nilai sebesar 0,5384 didapatkan oleh HR, dan peringkat 5 dengan nilai sebesar 0,44 didapatkan oleh ST.

BAB VIII

WEIGHT AGGREGATED SUM PRODUCT ASSESSMENT

Weight Aggregated Sum Product Assessment (WASPAS) adalah metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan sejumlah kriteria yang relevan. Metode ini menggunakan pendekatan agregasi linier untuk menggabungkan bobot yang diberikan pada setiap kriteria dengan nilai normalisasi dari setiap alternatif untuk setiap kriteria. WASPAS juga memiliki kelebihan dalam mengatasi ketidakpastian dan variasi dalam preferensi pengambil keputusan. Dengan memungkinkan penggunaan bobot yang berbeda untuk setiap kriteria, WASPAS memungkinkan untuk menggambarkan tingkat pentingnya masing-masing kriteria secara lebih fleksibel. Selain itu, pendekatan agregasi linier yang digunakan oleh WASPAS memungkinkan untuk mengintegrasikan preferensi pengambil keputusan dengan cara yang konsisten dan terstruktur, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terukur.

8.1. PENGANTAR WASPAS

WASPAS adalah sebuah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan berbagai kriteria yang relevan. Metode ini menggabungkan dua pendekatan dalam pengambilan keputusan, yaitu pendekatan agregasi dan pendekatan perankingan, untuk menghasilkan urutan preferensi dari berbagai alternatif. Dengan menggunakan WASPAS, pengambil keputusan dapat memberikan bobot relatif untuk setiap kriteria dan mengukur seberapa baik setiap alternatif memenuhi kriteria tersebut, sehingga dapat menghasilkan hasil yang komprehensif dan terstruktur. WASPAS memungkinkan pengambil keputusan untuk menyesuaikan bobot kriteria sesuai dengan preferensi dan kepentingan relatif dari setiap kriteria. Selain itu, metode ini juga memperhitungkan

interaksi antara kriteria-kriteria tersebut, yang memungkinkan untuk menggambarkan kompleksitas hubungan antara alternatif-alternatif yang dievaluasi. Dengan demikian, WASPAS dapat memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang trade-off antara kriteria yang berbeda dan membantu pengambil keputusan untuk membuat keputusan yang lebih terinformasi dan rasional.

Salah satu keuntungan utama dari WASPAS adalah kemampuannya untuk menangani kriteria yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif, sehingga metode ini dapat diterapkan dalam berbagai konteks pengambilan keputusan. Namun, seperti halnya dengan metode pengambilan keputusan lainnya, penggunaan WASPAS juga memiliki beberapa keterbatasan. Misalnya, penentuan bobot kriteria yang subjektif dapat mempengaruhi hasil akhir, dan pengabaian terhadap aspek ketidakpastian atau risiko dalam evaluasi alternatif dapat mengurangi keakuratan keputusan. Oleh karena itu, pengguna WASPAS perlu mempertimbangkan dengan hati-hati asumsi-asumsi yang digunakan dan memvalidasi hasilnya untuk memastikan keakuratannya.

Selain itu, penggunaan WASPAS juga memerlukan data yang akurat dan lengkap untuk setiap kriteria yang dievaluasi. Ketika data tidak lengkap atau tidak tersedia, hal ini dapat mempengaruhi validitas dan kehandalan hasil evaluasi. Oleh karena itu, penting bagi pengambil keputusan untuk melakukan analisis sensitivitas terhadap perubahan dalam bobot kriteria atau nilai-nilai yang diberikan untuk memahami dampaknya terhadap urutan preferensi alternatif. Dengan memperhatikan keterbatasan ini, penggunaan WASPAS dapat menjadi alat yang efektif dalam membantu pengambil keputusan mengatasi kompleksitas dalam pengambilan keputusan multi-kriteria dan menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi.

8.2. TAHAPAN WASPAS

WASPAS adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif

berdasarkan sejumlah kriteria yang relevan. Tahapan WASPAS membantu pengambil keputusan dalam memahami trade-off antara kriteria yang berbeda dan memilih alternatif yang paling sesuai dengan preferensi mereka. WASPAS dapat menjadi alat yang kuat dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan lebih terinformasi dalam situasi yang kompleks dengan banyak kriteria yang harus dipertimbangkan.

Setelah alternatif terbaik dipilih berdasarkan hasil WASPAS, penting untuk melaksanakan keputusan tersebut dan memantau kinerjanya terhadap kriteria yang telah ditetapkan. Evaluasi ini dapat memberikan umpan balik yang berharga untuk memperbaiki atau mengoreksi keputusan yang telah diambil, serta untuk meningkatkan pemahaman tentang kriteria-kriteria yang digunakan dalam pengambilan keputusan di masa mendatang. Dengan melakukan tahapan ini secara berkelanjutan, pengambil keputusan dapat memastikan bahwa keputusan yang diambil selaras dengan tujuan dan kebutuhan yang ada. Tahapan yang dilakukan dalam metode WASPAS seperti disajikan pada Gambar 8.1.



Gambar 8.1. Tahapan Metode WASPAS

Tahapan gambar 8.1 membentuk kerangka kerja sistematis untuk mengarahkan proses pengambilan keputusan menggunakan metode WASPAS. Metode WASPAS memberikan kerangka kerja yang sistematis dan terstruktur untuk membantu pengambil keputusan dalam menghadapi kompleksitas dan ketidakpastian

dalam proses pengambilan keputusan. Penjelasan setiap tahapan sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Matriks keputusan (*decision matrix*) adalah alat yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria untuk membandingkan berbagai alternatif berdasarkan beberapa kriteria yang telah ditentukan sebelumnya. Matriks ini memiliki baris yang mewakili alternatif dan kolom yang mewakili kriteria. Setiap sel dalam matriks berisi nilai yang menunjukkan seberapa baik alternatif tersebut memenuhi kriteria tertentu. Matriks keputusan membantu dalam mengorganisir informasi dan memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan lebih sistematis mengevaluasi dan memilih alternatif yang paling sesuai berdasarkan kriteria yang relevan. Matriks keputusan dibuat dengan menggunakan persamaan berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{n1} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{1m} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (8.1)$$

2. Normalisasi Matriks

Normalisasi matriks adalah proses penting dalam analisis data yang bertujuan untuk membuat nilai-nilai dalam matriks memiliki skala atau rentang yang seragam. Tujuan utama dari normalisasi matriks adalah untuk memperbaiki perbandingan relatif antara nilai-nilai dalam matriks, sehingga memudahkan perbandingan dan pengambilan keputusan. Dengan normalisasi matriks, matriks yang awalnya memiliki nilai-nilai dengan skala yang berbeda atau bervariasi dapat diubah menjadi matriks dengan nilai-nilai yang memiliki skala yang sama. Normalisasi matriks dihitung dengan menggunakan persamaan berikut.

$$N_{ij} = \frac{x_{ij}}{x_{jmax}} \quad (8.2)$$

$$N_{ij} = \frac{x_{jmin}}{x_{ij}} \quad (8.3)$$

Persamaan (8.2) untuk kriteria dengan jenis *benefit*, dan persamaan (8.3) untuk kriteria dengan jenis *cost*.

3. Nilai Akhir

Nilai akhir dalam metode WASPAS adalah untuk memberikan informasi yang jelas dan terstruktur tentang alternatif mana yang lebih diinginkan atau lebih cocok berdasarkan kriteria-kriteria yang telah ditetapkan. Nilai akhir masing-masing alternatif menggunakan persamaan berikut ini.

$$Q_i = 0,5 \sum n_{ij}w_j + 0,5 \prod_{j=1}^n n_{ij}^{w_j} \quad (8.4)$$

8.3. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN WASPAS

WASPAS adalah metode pengambilan keputusan multi-kriteria yang memberikan penekanan pada perhitungan agregat berbasis bobot untuk mengevaluasi alternatif. Kelebihan utama dari metode ini adalah kemampuannya untuk memberikan hasil yang jelas dan terstruktur dalam menentukan alternatif terbaik. Dengan menggunakan pendekatan berbasis bobot, WASPAS memungkinkan pengambil keputusan untuk dengan mudah menyesuaikan preferensi dan bobot kriteria sesuai dengan kebutuhan dan preferensi mereka. Selain itu, WASPAS relatif mudah diterapkan dan dipahami, sehingga cocok digunakan dalam situasi di mana kompleksitas matematis dari metode lain mungkin menjadi kendala. Metode ini juga dapat mengatasi masalah ketidakpastian dengan memungkinkan pengambil keputusan untuk mengubah bobot kriteria atau nilai relatif kriteria dalam situasi di mana informasi tidak lengkap atau berubah-ubah. Dengan kelebihan-kelebihan ini, WASPAS dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai konteks.

Metode WASPAS memiliki beberapa kelebihan yang membuatnya menjadi pilihan yang menarik dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Berikut adalah beberapa kelebihan dari metode WASPAS:

1. Sederhana dan Mudah Dipahami: WASPAS relatif sederhana dan mudah dipahami, membuatnya dapat diterapkan oleh berbagai kalangan tanpa memerlukan pengetahuan statistik atau matematika yang mendalam.
2. Fleksibilitas dalam Penilaian Kriteria: WASPAS memungkinkan pengguna untuk menilai kriteria dengan berbagai skala atau format, baik itu dalam bentuk angka, kualitatif, atau bahkan relatif.
3. Penggunaan Bobot yang Mudah: Proses penggunaan bobot dalam WASPAS relatif mudah dipahami dan diterapkan. Pengguna dapat memberikan bobot pada setiap kriteria sesuai dengan kepentingannya tanpa memerlukan proses yang rumit.
4. Penilaian Berbasis Hasil Akhir: WASPAS menghasilkan skor agregat untuk setiap alternatif berdasarkan penilaian terhadap setiap kriteria. Ini memudahkan pengguna untuk membandingkan alternatif-alternatif dan memilih yang terbaik berdasarkan hasil akhir.
5. Menggabungkan Kriteria Kuantitatif dan Kualitatif: WASPAS dapat menggabungkan kriteria-kriteria yang bersifat kuantitatif dan kualitatif dalam analisis. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mempertimbangkan berbagai jenis informasi dalam pengambilan keputusan.
6. Kemampuan Sensitivitas Analisis: Pengguna WASPAS dapat melakukan analisis sensitivitas terhadap perubahan bobot atau perubahan dalam kriteria. Ini membantu pengguna untuk memahami bagaimana perubahan-perubahan tersebut mempengaruhi hasil akhir.
7. Efisiensi dan Efektivitas: WASPAS dapat menghasilkan hasil dengan cepat dan relatif mudah, sehingga dapat digunakan dalam situasi di mana keputusan harus diambil dengan cepat atau ketika sumber daya terbatas.

Meskipun memiliki kelebihan-kelebihan tersebut, penting untuk diingat bahwa WASPAS juga memiliki keterbatasan-keterbatasan tertentu, seperti ketergantungan pada bobot yang diberikan oleh pengguna dan asumsi independensi antar-kriteria. Oleh karena itu,

pengguna WASPAS harus mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan ini saat menggunakan metode ini dalam pengambilan keputusan mereka.

WASPAS memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Salah satu kekurangan utama dari metode ini adalah penggunaan nilai bobot yang bersifat absolut, yang dapat menyebabkan ketidakpastian dalam penentuan bobot kriteria yang tepat. Selain itu, dalam beberapa kasus, pengambil keputusan mungkin mengalami kesulitan dalam menetapkan bobot yang adil dan seimbang untuk setiap kriteria, terutama jika kriteria tersebut memiliki tingkat penting yang sama atau relatif sulit untuk dibandingkan. Selain itu, WASPAS juga cenderung memberikan hasil yang lebih sensitif terhadap perubahan bobot kriteria dibandingkan dengan metode lainnya, sehingga dapat menghasilkan perubahan signifikan dalam peringkat alternatif. Oleh karena itu, penting bagi pengambil keputusan untuk berhati-hati dalam menentukan bobot kriteria dan mempertimbangkan implikasi perubahan bobot tersebut terhadap hasil evaluasi akhir.

Metode WASPAS adalah salah satu pendekatan yang digunakan dalam pengambilan keputusan multi-kriteria. Namun, seperti halnya dengan metode lain, WASPAS juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan:

1. Ketergantungan pada Bobot: WASPAS melibatkan penentuan bobot untuk setiap kriteria yang digunakan dalam analisis. Proses penentuan bobot ini dapat menjadi subjektif dan sulit dilakukan, terutama jika tidak ada metode atau panduan yang jelas untuk menetapkan bobotnya.
2. Kesulitan dalam Penentuan Skala: WASPAS memerlukan penilaian kriteria dalam bentuk skala numerik. Namun, dalam beberapa kasus, sulit untuk menetapkan skala yang tepat untuk kriteria yang bersifat subjektif atau sulit diukur.
3. Ketidakpastian dan Sensitivitas terhadap Perubahan Bobot: Seperti halnya dengan metode lain yang melibatkan penentuan bobot, perubahan kecil dalam bobot dapat

menyebabkan perubahan signifikan dalam hasil analisis. Oleh karena itu, sensitivitas terhadap perubahan bobot harus diperhatikan.

4. Tidak Memperhitungkan Interdependensi Antar-Kriteria: WASPAS mengasumsikan bahwa kriteria-kriteria yang digunakan adalah independen satu sama lain. Namun, dalam banyak kasus, kriteria-kriteria tersebut saling terkait atau saling mempengaruhi, yang tidak dipertimbangkan dengan baik dalam metode ini.
5. Kesulitan dalam Mengatasi Ketidakpastian: WASPAS cenderung tidak memperlakukan ketidakpastian dengan baik. Ini berarti bahwa ketidakpastian dalam data atau asumsi tidak selalu diperhitungkan secara efektif dalam analisis.
6. Kesulitan dalam Memodelkan Preferensi yang Kompleks: Jika preferensi atau kepentingan yang terlibat dalam pengambilan keputusan sangat kompleks atau tidak dapat diartikulasikan secara jelas, WASPAS mungkin tidak cukup kuat untuk menghasilkan hasil yang memuaskan.
7. Keterbatasan dalam Mengatasi Preferensi yang Tidak Konsisten: Jika preferensi pengambil keputusan tidak konsisten atau berubah-ubah dari waktu ke waktu, Waspas mungkin menghasilkan hasil yang tidak stabil atau tidak dapat diandalkan.

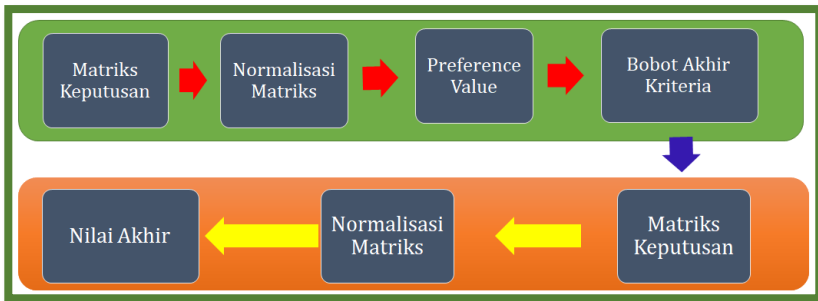
Dengan memahami kelemahan-kelemahan ini, pengguna WASPAS dapat lebih waspada dalam menerapkan metode ini dan memperhitungkan keterbatasan-keterbatasan tersebut dalam analisis mereka. Dalam beberapa kasus, mungkin perlu dipertimbangkan metode pengambilan keputusan yang lebih canggih atau komprehensif untuk mencapai hasil yang lebih akurat atau memadai.

8.4. KOMBINASI WASPAS DAN LOPCOW

Kombinasi antara WASPAS dan LOPCOW dapat menjadi pendekatan yang kuat dalam pengambilan keputusan multi-

kriteria. WASPAS dapat digunakan untuk mengevaluasi alternatif berdasarkan perbandingan area yang dihasilkan oleh masing-masing alternatif, sementara LOPCOW dapat digunakan untuk menetapkan bobot objektif berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari nilai referensi. Dengan menggunakan WASPAS, pengambil keputusan dapat memperhitungkan trade-off antara berbagai kriteria dengan melihat perbandingan area yang dihasilkan oleh masing-masing alternatif. Sementara itu, LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria, yang dapat membantu mengurangi potensi bias subjektif dalam penentuan bobot menggunakan WASPAS.

Kombinasi ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menggabungkan pendekatan subjektif dan objektif dalam menentukan bobot kriteria, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih terinformasi dan rasional. Dengan demikian, kombinasi WASPAS dan LOPCOW dapat menjadi alat yang efektif dalam mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam berbagai konteks. Dengan menggabungkan hasil dari kedua metode ini, pengambil keputusan dapat memperoleh peringkat alternatif yang lebih akurat dan terukur, serta mempertimbangkan trade-off antara kriteria yang berbeda. Selain itu, penggabungan WASPAS dan LOPCOW juga memungkinkan untuk mengatasi beberapa kelemahan yang dimiliki oleh masing-masing metode secara individu. Misalnya, WASPAS dapat membantu mengatasi keterbatasan LOPCOW dalam menangani preferensi yang kompleks dan konteks yang berbeda, sementara LOPCOW dapat memberikan landasan objektif untuk menetapkan bobot kriteria dalam perhitungan WASPAS. Dengan demikian, penggabungan antara WASPAS dan LOPCOW dapat memberikan pendekatan yang lebih holistik dan terstruktur dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, sehingga menghasilkan keputusan yang lebih baik dan lebih sesuai dengan tujuan yang diinginkan.



Gambar 8.2. Kerangka Penyelesaian Kombinasi WASPAS dan LOPCOW

Kerangka penyelesaian menggunakan kombinasi WASPAS dan LOPCOW gambar 8.2 merupakan teknik penyelesaian masalah dengan menggabungkan kedua metode tersebut. Tahapan satu sampai dengan empat merupakan tahapan dalam metode LOPCOW, sedangkan tahapan lima sampai dengan delapan merupakan tahapan dalam metode WASPAS.

Kombinasi WASPAS dan LOPCOW akan menyelesaikan kasus perusahaan ingin melakukan pemilihan siswa terbaik untuk menerima penghargaan akademis tahunan dengan empat kriteria yaitu nilai, ekstrakurikuler, prestasi, dan rekomendasi. Berikut adalah tabel 8.1 yang menunjukkan hasil penilaian untuk setiap kriteria terhadap masing-masing jenis kandidat.

Tabel 8.1. Penilaian Pemilihan Siswa Terbaik

Nama	Nilai	Eskul	Prestasi	Rekomendasi
ADR	90	8	9	3
FH	94	5	8	4
TRB	93	6	8	5
YSR	95	4	7	4

Berdasarkan data penilaian tabel 8.1 akan memilih siswa terbaik yang didapat dari data penilaian yang ada dengan menerapkan metode WASPAS dan LOPCOW. Tahapan penyelesaian menggunakan kombinasi metode tersebut sebagai berikut.

1. Matriks Keputusan

Tahap pertama dalam kombinasi metode ini terlebih dahulu menggunakan metode LOPCOW yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (3.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 90 & 8 & 9 & 3 \\ 94 & 5 & 8 & 4 \\ 93 & 6 & 8 & 5 \\ 95 & 4 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

2. Normalisasi Matriks

Tahap kedua menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (3.2), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$n_{11} = \frac{90}{4 + (90^2 + 94^2 + 93^2 + 95^2)}$$

$$n_{11} = \frac{90}{34614} = 0,0026$$

Hasil keseluruhan normalisasi matriks seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8.2. Hasil Normalisasi Matriks Siswa Terbaik

Nama	Nilai	Eskul	Prestasi	Rekomendasi
ADR	0,0026	0,0552	0,0344	0,0429
FH	0,0027	0,0345	0,0305	0,0571
TRB	0,0027	0,0414	0,0305	0,0714
YSR	0,0027	0,0276	0,0267	0,0571

3. Preference Value

Tahap ketiga menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung *preference value* dengan menggunakan (3.3), hasil *preference value* sebagai berikut.

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{\sqrt{(0,0026^2 + 0,0027^2 + 0,0027^2 + 0,0027^2)}}{\ln \frac{4}{0,025471335}} \right|$$

$$PV_1 = 100 * \left| \frac{0,005374635}{10,57544354} \right|$$

$$PV_1 = 100 * 0,0005082 = 0,05082$$

Hasil keseluruhan *preference value* seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8.3. Hasil Preference Value Siswa Terbaik

Kriteria	Nilai	Eskul	Prestasi	Rekomendasi
PV	0,05082	1,47982	0,90799	2,13653

4. Bobot Akhir Kriteria

Tahap keempat menggunakan metode LOPCOW yaitu menghitung bobot akhir kriteria dengan menggunakan (3.4), hasil bobot akhir kriteria sebagai berikut.

$$w_1 = \frac{0,05082}{0,05082 + 1,47982 + 0,90799 + 2,13653}$$

$$w_1 = \frac{0,05082}{4,57517} = 0,0111$$

Hasil keseluruhan bobot akhir kriteria seperti disajikan pada tabel berikut.

Tabel 8.4. Hasil Bobot Akhir Kriteria Siswa Terbaik

Kriteria	Nilai	Eskul	Prestasi	Rekomendasi
Bobot Akhir	0,0111	0,3234	0,1985	0,4670

5. Matriks Keputusan

Tahap kelima dalam kombinasi metode ini dengan menggunakan metode WASPAS yaitu membuat matriks keputusan dengan menggunakan (8.1), hasil matriks keputusan sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} 90 & 8 & 9 & 3 \\ 94 & 5 & 8 & 4 \\ 93 & 6 & 8 & 5 \\ 95 & 4 & 7 & 4 \end{bmatrix}$$

6. Normalisasi Matriks

Tahap keenam menggunakan metode WASPAS yaitu menghitung normalisasi matriks dengan menggunakan (8.2), hasil normalisasi matriks untuk kriteria nilai sebagai berikut.

$$N_{11} = \frac{x_{11}}{x_{11;14}^{max}} = \frac{90}{95} = 0,947$$

$$N_{12} = \frac{x_{12}}{x_{11;14}^{max}} = \frac{94}{95} = 0,989$$

$$N_{13} = \frac{x_{13}}{x_{11;14}^{max}} = \frac{93}{95} = 0,979$$

$$N_{14} = \frac{x_{14}}{x_{11;14}^{max}} = \frac{95}{95} = 1$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria eskul sebagai berikut.

$$N_{21} = \frac{x_{21}}{x_{21;24}^{max}} = \frac{8}{8} = 1$$

$$N_{22} = \frac{x_{22}}{x_{21;24}^{max}} = \frac{5}{8} = 0,625$$

$$N_{23} = \frac{x_{23}}{x_{21;24}^{max}} = \frac{6}{8} = 0,75$$

$$N_{24} = \frac{x_{24}}{x_{21;24}^{max}} = \frac{4}{8} = 0,5$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria prestasi sebagai berikut.

$$N_{31} = \frac{x_{31}}{x_{31;34}^{max}} = \frac{9}{9} = 1$$

$$N_{32} = \frac{x_{32}}{x_{31;34}^{max}} = \frac{8}{9} = 0,889$$

$$N_{33} = \frac{x_{33}}{x_{31;34}^{max}} = \frac{8}{9} = 0,889$$

$$N_{34} = \frac{x_{34}}{x_{31;34}^{max}} = \frac{7}{9} = 0,778$$

Hasil normalisasi matriks untuk kriteria rekomendasi sebagai berikut.

$$N_{41} = \frac{x_{41}}{x_{41;44}^{max}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$N_{42} = \frac{x_{42}}{x_{41;44}^{max}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$N_{43} = \frac{x_{43}}{x_{41;44}^{max}} = \frac{5}{5} = 1$$

$$N_{44} = \frac{x_{44}}{x_{41;44}^{max}} = \frac{4}{5} = 0,8$$

7. Nilai Akhir

Tahap ketujuh menggunakan metode WASPAS yaitu menghitung nilai akhir dengan menggunakan (8.4), hasil nilai untuk alternatif pertama yaitu ADR sebagai berikut.

$$Q_1 = \left(0,5 * \left(\frac{(N_{11} * w_1) + (N_{21} * w_2)}{+(N_{31} * w_3) + (N_{41} * w_4)} \right) \right) + \left(0,5 * (N_{11}^{w_1} * N_{21}^{w_2} * N_{31}^{w_3} * N_{41}^{w_4}) \right)$$

$$Q_1 = \left(0,5 * ((0,947 * 0,0111) + (0,989 * 0,3234) + (0,979 * 0,1985) + (1 * 0,467)) \right) + \left(0,5 * (0,947^{0,0111} * 0,989^{0,3234} * 0,979^{0,1985} * 1^{0,467}) \right)$$

$$Q_1 = 0,4063 + 0,39365 = 0,79996$$

Hasil nilai untuk alternatif kedua yaitu FH sebagai berikut.

$$Q_2 = \left(0,5 * \left(\frac{(N_{12} * w_1) + (N_{22} * w_2)}{+(N_{32} * w_3) + (N_{42} * w_4)} \right) \right) + \left(0,5 * (N_{12}^{w_1} * N_{22}^{w_2} * N_{32}^{w_3} * N_{42}^{w_4}) \right)$$

$$Q_2 = \left(0,5 * ((0,989 * 0,0111) + (0,625 * 0,3234) + (0,889 * 0,1985) + (0,8 * 0,467)) \right) + \left(0,5 * (0,989^{0,0111} * 0,625^{0,3234} * 0,889^{0,1985} * 0,8^{0,467}) \right)$$

$$Q_2 = 0,3816 + 0,378 = 0,75957$$

Hasil nilai untuk alternatif ketiga yaitu TRB sebagai berikut.

$$Q_3 = \left(0,5 * \left(\frac{(N_{13} * w_1) + (N_{23} * w_2)}{+(N_{33} * w_3) + (N_{43} * w_4)} \right) \right) + \left(0,5 * (N_{13}^{w_1} * N_{23}^{w_2} * N_{33}^{w_3} * N_{43}^{w_4}) \right)$$

$$Q_3 = \left(0,5 * ((0,979 * 0,0111) + (0,75 * 0,3234) + (0,889 * 0,1985) + (1 * 0,467)) \right) + \left(0,5 * (0,979^{0,0111} * 0,75^{0,3234} * 0,889^{0,1985} * 1^{0,467}) \right)$$

$$Q_3 = 0,4484 + 0,44494 = 0,89337$$

Hasil nilai untuk alternatif keempat yaitu YSR sebagai berikut.

$$Q_4 = \left(0,5 * \left(\frac{(N_{14} * w_1) + (N_{24} * w_2)}{(N_{34} * w_3) + (N_{44} * w_4)} \right) \right) + \left(0,5 * (N_{14}^{w_1} * N_{24}^{w_2} * N_{34}^{w_3} * N_{44}^{w_4}) \right)$$

$$Q_4 = \left(0,5 * ((1 * 0,0111) + (0,5 * 0,3234) + (0,778 * 0,1985) + (0,8 * 0,467)) \right) + \left(0,5 * (1^{0,0111} * 0,5^{0,3234} * 0,778^{0,1985} * 0,8^{0,467}) \right)$$

$$Q_4 = 0,3504 + 0,34252 = 0,69291$$

8.5. HASIL PERANGKINGAN MENGGUNAKAN WASPAS DAN LOPCOW

Dalam perangkingan menggunakan WASPAS dan LOPCOW dapat memberikan pandangan yang holistik dalam pengambilan keputusan. WASPAS memungkinkan penilaian alternatif berdasarkan preferensi bobot kriteria yang telah ditetapkan, sementara LOPCOW memberikan pendekatan yang unik dengan mempertimbangkan persentase perubahan logaritmik dari nilai referensi untuk menentukan bobot kriteria. Kombinasi kedua metode ini dapat membantu dalam menyusun peringkat alternatif yang akurat dan berorientasi pada tujuan, memungkinkan pengambil keputusan untuk memprioritaskan alternatif yang paling sesuai dengan kebutuhan atau preferensi mereka. Hasil

perangkingan pemilihan siswa terbaik seperti pada gambar berikut ini.



Gambar 8.3. Hasil Perangkingan Pemilihan Siswa Terbaik

Hasil perangkingan gambar 8.3 menunjukkan pemilihan siswa terbaik untuk peringkat 1 dengan nilai sebesar 0,89337 didapatkan oleh TRB, peringkat 2 dengan nilai sebesar 0,79996 didapatkan oleh ADR, peringkat 3 dengan nilai sebesar 0,75957 didapatkan oleh FH, dan peringkat 4 dengan nilai sebesar 0,69291 didapatkan oleh YSR.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Tešić, M. Radovanović, D. Božanić, D. Pamucar, A. Milić, and A. Puška, "Modification of the DIBR and MABAC Methods by Applying Rough Numbers and Its Application in Making Decisions," *Information*, vol. 13, no. 8, p. 353, Jul. 2022, doi: 10.3390/info13080353.
- [2] H. K. Chan, X. Sun, and S.-H. Chung, "When should fuzzy analytic hierarchy process be used instead of analytic hierarchy process?," *Decis. Support Syst.*, vol. 125, p. 113114, 2019.
- [3] Ž. Stević, E. Durmić, M. Gajić, D. Pamučar, and A. Puška, "A novel multi-criteria decision-making model: interval rough SAW method for sustainable supplier selection," *Information*, vol. 10, no. 10, p. 292, 2019.
- [4] M. Yazdani, P. Zarate, E. Kazimieras Zavadskas, and Z. Turskis, "A combined compromise solution (CoCoSo) method for multi-criteria decision-making problems," *Manag. Decis.*, vol. 57, no. 9, pp. 2501–2519, 2019.
- [5] T. Van Dua, D. Van Duc, N. C. Bao, and D. D. Trung, "Integration of objective weighting methods for criteria and MCDM methods: application in material selection," *EUREKA Phys. Eng.*, no. 2, pp. 131–148, Mar. 2024, doi: 10.21303/2461-4262.2024.003171.
- [6] S. Setiawansyah and A. Sulistiyawati, "Penerapan Metode Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting dan Multi-Attribute Utility Theory dalam Penerimaan Guru Bahasa Inggris," *J. Artif. Intell. Technol. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 62–75, 2024, doi: 10.58602/jaiti.v2i2.119.

BIODATA PENULIS



Dr. Sumanto, S.Kom, M.Kom.

Lahir di Bojonegoro pada tahun 1984. Merupakan Dosen Fakultas Teknik dan Informatika Universitas Bina Sarana Informatika. Minat bidang pendidikan penulis adalah *Signal Processing, Image Processing, Data Mining, dan Artificial Intelligence*. Penulis telah menerbitkan hasil penelitiannya di Jurnal Internasional

Bereputasi dan Jurnal Nasional Terakreditasi. Buku yang telah diterbitkan oleh penulis adalah Pemotongan dan penghasilan pajak perbaikan pada tahun 2021, Mudah Memahami Teknologi Informasi dan Komunikasi Pada Tahun 2021, Dasar-dasar pembelajaran mesin: *foundations of machine learning* Pada Tahun 2023.



Prof. Dr. Ir. Mochamad Wahyudi, S.Kom, M.Kom, MM, M.Pd, IPU, ASEAN Eng.

48 tahun, lahir di Jakarta. Praktisi di Bidang Informatika dan Komputer (IT) ini saat ini bekerja Universitas Bina Sarana Informatika di Jakarta sebagai dosen. dan menjabat sebagai Rektor Universitas Bina Sarana Informatika sejak tahun 2018 s/d sekarang. Sebagai asesor dan Dewan

Eksekutif (Kepala Divisi 2 Sistem Informasi dan Publikasi) pada Lembaga Akreditasi Mandiri Informatika dan Komputer (LAM INFOKOM) di Jakarta. Memiliki Sertifikat Kompetensi Insinyur Profesional (SKIP) dengan level Insinyur Profesional Utama (IPU) dari Persatuan Insinyur Indonesia (PII) dan memiliki sertifikasi ASEAN Engineer dari ASEAN Federation of Engineering Organisations (AFEO). Memiliki sertifikasi kompetensi dari Badan Nasional Sertifikasi Profesi (BNSP) untuk Bidang Keahlian : *ICT Project Manager, Programmer* dan *Network Administrator*. Memiliki sertifikasi internasional, seperti : Microsoft, Cisco (CCNA Routing and Switching, CCNA Routing and Switching : Routing and Switching Essentials dan CCNAv7: Enterprise Networking, Security, and Automation), MikroTik (MikroTik Certified Network Associate/MTCNA), EC-Council (*Certified Hacking Forensic Investigator/CHFI* dan *Certified Ethical Hacking and Countermeasures/CEH*).

Buku telah diterbitkan, yaitu : 1). Membangun Jaringan Komputer dengan MikroTik (2023), 2). The Magic Place of Starupreneur Building Information Modeling (2023), 3). Manajemen Pendidik dan Tenaga Kependidikan di Sekolah : Tantangan, Masalah, Penyelesaian Masalah (2022), 4). Fullstack Android Developer Aplikasi Penjualan Tiket Bioskop (2021), 5). 15 best practice skill cisco routing and switching.

(2021), 6). Implementasi Komputasi Quantum pada Jaringan Saraf Tiruan (2020), 7). Data Mining : Penerapan Algoritma K-Means Clustering dan K-Medoids Clustering (2020), 8). Jaringan Saraf Tiruan : Backpropagation Pengenalan Pola Calon Debitur Terbaik (2020), 9). Model Kepemimpinan Transformasional dalam Meningkatkan Kreativitas Guru di Sekolah (2020), 10). Cisco Routing and Switching (2019), 11). Jaringan Komputer (2019).

Aktif diberbagai organisasi, antara lain : Persatuan Insiyur Indonesia (PII), Ikatan Ahli Informatika Indonesia (IAII), Asosiasi Dosen Indonesia (ADI), Academic International Consortium (AIC) of Indonesia, Asosiasi Perguruan Tinggi Informatika dan Komputer (APTIKOM), Indonesian Computer Electronics and Instrumentation Support Society (IndoCEISS), Aliansi Penyelenggaraan Perguruan Tinggi Indonesia (APERTI), Asosiasi Perguruan Tinggi Indonesia (APTISI), Forum Rektor Indonesia (FRI) dan Ikatan Alumni Resimen Mahasiswa Indonesia (IARMI).



Hartanti, SE, MM.

Lahir Di Wonogiri. Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Bina Sarana Informatika. Mendapat Gelar Sarjana Ekonomi Jurusan Akuntansi pada tahun 2007 dari Universitas Islam Batik Surakarta, Mendapat Gelar Magister Manajemen 2011 dari Universitas Krisna Dwipayana. Penulis telah menerbitkan hasil penelitiannya Jurnal Nasional Terakreditasi dan juga sebagai penulis buku.



Slamet Heri Winarno., S.E., M.M.

Penulis lahir di Jakarta pada tahun 1976, lulusan pasca sarjana (S2) merupakan Dosen Tetap pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis, dan fokus pada bidang Manajemen. Telah banyak karya ilmiah yang dihasilkan baik pada Jurnal Internasional dan Jurnal Nasional Terakreditasi, serta buku-buku referensi

bidang pemasaran, komunikasi, dan administrasi.



Ruhul Amin, M.Kom

Ruhul Amin, lahir di Pamekasan pada 26 Oktober 1981 dan sekarang menetap di Ciputat Tangerang Selatan. Saat ini Dosen tetap di Fakultas Teknologi Informasi Program Studi Informatika (S1) Universitas Nusa Mandiri. Menyelesaikan pendidikan Pasca Sarjana Ilmu Komputer di Universitas Nusa Mandiri pada tahun 2011. Sekarang, tengah menempuh program studi Doktorat Ilmu Komputer di IPB University. Telah menghasilkan karya ilmiah pada Jurnal

International, Seminar International, Jurnal Nasional Terakreditasi, serta buku di bidang pemograman komputer.



Hafis Nurdin, M.Kom

Lahir di Tangerang. Dosen Fakultas Teknologi Informasi Universitas Nusa Mandiri. Mendapat Gelar Sarjana Komputer pada tahun 2014 dari STMIK Nusa Mandiri, Mendapat Gelar Magister Komputer tahun 2017 dari STMIK Nusa Mandiri. Penulis telah menerbitkan hasil-hasil penelitiannya pada Jurnal Nasional Terakreditasi dan juga menjadi penulis buku.

GLOSARIUM

LOPCOW	Suatu metode yang digunakan dalam pengambilan keputusan untuk menentukan bobot atau pentingnya setiap kriteria atau faktor dalam suatu keputusan berdasarkan pada perubahan persentase logaritmik dari nilai-nilai tersebut
<i>Multi Criteria Decision Making</i> (MCDM)	Pendekatan yang menggabungkan beberapa metode atau teknik dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan banyak kriteria atau faktor secara bersamaan.
Pengambil Keputusan	Individu atau entitas yang bertanggung jawab atas proses pengambilan keputusan dalam suatu organisasi atau proyek. Pengambil keputusan menggunakan informasi dan analisis untuk memilih alternatif yang paling sesuai dengan tujuan dan kebutuhan mereka.
Sistem Pendukung Keputusan Strategis	Sistem informasi yang membantu pengambil keputusan dalam merencanakan, menganalisis, dan mengimplementasikan strategi organisasi. Sistem ini menyediakan alat dan teknik untuk mengumpulkan, memproses, dan menganalisis informasi yang diperlukan untuk pengambilan keputusan strategis.
Strategis	Terkait dengan perencanaan jangka panjang atau pemikiran jangka panjang yang dirancang untuk mencapai tujuan tertentu.

KOMBINASI MULTI- CRITERIA DECISION MAKING DAN LOPCOW SEBAGAI SISTEM PENDUKUNG

KEPUTUSAN STRATEGI

Kombinasi Multi Criteria Decision Making (MCDM) dan Logarithmic Percentage Change-Driven Objective Weighting (LOPCOW) memainkan peran krusial sebagai Sistem Pendukung Keputusan Strategis dengan menyediakan kerangka kerja yang holistik dan adaptif untuk pengambilan keputusan. MCDM memungkinkan evaluasi yang komprehensif terhadap berbagai kriteria atau faktor yang relevan dalam suatu keputusan, sementara LOPCOW memberikan pendekatan yang dinamis dalam menentukan bobot kriteria berdasarkan perubahan persentase logaritmik dari nilai-nilai tersebut. Gabungan dari kedua metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk menyesuaikan prioritas kriteria secara proporsional terhadap perubahan relatif dalam data atau preferensi, sehingga memungkinkan pengambilan keputusan strategis yang lebih tepat dan responsif terhadap perubahan kondisi atau tujuan yang diinginkan.

PT. SNN MEDIA TECH PRESS



snnmediatechpress@gmail.com



snn-media.com

ISBN 978-623-10-0036-1 (PDF)



9 786231 000361