

MADM DECISION SUPPORT SYSTEMS IN HEALTHCARE: OPTIMIZING OUTCOMES WITH AI AND ANALYTICS

Nani Purwati

Gunawan Budi Sulistyو

Noor Hasan

Sri Kiswati

Paulus Tofan Rapiyanta

Sumanto

**PT. SNN MEDIA
TECH PRESS**

Buku Ajar

MADM DECISION SUPPORT SYSTEMS IN HEALTHCARE OPTIMIZING OUTCOMES WITH AI AND ANALYTICS

Ditulis Oleh:

Nani Purwati
Gunawan Budi Sulistyو
Noor Hasan
Sri Kiswati
Paulus Tofan Rapiyanta
Sumanto

PT. SNN Media Tech Press

Buku Ajar

MADM Decision Support Systems in Healthcare Optimizing Outcomes with AI and Analytics

Penulis:

Nani Purwati

Gunawan Budi Sulistyono

Noor Hasan

Sri Kiswati

Paulus Tofan Rapiyanta

Sumanto

Cetakan Pertama:

Bandarlampung, September 2025

ISBN: 978-634-04-3561-0 (PDF)

Copyright © PT. SNN Media Tech Press, 2025

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

MADM DECISION SUPPORT SYSTEMS IN HEALTHCARE OPTIMIZING OUTCOMES WITH AI AND ANALYTICS

PRAKATA

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Allah S.W.T. atas limpahan dan rahmatnya yang telah diberikan sehingga Buku Ajar: MADM Decision Support Systems in Healthcare: Optimizing Outcomes with AI and Analytics dapat terselesaikan dengan baik.

Buku ajar MADM Decision Support Systems in Healthcare: Optimizing Outcomes with AI and Analytics membahas penerapan Multiple Attribute Decision Making (MADM) dalam sistem pendukung keputusan di bidang kesehatan dengan menekankan pada pemanfaatan kecerdasan buatan (AI) dan analitik data untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan medis. Buku ini menguraikan konsep dasar MADM, dan teknik pemeringkatan alternatif yang relevan dalam konteks klinis. Dengan integrasi AI dan analitik, sistem pendukung keputusan yang dikembangkan tidak hanya mampu memberikan hasil yang lebih objektif dan akurat, tetapi juga adaptif terhadap dinamika data kesehatan yang kompleks. Buku ini ditujukan bagi akademisi, peneliti, praktisi kesehatan, serta mahasiswa yang ingin memahami dan menerapkan pendekatan berbasis MADM dalam optimalisasi layanan kesehatan modern.

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.

Jakarta,

Penulis

DAFTAR ISI

Prakata.....	iv
Daftar Isi	v
Daftar Gambar	vii
Daftar Tabel.....	viii
BAB I DASAR-DASAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DI BIDANG KESEHATAN.....	1
1.1. Definisi dan Evolusi DSS.....	1
1.2. Kategori dan Komponen DSS	4
1.3. Penerapan DSS di Rumah Sakit dan Klinik	8
1.4. Tantangan dan Hambatan dalam Implementasi DSS Kesehatan	9
BAB II PENGAMBILAN KEPUTUSAN MULTI-KRITERIA (MADM).....	11
2.1. Konsep MADM	11
2.2. Proses Umum dalam MADM.....	13
2.3. Contoh Kasus Sederhana dalam Konteks Kesehatan	15
2.4. Keunggulan MADM dalam Sektor Medis	16
BAB III TEKNIK-TEKNIK MADM UNTUK KEPUTUSAN MEDIS	20
3.1. Simple Additive Weighting (SAW).....	20
3.2. Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)	27
3.3. Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)	37
3.4. Profile Matching.....	47
3.5. Grey Relational Analysis (GRA)	57
BAB IV INTEGRASI AI DALAM MADM UNTUK KEPUTUSAN KLINIS.....	66
4.1. Peran Kecerdasan Buatan dalam DSS Kesehatan	66
4.2. Hybrid Model: MADM dan Machine Learning	68
4.3. Natural Language Processing untuk Rekam Medis Elektronik	71

BAB V ANALYTICS UNTUK PENINGKATAN KEPUTUSAN MEDIS.....	74
5.1. Peran Data Analytics dan Big Data dalam Sistem Kesehatan ..	74
5.2. Data Visualization dalam MADM.....	76
5.3. Predictive Analytics untuk Perencanaan Layanan	78
5.4. Penggunaan Dashboards dalam Pengambilan Keputusan	80
BAB VI STUDI KASUS PENERAPAN MADM DI BIDANG KESEHATAN.....	82
6.1. Pemilihan Metode Terapi Berdasarkan Multikriteria.....	82
6.2. Penentuan Skala Prioritas Alokasi Sumber Daya Rumah Sakit	85
6.3. Pemilihan Teknologi Medis Berdasarkan Analisa AI-MADM ..	88
BAB VII TANTANGAN, KETERBATASAN, DAN ARAH MASA DEPAN.....	92
7.1. Tantangan Implementasi DSS berbasis MADM	92
7.2. Etika dan Privasi dalam Penggunaan AI untuk Kesehatan	94
7.3. Penyesuaian Algoritma MADM dalam High-Dimensional Data	97
7.4. Arah Penelitian dan Inovasi DSS Kesehatan di Masa Depan....	99
Daftar Pustaka.....	102
Biodata Penulis	103
Glosarium	105



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Kategori DSS4

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Kriteria.....	21
Tabel 3.2. Tabel Keputusan	22
Tabel 3.3. Hasil Perangkingan.....	26
Tabel 3.4. Data Kriteria Pemilihan Pegawai Terbaik.....	39
Tabel 3.5. Data Penilaian Pegawai Terbaik	39
Tabel 3.6. Hasil Perangkingan MAUT.....	46
Tabel 3.7. Bobot Gap	47
Tabel 3.8. Hasil Penilaian Karyawan.....	49
Tabel 3.10. Selisih Gap Penilaian Karyawan	51
Tabel 3.11. Bobot Nilai Karyawan.....	53
Tabel 3.12. Hasil Perangkingan	56
Tabel 3.13. Hasil Penilaian Supplier	60
Tabel 3.14. Identifikasi Kriteria.....	60
Tabel 3.15. Data Hasil Penilaian Alternatif.....	61
Tabel 3.16. Hasil Perangkingan GRA.....	64

BAB I

DASAR-DASAR SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN DI BIDANG KESEHATAN

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan salah satu disiplin penting dalam teknologi informasi yang mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data. Di bidang kesehatan, SPK digunakan untuk membantu tenaga medis, manajer rumah sakit, dan pembuat kebijakan dalam mengambil keputusan yang tepat, cepat, dan terukur. Melalui integrasi data pasien, hasil laboratorium, rekam medis elektronik, serta pedoman klinis, SPK dapat menjadi alat bantu dalam mendiagnosis penyakit, memilih terapi, serta mengelola sumber daya kesehatan secara efisien.

1.1. DEFINISI DAN EVOLUSI DSS

Pengambilan keputusan adalah proses memilih satu alternatif terbaik dari sejumlah pilihan yang tersedia untuk mencapai tujuan tertentu. Proses ini merupakan bagian penting dalam manajemen dan kehidupan sehari-hari karena setiap tindakan yang diambil biasanya didasarkan pada suatu keputusan. Dalam konteks organisasi, pengambilan keputusan menjadi bagian strategis yang mempengaruhi efisiensi operasional, arah kebijakan, serta pencapaian visi dan misi. Keputusan dapat bersifat sederhana seperti memilih metode kerja, hingga kompleks seperti menentukan arah investasi perusahaan atau kebijakan publik.

Secara teoritis, pengambilan keputusan melibatkan beberapa tahap, yaitu identifikasi masalah, pengumpulan data, evaluasi alternatif, pemilihan solusi terbaik, dan implementasi keputusan. Proses ini dapat dilakukan secara intuitif berdasarkan pengalaman, atau secara sistematis melalui pendekatan analitis dan kuantitatif. Dalam kondisi yang melibatkan banyak kriteria dan pilihan, pendekatan sistematis seperti Multi-Criteria Decision

Making (MCDM) menjadi sangat relevan, karena memungkinkan pengambil keputusan mengevaluasi berbagai faktor secara menyeluruh dan objektif.

Dalam perkembangan ilmu manajemen dan teknologi informasi, pengambilan keputusan tidak lagi sekadar proses subjektif semata, melainkan telah bergeser menuju pendekatan yang lebih terstruktur dan berbasis data. Hal ini didorong oleh kebutuhan akan keakuratan, efisiensi, dan justifikasi yang kuat dalam setiap keputusan yang diambil, khususnya di lingkungan organisasi yang dinamis dan kompetitif. Oleh karena itu, penerapan metode kuantitatif seperti sistem pendukung keputusan (*Decision Support System*) dan teknik multi-kriteria menjadi semakin penting untuk membantu dalam menganalisis berbagai alternatif dan kriteria secara logis dan transparan.

Pengambilan keputusan yang efektif mensyaratkan adanya kejelasan tujuan, pemahaman terhadap kondisi yang dihadapi, serta kemampuan untuk mengevaluasi dampak dari setiap alternatif pilihan. Dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria, aspek subjektif dapat dikurangi melalui pendekatan matematis yang memperhitungkan bobot, preferensi, dan kontribusi relatif dari setiap kriteria. Dengan demikian, proses pengambilan keputusan tidak hanya menjadi lebih sistematis, tetapi juga dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan profesional.

Seiring dengan meningkatnya kebutuhan untuk menyelesaikan masalah yang kompleks dan melibatkan banyak dimensi, pengambilan keputusan kini tidak hanya mengandalkan satu kriteria tunggal seperti biaya atau waktu, melainkan juga mempertimbangkan berbagai faktor lainnya seperti kualitas, risiko, manfaat jangka panjang, dan tingkat kepuasan stakeholder. Di sinilah pendekatan MCDM berperan penting, karena mampu menyusun kerangka penilaian yang komprehensif terhadap berbagai alternatif berdasarkan beragam kriteria yang saling terkait. MCDM memberikan struktur dan alat analisis yang

memungkinkan pengambil keputusan untuk menyeimbangkan pertimbangan kuantitatif dan kualitatif secara sistematis.

Dengan pemanfaatan metode-metode MCDM, keputusan yang diambil dapat mencerminkan keseimbangan antara objektivitas data dan kebijakan strategis organisasi. Metode ini juga mendukung pengambilan keputusan dalam situasi yang penuh ketidakpastian dan keterbatasan informasi. Oleh karena itu, pemahaman yang kuat terhadap pengertian dan proses pengambilan keputusan menjadi landasan utama sebelum menerapkan teknik-teknik lanjutan seperti WP, TOPSIS, atau metode yang lebih mutakhir lainnya.

Memasuki tahun 1970-an hingga 1980-an, DSS mulai mengalami transformasi dengan diperkenalkannya konsep model-driven DSS dan data-driven DSS. Sistem ini tidak hanya menyajikan data, tetapi juga dilengkapi dengan model analitis dan simulasi yang memungkinkan pengambil keputusan melakukan eksplorasi berbagai skenario. Periode ini juga ditandai dengan meningkatnya integrasi basis data dan perangkat analisis statistik, yang memperkuat kemampuan sistem dalam mendukung perencanaan strategis maupun operasional. DSS pada era ini mulai digunakan dalam berbagai bidang seperti bisnis, logistik, kesehatan, hingga pemerintahan.

Pada tahun 1990-an, perkembangan teknologi basis data, data warehouse, dan online analytical processing (OLAP) semakin memperluas cakupan DSS. Sistem pendukung keputusan mulai terintegrasi dengan executive information systems (EIS) yang memberikan informasi ringkas dan visual bagi manajemen tingkat atas. Selain itu, berkembang pula group decision support systems (GDSS) yang mendukung kolaborasi antarindividu atau tim dalam proses pengambilan keputusan. Evolusi ini memperlihatkan pergeseran DSS dari sistem yang bersifat individual menjadi lebih kolaboratif dan berbasis jaringan.

Memasuki era 2000-an hingga kini, DSS berevolusi lebih jauh dengan mengadopsi teknologi kecerdasan buatan (AI), machine learning, big data analytics, dan cloud computing. DSS modern mampu memberikan rekomendasi prediktif dan preskriptif yang lebih akurat, bahkan otomatisasi dalam pengambilan keputusan. Penggunaan natural language processing (NLP) memungkinkan DSS berinteraksi secara lebih intuitif dengan pengguna, sedangkan integrasi dengan Internet of Things (IoT) memperkaya sumber data untuk analisis real-time. Evolusi ini menunjukkan bahwa DSS kini bukan hanya sekadar alat bantu, melainkan mitra cerdas yang mampu meningkatkan kualitas keputusan di berbagai sektor.

1.2. KATEGORI DAN KOMPONEN DSS

Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System/DSS) memiliki beragam kategori yang dikembangkan untuk menyesuaikan kebutuhan pengambilan keputusan di berbagai bidang. Setiap kategori dirancang berdasarkan pendekatan, sumber daya utama, serta cara sistem bekerja dalam mendukung proses analisis. Dengan adanya pengelompokan ini, para pengambil keputusan dapat lebih mudah memahami peran DSS dan memilih jenis sistem yang paling tepat sesuai dengan karakteristik permasalahan yang dihadapi.

Kategori DSS umumnya dibedakan berdasarkan fokus utama sistem, seperti sistem yang menitikberatkan pada pengelolaan data, pemodelan matematis, pengetahuan, dokumen, hingga komunikasi. Misalnya, data-driven DSS lebih menekankan pada penyajian informasi dari basis data yang besar, sedangkan model-driven DSS berfokus pada pemanfaatan model analitis untuk menghasilkan alternatif solusi. Di sisi lain, knowledge-driven DSS memanfaatkan basis pengetahuan dan aturan tertentu untuk memberikan rekomendasi, sementara communication-driven DSS lebih menitikberatkan pada kolaborasi antar pengguna dalam proses pengambilan keputusan.

Dengan adanya kategori-kategori tersebut, DSS mampu memberikan fleksibilitas dalam penerapannya. Setiap kategori memiliki keunggulan tertentu yang dapat disesuaikan dengan konteks organisasi atau permasalahan spesifik yang dihadapi. Hal ini menunjukkan bahwa DSS tidak bersifat seragam, melainkan adaptif sesuai dengan kebutuhan pengguna, sehingga dapat memberikan hasil analisis yang lebih relevan, akurat, dan mendukung keputusan yang lebih baik. Gambar kategori DSS ditampilkan sebagai berikut.



Gambar 1.1. Kategori DSS

DSS dapat dikategorikan berdasarkan pendekatan dan sumber datanya:

- a) Data-Driven DSS
 - Fokus pada pengelolaan, analisis, dan visualisasi data.
 - Contoh: sistem analisis penjualan berdasarkan data transaksi.
- b) Model-Driven DSS
 - Berbasis pada model matematis, statistika, atau simulasi.
 - Contoh: model optimasi untuk perencanaan produksi.
- c) Knowledge-Driven DSS (atau Intelligent DSS)
 - Menggunakan basis pengetahuan, aturan, atau AI untuk memberikan rekomendasi.
 - Contoh: sistem pakar dalam diagnosa penyakit.
- d) Document-Driven DSS

- Mengelola, mengambil, dan menganalisis dokumen tidak terstruktur.
 - Contoh: sistem pencarian dokumen hukum.
- e) Communication-Driven dan Group DSS
- Mendukung kolaborasi dan komunikasi dalam pengambilan keputusan kelompok.
 - Contoh: sistem rapat virtual dengan fitur voting dan diskusi.

Sistem Pendukung Keputusan (Decision Support System/DSS) dibangun dari sejumlah komponen utama yang saling terintegrasi untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Komponen-komponen ini menjadi fondasi yang memastikan DSS dapat bekerja secara efektif dalam mengolah data, menjalankan model analisis, hingga menyajikan informasi yang mudah dipahami oleh pengguna. Dengan pemahaman terhadap komponen tersebut, pengambil keputusan dapat memaksimalkan fungsi DSS sesuai kebutuhan organisasi atau permasalahan yang dihadapi.

Secara umum, DSS terdiri dari beberapa elemen inti, yaitu basis data (database), basis model (model base), antarmuka pengguna (user interface), dan sering kali juga dilengkapi dengan basis pengetahuan (knowledge base). Basis data berfungsi sebagai tempat penyimpanan data internal maupun eksternal yang relevan dengan pengambilan keputusan. Basis model menyediakan berbagai metode analisis, baik matematis, statistika, maupun simulasi, yang digunakan untuk mengevaluasi alternatif. Antarmuka pengguna berperan penting sebagai penghubung antara sistem dan pengguna agar interaksi dapat berlangsung dengan mudah, sedangkan basis pengetahuan memperkaya analisis dengan aturan dan fakta yang mendukung rekomendasi sistem.

Keberadaan komponen-komponen ini menjadikan DSS sebagai sistem yang utuh dan adaptif. Setiap komponen memiliki peran spesifik namun tetap bekerja secara sinergis untuk memberikan informasi yang komprehensif. Melalui integrasi

antara data, model, pengetahuan, dan antarmuka, DSS tidak hanya membantu pengguna memahami permasalahan secara lebih baik, tetapi juga menyediakan alternatif keputusan yang lebih objektif, akurat, dan sesuai dengan tujuan organisasi. Komponen utama dalam arsitektur DSS:

- a) Database Management System (DBMS)
Menyediakan akses ke data internal dan eksternal.
Berisi data historis, data transaksi, maupun data real-time.
- b) Model-Based Management System (MBMS)
Berisi kumpulan model matematis, statistik, simulasi, atau algoritma MCDM (multi-criteria decision making).
Memungkinkan analisis “what-if” dan optimasi.
- c) Knowledge Base (Opsional)
Berisi aturan, heuristik, atau pengetahuan ahli untuk membantu pengambilan keputusan.
- d) User Interface (UI)
Media interaksi antara pengguna dan sistem.
Bisa berupa dashboard, grafik, laporan, atau aplikasi interaktif.
- e) Users (Pengguna DSS)
Manajer, analis, atau pengambil keputusan yang memanfaatkan DSS untuk mendukung keputusan strategis, taktis, maupun operasional.

Secara keseluruhan, DSS merupakan sistem yang dirancang untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan memanfaatkan data, model, pengetahuan, serta interaksi pengguna. DSS dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, seperti data-driven, model-driven, knowledge-driven, document-driven, dan communication/group DSS, yang masing-masing memiliki fokus berbeda sesuai kebutuhan analisis. Komponen utama DSS terdiri dari database, model-base, knowledge base, user interface, dan pengguna yang berperan sebagai pengambil keputusan. Dengan integrasi kategori dan komponen tersebut, DSS mampu memberikan dukungan yang efektif, baik dalam keputusan strategis, taktis, maupun operasional.

1.3. PENERAPAN DSS DI RUMAH SAKIT DAN KLINIK

Penerapan DSS di rumah sakit dan klinik memiliki peran yang sangat penting dalam meningkatkan kualitas layanan kesehatan. Sistem ini membantu tenaga medis dan manajemen dalam pengambilan keputusan yang lebih cepat, akurat, dan berbasis data. Dengan adanya DSS, proses analisis data pasien, rekam medis elektronik, serta riwayat pengobatan dapat dilakukan secara terstruktur sehingga mendukung dokter maupun perawat dalam menentukan diagnosa dan terapi yang tepat. Hal ini tentu berkontribusi pada peningkatan keselamatan pasien sekaligus efisiensi layanan. Selain dalam aspek klinis, DSS juga banyak digunakan pada manajemen operasional rumah sakit dan klinik. Misalnya dalam pengelolaan sumber daya manusia, penjadwalan dokter, serta manajemen ruang rawat inap dan peralatan medis. Dengan adanya sistem pendukung keputusan, pihak manajemen dapat mengatur distribusi tenaga medis dan peralatan secara optimal, sehingga mengurangi terjadinya keterlambatan layanan atau kekurangan fasilitas. Hal ini sangat penting terutama pada rumah sakit besar yang menangani pasien dalam jumlah banyak setiap harinya.

DSS juga dapat dimanfaatkan dalam pengelolaan keuangan rumah sakit dan klinik. Sistem ini mampu menganalisis data terkait biaya pengobatan, klaim asuransi kesehatan, serta penggunaan anggaran untuk kebutuhan medis maupun non-medis. Dengan adanya analisis tersebut, pihak manajemen dapat mengambil keputusan yang lebih tepat dalam hal efisiensi biaya tanpa mengurangi kualitas pelayanan. Selain itu, DSS dapat membantu dalam mendeteksi potensi fraud atau ketidaksesuaian klaim yang mungkin terjadi. Di bidang pelayanan pasien, DSS berperan dalam memberikan rekomendasi berbasis data terkait kebutuhan pasien. Misalnya, sistem dapat membantu menentukan jadwal kontrol, jenis obat yang sesuai, hingga memprediksi kemungkinan komplikasi yang mungkin muncul. Penerapan ini sangat membantu

pasien agar mendapatkan layanan yang lebih personal, cepat, dan sesuai dengan kondisi kesehatannya. Bahkan, beberapa klinik modern sudah mengintegrasikan DSS dengan teknologi kecerdasan buatan (AI) untuk mendukung diagnosa awal penyakit.

Secara keseluruhan, penerapan DSS di rumah sakit dan klinik tidak hanya memberikan manfaat pada peningkatan kualitas pengambilan keputusan, tetapi juga mendukung efisiensi manajemen dan transparansi layanan kesehatan. Dengan perkembangan teknologi informasi, DSS di bidang kesehatan terus berkembang menjadi lebih cerdas, interaktif, dan terintegrasi. Ke depan, DSS berpotensi menjadi salah satu komponen utama dalam menciptakan sistem layanan kesehatan yang lebih efektif, berkelanjutan, dan berorientasi pada kepuasan pasien.

1.4. TANTANGAN DAN HAMBATAN DALAM IMPLEMENTASI DSS KESEHATAN

Implementasi DSS dalam bidang kesehatan, baik di rumah sakit maupun klinik, membawa banyak manfaat, tetapi juga menghadapi berbagai tantangan dan hambatan yang perlu diperhatikan. Tantangan utama terletak pada kerumitan data kesehatan itu sendiri. Data pasien biasanya bersifat heterogen, mulai dari hasil laboratorium, rekam medis, citra radiologi, hingga data non-medis seperti administrasi dan asuransi. Mengintegrasikan data yang berbeda format dan sumber ke dalam satu sistem yang dapat mendukung pengambilan keputusan secara akurat menjadi pekerjaan yang tidak mudah. Selain itu, masalah keamanan dan kerahasiaan data pasien menjadi hambatan penting dalam penerapan DSS. Data kesehatan merupakan informasi yang sangat sensitif sehingga membutuhkan sistem keamanan tinggi untuk mencegah kebocoran atau penyalahgunaan data. Rumah sakit dan klinik harus memastikan bahwa sistem DSS yang digunakan telah memenuhi standar keamanan data kesehatan,

termasuk enkripsi, autentikasi berlapis, dan kepatuhan terhadap regulasi seperti HIPAA atau aturan lokal di masing-masing negara.

Tantangan berikutnya adalah kesiapan sumber daya manusia (SDM) dalam menggunakan DSS. Banyak tenaga medis, seperti dokter dan perawat, yang tidak terbiasa dengan teknologi informasi canggih. Hal ini dapat menyebabkan resistensi atau kesulitan dalam mengadopsi sistem baru. Oleh karena itu, dibutuhkan pelatihan intensif, pendampingan, serta antarmuka sistem yang mudah digunakan agar tenaga kesehatan tidak merasa terbebani dengan adanya DSS. Dari sisi manajemen, hambatan yang sering muncul adalah biaya implementasi dan pemeliharaan sistem DSS. Penerapan sistem ini membutuhkan investasi besar, baik dalam bentuk infrastruktur perangkat keras dan perangkat lunak maupun biaya perawatan jangka panjang. Bagi rumah sakit kecil atau klinik yang memiliki keterbatasan dana, hal ini bisa menjadi kendala besar dalam adopsi teknologi DSS.

Tantangan lain yang tidak kalah penting adalah akurasi dan reliabilitas sistem DSS. Keputusan medis sangat krusial karena menyangkut keselamatan pasien. Jika sistem memberikan rekomendasi yang kurang tepat akibat keterbatasan algoritma atau kualitas data yang rendah, maka keputusan yang diambil bisa berisiko tinggi. Oleh sebab itu, DSS harus selalu diuji, diperbarui, dan divalidasi secara berkala agar mampu memberikan hasil yang sesuai dengan standar medis. Sebagian tenaga medis mungkin merasa bahwa keahlian dan pengalaman mereka lebih dapat diandalkan daripada sistem komputer. Hal ini bisa menimbulkan konflik antara penggunaan DSS dan kepercayaan terhadap intuisi profesional, sehingga perlu adanya pendekatan manajemen perubahan untuk meningkatkan penerimaan sistem. Terakhir, adanya perbedaan regulasi dan standar kesehatan di tiap negara juga menjadi hambatan dalam implementasi DSS.

BAB II

PENGAMBILAN KEPUTUSAN MULTI-KRITERIA (MADM)

Pengambilan Keputusan Multi-Kriteria (MADM) adalah suatu pendekatan dalam sistem pendukung keputusan yang digunakan untuk memilih alternatif terbaik dari sejumlah pilihan dengan mempertimbangkan berbagai kriteria secara simultan. Metode ini muncul karena dalam praktiknya, pengambilan keputusan jarang hanya bergantung pada satu faktor, melainkan melibatkan banyak aspek yang saling berhubungan dan kadang saling bertentangan. MADM memungkinkan pengambil keputusan untuk menilai, membandingkan, serta memberi bobot pada setiap kriteria sehingga hasil yang diperoleh lebih objektif, terukur, dan rasional. Pendekatan ini banyak diaplikasikan di berbagai bidang, seperti manajemen, kesehatan, industri, hingga pendidikan, karena kemampuannya dalam memberikan solusi yang komprehensif untuk masalah yang kompleks.

2.1. KONSEP MADM

Multi Attribute Decision Making atau sering dikenal dengan MADM merupakan metode pengambilan keputusan untuk menetapkan alternatif terbaik dari beberapa alternatif yang ada berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Inti dari model MADM yaitu dengan menentukan nilai bobot dari setiap atribut yang ada, selanjutnya dilakukan proses perankingan untuk memilih alternatif yang sudah ditetapkan. Kelebihan metode MADM cukup efisien dalam penyelesaian masalah-masalah pengambilan keputusan yang melibatkan data-data tidak tepat, tidak pasti, serta tidak jelas. MADM merupakan sebuah metode pengambilan keputusan dengan memiliki banyak kriteria, serta menggunakan penilaian subjektif untuk mengatasi masalah pemilihan (Kusumadewi et al., 2006).

MADM mampu memecahkan permasalahan yang mempunyai asumsi beberapa alternatif keputusan yang telah ditentukan sebelumnya. Ciri dari MADM yaitu setiap alternatif yang ada akan dikaitkan dengan nilai atribut yang sesuai dengan kriteria yang ada. Hasil dari pemilihan alternatif merupakan perbandingan dari alternatif yang ada berdasarkan kriteria dan nilai atribut yang didapatkan dari masing-masing alternatif. Metode MADM memiliki metode penyelesaian yang bermacam-macam, tapi sebagian besar memiliki properti umum, yakni alternatif dan atribut (kriteria). Alternatif merepresentasikan pilihan aksi atau keputusan yang disediakan untuk pembuat keputusan. Sedangkan kriteria/atribut merepresentasikan sudut pandang penilaian alternatif.

MADM memiliki fitur umum dalam proses penentuan alternatif yang ada, berikut ini merupakan fitur umum yang ada dalam metode MADM.

- a) Alternatif, merupakan objek-objek yang berbeda dan memiliki kesempatan yang sama untuk dipilih oleh pembuat keputusan. Contoh $A = \{a_i | i = 1, \dots, n\}$ merupakan himpunan alternatif-alternatif keputusan yang ada.
- b) Atribut, merupakan kriteria keputusan. Untuk setiap atribut tidak memiliki ketergantungan dengan atribut yang lainnya. Tetapi tidak menutup kemungkinan terhadap sub kriteria yang berhubungan dengan kriteria yang lain.
- c) Konflik antar kriteria, biasanya beberapa kriteria yang ada akan mempunyai konflik dengan kriteria yang lainnya. Contoh kriteria keuntungan / *benefit* dengan kriteria biaya / *cost*.
- d) Bobot keputusan, menunjukkan tingkat kepentingan dari masing-masing kriteria. Setiap nilai bobot akan menunjukkan tingkat kepentingan dari atribut yang ada, ilustrasi dengan W :

$$A = \{w_1, w_2, w_3, \dots, w_n\} \quad (2.1)$$

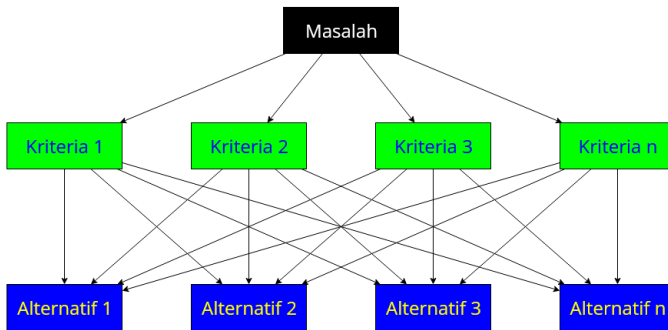
- e) Matrik keputusan, merupakan sebuah matrik X yang berukuran $m \times n$, yang berisi elemen x . Matrik keputusan

setiap alternatif terhadap setiap atribut X , diberikan berikut ini.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

Permasalahan dalam MADM selalu akan diakhiri menggunakan proses perangkingan untuk mendapatkan alternatif terbaik yang didapat dari keseluruhan atau akumulasi nilai preferensi yang ada. Secara umum akan mendapatkan sebuah solusi ideal yang akan memaksimalkan seluruh kriteria *benefit* atau keuntungan, serta meminimalkan seluruh kriteria *cost* atau biaya.

Berikut ini merupakan gambar ilustrasi untuk mendapatkan solusi ideal.



Gambar 2.1. Ilustrasi Solusi Ideal

Gambar diatas merupakan teknik yang digunakan dalam penyelesaian masalah yang ada dengan mencari solusi ideal, teknik diatas menggunakan metode *Simple Additive Weighting Method* atau sering dikenal dengan metode SAW.

2.2. PROSES UMUM DALAM MADM

Proses umum dalam MADM merupakan tahapan sistematis yang digunakan untuk menyelesaikan masalah pengambilan keputusan yang melibatkan banyak kriteria. Tujuan utama dari proses ini adalah untuk membantu pengambil keputusan memilih alternatif terbaik dari sekumpulan pilihan dengan

mempertimbangkan berbagai faktor yang relevan. Dengan adanya struktur yang jelas, MADM dapat mengurangi subjektivitas dan meningkatkan rasionalitas dalam penentuan keputusan.

Tahap pertama dalam proses MADM adalah identifikasi masalah dan penentuan tujuan. Pada tahap ini, permasalahan yang dihadapi harus didefinisikan secara jelas, termasuk tujuan yang ingin dicapai melalui proses pengambilan keputusan. Misalnya, dalam pemilihan supplier, tujuan yang ditetapkan bisa berupa menemukan supplier dengan kualitas terbaik, harga kompetitif, serta waktu pengiriman yang tepat.

Tahap kedua adalah penentuan kriteria pengambilan keputusan. Kriteria berfungsi sebagai dasar dalam mengevaluasi alternatif yang ada. Kriteria ini dapat berupa aspek kuantitatif seperti biaya, waktu, dan kualitas, maupun aspek kualitatif seperti kepuasan pelanggan atau reputasi. Pemilihan kriteria harus relevan dengan tujuan yang telah ditentukan pada tahap sebelumnya agar hasil analisis lebih bermakna.

Tahap ketiga adalah penentuan bobot kriteria. Bobot diberikan untuk menunjukkan tingkat kepentingan relatif masing-masing kriteria. Dalam MADM, bobot dapat ditentukan secara subjektif berdasarkan pendapat ahli atau secara objektif menggunakan metode tertentu, misalnya metode Entropy atau CRITIC. Pemberian bobot ini sangat penting karena akan memengaruhi hasil akhir dari pemilihan alternatif.

Tahap keempat adalah penyusunan matriks keputusan. Matriks ini berisi data penilaian terhadap setiap alternatif berdasarkan masing-masing kriteria. Nilai dalam matriks bisa berupa data nyata, skala penilaian, atau hasil perhitungan tertentu. Matriks keputusan menjadi dasar utama dalam proses perhitungan dan analisis dengan metode MADM yang dipilih.

Tahap kelima adalah normalisasi matriks keputusan. Karena setiap kriteria bisa memiliki satuan atau skala yang berbeda, maka diperlukan normalisasi agar semua kriteria dapat dibandingkan secara seimbang. Proses normalisasi ini menyesuaikan nilai dalam

matriks agar berada dalam skala yang sama, biasanya antara 0 hingga 1. Dengan demikian, perbandingan antar kriteria menjadi lebih adil dan konsisten.

Tahap terakhir adalah pengolahan data untuk memperoleh peringkat alternatif. Pada tahap ini, metode MADM yang dipilih, seperti SAW, TOPSIS, atau MOORA, diaplikasikan untuk menghasilkan skor bagi masing-masing alternatif. Alternatif dengan skor tertinggi dianggap sebagai pilihan terbaik sesuai dengan tujuan pengambilan keputusan. Hasil ini kemudian dievaluasi kembali oleh pengambil keputusan untuk memastikan kesesuaiannya dengan kondisi nyata sebelum keputusan akhir diambil.

2.3. CONTOH KASUS SEDERHANA DALAM KONTEKS KESEHATAN

Dalam konteks kesehatan, contoh kasus sederhana penerapan MADM dapat dilihat pada pemilihan obat terbaik untuk pasien dengan penyakit tertentu. Seorang dokter sering kali dihadapkan pada beberapa pilihan obat yang dapat digunakan untuk mengobati kondisi pasien. Namun, setiap obat memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda, sehingga keputusan tidak bisa hanya didasarkan pada satu kriteria saja, misalnya harga, tetapi harus mempertimbangkan berbagai faktor sekaligus.

Misalnya, seorang pasien menderita hipertensi dan dokter memiliki tiga pilihan obat berbeda. Kriteria yang digunakan untuk memilih obat terbaik bisa meliputi efektivitas obat, tingkat efek samping, harga obat, serta ketersediaan obat di apotek. Keempat kriteria tersebut sama-sama penting, tetapi bobot kepentingannya mungkin berbeda, misalnya efektivitas dianggap lebih penting daripada harga.

Tahap berikutnya adalah menyusun matriks keputusan berdasarkan penilaian dokter atau data klinis. Misalnya, obat A memiliki efektivitas tinggi tetapi harga mahal, obat B memiliki

harga terjangkau tetapi efek samping cukup tinggi, sedangkan obat C memiliki efektivitas sedang dengan efek samping rendah dan harga menengah. Data ini kemudian dimasukkan ke dalam tabel untuk memudahkan perbandingan antar alternatif.

Agar perbandingan lebih objektif, dilakukan proses normalisasi terhadap data. Hal ini karena setiap kriteria memiliki skala yang berbeda, misalnya harga diukur dengan rupiah, efektivitas dengan persentase, dan efek samping dengan skala penilaian. Setelah normalisasi, semua nilai berada pada skala yang sama, sehingga memudahkan penghitungan selanjutnya.

Selanjutnya, bobot diberikan kepada setiap kriteria berdasarkan tingkat kepentingannya. Misalnya, efektivitas obat diberi bobot 0,4, efek samping 0,3, harga 0,2, dan ketersediaan 0,1. Setelah bobot ditentukan, masing-masing nilai alternatif pada matriks keputusan dikalikan dengan bobot kriteria, lalu dijumlahkan untuk mendapatkan skor total setiap obat.

Dari hasil perhitungan, misalnya diperoleh bahwa obat C memiliki skor tertinggi dibandingkan obat A dan B. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun efektivitasnya tidak setinggi obat A, kombinasi antara efek samping rendah, harga terjangkau, dan ketersediaan yang baik membuat obat C menjadi pilihan terbaik secara keseluruhan.

Kasus sederhana ini menggambarkan bagaimana MADM membantu tenaga medis dalam mengambil keputusan yang lebih sistematis dan rasional. Dengan mempertimbangkan banyak kriteria sekaligus, keputusan yang diambil tidak hanya mengutamakan satu aspek, melainkan melihat kondisi pasien secara menyeluruh. Hal ini membuat rekomendasi pengobatan lebih adil, efektif, dan sesuai dengan kebutuhan pasien.

2.4. KEUNGGULAN MADM DALAM SEKTOR MEDIS

MADM memiliki peran penting dalam sektor medis karena mampu membantu proses pengambilan keputusan yang kompleks dan melibatkan banyak faktor. Dalam dunia kesehatan, keputusan

jarang bisa dibuat hanya dengan mempertimbangkan satu aspek saja. Misalnya, pemilihan terapi atau obat tidak hanya bergantung pada efektivitasnya, tetapi juga harus memperhitungkan risiko efek samping, biaya, ketersediaan, serta kondisi khusus pasien. Dengan kerangka analisis MADM, seluruh aspek tersebut dapat dipertimbangkan secara sistematis untuk menghasilkan keputusan yang lebih akurat dan menyeluruh.

Keunggulan lain dari penerapan MADM di bidang kesehatan adalah kemampuannya dalam meningkatkan objektivitas. Sering kali keputusan medis dipengaruhi oleh subjektivitas tenaga medis atau preferensi pasien yang belum tentu optimal. Melalui penggunaan metode MADM, setiap kriteria diberikan bobot sesuai tingkat kepentingannya, sehingga keputusan yang dihasilkan lebih rasional, terukur, dan minim bias. Hal ini sangat penting dalam memastikan bahwa pilihan yang diambil benar-benar didasarkan pada data dan analisis, bukan sekadar pertimbangan intuitif.

Selain itu, MADM mampu mendukung layanan kesehatan yang lebih personal. Setiap pasien memiliki kondisi yang unik, sehingga solusi medis tidak bisa disamaratakan. Dengan MADM, tenaga medis dapat menyusun rekomendasi pengobatan yang disesuaikan dengan kebutuhan individu pasien, baik dari sisi medis maupun non-medis seperti keterjangkauan biaya atau kenyamanan terapi. Pendekatan ini tidak hanya meningkatkan efektivitas perawatan, tetapi juga kepuasan pasien terhadap layanan kesehatan yang diterimanya.

Terakhir, penerapan MADM juga memberikan kontribusi besar terhadap efisiensi manajemen rumah sakit dan klinik. Dalam situasi keterbatasan sumber daya, baik tenaga medis, fasilitas, maupun anggaran, MADM membantu pihak manajemen menentukan prioritas secara lebih tepat. Misalnya, dalam penentuan alokasi ruang rawat, jadwal operasi, atau investasi peralatan medis. Dengan demikian, MADM tidak hanya meningkatkan kualitas keputusan klinis, tetapi juga mendukung

keberlanjutan dan kinerja strategis institusi kesehatan secara keseluruhan.

- a) Pendekatan sistematis dalam pengambilan keputusan
MADM memungkinkan tenaga medis dan manajemen kesehatan untuk mengambil keputusan dengan cara yang terstruktur dan sistematis. Setiap alternatif pengobatan atau tindakan medis dapat dianalisis berdasarkan sejumlah kriteria penting, sehingga keputusan yang dihasilkan tidak hanya berdasarkan intuisi atau pengalaman semata, tetapi juga pada perhitungan yang lebih objektif.
- b) Mempertimbangkan banyak kriteria sekaligus
Sektor medis sangat kompleks karena keputusan sering melibatkan berbagai faktor, seperti efektivitas pengobatan, risiko efek samping, biaya, hingga kenyamanan pasien. Keunggulan MADM adalah kemampuannya untuk mengintegrasikan semua faktor tersebut ke dalam satu kerangka analisis, sehingga dapat menghasilkan keputusan yang lebih komprehensif.
- c) Meningkatkan objektivitas dalam penentuan pilihan
Dalam praktik kesehatan, sering muncul perbedaan pendapat antara dokter, pasien, maupun pihak manajemen rumah sakit. Dengan menggunakan MADM, bobot kriteria dapat ditentukan secara rasional sehingga hasil keputusan lebih objektif dan tidak terlalu dipengaruhi oleh bias individu.
- d) Mendukung personalisasi layanan kesehatan
MADM dapat digunakan untuk menyesuaikan pengambilan keputusan berdasarkan kondisi pasien secara individual. Misalnya, pemilihan terapi terbaik untuk pasien diabetes tidak hanya mempertimbangkan efektivitas obat, tetapi juga kondisi keuangan pasien, riwayat penyakit lain, dan preferensi pribadi. Hal ini membantu mewujudkan layanan kesehatan yang lebih personal.
- e) Efisiensi dalam penggunaan sumber daya medis

Rumah sakit dan klinik sering dihadapkan pada keterbatasan sumber daya, baik dalam hal tenaga medis, fasilitas, maupun anggaran. MADM membantu pihak manajemen untuk memprioritaskan keputusan, misalnya dalam penjadwalan operasi, alokasi ruang rawat, atau pembelian alat kesehatan, sehingga pemanfaatan sumber daya menjadi lebih efektif.

- f) Meningkatkan kualitas pengambilan keputusan strategis
Selain untuk keputusan klinis, MADM juga sangat bermanfaat dalam mendukung manajemen strategis rumah sakit, seperti pemilihan teknologi medis terbaru, kerjasama dengan pemasok obat, atau perencanaan investasi jangka panjang. Dengan mempertimbangkan banyak aspek, keputusan yang diambil lebih tepat sasaran.
- g) Mendukung transparansi dan akuntabilitas
Hasil pengambilan keputusan dengan MADM dapat dijelaskan secara logis melalui langkah-langkah analisis yang jelas. Hal ini sangat penting dalam dunia medis yang membutuhkan transparansi tinggi, terutama ketika keputusan menyangkut keselamatan pasien. Dengan demikian, MADM memperkuat kepercayaan antara tenaga medis, pasien, dan pihak manajemen.

BAB III

TEKNIK-TEKNIK MADM UNTUK KEPUTUSAN MEDIS

Pengambilan keputusan dalam bidang medis sering kali melibatkan berbagai kriteria yang kompleks, seperti efektivitas pengobatan, risiko pasien, biaya, ketersediaan sumber daya, hingga preferensi individu. Untuk menghadapi kompleksitas tersebut, MADM hadir sebagai pendekatan sistematis yang memungkinkan penilaian alternatif secara objektif dan terukur berdasarkan banyak kriteria. Melalui berbagai teknik seperti SAW, TOPSIS, MADM dapat membantu tenaga medis, manajer rumah sakit, maupun pembuat kebijakan dalam menentukan pilihan terbaik secara lebih cepat, tepat, dan berbasis data. Dengan demikian, integrasi MADM dalam keputusan medis tidak hanya meningkatkan efisiensi, tetapi juga mendukung pelayanan kesehatan yang lebih berkualitas, transparan, dan berorientasi pada pasien.

3.1. SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING (SAW)

Metode *Simple Additive Weighting* atau sering dikenal dengan nama Metode SAW merupakan sebuah dengan *Multi Attribute Decision Making* (MADM) atau dengan kata lain pengambilan keputusan dengan melakukan seleksi alternatif yang ada berdasarkan kriteria tertentu yang digunakan. Metode SAW ini merupakan sebuah metode dengan penjumlahan terbobot yaitu mencari penjumlahan terbobot dari masing-masing alternatif yang ada dalam semua kriteria yang digunakan. Hasil akhir dari penjumlahan terbobot merupakan hasil perkalian antara alternatif yang dibandingkan dari kriteria dan bobot yang ada. Rating dalam setiap kriteria yang digunakan harus melewati proses normalisasi terlebih dahulu.

Metode SAW diperkenalkan pertama kali oleh Fishburn dan MacCrimmon untuk digunakan sebagai salah satu metode dalam memecahkan masalah multikriteria (Fishburn, 1967; MacCrimmon, 1968). Konsep dari metode SAW yaitu mencari penjumlahan terbobot dari sebuah rating kinerja sistem pendukung keputusan dari setiap alternatif pada semua atribut yang ada dalam penggunaan sistem pendukung keputusan. SAW membutuhkan sebuah proses normalisasi matrik keputusan kedalam bentuk sebuah skala yang dapat dibandingkan dari semua alternatif yang digunakan. Metode ini mewajibkan pembuat keputusan menentukan bobot dari setiap atribut yang ada, sehingga skor total dari alternatif yang didapat dengan menjumlahkan dari hasil perkalian dari seluruh atribut atau kriteria.

Kelebihan dari metode SAW ini dapat memberikan sebuah kemampuan dari metode ini sendiri, karena telah melakukan sebuah perhitungan secara tepat dari nilai preferensi dan kriteria yang telah digunakan pada awal metode ini digunakan. Hasil perbandingan metode ini membuktikan bahwa penilaian yang telah dilakukan lebih akurat karena telah menggunakan nilai kriteria serta bobot yang telah ditetapkan di awal, sehingga menghasilkan alternatif pilihan yang terbaik dari beberapa alternatif pilihan yang ada.

Metode SAW ini mengenalkan dua jenis atribut yang digunakan, atribut yang pertama yaitu *benefit* atau keuntungan, dan atribut yang kedua yaitu *cost* atau biaya. Perbedaan dari dua jenis atribut ini yaitu untuk atribut *benefit* maka yang akan dipilih adalah nilai terbesar, dan untuk atribut *cost* yang akan dipilih adalah nilai terkecil.

Tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode SAW antara lain:

1. Tahap Analisa

Tahapan pertama metode SAW yaitu melakukan analisa kriteria dan bobot yang akan dijadikan sebagai parameter penilaian dalam metode SAW ini. Selanjutnya

membuat tabel keputusan dari seluruh penilaian alternatif terhadap semua kriteria yang ada.

2. Tahap Normalisasi

Tahapan kedua metode SAW yaitu melakukan normalisasi dari tabel keputusan yang telah dibuat sehingga akan menghasilkan matrik normalisasi, formula dalam melakukan normalisasi seperti pada persamaan berikut ini.

$$r_{ij} \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut benefit} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut cost} \end{cases} \quad (1)$$

3. Tahap Perangkingan

Tahapan ketiga metode SAW yaitu melakukan perhitungan hasil akhir dari perkalian antara matrik ternormalisasi dengan bobot vektor sehingga akan didapatkan nilai akhir untuk perangkingan. Formula perhitungan seperti persamaan berikut ini.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij} \quad (2)$$

Contoh kasus yang akan kita selesaikan yaitu pemilihan perawat yang akan menjadi alternatif pilihan terbaik dari kinerjanya dalam rumah sakit.

Berdasarkan kasus diatas ada langkah penyelesaian menggunakan metode SAW yaitu sebagai berikut.

1. Tahap Analisa

Tahapan pertama akan membuat analisa dari analisa kriteria dan bobot yang akan dijadikan sebagai parameter penilaian dalam metode SAW ini. Pertama menentukan kriteria dan bobot kriteria yang digunakan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.1. Kriteria

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Bobot Kriteria	Jenis Kriteria
---------------	---------------	----------------	----------------

K-01	Jumlah Kesalahan Medis	25	<i>Cost</i>
K-02	Keterampilan Klinis	30	<i>Benefit</i>
K-03	Empati dan Komunikasi	10	<i>Benefit</i>
K-04	Kedisiplinan	15	<i>Benefit</i>
K-05	Kerja Sama Tim	20	<i>Benefit</i>

Proses selanjutnya membuat tabel keputusan yang digunakan seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.2. Tabel Keputusan

Alternatif	Kriteria				
	K-01	K-02	K-03	K-04	K-05
Tini	5	4	2	3	5
Santi	5	3	3	4	4
Indah	3	4	4	2	4
Lusi	3	3	4	4	2
Tina	5	3	4	4	4
Min/Max	3	4	4	4	5

2. Tahap Normalisasi

Tahapan selanjutnya kita akan melakukan normalisasi berdasarkan tabel keputusan dengan menggunakan formula (1) berikut ini.

$$r_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max x_{ij}} & ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut benefit} \\ \frac{\min x_{ij}}{x_{ij}} & ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut cost} \end{cases}$$

Untuk kriteria harga karena merupakan atribut *cost* maka akan menggunakan rumus yaitu:

$$r_{1,1} = \frac{\min x}{x_{1,1}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{1,2} = \frac{\min x}{x_{1,2}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

$$r_{1,3} = \frac{\min x}{x_{1,3}} = \frac{3}{3} = 1$$

$$r_{1,4} = \frac{\min x}{x_{1,4}} = \frac{3}{3} = 1$$

$$r_{1,5} = \frac{\min x}{x_{1,5}} = \frac{3}{5} = 0,6$$

Untuk kriteria Keterampilan Klinis karena merupakan atribut *benefit* maka akan menggunakan rumus yaitu:

$$r_{2,1} = \frac{x_{2,1}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{2,2} = \frac{x_{2,2}}{\max x} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{2,3} = \frac{x_{2,3}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{2,4} = \frac{x_{2,4}}{\max x} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{2,5} = \frac{x_{2,5}}{\max x} = \frac{3}{4} = 0,75$$

Untuk kriteria Empati dan Komunikasi karena merupakan atribut *benefit* maka akan menggunakan rumus yaitu:

$$r_{3,1} = \frac{x_{3,1}}{\max x} = \frac{2}{4} = 0,5$$

$$r_{3,2} = \frac{x_{3,2}}{\max x} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{3,3} = \frac{x_{3,3}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{3,4} = \frac{x_{3,4}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{3,5} = \frac{x_{3,5}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

Untuk kriteria biaya Kedisiplinan karena merupakan atribut *benefit* maka akan menggunakan rumus yaitu:

$$r_{4,1} = \frac{x_{4,1}}{\max x} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$r_{4,2} = \frac{x_{4,2}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{4,3} = \frac{x_{4,3}}{\max x} = \frac{2}{4} = 0,5$$

$$r_{4,4} = \frac{x_{4,4}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

$$r_{4,5} = \frac{x_{4,5}}{\max x} = \frac{4}{4} = 1$$

Untuk kriteria Kerja Sama Tim karena merupakan atribut *benefit* maka akan menggunakan rumus yaitu:

$$r_{5,1} = \frac{x_{5,1}}{\max x} = \frac{5}{5} = 1$$

$$r_{5,2} = \frac{x_{5,2}}{\max x} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{5,3} = \frac{x_{5,3}}{\max x} = \frac{4}{5} = 0,8$$

$$r_{5,4} = \frac{x_{5,4}}{\max x} = \frac{2}{5} = 0,4$$

$$r_{5,5} = \frac{x_{5,5}}{\max x} = \frac{4}{5} = 0,8$$

3. Tahap Perangkingan

Tahapan selanjutnya kita akan melakukan perhitungan hasil akhir dari perkalian antara matrik ternormalisasi dengan bobot vektor sehingga akan didapatkan nilai akhir untuk perangkingan. Formula perhitungan seperti persamaan (2) berikut ini.

$$V_i = \sum_{j=1}^n w_j \cdot r_{ij}$$

Untuk hasil perhitungan nilai akhir alternatif 1 yaitu Tini adalah

$$V_1 = (w_1 \cdot r_{1,1}) + (w_2 \cdot r_{2,1}) + (w_3 \cdot r_{3,1}) + (w_4 \cdot r_{4,1}) \\ + (w_5 \cdot r_{5,1})$$

$$V_1 = (0,25 \cdot 0,6) + (0,3 \cdot 1) + (0,1 \cdot 0,5) + (0,15 \cdot 0,75) \\ + (0,2 \cdot 1)$$

$$V_1 = 0,15 + 0,3 + 0,05 + 0,1125 + 0,2 = 0,8125$$

Untuk hasil perhitungan nilai akhir alternatif 2 yaitu Santi adalah

$$V_2 = (w_1 \cdot r_{1,2}) + (w_2 \cdot r_{2,2}) + (w_3 \cdot r_{3,2}) + (w_4 \cdot r_{4,2}) \\ + (w_5 \cdot r_{5,2})$$

$$V_2 = (0,25 \cdot 0,6) + (0,3 \cdot 0,75) + (0,1 \cdot 0,75) + (0,15 \cdot 1) \\ + (0,2 \cdot 0,8)$$

$$V_2 = 0,15 + 0,225 + 0,075 + 0,15 + 0,16 = 0,76$$

Untuk hasil perhitungan nilai akhir alternatif 3 yaitu Indah adalah

$$V_3 = (w_1 \cdot r_{1,3}) + (w_2 \cdot r_{2,3}) + (w_3 \cdot r_{3,3}) + (w_4 \cdot r_{4,3}) \\ + (w_5 \cdot r_{5,3})$$

$$V_3 = (0,25 \cdot 1) + (0,3 \cdot 1) + (0,1 \cdot 1) + (0,15 \cdot 0,5) \\ + (0,2 \cdot 0,8)$$

$$V_3 = 0,25 + 0,3 + 0,1 + 0,075 + 0,16 = 0,885$$

Untuk hasil perhitungan nilai akhir alternatif 4 yaitu Lusi adalah

$$V_4 = (w_1 \cdot r_{1,4}) + (w_2 \cdot r_{2,4}) + (w_3 \cdot r_{3,4}) + (w_4 \cdot r_{4,4}) \\ + (w_5 \cdot r_{5,4})$$

$$V_4 = (0,25 \cdot 1) + (0,3 \cdot 0,75) + (0,1 \cdot 1) + (0,15 \cdot 1) \\ + (0,2 \cdot 0,4)$$

$$V_4 = 0,25 + 0,225 + 0,1 + 0,15 + 0,18 = 0,805$$

Untuk hasil perhitungan nilai akhir alternatif 5 yaitu Tina adalah

$$V_5 = (w_1 \cdot r_{1,5}) + (w_2 \cdot r_{2,5}) + (w_3 \cdot r_{3,5}) + (w_4 \cdot r_{4,5}) \\ + (w_5 \cdot r_{5,5})$$

$$V_5 = (0,25 \cdot 0,6) + (0,3 \cdot 0,75) + (0,1 \cdot 1) + (0,15 \cdot 1) \\ + (0,2 \cdot 0,8)$$

$$V_5 = 0,15 + 0,225 + 0,1 + 0,15 + 0,16 = 0,785$$

Berikut ini hasil perankingan pemilihan kartu perdana telpon selular.

Tabel 3.3. Hasil Perankingan

Nama Perawat	Total Nilai	Rangking
Indah	0,885	1
Tini	0,8125	2
Lusi	0,805	3
Tina	0,785	4
Santi	0,76	5

Berdasarkan pemilihan perawat terbaik menggunakan metode SAW merekomendasikan yaitu **Indah**.

3.2. TECHNIQUE FOR ORDER PREFERENCE BY SIMILARITY TO IDEAL SOLUTION (TOPSIS)

Metode Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) merupakan salah satu metode pengambilan keputusan multikriteria yang banyak digunakan untuk menyelesaikan permasalahan dalam pemilihan alternatif terbaik. Konsep dasar TOPSIS adalah menentukan alternatif yang memiliki jarak terdekat dengan solusi ideal positif dan jarak terjauh dari solusi ideal negatif. Solusi ideal positif merepresentasikan nilai

terbaik dari setiap kriteria, sedangkan solusi ideal negatif menunjukkan nilai terburuk dari kriteria tersebut. Dengan demikian, metode ini tidak hanya memperhitungkan kedekatan terhadap kondisi optimal, tetapi juga mempertimbangkan sejauh mana alternatif menjauhi kondisi yang paling tidak diinginkan.

Keunggulan TOPSIS terletak pada kesederhanaannya, kejelasan konsep, serta kemampuannya menangani berbagai tipe kriteria, baik bersifat benefit maupun cost. Proses perhitungan dalam metode ini meliputi normalisasi data, pembobotan matriks keputusan, penentuan solusi ideal positif dan negatif, hingga perhitungan jarak Euclidean untuk menentukan tingkat kedekatan relatif setiap alternatif terhadap solusi ideal. Dengan hasil akhir berupa peringkat alternatif, metode TOPSIS banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti pemilihan karyawan, evaluasi kinerja, pemilihan supplier, hingga bidang kesehatan, karena mampu memberikan keputusan yang objektif, rasional, dan mudah dipahami.

Tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode TOPSIS antara lain:

1. Menentukan Kriteria Dan Sifat

Tahapan pertama menentukan kriteria-kriteria yang akan dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan, yaitu Ci dan sifat dari masing-masing kriteria.

2. Menentukan Rating Kecocokan

Tahapan kedua membuat rating kecocokan dari alternatif untuk setiap kriteria

3. Membuat Matrik Keputusan Yang Ternormalisasi

Tahapan ketiga membuat rating kinerja setiap alternatif pada setiap kriteria yang ternormalisasi dengan menggunakan rumus, yaitu:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (3)$$

4. Perkalian Antara Bobot Dengan Nilai Setiap Atribut

Tahapan keempat melakukan perkalian ini untuk membentuk matriks Y, dapat ditentukan berdasarkan ranking bobot ternormalisasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Y_{ij} = w_i r_{ij} \quad (4)$$

5. Menentukan Matriks Solusi Ideal Positif Dan Matriks Solusi Ideal Negative

Tahapan kelima menentukan matriks solusi ideal positif dan matriks solusi ideal negatif dengan rumus sebagai berikut.

$$y_j^+ = \begin{cases} \max_i y_{ij} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut benefit} \\ \min_i y_{ij} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut cost} \end{cases} \quad (5)$$

$$y_j^- = \begin{cases} \min_i y_{ij} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut benefit} \\ \max_i y_{ij} ; \text{jika } j \text{ merupakan atribut cost} \end{cases} \quad (6)$$

6. Menentukan Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif Dengan Matriks Solusi Ideal Positif Dan Negative

Tahapan keenam menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dengan rumus sebagai berikut

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_i^+ - y_{ij})^2} \quad (7)$$

Menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal negatif dengan rumus sebagai berikut

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - y_i^-)^2} \quad (8)$$

7. Menentukan Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif

Tahapan ketujuh menentukan nilai preferensi untuk setiap alternatif diberikan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$V_i = \frac{D_i^-}{D_i^- + D_i^+} \quad (9)$$

Contoh kasus yang akan kita selesaikan yaitu pemilihan dokter yang mempunyai kriteria antara lain Kompetensi Medis (B1), Pengalaman Kerja (B2), Komunikasi (B3), dan Waktu Penanganan Pasien (B4). Bobot kepentingan dari masing-masing kriteria yaitu Kompetensi Medis (3), Pengalaman Kerja (4), Komunikasi (2), dan Waktu Penanganan Pasien (5). Berikut ini adalah tabel penilaian dokter berdasarkan kriteria

Kriteria	Keterangan	Nilai
Kompetensi Medis	Baik	0,9
	Cukup	0,7
	Kurang	0,5
Pengalaman Kerja	Lama	0,9
	Sedang	0,7
	Baru	0,5
Komunikasi	Baik	0,9
	Cukup	0,6
	Kurang	0,4
Waktu Penanganan Pasien	Kurang	0,9
	Cukup	0,7
	Baik	0,5

Data alternatif dokter yang akan dipilih dapat dilihat pada tabel berikut ini

	B1	B2	B3	B4
Dokter A	0,9	0,7	0,9	0,9

Dokter B	0,9	0,9	0,9	0,7
Dokter C	0,7	0,7	0,6	0,7
Dokter D	0,5	0,7	0,9	0,5

Uraikan Langkah penyelesaian pemilihan dokter menggunakan metode TOPSIS.

Penyelesaian Masalah:

Berikut ini langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode TOPSIS.

1. Menentukan Kriteria Dan Sifat

Langkah pertama menentukan kriteria dan sifat dari kriteria yang digunakan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Kriteria	Bobot	Sifat
Kompetensi Medis	3	Benefit
Pengalaman Kerja	4	Benefit
Komunikasi	2	Benefit
Waktu Penanganan Pasien	5	Cost

2. Menentukan Rating Kecocokan

Langkah selanjutnya membuat rating kecocokan dengan melakukan konversi terlebih dahulu dari data penilaian dokter.

	B1	B2	B3	B4
Dokter A	Baik	Cukup	Baik	Kurang

Dokter B	Baik	Baik	Baik	Baik
Dokter C	Cukup	Cukup	Cukup	Baik
Dokter D	Kurang	Cukup	Baik	Cukup

3. Membuat Matrik Keputusan Yang Ternormalisasi

Langkah selanjutnya membuat matrik ternormalisasi berdasarkan rating kecocokan yang ada, dengan menggunakan rumus (3).

Untuk kriteria Kompetensi Medis:

$$r_{11} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,9}{1,53622915} = 0,5859$$

$$r_{21} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,9}{1,53622915} = 0,5859$$

$$r_{31} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,7}{1,53622915} = 0,4557$$

$$r_{41} = \frac{0,5}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,5}{1,53622915} = 0,3255$$

Untuk kriteria Pengalaman Kerja:

$$r_{21} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,7^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2)}} = \frac{0,7}{1,509966887} = 0,4636$$

$$r_{22} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,7^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2)}} = \frac{0,9}{1,509966887} = 0,5960$$

$$r_{23} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,7^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2)}} = \frac{0,7}{1,509966887} \\ = 0,4636$$

$$r_{24} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,7^2) + (0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2)}} = \frac{0,7}{1,509966887} \\ = 0,4636$$

Untuk kriteria Komunikasi:

$$r_{31} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,6^2) + (0,9^2)}} = \frac{0,9}{1,670329309} \\ = 0,5388$$

$$r_{32} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,6^2) + (0,9^2)}} = \frac{0,9}{1,670329309} \\ = 0,5388$$

$$r_{33} = \frac{0,6}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,6^2) + (0,9^2)}} = \frac{0,6}{1,670329309} \\ = 0,3592$$

$$r_{34} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,9^2) + (0,6^2) + (0,9^2)}} = \frac{0,9}{1,670329309} \\ = 0,5388$$

Untuk kriteria Waktu Penanganan Pasien:

$$r_{41} = \frac{0,9}{\sqrt{(0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,9}{1,428285686} \\ = 0,6301$$

$$r_{42} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,7}{1,428285686} \\ = 0,4901$$

$$r_{43} = \frac{0,7}{\sqrt{(0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,7}{1,428285686} \\ = 0,4901$$

$$r_{441} = \frac{0,5}{\sqrt{(0,9^2) + (0,7^2) + (0,7^2) + (0,5^2)}} = \frac{0,5}{1,428285686} = 0,3501$$

Hasil matrik ternormalisasi adalah

$$r = \begin{bmatrix} 0,5859 & 0,4636 & 0,5388 & 0,6301 \\ 0,5859 & 0,4636 & 0,5388 & 0,4901 \\ 0,4557 & 0,5960 & 0,3592 & 0,4901 \\ 0,3255 & 0,4636 & 0,5388 & 0,3501 \end{bmatrix}$$

4. Perkalian Antara Bobot Dengan Nilai Setiap Atribut

Langkah selanjutnya melakukan perkalian matrik ternormalisasi dengan bobot kriteria, dengan menggunakan rumus (4).

Untuk kriteria Kompetensi Medis:

$$Y_{11} = 3 * 0,5859 = 1,7577$$

$$Y_{21} = 3 * 0,5859 = 1,7577$$

$$Y_{31} = 3 * 0,4557 = 1,3671$$

$$Y_{41} = 3 * 0,3255 = 0,9765$$

Untuk kriteria Pengalaman Kerja:

$$Y_{21} = 4 * 0,4636 = 1,8544$$

$$Y_{22} = 4 * 0,4636 = 1,8544$$

$$Y_{23} = 4 * 0,5960 = 2,3840$$

$$Y_{24} = 4 * 0,4636 = 1,8544$$

Untuk kriteria Komunikasi:

$$Y_{31} = 2 * 0,5388 = 1,0776$$

$$Y_{32} = 2 * 0,5388 = 1,0776$$

$$Y_{33} = 2 * 0,3592 = 0,7184$$

$$Y_{34} = 2 * 0,5388 = 1,0776$$

Untuk kriteria Waktu Penanganan Pasien:

$$Y_{41} = 5 * 0,6301 = 3,1505$$

$$Y_{42} = 5 * 0,4901 = 2,4505$$

$$Y_{43} = 5 * 0,4901 = 2,4505$$

$$Y_{44} = 5 * 0,3501 = 1,7505$$

5. Menentukan Matriks Solusi Ideal Positif Dan Matriks Solusi Ideal Negative

Langkah selanjutnya menentukan matriks solusi ideal positif dan solusi ideal negatif (5, dan 6).

Y_i	Solusi Ideal	Max	Min
Y_1	1,7577;1,7577;1,3671;0,9765	1,7577	0,9765
Y_2	1,8544;1,8544;2,384;1,8544	2,384	1,8544
Y_3	1,0776;1,0776;0,7184;1,0776	1,0776	0,7184
Y_4	3,1505;2,4505;2,4505;1,7505	3,1505	1,7505

6. Menentukan Jarak Antara Nilai Setiap Alternatif Dengan Matriks Solusi Ideal Positif Dan *Negative*

Langkah selanjutnya menentukan jarak antara nilai setiap alternatif dengan matriks solusi ideal positif dan *negative* menggunakan rumus (7, dan 8) berikut ini

$$D_1^+ = \sqrt{\frac{((1,7577 - 1,7577)^2) + ((1,7577 - 1,7577)^2)}{+((1,3671 - 1,7577)^2) + ((0,9765 - 1,7577)^2)}}$$

$$D_1^+ = \sqrt{0,7628} = 0,8734$$

$$D_2^+ = \sqrt{\frac{((1,8544 - 2,384)^2) + ((1,8544 - 2,384)^2)}{+((2,384 - 2,384)^2) + ((1,8544 - 2,384)^2)}}$$

$$D_2^+ = \sqrt{0,8414} = 0,9173$$

$$D_3^+ = \sqrt{\frac{((1,0776 - 1,0776)^2) + ((1,0776 - 1,0776)^2)}{+((0,7184 - 1,0776)^2) + ((1,0776 - 1,0776)^2)}}$$

$$D_3^+ = \sqrt{0,1290} = 0,3592$$

$$D_4^+ = \sqrt{\frac{((3,1505 - 3,1505)^2) + ((2,4505 - 3,1505)^2)}{+((2,4505 - 3,1505)^2) + ((1,7505 - 3,1505)^2)}}$$

$$D_4^+ = \sqrt{2,94} = 1,7146$$

$$D_1^- = \sqrt{\frac{((0,9765 - 1,7577)^2) + ((0,9765 - 1,7577)^2)}{+((0,9765 - 1,3671)^2) + ((0,9765 - 0,9765)^2)}}$$

$$D_1^- = \sqrt{01,37311524} = 1,1718$$

$$D_2^- = \sqrt{\frac{((1,8544 - 1,8544)^2) + ((1,8544 - 1,8544)^2)}{+((1,8544 - 2,384)^2) + ((1,8544 - 1,8544)^2)}}$$

$$D_2^- = \sqrt{0,28047616} = 0,5296$$

$$D_3^- = \sqrt{\frac{((0,7184 - 1,0776)^2) + ((0,7184 - 1,0776)^2)}{+((0,7184 - 0,7184)^2) + ((0,7184 - 1,0776)^2)}}$$

$$D_3^- = \sqrt{0,38707392} = 0,6222$$

$$D_4^- = \sqrt{\frac{((1,7505 - 2,4505)^2) + ((1,7505 - 2,4505)^2)}{+((1,7505 - 2,4505)^2) + ((1,7505 - 2,4505)^2)}}$$

$$D_4^- = \sqrt{2,94} = 1,7146$$

7. Menentukan Nilai Preferensi Untuk Setiap Alternatif

Tahapan terakhir menentukan nilai preferensi dari masing-masing alternatif menggunakan rumus (9) berikut ini.

Nilai preferensi alternatif 1:

$$V_1 = \frac{1,1718}{1,1718 + 0,8734} = \frac{1,1718}{2,0452} = 0,572951301$$

$$V_2 = \frac{0,5296}{0,5296 + 0,9173} = \frac{0,5296}{1,4469} = 0,366023913$$

$$V_3 = \frac{0,6222}{0,6222 + 0,3592} = \frac{0,6222}{0,9814} = 0,633992256$$

$$V_4 = \frac{1,7146}{1,7146 + 1,7146} = \frac{1,7146}{3,4292} = 0,5$$

Setelah didapatkan nilai preferensi masing-masing alternatif Langkah terakhir adalah membuat perankingan untuk masing-masing alternatif. Hasil perankingan masing-masing alternatif dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Alternatif	Nama	Total Nilai	Rangking
V_3	Dokter C	0,633992256	1
V_1	Dokter A	0,572951301	2
V_4	Dokter D	0,5	3

V_2	Dokter B	0,366023913	4
-------	----------	-------------	---

Berdasarkan hasil perankingan pemilihan dokter yang mendapatkan rangking 1 yaitu Dokter B dengan nilai sebesar 0,633992256, rangking 2 yaitu Dokter A dengan nilai sebesar 0,572951301, rangking 3 yaitu Dokter D dengan nilai sebesar 0,5, rangking 4 yaitu Dokter B dengan nilai sebesar 0,366023913.

3.3. MULTI-ATTRIBUTE UTILITY THEORY (MAUT)

Multi-Attribute Utility Theory (MAUT) adalah suatu metode pengambilan keputusan yang dikembangkan untuk mengatasi tantangan kompleksitas dalam mengambil keputusan multi-kriteria. MAUT menggabungkan konsep utilitas, yang mencerminkan tingkat kepuasan atau keuntungan yang diperoleh dari suatu keputusan, dengan pendekatan multi-atribut untuk memodelkan preferensi dan *trade-off* antar atribut. Proses MAUT melibatkan beberapa tahapan, termasuk identifikasi kriteria, penentuan bobot kriteria, pengumpulan data, dan peringkat alternatif. Keunikan MAUT terletak pada kemampuannya untuk menangkap preferensi subjektif dan memberikan dasar matematis untuk mengukur dan membandingkan berbagai alternatif dalam situasi pengambilan keputusan yang kompleks.

Langkah pertama dalam MAUT adalah mengidentifikasi kriteria yang relevan untuk keputusan yang akan diambil. Setelah itu, pengambil keputusan memberikan bobot relatif kepada setiap kriteria untuk menunjukkan tingkat kepentingannya. Selanjutnya, data empiris dikumpulkan untuk menilai sejauh mana setiap alternatif memenuhi kriteria tersebut. Metode ini juga memasukkan utilitas subjektif, yaitu nilai-nilai yang menggambarkan preferensi individu terhadap berbagai tingkat pencapaian pada setiap kriteria.

Dengan mempertimbangkan bobot kriteria dan utilitas subjektif, MAUT menghasilkan nilai utilitas total untuk setiap alternatif. Alternatif dengan nilai utilitas total tertinggi dianggap

sebagai solusi optimal. MAUT memberikan fleksibilitas dan keakuratan dalam menangani situasi di mana preferensi individu dan trade-off antar kriteria bersifat kompleks dan beragam. Selain itu, MAUT juga memungkinkan pengambil keputusan untuk mengevaluasi dampak perubahan bobot kriteria atau nilai utilitas subjektif terhadap hasil akhir, memberikan fleksibilitas dalam mengadaptasi preferensi yang mungkin berubah seiring waktu.

Meskipun MAUT memberikan kerangka kerja yang kuat untuk pengambilan keputusan multi-kriteria, perlu diingat bahwa metode ini bergantung pada asumsi bahwa preferensi dan trade-off antar-kriteria dapat diukur secara kuantitatif. Selain itu, interpretasi bobot dan utilitas subjektif memerlukan keterlibatan pengambil keputusan, sehingga tingkat subjektivitas dapat mempengaruhi hasil akhir.

Dengan keunggulan dan keterbatasan tersebut, MAUT tetap menjadi metode yang sangat berguna untuk mengatasi kompleksitas pengambilan keputusan multi-kriteria dalam berbagai konteks, seperti perencanaan strategis, pemilihan proyek, dan evaluasi kebijakan. Pendekatan ini memberikan landasan yang kokoh untuk merinci preferensi dan menyusun peringkat alternatif, mendukung pengambil keputusan dalam menghadapi tantangan keputusan yang melibatkan berbagai faktor dan perspektif.

Tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode MAUT antara lain:

1. **Membuat Matrik Keputusan**

Matriks Keputusan (*Decision Matrix*) merupakan alat yang digunakan untuk membantu pengambilan keputusan di antara beberapa pilihan yang berbeda dengan menggunakan kriteria tertentu. Proses pembuatan matrik keputusan dengan memasukan hasil penilaian masing-masing alternatif untuk setiap kriteria yang ada. Bentuk persamaan matrik keputusan (X) sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{i1} & \cdots & x_{in} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (10)$$

2. Normalisasi Matrik Keputusan

Tahapan selanjutnya melakukan normalisasi dari matrik keputusan yang telah dibuat sehingga akan menghasilkan matrik normalisasi, formula dalam melakukan normalisasi seperti pada persamaan berikut ini

$$r_{ij}^* = \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (11)$$

$$r_{ij}^* = 1 + \frac{\min(x_{ij}) - (x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} \quad (12)$$

Persamaan diatas memiliki 2 jenis persamaan untuk jenis kriteria *benefit* dihitung menggunakan persamaan (11), dan jenis kriteria *cost* dihitung menggunakan persamaan (12).

3. Menghitung Nilai Utilitas

Tahapan berikutnya dalam metode MAUT yaitu menghitung nilai utilitas dengan persamaan berikut ini

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

4. Menghitung Nilai Akhir Utilitas

Tahapan berikutnya menghitung nilai akhir utilitas dengan persamaan berikut ini

$$u_{(x)} = \sum_{j=1}^n u_{ij} \cdot W_j \quad (14)$$

Metode MAUT adalah teknik pengambilan keputusan multikriteria yang digunakan untuk mengevaluasi sejumlah alternatif dengan mempertimbangkan preferensi dan utilitas dari setiap kriteria. Dalam MAUT, setiap kriteria diberikan bobot berdasarkan kepentingannya, dan setiap alternatif dinilai pada setiap kriteria menggunakan skala utilitas yang mencerminkan kepuasan atau kegunaan relatif. Tahap pertama penerapan MAUT melibatkan normalisasi atau penskalaan nilai alternatif agar sesuai

dengan skala utilitas yang telah ditentukan. Kemudian, nilai utilitas total untuk setiap alternatif dihitung dengan mengalikan nilai utilitas masing-masing kriteria dengan bobotnya, lalu menjumlahkan hasilnya. Metode ini sering digunakan dalam situasi yang memerlukan penilaian yang lebih mendalam terhadap kepuasan atau preferensi, seperti pemilihan lokasi, seleksi produk, penilaian risiko, atau penentuan keputusan strategis lainnya yang mempertimbangkan banyak aspek secara objektif.

Penyelesaian untuk mengatasi masalah menggunakan metode MAUT untuk pemilihan pegawai terbaik membuat tabel kriteria yang ada, tabel kriteria beserta bobot dapat dilihat berikut ini.

Tabel 3.4. Data Kriteria Pemilihan Pegawai Terbaik

ID Kriteria	Nama Kriteria	Jenis Kriteria	Bobot Kriteria
KMP-1	Kemampuan	<i>Benefit</i>	30%
KMP-2	Disiplin	<i>Benefit</i>	20%
KMP-3	Kinerja	<i>Cost</i>	25%
KMP-4	Tanggung Jawab	<i>Benefit</i>	25%

Selanjutnya membuat tabel penilaian pegawai dapat dilihat berikut ini.

Tabel 3.5. Data Penilaian Pegawai Terbaik

ID Pegawai	ID Kriteria			
	KMP-1	KMP-2	KMP-3	KMP-4
PTM-1	5	5	3	3
PTM-2	4	4	4	2
PTM-3	3	2	5	5
PTM-4	4	2	4	4
PTM-5	4	5	3	2

Selanjutnya menyelesaikan permasalahan dalam pemilihan pegawai terbaik dengan menggunakan tahapan metode MAUT sebagai berikut.

1. Membuat Matrik Keputusan

Tahap pertama membuat matrik keputusan berdasarkan data penilaian pegawai, baris dalam matrik menunjukkan alternatif, dan kolom dalam matrik menunjukkan kriteria yang ada. Pembuatan matrik keputusan menggunakan persamaan (10) sebagai berikut.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & x_{43} \\ x_{14} & x_{24} & x_{34} & x_{44} \\ x_{15} & x_{25} & x_{35} & x_{45} \end{bmatrix}$$

Hasil matrik keputusan dari penilaian sebagai berikut

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

2. Normalisasi Matrik

Tahap kedua melakukan normalisasi berdasarkan matrik keputusan, untuk kriteria KTM-1 yaitu kemampuan karena bersifat *benefit* maka menggunakan persamaan (12) berikut ini.

$$\begin{aligned} r_{11}^* &= \frac{X_{11} - \min(X_{11}; X_{15})}{\max(X_{11}; X_{15}) - \min(X_{11}; X_{15})} = \frac{5 - 3}{5 - 3} = \frac{2}{2} = 1 \\ r_{12}^* &= \frac{X_{12} - \min(X_{11}; X_{15})}{\max(X_{11}; X_{15}) - \min(X_{11}; X_{15})} = \frac{4 - 3}{5 - 3} = \frac{1}{2} = 0,5 \\ r_{13}^* &= \frac{X_{13} - \min(X_{11}; X_{15})}{\max(X_{11}; X_{15}) - \min(X_{11}; X_{15})} = \frac{3 - 3}{5 - 3} = \frac{0}{2} = 0 \\ r_{14}^* &= \frac{X_{14} - \min(X_{11}; X_{15})}{\max(X_{11}; X_{15}) - \min(X_{11}; X_{15})} = \frac{4 - 3}{5 - 3} = \frac{1}{2} = 0,5 \\ r_{15}^* &= \frac{X_{15} - \min(X_{11}; X_{15})}{\max(X_{11}; X_{15}) - \min(X_{11}; X_{15})} = \frac{4 - 3}{5 - 3} = \frac{1}{2} = 0,5 \end{aligned}$$

Kriteria KTM-2 yaitu disiplin karena bersifat *benefit* maka menggunakan persamaan (12) berikut ini.

$$\begin{aligned}
 r_{21}^* &= \frac{X_{21} - \min(X_{21}; X_{25})}{\max(X_{21}; X_{25}) - \min(X_{21}; X_{25})} = \frac{5 - 2}{5 - 2} = \frac{3}{3} = 1 \\
 r_{22}^* &= \frac{X_{22} - \min(X_{21}; X_{25})}{\max(X_{21}; X_{25}) - \min(X_{21}; X_{25})} = \frac{4 - 2}{5 - 2} = \frac{2}{3} = 0.67 \\
 r_{23}^* &= \frac{X_{23} - \min(X_{21}; X_{25})}{\max(X_{21}; X_{25}) - \min(X_{21}; X_{25})} = \frac{2 - 2}{5 - 2} = \frac{0}{3} = 0 \\
 r_{24}^* &= \frac{X_{24} - \min(X_{21}; X_{25})}{\max(X_{21}; X_{25}) - \min(X_{21}; X_{25})} = \frac{2 - 2}{5 - 2} = \frac{0}{3} = 0 \\
 r_{25}^* &= \frac{X_{25} - \min(X_{21}; X_{25})}{\max(X_{21}; X_{25}) - \min(X_{21}; X_{25})} = \frac{5 - 2}{5 - 2} = \frac{3}{3} = 1
 \end{aligned}$$

Kriteria KTM-3 yaitu kinerja karena bersifat *cost* maka menggunakan persamaan (11) berikut ini.

$$\begin{aligned}
 r_{31}^* &= 1 + \frac{\min(X_{31}; X_{35}) - X_{31}}{\max(X_{31}; X_{35}) - \min(X_{31}; X_{35})} = 1 + \frac{3 - 3}{5 - 3} \\
 &= 1 + \frac{0}{2} = 1 + 0 = 1 \\
 r_{32}^* &= 1 + \frac{\min(X_{31}; X_{35}) - X_{32}}{\max(X_{31}; X_{35}) - \min(X_{31}; X_{35})} = 1 + \frac{3 - 4}{5 - 3} \\
 &= 1 + \frac{-1}{2} = 1 + (-0,5) = 0,5 \\
 r_{33}^* &= 1 + \frac{\min(X_{31}; X_{35}) - X_{33}}{\max(X_{31}; X_{35}) - \min(X_{31}; X_{35})} = 1 + \frac{3 - 5}{5 - 3} \\
 &= 1 + \frac{-1}{2} = 1 + (-1) = 0 \\
 r_{34}^* &= 1 + \frac{\min(X_{31}; X_{35}) - X_{34}}{\max(X_{31}; X_{35}) - \min(X_{31}; X_{35})} = 1 + \frac{3 - 4}{5 - 3} \\
 &= 1 + \frac{-1}{2} = 1 + (-0,5) = 0,5 \\
 r_{35}^* &= 1 + \frac{\min(X_{31}; X_{35}) - X_{35}}{\max(X_{31}; X_{35}) - \min(X_{31}; X_{35})} = 1 + \frac{3 - 3}{5 - 3} \\
 &= 1 + \frac{0}{2} = 1 + 0 = 1
 \end{aligned}$$

Kriteria KTM-4 yaitu tanggung jawab karena bersifat *benefit* maka menggunakan persamaan (12) berikut ini.

$$r_{41}^* = \frac{X_{41} - \min(X_{41}; X_{45})}{\max(X_{41}; X_{45}) - \min(X_{41}; X_{45})} = \frac{3 - 2}{5 - 2} = \frac{1}{3} = 0,33$$

$$r_{42}^* = \frac{X_{42} - \min(X_{41}; X_{45})}{\max(X_{41}; X_{45}) - \min(X_{41}; X_{45})} = \frac{2 - 2}{5 - 2} = \frac{0}{3} = 0$$

$$r_{43}^* = \frac{X_{43} - \min(X_{41}; X_{45})}{\max(X_{41}; X_{45}) - \min(X_{41}; X_{45})} = \frac{5 - 2}{5 - 2} = \frac{3}{3} = 1$$

$$r_{44}^* = \frac{X_{44} - \min(X_{41}; X_{45})}{\max(X_{41}; X_{45}) - \min(X_{41}; X_{45})} = \frac{4 - 2}{5 - 2} = \frac{2}{3} = 0,67$$

$$r_{45}^* = \frac{X_{45} - \min(X_{41}; X_{45})}{\max(X_{41}; X_{45}) - \min(X_{41}; X_{45})} = \frac{2 - 2}{5 - 2} = \frac{0}{3} = 0$$

3. Menghitung Nilai Utilitas

Tahap ketiga menghitung nilai utilitas berdasarkan hasil normalisasi matrik menggunakan persamaan (13) berikut ini.

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

$$u_{11} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{12} = \frac{e(0,5)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,284 - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,1661$$

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

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

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

$$u_{14} = \frac{e(0,5)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,284 - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,1661$$

$$u_{15} = \frac{e(r_{15}^*)^2 - 1}{1,71}$$

$$u_{15} = \frac{e(0,5)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,284 - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,1661$$

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

$$u_{21} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{22} = \frac{e(0,67)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,5666 - 1}{1,71} = \frac{0,5666}{1,71} = 0,3313$$

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

$$u_{23} = \frac{e(0)^2 - 1}{1,71} = \frac{1 - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

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

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

$$u_{25} = \frac{e(r_{25}^*)^2 - 1}{1,71}$$

$$u_{25} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{31} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{32} = \frac{e(0,5)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,284 - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,1661$$

$$u_{33} = \frac{e(r_{32}^*)^2 - 1}{1,71}$$

$$u_{33} = \frac{e(0)^2 - 1}{1,71} = \frac{1 - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

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

$$u_{34} = \frac{e(0,5)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,284 - 1}{1,71} = \frac{0,284}{1,71} = 0,1661$$

$$u_{35} = \frac{e(r_{35}^*)^2 - 1}{1,71}$$

$$u_{35} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{41} = \frac{e(0,33)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,1151 - 1}{1,71} = \frac{0,1151}{1,71} = 0,0673$$

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

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

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

$$u_{43} = \frac{e(1)^2 - 1}{1,71} = \frac{2,7183 - 1}{1,71} = \frac{1,7183}{1,71} = 1,0049$$

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

$$u_{44} = \frac{e(0,67)^2 - 1}{1,71} = \frac{1,5666 - 1}{1,71} = \frac{0,5666}{1,71} = 0,3313$$

$$u_{45} = \frac{e(r_{45}^*)^2 - 1}{1,71}$$

$$u_{45} = \frac{e(0)^2 - 1}{1,71} = \frac{1 - 1}{1,71} = \frac{0}{1,71} = 0$$

Note: untuk mencari nilai e atau exponen, bisa gunakan excel dengan mengetikan formula =EXP(nilai)

4. Menghitung Nilai Akhir Utilitas

Tahapan terakhir metode MAUT yaitu menghitung nilai akhir utilitas dengan persamaan (14). Untuk bobot masing-masing kriteria yaitu kriteria kemampuan yaitu $w_1 = 0,3$. Kriteria disiplin yaitu $w_2 = 0,2$. Kriteria kinerja yaitu $w_3 = 0,25$. Kriteria tanggung jawab yaitu $w_4 = 0,25$.

Hasil perhitungan nilai akhir utilitas untuk alternatif PTM-1 dengan nama Handoko.

$$\begin{aligned}
 u_1 &= (u_{11} * w_1) + (u_{21} * w_2) + (u_{31} * w_3) + (u_{41} * w_4) \\
 u_1 &= (1,0049 * 0,3) + (1,0049 * 0,2) + (1,0049 * 0,25) \\
 &\quad + (0,0673 * 0,25) \\
 u_1 &= 0,3015 + 0,201 + 0,2512 + 0,0168 = 0,7705
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai akhir utilitas untuk alternatif PTM-2 dengan nama Jenni.

$$\begin{aligned}
 u_2 &= (u_{12} * w_1) + (u_{22} * w_2) + (u_{32} * w_3) + (u_{42} * w_4) \\
 u_2 &= (0,1661 * 0,3) + (0,3313 * 0,2) + (0,1661 * 0,25) \\
 &\quad + (0,1661 * 0,25) \\
 u_2 &= 0,0498 + 0,0663 + 0,0415 + 0,0415 = 0,1991
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai akhir utilitas untuk alternatif PTM-3 dengan nama Galuh.

$$\begin{aligned}
 u_3 &= (u_{13} * w_1) + (u_{23} * w_2) + (u_{33} * w_3) + (u_{43} * w_4) \\
 u_3 &= (0 * 0,3) + (0 * 0,2) + (0 * 0,25) + (1,0049 * 0,25) \\
 u_3 &= 0 + 0 + 0 + 0,2512 = 0,2512
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai akhir utilitas untuk alternatif PTM-4 dengan nama Wahyu.

$$\begin{aligned}
 u_4 &= (u_{14} * w_1) + (u_{24} * w_2) + (u_{34} * w_3) + (u_{44} * w_4) \\
 u_4 &= (0,1661 * 0,3) + (0 * 0,2) + (0,1661 * 0,25) \\
 &\quad + (0,3313 * 0,25) \\
 u_4 &= 0,0498 + 0 + 0,0415 + 0,0828 = 0,1742
 \end{aligned}$$

Hasil perhitungan nilai akhir utilitas untuk alternatif PTM-4 dengan nama Wahyu.

$$\begin{aligned}
 u_5 &= (u_{15} * w_1) + (u_{25} * w_2) + (u_{35} * w_3) + (u_{45} * w_4) \\
 u_5 &= (0,1661 * 0,3) + (1,0049 * 0,2) + (1,0049 * 0,25) \\
 &\quad + (0 * 0,25) \\
 u_5 &= 0,0498 + 0,201 + 0,2512 + 0 = 0,502
 \end{aligned}$$

Setelah nilai akhir utilitas didapat, selanjutnya membuat perankingan berdasarkan nilai akhir utilitas diurutkan dari yang tertinggi ke terendah. Hasil perankingan pemilihan pegawai terbaik dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 3.6. Hasil Perangkingan MAUT

Alternatif	Nama Pegawai	Nilai Akhir Utilitas	Rangking
PTM-1	Handoko	0,7705	1
PTM-5	Yessi	0,502	2
PTM-3	Galuh	0,2512	3
PTM-2	Jenni	0,1991	4
PTM-4	Wahyu	0,1742	5

Berdasarkan proses langkah-langkah penyelesaian dari tahapan 1 sampai tahapan 4 maka pemilihan pegawai terbaik dengan menggunakan metode MAUT menghasilkan rekomendasi pegawai terbaik diperoleh atas nama Handoko dengan nilai 0,7705 mendapatkan peringkat 1. Peringkat 2 didapatkan oleh Yessi dengan nilai 0,502, peringkat 3 didapatkan oleh Galuh dengan nilai 0,2512, peringkat 4 didapatkan oleh Jenni dengan nilai 0,1991, dan peringkat 5 didapatkan oleh Wahyu dengan nilai 0,1742.

3.4. PROFILE MATCHING

Metode *Profile Matching* merupakan sebuah metode untuk pengambilan keputusan dalam melakukan evaluasi alternatif berdasarkan kesesuaian alternatif dengan profil preferensi yang telah ditentukan. Dalam metode *profile matching*, profil preferensi diwakilkan oleh sebuah bobot vektor yang menunjukkan tingkat kepentingan relatif setiap kriteria yang digunakan sehingga lebih relevan dalam pengambilan sebuah keputusan.

Metode *profile matching* ditemukan oleh Sayid T. Ali dan Richard D. Sommer pada tahun 1981 dalam sebuah publikasi artikel yang berjudul "*A new algorithm for the optimum matching of profiles*" pada *journal of mathematical psychology* (Turban, 1995). Dalam proses perhitungan *profile matching*, melakukan perhitungan nilai minimum dalam setiap variabel penilaian yang merupakan gap dari *profile matching*. Gap tersebut akan diberi

bobot sesuai dengan tabel gap yang ada, selanjutnya akan dihitung berdasarkan kelompok dari variabel *core factor* dan *secondary factor*. Komposisi perhitungan persentase antara *core factor* dan *secondary factor* adalah 100%. Nilai akhir dari profile matching adalah akumulasi dari nilai *core factor* dan *secondary factor* berdasarkan dari nilai yang didapat sebelumnya.

Kelebihan dari metode profile matching yaitu mudah dalam penggunaannya, mampu menangani dengan banyak kriteria yang digunakan, sehingga penilaian akan lebih secara kuantitatif dan memberikan hasil yang mudah dalam penerapannya.

Berikut ini adalah tabel yang digunakan dalam menentukan nilai selisih gap dari masing-masing aspek yang digunakan, seperti ditunjukkan dalam tabel berikut ini.

Tabel 3.7. Bobot Gap

Selisih Gap	Bobot Nilai	Keterangan
0	5	Tidak terdapat selisih (Kompetensi sesuai dengan yang dibutuhkan)
1	4,5	Kompetensi melebihi 1 tingkat atau level
-1	4	Kompetensi kekurangan 1 tingkat atau level
2	3,5	Kompetensi melebihi 2 tingkat atau level
-2	3	Kompetensi kekurangan 2 tingkat atau level
3	2,5	Kompetensi melebihi 3 tingkat atau level
-3	2	Kompetensi kekurangan 3 tingkat atau level

4	1,5	Kompetensi melebihi 4 tingkat atau level
-4	1	Kompetensi kekurangan 4 tingkat atau level

Tahapan yang dilakukan dalam penyelesaian masalah menggunakan metode *profile matching* antara lain:

1. Menghitung Selisih Gap

Tahapan pertama metode *profile matching* yaitu menghitung selisih gap antara atribut atau kriteria dengan nilai target yang telah ditetapkan. Formula perhitungan selisih gap dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$\text{Selisih Gap} = \text{Nilai Alternatif} - \text{Nilai Target} \quad (15)$$

Setelah didapat selisih gap selanjutnya akan diberikan bobot nilai berdasarkan selisih gap dari tabel bobot gap yang ada.

2. Pengelompokan dan Menghitung Core Factor dan Secondary Factor

Tahapan kedua metode *profile matching* yaitu menghitung nilai *core factor* yang merupakan kriteria yang utama dalam penilaian kompetensi dari masing-masing alternatif. Formula perhitungan nilai *core factor* dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$NCF = \frac{\sum NC}{\sum IC} \quad (16)$$

Dimana NCF merupakan nilai rata-rata dari *core factor*, NC merupakan total nilai dari *core factor*, dan IC merupakan jumlah total item *core factor*.

Selanjutnya menghitung nilai *secondary factor* yang merupakan kriteria pendukung dalam penilaian kompetensi dari masing-masing alternatif. Formula perhitungan nilai *secondary factor* dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$NSC = \frac{\sum NS}{\sum IS} \quad (17)$$

Dimana NSC merupakan nilai rata-rata dari *secondary factor*, NS merupakan total nilai dari *secondary factor*, dan IS merupakan jumlah total item *secondary factor*.

3. Perhitungan Nilai Total

Tahapan ketiga metode *profile matching* yaitu menghitung nilai total dari *core factor* dan *secondary factor*. Formula perhitungan total nilai dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$N = (x)\% NCF + (x)\% NSF \quad (18)$$

Setelah didapat nilai akhir selanjutnya membuat perbandingan dari alternatif berdasarkan total nilai akhir yang didapat dari masing-masing kandidat.

Contoh kasus yang akan kita selesaikan yaitu pemilihan karyawan terbaik berdasarkan hasil penilaian pimpinan perusahaan. Kriteria yang digunakan dalam pemilihan karyawan terbaik yaitu cara berfikir, tanggung jawab, ketelitian, dominasi, pengaruh, sopan santun yang merupakan *core factor*, kemampuan berfikir, kreativitas, kepatuhan yang merupakan *secondary factor*. Untuk bobot persentase dari *core factor* yaitu 75%, dan *secondary factor* yaitu 25%. Hasil penilaian terhadap 4 karyawan yang akan dilakukan pemilihan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.8. Hasil Penilaian Karyawan

Nama Karyawan	Kriteria	Jenis	Nilai
Rina	Cara Berfikir	<i>Core Factor</i>	5
	Tanggung Jawab	<i>Core Factor</i>	5
	Ketelitian	<i>Core Factor</i>	4
	Dominasi	<i>Core Factor</i>	3
	Pengaruh	<i>Core Factor</i>	4
	Sopan Santun	<i>Core Factor</i>	2
	Kemampuan Berfikir	<i>Secondary Factor</i>	3
	Kreativitas	<i>Secondary Factor</i>	2

	Kepatuhan	<i>Secondary Factor</i>	4
Windi	Cara Berfikir	<i>Core Factor</i>	4
	Tanggung Jawab	<i>Core Factor</i>	3
	Ketelitian	<i>Core Factor</i>	5
	Dominasi	<i>Core Factor</i>	3
	Pengaruh	<i>Core Factor</i>	4
	Sopan Santun	<i>Core Factor</i>	2
	Kemampuan Berfikir	<i>Secondary Factor</i>	3
	Kreativitas	<i>Secondary Factor</i>	4
	Kepatuhan	<i>Secondary Factor</i>	5
Susanto	Cara Berfikir	<i>Core Factor</i>	4
	Tanggung Jawab	<i>Core Factor</i>	5
	Ketelitian	<i>Core Factor</i>	5
	Dominasi	<i>Core Factor</i>	5
	Pengaruh	<i>Core Factor</i>	3
	Sopan Santun	<i>Core Factor</i>	2
	Kemampuan Berfikir	<i>Secondary Factor</i>	2
	Kreativitas	<i>Secondary Factor</i>	4
	Kepatuhan	<i>Secondary Factor</i>	4
Ardian	Cara Berfikir	<i>Core Factor</i>	4
	Tanggung Jawab	<i>Core Factor</i>	3
	Ketelitian	<i>Core Factor</i>	3
	Dominasi	<i>Core Factor</i>	4
	Pengaruh	<i>Core Factor</i>	3
	Sopan Santun	<i>Core Factor</i>	5
	Kemampuan Berfikir	<i>Secondary Factor</i>	2
	Kreativitas	<i>Secondary Factor</i>	4
	Kepatuhan	<i>Secondary Factor</i>	4

Sedangkan untuk nilai profil standar yang telah ditentukan dari masing-masing kriteria dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.9. Standart Nilai Kriteria

Kriteria	Standart Nilai
----------	----------------

Cara Berfikir	5
Tanggung Jawab	5
Ketelitian	3
Dominasi	3
Pengaruh	4
Sopan Santun	4
Kemampuan Berfikir	4
Kreativitas	3
Kepatuhan	4

Berdasarkan kasus diatas buatlah langkah penyelesaian dalam menentukan pemilihan karyawan terbaik menggunakan metode *profile matching*.

Penyelesaian Masalah:

Berikut ini Langkah-langkah penyelesaian menggunakan metode *profile matching*.

1. Menghitung Selisih Gap

Langkah pertama metode *profile matching* yaitu menghitung selisih gap antara atribut atau kriteria dengan nilai target yang telah ditetapkan. Formula perhitungan selisih gap dapat dilihat pada rumus berikut ini.

$$\text{Selisih Gap} = \text{Nilai Alternatif} - \text{Nilai Target}$$

Hasil perhitungan selisih gap antara nilai karyawan dan nilai target dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.10. Selisih Gap Penilaian Karyawan

Nama Karyawan	Kriteria	Nilai	Standart Nilai	Selisih Gap
Rina	Cara Berfikir	5	5	0
	Tanggung Jawab	5	5	0
	Ketelitian	4	3	1
	Dominasi	3	3	0
	Pengaruh	4	4	0

	Sopan Santun	2	4	-2
	Kemampuan Berfikir	3	4	-1
	Kreativitas	2	3	-1
	Kepatuhan	4	4	0
Windi	Cara Berfikir	4	5	-1
	Tanggung Jawab	3	5	-2
	Ketelitian	5	3	2
	Dominasi	3	3	0
	Pengaruh	4	4	0
	Sopan Santun	2	4	-2
	Kemampuan Berfikir	3	4	-1
	Kreativitas	4	3	1
Susanto	Kepatuhan	5	4	1
	Cara Berfikir	4	5	-1
	Tanggung Jawab	5	5	0
	Ketelitian	5	3	2
	Dominasi	5	3	2
	Pengaruh	3	4	-1
	Sopan Santun	2	4	-2
	Kemampuan Berfikir	2	4	-2
	Kreativitas	4	3	1
Ardian	Kepatuhan	4	4	0
	Cara Berfikir	4	5	-1
	Tanggung Jawab	3	5	-2
	Ketelitian	3	3	0
	Dominasi	4	3	1
	Pengaruh	3	4	-1

	Sopan Santun	5	4	1
	Kemampuan Berfikir	2	4	-2
	Kreativitas	4	3	1
	Kepatuhan	4	4	0

Selelah didapatkan nilai selisih gap selanjutnya menentukan bobot nilai dari masing-masing karyawan berdasarkan nilai selisih gap. Nilai bobot masing-masing karyawan dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 3.11. Bobot Nilai Karyawan

Nama Karyawan	Kriteria	Selisih Gap	Bobot Nilai
Rina	Cara Berfikir	0	5
	Tanggung Jawab	0	5
	Ketelitian	1	4,5
	Dominasi	0	5
	Pengaruh	0	5
	Sopan Santun	-2	3
	Kemampuan Berfikir	-1	4
	Kreativitas	-1	4
	Kepatuhan	0	5
Windi	Cara Berfikir	-1	4
	Tanggung Jawab	-2	3
	Ketelitian	2	3,5
	Dominasi	0	5
	Pengaruh	0	5
	Sopan Santun	-2	3
	Kemampuan Berfikir	-1	4
	Kreativitas	1	4,5
	Kepatuhan	1	4,5
Susanto	Cara Berfikir	-1	4
	Tanggung Jawab	0	5

	Ketelitian	2	3,5
	Dominasi	2	3,5
	Pengaruh	-1	4
	Sopan Santun	-2	3
	Kemampuan Berfikir	-2	3
	Kreativitas	1	4,5
	Kepatuhan	0	5
Ardian	Cara Berfikir	-1	4
	Tanggung Jawab	-2	3
	Ketelitian	0	5
	Dominasi	1	4,5
	Pengaruh	-1	4
	Sopan Santun	1	4,5
	Kemampuan Berfikir	-2	3
	Kreativitas	1	4,5
	Kepatuhan	0	5

2. Pengelompokan dan Menghitung *Core Factor* dan *Secondary Factor*

Tahapan selanjutnya kita akan menghitung nilai *core factor* menggunakan rumus (16) berikut ini.

$$NCF = \frac{\sum NC}{\sum IC}$$

Perhitungan rata-rata *core factor* untuk nilai karyawan sebagai berikut.

$$NCF_1 = \frac{5 + 5 + 4,5 + 5 + 5 + 3}{6} = \frac{27,5}{6} = 4,58$$

$$NCF_2 = \frac{4 + 3 + 3,5 + 5 + 5 + 3}{6} = \frac{27,5}{6} = 3,92$$

$$NCF_3 = \frac{4 + 5 + 3,5 + 3,5 + 4 + 3}{6} = \frac{27,5}{6} = 3,83$$

$$NCF_4 = \frac{4 + 3 + 5 + 4,5 + 5 + 4,5}{6} = \frac{27,5}{6} = 4,33$$

Selanjutnya kita akan menghitung nilai *secondary factor* menggunakan rumus (17) berikut ini.

$$NSF = \frac{\sum NS}{\sum IS}$$

Perhitungan rata-rata *secondary factor* untuk nilai karyawan sebagai berikut.

$$NSF_1 = \frac{4 + 4 + 5}{3} = \frac{13}{6} = 4,33$$

$$NSF_2 = \frac{4 + 4,5 + 4,5}{3} = \frac{13}{6} = 4,33$$

$$NSF_3 = \frac{3 + 4,5 + 5}{3} = \frac{12,5}{6} = 4,17$$

$$NSF_4 = \frac{3 + 4,5 + 5}{3} = \frac{12,5}{6} = 4,17$$

3. Perhitungan Nilai Total

Tahapan selanjutnya kita akan menghitung nilai total dari *core factor* dan *secondary factor* menggunakan rumus (18) berikut ini.

$$N = (x)\% NCF + (x)\% NSF$$

Perhitungan total nilai untuk nilai karyawan sebagai berikut.

$$N_1 = 75\% \cdot 4,58 + 25\% \cdot 4,33$$

$$N_1 = 3,435 + 1,0825 = 4,5175$$

$$N_2 = 75\% \cdot 3,92 + 25\% \cdot 4,33$$

$$N_2 = 2,94 + 1,0825 = 4,0225$$

$$N_3 = 75\% \cdot 3,83 + 25\% \cdot 4,17$$

$$N_3 = 2,8725 + 1,0425 = 3,915$$

$$N_4 = 75\% \cdot 4,33 + 25\% \cdot 4,17$$

$$N_4 = 3,2475 + 1,0425 = 4,29$$

Selanjutnya membuat perbandingan dari alternatif berdasarkan total nilai akhir yang didapat dari masing-masing kandidat.

Tabel 3.12. Hasil Perangkingan

Nama Karyawan	Total Nilai	Rangking
Rina	4,5175	1
Ardian	4,29	2
Windi	4,0225	3
Susanto	3,915	4

Berdasarkan pemilihan karyawan terbaik menggunakan metode *profile matching* merekomendasikan untuk **Rina** sebagai karyawan terbaik karena mendapatkan total nilai yaitu 4,5175.

3.5. GREY RELATIONAL ANALYSIS (GRA)

Metode *Grey Relational Analysis* (GRA) adalah salah satu alat yang digunakan dalam analisis pengambilan keputusan multi-kriteria yang muncul dari teori sistem abu-abu atau *Grey System Theory*. Metode ini digunakan untuk mengevaluasi dan membandingkan alternatif berdasarkan beberapa kriteria atau faktor yang relevan. GRA telah mendapatkan popularitas karena kemampuannya untuk menangani ketidakpastian dan informasi yang terbatas dalam pengambilan keputusan (Kuo et al., 2008).

Konsep dasar dari metode GRA adalah mengukur tingkat hubungan atau keterkaitan antara setiap alternatif dengan alternatif referensi (ideal) dalam kerangka kerja abu-abu. Secara singkat, GRA melibatkan beberapa langkah, termasuk normalisasi data, perhitungan nilai hubungan abu-abu (*Grey Relational Coefficients*), dan penyusunan peringkat alternatif berdasarkan nilai hubungan abu-abu tersebut.

Metode *Grey Relational Analysis* (GRA) memiliki sejumlah manfaat yang menjadikannya alat yang berguna dalam pengambilan keputusan multi-kriteria di berbagai konteks. Berikut adalah beberapa manfaat utama dari metode GRA:

1. **Penanganan Ketidakpastian:** GRA mampu menangani ketidakpastian dan kekurangan data dalam pengambilan keputusan. Metode ini memungkinkan pemodelan

ketidakpastian dan menyediakan hasil yang stabil bahkan ketika data yang tersedia terbatas atau tidak lengkap.

2. **Evaluasi Kinerja Relatif:** GRA membantu pengambil keputusan dalam mengukur kinerja relatif dari berbagai alternatif dalam kaitannya dengan kriteria yang telah ditetapkan. Ini memungkinkan evaluasi yang objektif terhadap alternatif-alternatif yang ada.
3. **Pengambilan Keputusan Multikriteria:** Metode ini memungkinkan pengambil keputusan untuk mempertimbangkan banyak kriteria dan faktor dalam satu proses pengambilan keputusan. Ini penting dalam situasi di mana beberapa aspek perlu dipertimbangkan.
4. **Pendekatan yang Sederhana:** GRA adalah metode yang relatif sederhana dan mudah dipahami. Ini tidak memerlukan pengetahuan matematika yang kompleks, sehingga dapat digunakan oleh berbagai kalangan pengambil keputusan.
5. **Aplikasi Multidisiplin:** GRA dapat digunakan dalam berbagai disiplin ilmu dan sektor, termasuk manufaktur, rekayasa, keuangan, ilmu sosial, dan banyak lainnya. Ini menjadikannya alat yang serbaguna untuk berbagai jenis pengambilan keputusan.
6. **Dukungan untuk Penentuan Prioritas:** GRA membantu pengambil keputusan dalam menentukan prioritas dan fokus pada aspek-aspek yang paling penting dalam pengambilan keputusan.
7. **Dukungan untuk Analisis Sensitivitas:** GRA memungkinkan analisis sensitivitas terhadap perubahan dalam bobot kriteria atau data masukan, sehingga pengambil keputusan dapat mengukur dampaknya pada hasil keputusan.
8. **Penyederhanaan Data:** GRA memungkinkan pengambil keputusan untuk menyederhanakan data yang kompleks

menjadi nilai-nilai relatif, membuat proses evaluasi lebih mudah dipahami.

Dengan manfaat-manfaat ini, metode *Grey Relational Analysis* memberikan pendekatan yang efektif dalam pengambilan keputusan multi-kriteria, membantu pengambil keputusan dalam memahami preferensi mereka, mempertimbangkan kriteria yang relevan, dan memilih alternatif yang paling sesuai dengan kebutuhan mereka dalam berbagai konteks pengambilan keputusan yang kompleks.

Metode GRA melibatkan beberapa tahapan yang sistematis untuk menganalisis hubungan relatif antara berbagai variabel dalam suatu sistem atau proses. Berikut tahapan umum dalam metode GRA.

1. Identifikasi Kriteria

Tahap pertama adalah mengidentifikasi variabel atau faktor-faktor yang akan dianalisis dalam sistem atau proses yang ingin diteliti.

2. Penilaian Alternatif

Kumpulkan data yang relevan untuk setiap variabel yang telah diidentifikasi. Data ini dapat berupa angka atau nilai yang menggambarkan kinerja atau karakteristik variabel tersebut.

3. Normalisasi Data

Setelah mengumpulkan data, langkah berikutnya adalah melakukan normalisasi data. Normalisasi digunakan untuk mengubah data dalam skala yang seragam, sehingga memungkinkan perbandingan yang lebih baik antara variabel yang berbeda. Beberapa teknik normalisasi yang umum digunakan adalah *min-max normalization*.

$$X_{norm} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (19)$$

4. Pembentukan Matriks *Grey Relational Analysis*

Setelah normalisasi dilakukan selanjutnya membuat matriks *grey relational analysis* G merupakan hasil dari matrik normalisasi yaitu

$$G = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (20)$$

G : merupakan hasil dari matrik normalisasi

m : merupakan alternatif yang ada

n : merupakan kriteria yang ada

x_{ij} : merupakan normalisasi dalam mengukur alternatif

5. Hasil Perkalian Matriks GRA dengan Bobot

Tahap selanjutnya adalah menentukan bobot relatif untuk masing-masing variabel. Bobot ini mencerminkan tingkat pentingnya masing-masing variabel dalam analisis GRA. Selanjutnya metode GRA yaitu memberikan pembobotan untuk setiap kriteria yang mengacu kepada tingkat sebuah kepentingan dari kriteria tersebut. Berikut ini merupakan formula dalam melakukan perhitungan:

$$V_{ij} = x_{i,j} \cdot w_j \quad (21)$$

Sehingga dapat terbentuk hasil matrik normalisasi terbobot berikut ini

$$V = \begin{bmatrix} v_{1,1} & \cdots & v_{1,n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m,1} & \cdots & v_{m,n} \end{bmatrix} \quad (22)$$

6. Penghitungan Nilai Grey Relational Analysis

Dalam tahap ini, nilai relasi abu-abu dihitung untuk setiap variabel berdasarkan matriks relasi abu-abu dan bobot relatif yang telah ditentukan menggunakan persamaan berikut ini.

$$GRG_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V_{ij} \quad (23)$$

GRG_i merupakan nilai relasi abu-abu (GRG) dari variabel ke- i terhadap variabel acuan.

n merupakan jumlah variabel yang dianalisis.

j merupakan indeks dari variabel yang sedang dihitung relasinya.

V_{ij} merupakan nilai dari variabel ke- i .

7. Perankingan Alternatif

Perankingan alternatif merupakan proses mengurutkan atau mengklasifikasikan sejumlah alternatif berdasarkan hasil akhir dari penilaian kriteria terhadap alternatif yang digunakan untuk pengambilan keputusan.

Kasus yang akan diselesaikan sebagai seorang manajer pembelian yang ingin memilih *supplier* terbaik untuk memenuhi kebutuhan perusahaan. Perusahaan memiliki beberapa kriteria penting seperti harga (H) mempunyai bobot 40%, kualitas produk (KP) mempunyai bobot 30%, waktu pengiriman (WP) mempunyai bobot 20%, dan keandalan pengiriman (KAP) mempunyai bobot 10%. Hasil penilaian dengan range 1-10 terhadap *supplier* seperti disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 3.13. Hasil Penilaian *Supplier*

Nama <i>Supplier</i>	Kriteria			
	H	KP	WP	KAP
<i>Supplier W</i>	8	9	7	7
<i>Supplier X</i>	9	7	6	7
<i>Supplier Y</i>	7	8	7	7
<i>Supplier Z</i>	8	8	6	7

Berdasarkan data penilaian alternatif atau *supplier* dan kriteria yang ada, berikut langkah-langkah penyelesaian pemilihan *supplier* terbaik menggunakan Metode *Grey Relational Analysis* (GRA).

1. Identifikasi Kriteria

Tahapan pertama melakukan identifikasi kriteria berdasarkan data yang ada. Berikut hasil identifikasi kriteria seperti pada tabel berikut ini.

Tabel 3.14. Identifikasi Kriteria

Kode Kriteria	Nama Kriteria	Bobot Kriteria
---------------	---------------	----------------

H	Harga	0,4
KP	Kualitas Produk	0,3
WP	Waktu Pengiriman	0,2
KAP	Keandalan Pengiriman	0,1

2. Penilaian Alternatif

Tahap selanjutnya membuat penilaian alternatif berdasarkan data yang ada dengan menambahkan nilai minimum dan maksimum dari masing-masing kriteria untuk setiap alternatif yang ada.

Tabel 3.15. Data Hasil Penilaian Alternatif

Nama Supplier	Kriteria			
	H	KP	WP	KAP
Supplier W	8	9	7	7
Supplier X	9	7	6	7
Supplier Y	7	8	7	7
Supplier Z	8	8	6	7
Min	7	7	6	7
Max	9	9	7	7

Hasil penilaian alternatif ditampilkan dalam matriks berikut ini.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & x_{43} \\ x_{14} & x_{24} & x_{34} & x_{44} \end{bmatrix} \quad \rightarrow \quad X = \begin{bmatrix} 9 & 9 & 7 & 7 \\ 8 & 7 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 7 & 7 \\ 8 & 8 & 6 & 7 \end{bmatrix}$$

3. Normalisasi Data

Tahapan berikutnya membuat normalisasi matriks berdasarkan hasil penilaian alternatif dengan menggunakan persamaan (19), hasil normalisasi matriks sebagai berikut.

$$X_{11} = \frac{x_{11} - x_{1;\min}}{x_{1;\max} - x_{1;\min}} = \frac{9-7}{9-7} = \frac{2}{2} = 1$$

$$X_{12} = \frac{x_{12} - x_{1;\min}}{x_{1;\max} - x_{1;\min}} = \frac{8-7}{9-7} = \frac{1}{2} = 0,5$$

$$X_{13} = \frac{x_{13} - x_{1;\min}}{x_{1;\max} - x_{1;\min}} = \frac{7-7}{9-7} = \frac{0}{2} = 0$$

$$\begin{aligned}
X_{14} &= \frac{x_{14}-x_{1;\min}}{x_{1;\max}-x_{1;\min}} = \frac{8-7}{9-7} = \frac{1}{2} = 0,5 \\
X_{21} &= \frac{x_{21}-x_{2;\min}}{x_{2;\max}-x_{2;\min}} = \frac{9-7}{9-7} = \frac{2}{2} = 1 \\
X_{22} &= \frac{x_{22}-x_{2;\min}}{x_{2;\max}-x_{2;\min}} = \frac{7-7}{9-7} = \frac{0}{2} = 0 \\
X_{23} &= \frac{x_{23}-x_{2;\min}}{x_{2;\max}-x_{2;\min}} = \frac{8-7}{9-7} = \frac{1}{2} = 0,5 \\
X_{24} &= \frac{x_{24}-x_{2;\min}}{x_{2;\max}-x_{2;\min}} = \frac{8-7}{9-7} = \frac{1}{2} = 0,5 \\
X_{31} &= \frac{x_{31}-x_{3;\min}}{x_{3;\max}-x_{3;\min}} = \frac{7-6}{7-6} = \frac{1}{1} = 1 \\
X_{32} &= \frac{x_{32}-x_{3;\min}}{x_{3;\max}-x_{3;\min}} = \frac{6-6}{7-6} = \frac{0}{1} = 0 \\
X_{33} &= \frac{x_{33}-x_{3;\min}}{x_{3;\max}-x_{3;\min}} = \frac{7-6}{7-6} = \frac{1}{1} = 1 \\
X_{34} &= \frac{x_{34}-x_{3;\min}}{x_{3;\max}-x_{3;\min}} = \frac{6-6}{7-6} = \frac{0}{1} = 0 \\
X_{41} &= \frac{x_{41}-x_{4;\min}}{x_{4;\max}-x_{4;\min}} = \frac{7-7}{7-7} = \frac{1}{1} = 1 \\
X_{42} &= \frac{x_{42}-x_{4;\min}}{x_{4;\max}-x_{4;\min}} = \frac{7-7}{7-7} = \frac{1}{1} = 1 \\
X_{43} &= \frac{x_{43}-x_{4;\min}}{x_{4;\max}-x_{4;\min}} = \frac{7-7}{7-7} = \frac{1}{1} = 1 \\
X_{44} &= \frac{x_{44}-x_{4;\min}}{x_{4;\max}-x_{4;\min}} = \frac{7-7}{7-7} = \frac{1}{1} = 1
\end{aligned}$$

4. Pembentukan Matriks *Grey Relational Analysis*

Tahapan selanjutnya membuat matriks *grey relational analysis* berdasarkan hasil normalisasi yang telah dilakukan, hasil matriks *grey relational analysis* sebagai berikut.

$$G = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{21} & x_{31} & x_{41} \\ x_{12} & x_{22} & x_{32} & x_{42} \\ x_{13} & x_{23} & x_{33} & x_{43} \\ x_{14} & x_{23} & x_{34} & x_{44} \end{bmatrix} \rightarrow G = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0,5 & 1 & 1 \\ 0,5 & 0,5 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

5. Hasil Perkalian Matriks GRA dengan Bobot

Tahapan selanjutnya menentukan bobot masing-masing kriteria dimana berdasarkan soal telah ditentukan yaitu bobot harga atau w_1 mempunyai bobot 0,4. Bobot kualitas produk atau w_2 mempunyai bobot 0,3. bobot waktu

pengiriman atau w_3 mempunyai bobot 0,2. Bobot keandalan pengiriman atau w_4 mempunyai bobot 0,1. Perkalian matriks *grey relational analysis* dengan bobot dari masing-masing kriteria dengan menggunakan persamaan (20), hasil perkalian matriks sebagai berikut.

$$\begin{aligned}V_{11} &= x_{11} \cdot w_1 = 1 * 0,4 = 0,4 \\V_{12} &= x_{12} \cdot w_1 = 0,5 * 0,4 = 0,2 \\V_{13} &= x_{13} \cdot w_1 = 0 * 0,4 = 0 \\V_{14} &= x_{14} \cdot w_1 = 0,5 * 0,4 = 0,2 \\V_{21} &= x_{21} \cdot w_2 = 1 * 0,3 = 0,3 \\V_{22} &= x_{22} \cdot w_2 = 0 * 0,3 = 0 \\V_{23} &= x_{23} \cdot w_2 = 0,5 * 0,3 = 0,15 \\V_{24} &= x_{24} \cdot w_2 = 0,5 * 0,3 = 0,15 \\V_{31} &= x_{31} \cdot w_3 = 1 * 0,2 = 0,2 \\V_{32} &= x_{32} \cdot w_3 = 0 * 0,2 = 0 \\V_{33} &= x_{33} \cdot w_3 = 1 * 0,2 = 0,2 \\V_{34} &= x_{34} \cdot w_3 = 0 * 0,2 = 0 \\V_{41} &= x_{41} \cdot w_4 = 1 * 0,1 = 0,1 \\V_{42} &= x_{42} \cdot w_4 = 1 * 0,1 = 0,1 \\V_{43} &= x_{43} \cdot w_4 = 1 * 0,1 = 0,1 \\V_{44} &= x_{44} \cdot w_4 = 1 * 0,1 = 0,1\end{aligned}$$

Hasil perkalian bobot dengan matriks *grey relational analysis* ditampilkan dalam matriks berikut ini.

$$V = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{21} & v_{31} & v_{41} \\ v_{12} & v_{22} & v_{32} & v_{42} \\ v_{13} & v_{23} & v_{33} & v_{43} \\ v_{14} & v_{24} & v_{34} & v_{44} \end{bmatrix} V = \begin{bmatrix} 0,4 & 0,3 & 0,2 & 0,1 \\ 0,2 & 0 & 0 & 0,1 \\ 0 & 0,15 & 0,2 & 0,1 \\ 0,2 & 0,15 & 0 & 0,1 \end{bmatrix}$$

6. Penghitungan Nilai *Grey Relational Analysis*

Tahapan selanjutnya menghitung nilai *grey relational analysis* dari masing-masing alternatif menggunakan persamaan (21) berikut ini.

$$\begin{aligned}GRG_1 &= \frac{1}{n} (v_{11} + v_{21} + v_{31} + v_{41}) \\GRG_1 &= \frac{1}{4} (0,4 + 0,3 + 0,2 + 0,1) = \frac{1}{4} (1) = 0,25\end{aligned}$$

$$GRG_2 = \frac{1}{n}(v_{12} + v_{22} + v_{32} + v_{42})$$

$$GRG_2 = \frac{1}{4}(0,2 + 0 + 0 + 0,1) = \frac{1}{4}(0,3) = 0,075$$

$$GRG_3 = \frac{1}{n}(v_{13} + v_{23} + v_{33} + v_{43})$$

$$GRG_3 = \frac{1}{4}(0 + 0,15 + 0,2 + 0,1) = \frac{1}{4}(0,45) = 0,1125$$

$$GRG_4 = \frac{1}{n}(v_{14} + v_{24} + v_{34} + v_{44})$$

$$GRG_4 = \frac{1}{4}(0,2 + 0,15 + 0 + 0,1) = \frac{1}{4}(0,45) = 0,1125$$

7. Perankingan Alternatif

Hasil perankingan menggunakan *grey relational analysis* untuk pemilihan *supplier* terbaik seperti ditunjukkan pada tabel berikut ini.

Tabel 3.16. Hasil Perankingan GRA

ID	Nama Supplier	Total Nilai GRA	Rangking
GRG_1	Supplier W	0,25	1
GRG_3	Supplier Y	0,1125	2
GRG_4	Supplier Z	0,1125	2
GRG_2	Supplier X	0,075	3

BAB IV

INTEGRASI AI DALAM MADM UNTUK KEPUTUSAN KLINIS

Integrasi Artificial Intelligence (AI) dalam Multi-Attribute Decision Making (MADM) untuk keputusan klinis merupakan langkah strategis dalam meningkatkan kualitas pengambilan keputusan di bidang kesehatan. MADM digunakan untuk menilai dan memilih alternatif terbaik berdasarkan berbagai kriteria yang kompleks, seperti diagnosis penyakit, pemilihan terapi, alokasi sumber daya medis, atau evaluasi risiko pasien. Dengan dukungan AI, proses MADM menjadi lebih adaptif, cepat, dan akurat, karena AI mampu mengolah data medis yang sangat besar (big data) serta mendeteksi pola yang sulit diidentifikasi oleh manusia.

4.1. PERAN KECERDASAN BUATAN DALAM DSS KESEHATAN

Kecerdasan buatan (AI) telah menjadi salah satu pilar utama dalam pengembangan sistem pendukung keputusan (Decision Support System/DSS) di bidang kesehatan. Dengan kemampuan menganalisis data dalam jumlah besar dan kompleks, AI membantu tenaga medis maupun manajer rumah sakit dalam mengambil keputusan yang lebih cepat, akurat, dan berbasis bukti. Integrasi AI dalam DSS memungkinkan peralihan dari pendekatan reaktif menuju strategi yang lebih proaktif dan prediktif.

Dalam aspek diagnosis, AI mampu meningkatkan akurasi dan kecepatan deteksi penyakit. Algoritma pembelajaran mesin (machine learning) dan deep learning dapat menganalisis data pencitraan medis seperti CT scan, MRI, atau X-ray untuk mengidentifikasi pola abnormal yang sulit dikenali secara manual. Hal ini mendukung DSS kesehatan dalam memberikan rekomendasi awal kepada dokter, sehingga diagnosis dapat dilakukan lebih dini dan intervensi medis lebih efektif.

AI juga berperan penting dalam personalisasi terapi. Setiap pasien memiliki profil kesehatan yang unik, dipengaruhi oleh faktor genetik, riwayat penyakit, dan gaya hidup. Melalui DSS berbasis AI, sistem dapat merekomendasikan jenis pengobatan atau dosis obat yang sesuai dengan karakteristik individu pasien. Pendekatan precision medicine ini tidak hanya meningkatkan efektivitas terapi, tetapi juga mengurangi risiko efek samping.

Di sisi manajemen rumah sakit, AI mendukung DSS dalam optimasi sumber daya. Misalnya, sistem dapat memprediksi jumlah pasien berdasarkan tren historis, sehingga kapasitas tempat tidur, tenaga medis, maupun persediaan obat dapat direncanakan dengan lebih baik. AI juga membantu dalam pengaturan jadwal operasi dan distribusi staf, sehingga operasional rumah sakit menjadi lebih efisien.

Selain itu, AI mendukung DSS kesehatan dalam bidang pencegahan penyakit dan epidemiologi. Dengan menganalisis data populasi, pola perjalanan, dan lingkungan, sistem dapat memprediksi potensi penyebaran penyakit menular. Informasi ini memungkinkan pemerintah maupun rumah sakit untuk melakukan intervensi lebih awal, seperti penyediaan vaksin, penyuluhan kesehatan, atau penyiapan fasilitas medis di daerah tertentu.

AI juga memperkuat kemampuan DSS dalam analisis teks dan data tidak terstruktur. Rekam medis sering kali berisi catatan dokter yang bersifat naratif, yang sulit diolah secara manual. Dengan natural language processing (NLP), sistem dapat mengekstrak informasi penting dari teks medis, lalu menggunakannya untuk mendukung keputusan klinis. Teknologi ini meningkatkan pemanfaatan data yang sebelumnya kurang tergali.

Dalam aspek pelayanan pasien, AI melalui DSS dapat digunakan untuk meningkatkan pengalaman pasien. Contohnya adalah chatbot medis yang membantu menjawab pertanyaan awal, mengingatkan jadwal minum obat, atau memberikan informasi

kesehatan dasar. Dengan demikian, beban tenaga medis berkurang, sementara pasien tetap mendapatkan layanan informasi yang cepat dan akurat.

Secara keseluruhan, peran AI dalam DSS kesehatan adalah memperkuat kualitas pengambilan keputusan di berbagai aspek, mulai dari diagnosis, terapi, manajemen rumah sakit, hingga pencegahan penyakit. AI tidak dimaksudkan untuk menggantikan tenaga medis, melainkan sebagai alat bantu yang meningkatkan akurasi, efisiensi, dan efektivitas layanan kesehatan. Dengan penerapan yang tepat, integrasi AI dalam DSS berpotensi besar mendorong transformasi digital kesehatan menuju sistem yang lebih adaptif, responsif, dan berkelanjutan.

4.2. HYBRID MODEL: MADM DAN MACHINE LEARNING

Integrasi antara Multi-Attribute Decision Making (MADM) dan machine learning menghasilkan sebuah hybrid model yang semakin relevan dalam mendukung pengambilan keputusan kompleks. MADM pada dasarnya digunakan untuk memberikan kerangka sistematis dalam mengevaluasi berbagai alternatif berdasarkan sejumlah kriteria, baik kualitatif maupun kuantitatif. Namun, dalam penerapannya, metode ini sering menghadapi keterbatasan pada penentuan bobot kriteria yang subjektif serta kesulitan dalam menangani data berukuran besar dan tidak terstruktur. Di sisi lain, machine learning memiliki kemampuan adaptif dalam mempelajari pola dari data masif dan heterogen. Dengan menggabungkan keduanya, tercipta model hibrida yang mampu mengatasi keterbatasan masing-masing pendekatan dan memberikan hasil keputusan yang lebih akurat, efisien, serta berbasis data.

Peran MADM dalam model hibrida adalah menyediakan kerangka evaluasi multi-kriteria yang transparan, sehingga hasil akhir tetap dapat ditelusuri prosesnya oleh pengambil keputusan. Misalnya, metode seperti SAW, TOPSIS, MOORA, atau COPRAS digunakan untuk mengukur dan membandingkan alternatif

berdasarkan kriteria yang sudah ditentukan. Di sisi lain, machine learning dapat digunakan untuk mengotomatiskan proses penentuan bobot kriteria dengan teknik pembelajaran berbasis data, seperti algoritma Random Forest untuk menentukan feature importance atau metode unsupervised learning untuk mengelompokkan pola preferensi. Dengan kombinasi ini, bobot yang dihasilkan menjadi lebih objektif dan reflektif terhadap kondisi nyata, bukan sekadar bergantung pada opini pakar semata.

Salah satu keuntungan utama dari hybrid model ini adalah kemampuan untuk mengelola data besar (big data) yang semakin banyak dihasilkan oleh sistem modern. Machine learning dapat digunakan untuk melakukan pra-pemrosesan, seperti normalisasi, reduksi dimensi, serta identifikasi pola yang tersembunyi di dalam data. Setelah itu, hasil olahan data tersebut dapat digunakan sebagai input yang lebih bersih dan terstruktur ke dalam kerangka MADM. Dengan cara ini, MADM tetap menjadi decision core yang menjaga transparansi proses, sementara machine learning memastikan data yang digunakan telah melalui tahap optimasi.

Contoh penerapan hybrid model dapat dilihat pada sektor kesehatan, khususnya dalam pemilihan terapi terbaik bagi pasien dengan kondisi tertentu. Machine learning dapat digunakan untuk menganalisis riwayat kesehatan pasien, pola genetik, serta data klinis dari ribuan kasus sebelumnya. Hasil analisis kemudian digunakan untuk memberikan bobot pada kriteria medis, seperti efektivitas obat, potensi efek samping, biaya, serta kenyamanan pasien. Setelah bobot dan nilai kriteria ditentukan secara objektif, metode MADM seperti TOPSIS dapat digunakan untuk menghasilkan peringkat terapi yang paling sesuai. Dengan pendekatan ini, keputusan yang dihasilkan tidak hanya berbasis pakar, tetapi juga diperkuat dengan pembelajaran dari data historis yang luas.

Dalam konteks manajemen bisnis dan industri, hybrid model juga sangat bermanfaat. Misalnya, pada kasus pemilihan supplier strategis, machine learning dapat digunakan untuk memprediksi

kinerja supplier berdasarkan data transaksi historis, tren pasar, maupun catatan kualitas. Prediksi ini kemudian dijadikan sebagai dasar dalam pembobotan kriteria seperti kualitas, harga, waktu pengiriman, dan fleksibilitas. Setelah itu, MADM digunakan untuk memberikan peringkat akhir terhadap supplier. Hasilnya adalah sebuah rekomendasi yang tidak hanya berdasarkan evaluasi statis, tetapi juga mencerminkan prediksi kinerja masa depan yang lebih dinamis.

Kekuatan hybrid model juga terlihat pada aspek adaptabilitasnya. Machine learning dapat memperbarui pembelajaran secara berkala seiring bertambahnya data baru, sehingga bobot kriteria maupun evaluasi alternatif selalu terkini dan relevan. MADM kemudian berfungsi menjaga interpretabilitas hasil, karena salah satu kritik terbesar terhadap machine learning adalah sifatnya yang sering dianggap sebagai black box. Dengan kerangka MADM, hasil keputusan dapat dilacak kembali ke bobot dan skor kriteria, sehingga pengambil keputusan tetap memahami alasan di balik rekomendasi yang diberikan.

Meskipun hybrid model memberikan banyak keuntungan, ada pula tantangan yang perlu diperhatikan. Salah satunya adalah kompleksitas integrasi antara dua pendekatan ini. Diperlukan infrastruktur komputasi yang memadai untuk menangani data dalam jumlah besar, serta keahlian multidisiplin yang melibatkan bidang data science, sistem pendukung keputusan, dan domain spesifik aplikasi. Selain itu, perlu ada mekanisme evaluasi yang ketat untuk memastikan bahwa bobot kriteria hasil machine learning benar-benar mencerminkan kondisi nyata dan tidak bias akibat data yang tidak seimbang atau tidak representatif.

Secara keseluruhan, hybrid model yang menggabungkan MADM dan machine learning merupakan pendekatan inovatif yang mampu meningkatkan kualitas pengambilan keputusan di berbagai bidang, mulai dari kesehatan, bisnis, industri, hingga sektor publik. Kombinasi ini menghadirkan keunggulan berupa objektivitas, akurasi, efisiensi, dan transparansi yang lebih baik

dibanding penggunaan metode tunggal. Dengan pengembangan yang berkelanjutan, model hibrida ini berpotensi menjadi pilar utama dalam sistem pendukung keputusan modern, terutama di era big data dan transformasi digital yang menuntut kecepatan sekaligus ketepatan dalam menentukan strategi.

4.3. NATURAL LANGUAGE PROCESSING UNTUK REKAM MEDIS ELEKTRONIK

Natural Language Processing (NLP) merupakan cabang kecerdasan buatan yang berfokus pada pemrosesan dan analisis bahasa alami agar dapat dipahami oleh komputer. Dalam konteks rekam medis elektronik (EMR), NLP memiliki peran penting karena sebagian besar data medis yang tersimpan masih berbentuk teks tidak terstruktur, seperti catatan dokter, laporan laboratorium, atau hasil pemeriksaan radiologi. Data ini sulit dimanfaatkan secara langsung oleh sistem analitik tradisional. Dengan bantuan NLP, catatan teks dapat diekstraksi, dipetakan, dan dikonversi menjadi informasi yang lebih terstruktur sehingga dapat digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan klinis dan penelitian medis.

Salah satu tantangan utama dalam EMR adalah keragaman format penulisan catatan medis. Dokter sering menggunakan singkatan, istilah khusus, atau gaya bahasa yang berbeda dalam mendeskripsikan kondisi pasien. NLP hadir untuk menstandarkan keragaman tersebut melalui proses seperti tokenisasi, stemming, hingga named entity recognition (NER) yang mengidentifikasi entitas penting seperti nama obat, diagnosis, gejala, atau prosedur medis. Dengan begitu, catatan yang semula tidak terstruktur dapat disusun dalam format data yang konsisten dan siap digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Penerapan NLP dalam EMR juga sangat bermanfaat dalam meningkatkan akurasi diagnosis. Sistem dapat menganalisis catatan medis pasien secara historis untuk menemukan pola gejala

yang relevan dengan penyakit tertentu. Sebagai contoh, gejala ringan yang sering diabaikan bisa dihubungkan dengan riwayat medis sebelumnya sehingga menghasilkan deteksi dini terhadap penyakit kronis. Integrasi ini membantu tenaga medis membuat keputusan yang lebih cepat dan akurat, sekaligus mengurangi risiko missed diagnosis.

Selain diagnosis, NLP juga dapat mendukung personalisasi pengobatan atau precision medicine. Dengan mengekstrak informasi penting dari EMR, sistem dapat mengidentifikasi pasien yang memiliki riwayat alergi, respon berbeda terhadap obat tertentu, atau kecenderungan genetik terhadap penyakit. Informasi tersebut menjadi dasar bagi dokter untuk menentukan terapi yang lebih sesuai dengan kondisi individu pasien. Dengan kata lain, NLP membantu memastikan bahwa pengobatan tidak bersifat generik, tetapi lebih terarah dan aman.

Manfaat NLP pada EMR tidak hanya berhenti pada aspek klinis, tetapi juga meluas ke ranah manajemen rumah sakit. Analisis teks dari catatan pasien dapat digunakan untuk mengevaluasi kualitas layanan, menilai efektivitas prosedur medis, atau mendeteksi potensi kesalahan medis. Misalnya, jika banyak catatan menunjukkan keterlambatan pemberian obat atau komplikasi pasca operasi, manajemen rumah sakit dapat segera mengambil langkah perbaikan. Dengan demikian, NLP berperan dalam meningkatkan efisiensi operasional sekaligus keselamatan pasien.

Di bidang penelitian medis, NLP membuka peluang besar untuk eksplorasi pengetahuan baru. Dengan memanfaatkan data teks dari jutaan EMR, peneliti dapat menemukan tren penyakit, hubungan antara gejala dan pengobatan, atau mengidentifikasi kelompok pasien yang berisiko tinggi terhadap kondisi tertentu. Proses yang sebelumnya memakan waktu bertahun-tahun kini dapat dilakukan lebih cepat dengan bantuan NLP, sehingga inovasi dalam bidang medis, seperti penemuan obat baru atau strategi pencegahan, dapat dipercepat.

Meski menawarkan banyak keuntungan, penerapan NLP pada EMR juga memiliki tantangan yang signifikan. Salah satunya adalah isu privasi dan keamanan data, karena rekam medis berisi informasi yang sangat sensitif. Selain itu, kompleksitas bahasa medis yang penuh dengan jargon, singkatan, serta perbedaan konteks antar dokter dapat menyulitkan sistem dalam menghasilkan interpretasi yang konsisten. Oleh karena itu, diperlukan algoritma NLP yang lebih canggih serta kerangka regulasi yang ketat agar penerapan teknologi ini tetap aman dan dapat dipercaya.

Secara keseluruhan, Natural Language Processing menjadi teknologi kunci dalam memaksimalkan potensi rekam medis elektronik. Dengan kemampuannya mengekstraksi informasi berharga dari data teks yang tidak terstruktur, NLP mendukung proses diagnosis, personalisasi pengobatan, manajemen rumah sakit, hingga penelitian medis. Meskipun tantangan seperti privasi, keamanan, dan kompleksitas bahasa masih perlu diatasi, prospek NLP dalam EMR sangat menjanjikan untuk menciptakan sistem kesehatan yang lebih cerdas, efisien, dan berpusat pada pasien.

BAB V

ANALYTICS UNTUK PENINGKATAN KEPUTUSAN MEDIS

Analytics dalam bidang medis memiliki peran penting dalam meningkatkan kualitas pengambilan keputusan, baik di tingkat klinis maupun manajerial. Melalui pemanfaatan data besar (big data), machine learning, serta metode analitik canggih, tenaga kesehatan dapat memperoleh wawasan yang lebih mendalam mengenai diagnosis, efektivitas terapi, prediksi risiko penyakit, hingga efisiensi operasional rumah sakit. Pendekatan berbasis data ini tidak hanya membantu mempercepat proses pengambilan keputusan, tetapi juga meningkatkan akurasi, mengurangi potensi kesalahan, serta mendukung tercapainya layanan kesehatan yang lebih personal, proaktif, dan berkelanjutan. Dengan demikian, analytics menjadi fondasi strategis dalam transformasi digital sistem kesehatan modern.

5.1. PERAN DATA ANALYTICS DAN BIG DATA DALAM SISTEM KESEHATAN

Peran Data Analytics dan Big Data dalam sistem kesehatan sangatlah signifikan karena mampu meningkatkan kualitas pelayanan medis, efisiensi manajemen, serta pengambilan keputusan berbasis bukti. Big Data dalam kesehatan mencakup beragam sumber informasi, mulai dari rekam medis elektronik (Electronic Health Records/EHR), data laboratorium, citra medis, hingga data wearable devices dan media sosial. Melalui Data Analytics, data yang sangat besar dan kompleks tersebut dapat diolah untuk menghasilkan wawasan yang bermanfaat. Misalnya, analisis prediktif dapat digunakan untuk mendeteksi potensi penyakit secara dini, personalisasi pengobatan sesuai profil pasien, serta memprediksi tren epidemi atau pandemi. Selain itu, Big Data

membantu rumah sakit dalam optimalisasi alokasi sumber daya, pengurangan biaya operasional, dan pengendalian risiko medis. Dari sisi kebijakan, data analytics juga mendukung pemerintah dalam perencanaan kesehatan masyarakat, evaluasi program kesehatan, serta pengambilan kebijakan yang lebih tepat sasaran. Dengan demikian, integrasi Data Analytics dan Big Data menjadi kunci transformasi digital sektor kesehatan menuju pelayanan yang lebih cepat, tepat, efektif, dan berorientasi pada pasien.

Perkembangan teknologi digital telah menghadirkan data dalam jumlah yang sangat besar di bidang kesehatan, baik yang bersumber dari rekam medis elektronik, perangkat wearable, hasil laboratorium, hingga sistem manajemen rumah sakit. Data ini sering kali bersifat kompleks, bervariasi, dan terus bertambah seiring waktu. Kehadiran big data analytics menjadi solusi strategis untuk mengolah informasi yang melimpah tersebut agar dapat diubah menjadi pengetahuan yang bermanfaat bagi pengambilan keputusan dalam sistem kesehatan.

Salah satu peran penting big data dalam kesehatan adalah meningkatkan ketepatan diagnosis. Dengan menggabungkan data medis historis, hasil pencitraan, dan catatan klinis, algoritma analitik dapat membantu tenaga medis dalam mengidentifikasi pola penyakit yang tidak selalu mudah dikenali secara manual. Hal ini mampu meningkatkan akurasi diagnosis, mempercepat proses deteksi dini, dan pada akhirnya mendukung tindakan medis yang lebih tepat sasaran.

Selain untuk diagnosis, data analytics juga berperan dalam personalisasi terapi. Setiap pasien memiliki kondisi unik yang dipengaruhi oleh faktor genetik, gaya hidup, maupun lingkungan. Melalui big data, sistem kesehatan dapat menyesuaikan jenis perawatan atau pengobatan sesuai karakteristik individu pasien. Pendekatan ini, yang dikenal sebagai precision medicine, memberikan peluang besar untuk meningkatkan efektivitas terapi sekaligus mengurangi risiko efek samping.

Di tingkat operasional, big data analytics dapat membantu rumah sakit meningkatkan efisiensi manajemen sumber daya. Misalnya, prediksi kebutuhan obat dan alat medis, optimasi jadwal tenaga medis, hingga pengaturan kapasitas ruang perawatan. Dengan analisis prediktif, rumah sakit dapat mengantisipasi lonjakan pasien, menghindari kekurangan stok, serta mengurangi pemborosan biaya operasional.

Big data juga mendukung aspek penelitian medis dengan menyediakan basis informasi yang luas untuk studi klinis. Analisis data dalam skala besar memungkinkan peneliti menemukan tren baru, mengidentifikasi faktor risiko, dan menguji hipotesis dengan lebih cepat. Hal ini mempercepat inovasi dalam penemuan obat, pengembangan teknologi medis, dan strategi pencegahan penyakit menular maupun kronis.

Selain manfaat klinis dan operasional, penerapan data analytics dalam sistem kesehatan juga dapat meningkatkan kualitas pelayanan pasien. Misalnya, melalui analisis sentimen dari umpan balik pasien, institusi kesehatan dapat menilai tingkat kepuasan dan memperbaiki aspek pelayanan yang dirasa kurang. Dengan pemahaman yang lebih baik terhadap kebutuhan pasien, rumah sakit dapat memberikan layanan yang lebih humanis, responsif, dan berorientasi pada pasien.

Secara keseluruhan, peran data analytics dan big data dalam sistem kesehatan adalah untuk mentransformasi data yang besar dan kompleks menjadi wawasan yang bermakna. Melalui pemanfaatannya, pengambilan keputusan di bidang medis menjadi lebih cepat, tepat, dan berbasis bukti. Dengan dukungan infrastruktur digital yang memadai, big data berpotensi besar dalam mewujudkan sistem kesehatan yang lebih adaptif, efisien, dan berkelanjutan di era transformasi digital.

5.2. DATA VISUALIZATION DALAM MADM

Data visualization dalam konteks Multi-Attribute Decision Making (MADM) memiliki peran strategis untuk menyederhanakan

hasil analisis yang kompleks menjadi tampilan visual yang lebih intuitif. MADM melibatkan banyak alternatif dan kriteria, yang jika hanya ditampilkan dalam bentuk tabel angka dapat menyulitkan pengambil keputusan untuk memahami pola maupun tren yang ada. Dengan visualisasi, informasi dapat ditransformasikan menjadi grafik atau diagram yang lebih mudah dipahami oleh berbagai pihak, baik yang memiliki latar belakang teknis maupun non-teknis.

Salah satu bentuk visualisasi yang sering digunakan dalam MADM adalah bar chart atau column chart yang menampilkan skor akhir dari setiap alternatif. Visualisasi ini membantu pengambil keputusan untuk melihat dengan jelas alternatif mana yang memiliki performa terbaik dibandingkan yang lain. Selain itu, pewarnaan dan anotasi pada grafik dapat mempertegas perbedaan peringkat sehingga keputusan dapat diambil dengan lebih cepat.

Selain bar chart, radar chart atau spider chart juga sering dimanfaatkan dalam MADM. Jenis visualisasi ini memperlihatkan performa setiap alternatif pada berbagai kriteria secara simultan. Dengan radar chart, pengambil keputusan dapat menilai keunggulan dan kelemahan relatif dari setiap alternatif terhadap kriteria tertentu, sehingga analisis menjadi lebih komprehensif. Hal ini sangat berguna dalam situasi ketika peringkat akhir tidak cukup untuk menggambarkan performa detail dari tiap alternatif.

Untuk menampilkan matriks keputusan atau hasil normalisasi dan pembobotan, heatmap merupakan pilihan visualisasi yang efektif. Dengan skema warna, pengambil keputusan dapat dengan cepat mengenali kriteria yang menjadi kekuatan maupun kelemahan suatu alternatif. Heatmap memudahkan analisis pola dan distribusi nilai tanpa harus membaca angka satu per satu, sehingga efisiensi dalam interpretasi data dapat meningkat.

Selain itu, scatter plot atau bubble chart dapat digunakan untuk menunjukkan hubungan antar kriteria atau menampilkan alternatif berdasarkan dua hingga tiga kriteria utama. Misalnya,

ketika ingin membandingkan harga dan kualitas suatu produk, scatter plot dapat menunjukkan posisi setiap alternatif dalam dimensi tersebut, sementara ukuran atau warna bubble dapat mewakili nilai kriteria tambahan. Dengan cara ini, visualisasi tidak hanya menyajikan peringkat, tetapi juga memberikan perspektif multi-dimensi.

Secara keseluruhan, data visualization dalam MADM berfungsi untuk meningkatkan transparansi, akurasi, dan keterlibatan pengambil keputusan dalam proses analisis. Visualisasi yang tepat dapat mempercepat pemahaman, memperjelas perbedaan antar alternatif, serta mendukung proses komunikasi hasil kepada berbagai pemangku kepentingan. Dengan integrasi data visualization, metode MADM tidak hanya menghasilkan keputusan yang objektif, tetapi juga memastikan bahwa hasil analisis dapat diinterpretasikan dengan jelas dan dipertanggungjawabkan.

5.3. PREDICTIVE ANALYTICS UNTUK PERENCANAAN LAYANAN

Predictive analytics merupakan pendekatan analitik yang menggunakan data historis, teknik statistik, serta algoritma machine learning untuk memprediksi tren atau kejadian di masa depan. Dalam konteks perencanaan layanan, predictive analytics membantu organisasi memahami kebutuhan pelanggan atau pengguna layanan di masa mendatang. Dengan pemahaman ini, penyedia layanan dapat mengantisipasi permintaan, mengoptimalkan sumber daya, dan meminimalisasi risiko gangguan operasional.

Dalam bidang kesehatan, predictive analytics dapat digunakan untuk merencanakan kapasitas rumah sakit, seperti prediksi jumlah pasien berdasarkan pola musiman atau tren epidemi. Dengan memanfaatkan data rekam medis, data cuaca, hingga pola demografi, rumah sakit dapat menyiapkan tenaga

medis, obat-obatan, serta peralatan dengan lebih efisien. Perencanaan yang berbasis prediksi ini membantu meningkatkan kualitas layanan pasien sekaligus mengurangi potensi keterlambatan penanganan.

Di sektor transportasi dan logistik, predictive analytics mendukung perencanaan layanan dengan memprediksi permintaan angkutan barang maupun penumpang. Misalnya, dengan menganalisis data historis perjalanan dan kondisi lalu lintas, perusahaan transportasi dapat menyesuaikan jumlah armada dan rute perjalanan agar lebih efisien. Hal ini tidak hanya menekan biaya operasional, tetapi juga meningkatkan kepuasan pelanggan karena layanan yang diberikan lebih tepat waktu.

Pada layanan publik, predictive analytics digunakan untuk memperkirakan kebutuhan masyarakat, seperti konsumsi energi, air, atau layanan administrasi. Pemerintah dapat menggunakan analisis prediktif untuk merencanakan kapasitas infrastruktur, mengantisipasi lonjakan permintaan, serta menyiapkan kebijakan yang lebih responsif. Dengan demikian, layanan publik dapat diberikan secara lebih merata, adil, dan berkesinambungan.

Dalam dunia bisnis, predictive analytics membantu perusahaan merencanakan strategi layanan pelanggan, seperti memprediksi tingkat churn (kehilangan pelanggan) atau kebutuhan produk baru. Dengan informasi prediktif ini, perusahaan dapat melakukan intervensi proaktif melalui penawaran personalisasi, peningkatan layanan purna jual, atau inovasi produk. Dampaknya adalah retensi pelanggan yang lebih tinggi dan peningkatan daya saing di pasar.

Secara keseluruhan, predictive analytics berperan penting dalam mendukung perencanaan layanan yang lebih adaptif, efisien, dan berbasis data. Kemampuan untuk melihat tren masa depan memberi peluang besar bagi organisasi untuk mengantisipasi tantangan sekaligus menciptakan nilai tambah bagi pengguna layanan. Dengan integrasi teknologi ini, perencanaan layanan tidak

lagi bersifat reaktif, melainkan proaktif dan berorientasi pada kebutuhan yang terus berkembang.

5.4. PENGGUNAAN DASHBOARDS DALAM PENGAMBILAN KEPUTUSAN

Dashboard merupakan alat visualisasi data yang dirancang untuk menampilkan informasi penting secara ringkas, interaktif, dan real-time. Dalam konteks pengambilan keputusan, dashboard berfungsi sebagai pusat informasi yang menyajikan data dari berbagai sumber dalam bentuk grafik, tabel, indikator kinerja utama (Key Performance Indicators/KPI), serta visualisasi lainnya. Dengan tampilan yang mudah dipahami, pengambil keputusan dapat memperoleh gambaran menyeluruh mengenai situasi yang sedang dihadapi.

Penggunaan dashboard memungkinkan pengambil keputusan untuk memantau performa organisasi secara berkelanjutan. Misalnya, dalam manajemen rumah sakit, dashboard dapat menampilkan data jumlah pasien, tingkat keterisian tempat tidur, ketersediaan obat, hingga waktu rata-rata pelayanan. Informasi yang tersaji secara real-time ini memungkinkan manajer mengambil langkah cepat ketika terjadi peningkatan kebutuhan layanan atau keterbatasan sumber daya.

Selain untuk monitoring, dashboard juga mendukung analisis tren jangka panjang. Dengan memanfaatkan data historis yang divisualisasikan, pengambil keputusan dapat mengidentifikasi pola, mengantisipasi permasalahan, serta merumuskan strategi yang lebih efektif. Misalnya, dalam sektor bisnis, dashboard penjualan dapat menunjukkan tren pembelian pelanggan dari waktu ke waktu sehingga strategi pemasaran dapat disesuaikan dengan lebih tepat sasaran.

Kelebihan lain dari dashboard adalah kemampuannya untuk mendukung transparansi dan komunikasi antar pemangku kepentingan. Data yang divisualisasikan dalam dashboard dapat

diakses oleh berbagai pihak dalam organisasi, sehingga setiap unit memiliki pemahaman yang sama terhadap kondisi yang ada. Hal ini meminimalisasi miskomunikasi, mempercepat koordinasi, serta meningkatkan kolaborasi dalam pengambilan keputusan.

Dashboard juga berperan penting dalam membantu pengambilan keputusan berbasis data (data-driven decision making). Alih-alih hanya mengandalkan intuisi, pengambil keputusan dapat melihat bukti visual yang didasarkan pada data aktual. Dengan demikian, keputusan yang diambil menjadi lebih objektif, terukur, dan dapat dipertanggungjawabkan. Hal ini meningkatkan akurasi keputusan sekaligus mengurangi risiko kesalahan strategis.

Secara keseluruhan, penggunaan dashboard dalam pengambilan keputusan memberikan manfaat signifikan dalam hal efisiensi, transparansi, dan efektivitas. Dengan dukungan teknologi visualisasi yang terus berkembang, dashboard tidak hanya menjadi alat pelaporan, tetapi juga instrumen analitik yang mendukung organisasi untuk lebih adaptif terhadap perubahan. Ke depan, integrasi dashboard dengan kecerdasan buatan dan analitik prediktif diperkirakan akan semakin memperkuat perannya sebagai fondasi utama dalam proses pengambilan keputusan modern.

BAB VI

STUDI KASUS PENERAPAN MADM DI BIDANG KESEHATAN

Penerapan MADM dalam bidang kesehatan telah menjadi salah satu pendekatan penting untuk mendukung pengambilan keputusan yang kompleks dan berbasis data. Bidang kesehatan seringkali dihadapkan pada situasi di mana berbagai kriteria harus dipertimbangkan secara bersamaan, seperti efektivitas pengobatan, biaya, risiko efek samping, ketersediaan sumber daya, hingga preferensi pasien. MADM hadir sebagai solusi metodologis untuk mengintegrasikan faktor-faktor tersebut sehingga menghasilkan keputusan yang lebih objektif, sistematis, dan transparan. Studi kasus penerapan MADM di bidang kesehatan meliputi berbagai aspek, mulai dari pemilihan metode diagnostik yang optimal, penentuan prioritas pengobatan penyakit kronis, pemilihan pemasok obat dan alat medis, hingga evaluasi kinerja rumah sakit. Dengan demikian, penerapan MADM tidak hanya meningkatkan kualitas layanan kesehatan, tetapi juga membantu tenaga medis dan pengambil kebijakan dalam membuat keputusan yang lebih akurat serta berorientasi pada keselamatan dan kesejahteraan pasien.

6.1. PEMILIHAN METODE TERAPI BERDASARKAN MULTIKRITERIA

Pemilihan metode terapi berdasarkan multikriteria merupakan salah satu penerapan penting dari Multi-Attribute Decision Making (MADM) dalam bidang kesehatan. Proses ini muncul karena pengambilan keputusan medis jarang hanya bergantung pada satu faktor, melainkan melibatkan berbagai kriteria yang saling berkaitan. Seorang dokter, misalnya, tidak hanya mempertimbangkan efektivitas suatu terapi, tetapi juga biaya, risiko efek samping, ketersediaan fasilitas, serta preferensi

pasien. Dengan pendekatan multikriteria, keputusan terapi menjadi lebih sistematis, terukur, dan mampu mengakomodasi kebutuhan pasien secara menyeluruh.

Tahap awal dalam pemilihan metode terapi adalah identifikasi alternatif pengobatan. Untuk satu jenis penyakit, biasanya tersedia beberapa opsi terapi, misalnya pengobatan farmakologis, fisioterapi, operasi, atau kombinasi dari ketiganya. Setiap alternatif memiliki kelebihan dan kekurangan yang perlu dianalisis. Misalnya, operasi mungkin memberikan hasil cepat, tetapi memiliki risiko komplikasi yang lebih besar dibandingkan terapi non-invasif.

Selanjutnya, ditentukan kriteria evaluasi yang relevan dengan kondisi pasien. Kriteria umum yang sering digunakan meliputi efektivitas pengobatan, tingkat efek samping, biaya, lama waktu pemulihan, kenyamanan pasien, serta ketersediaan fasilitas medis. Pada kasus tertentu, kriteria tambahan seperti dampak psikologis, kompatibilitas dengan kondisi medis lain, atau kualitas hidup pasca-terapi juga dapat dipertimbangkan.

Setelah kriteria ditentukan, dilakukan pembobotan untuk menilai tingkat kepentingan relatif antar kriteria. Misalnya, pada pasien dengan kondisi kronis, efektivitas jangka panjang mungkin lebih penting daripada biaya, sedangkan bagi pasien dengan keterbatasan finansial, aspek biaya bisa menjadi prioritas utama. Pemberian bobot ini dapat dilakukan secara subjektif melalui diskusi antara dokter dan pasien, atau menggunakan metode objektif seperti Entropy atau CRITIC.

Tahap berikutnya adalah penyusunan matriks keputusan, di mana setiap alternatif terapi dievaluasi terhadap setiap kriteria. Nilai ini bisa berasal dari data klinis, pengalaman medis, maupun hasil penelitian. Untuk menghindari bias akibat perbedaan skala pengukuran, data kemudian dinormalisasi. Selanjutnya, metode MADM seperti Simple Additive Weighting (SAW), TOPSIS, atau MOORA dapat digunakan untuk menghitung skor akhir dari masing-masing terapi.

Hasil dari analisis ini berupa peringkat alternatif terapi, yang menunjukkan opsi mana yang paling sesuai dengan kebutuhan pasien berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Sebagai contoh, hasil perhitungan dapat menunjukkan bahwa meskipun terapi A lebih mahal dibandingkan terapi B, terapi A memiliki efektivitas lebih tinggi dan efek samping lebih rendah, sehingga menjadi pilihan terbaik secara keseluruhan. Keputusan ini selanjutnya dapat didiskusikan dengan pasien untuk mempertimbangkan faktor personal sebelum ditetapkan secara final.

Dengan pendekatan multikriteria, pemilihan metode terapi menjadi lebih transparan, objektif, dan partisipatif. Dokter memiliki dasar analisis yang lebih kuat dalam memberikan rekomendasi, sementara pasien merasa dilibatkan dalam proses pengambilan keputusan mengenai kesehatan mereka. Pada akhirnya, metode ini tidak hanya meningkatkan kualitas layanan medis, tetapi juga memperkuat hubungan antara tenaga medis dan pasien melalui proses pengambilan keputusan yang rasional dan berbasis data. Kelebihan pemilihan metode terapi berdasarkan multikriteria yaitu

- a) Pendekatan yang lebih komprehensif
Keputusan medis tidak hanya mempertimbangkan satu aspek, misalnya efektivitas, tetapi juga faktor lain seperti biaya, efek samping, dan lama pemulihan. Dengan multikriteria, seluruh aspek relevan dapat dianalisis secara menyeluruh sehingga hasil keputusan lebih holistik.
- b) Meningkatkan objektivitas
Penggunaan metode MADM memungkinkan pembobotan kriteria dan perhitungan yang sistematis, sehingga keputusan tidak semata-mata bergantung pada intuisi atau preferensi pribadi dokter. Hal ini membantu mengurangi bias dalam pemilihan terapi.
- c) Mendukung personalisasi terapi
Setiap pasien memiliki kondisi berbeda, baik dari sisi medis maupun non-medis. Dengan MADM, preferensi pasien dapat

- dimasukkan sebagai bagian dari kriteria, sehingga terapi yang dipilih lebih sesuai dengan kebutuhan dan keadaan individu.
- d) **Transparansi dalam pengambilan keputusan**
Proses analisis MADM dapat ditelusuri secara jelas mulai dari penentuan kriteria, pembobotan, hingga perhitungan skor akhir. Hal ini memudahkan dokter untuk menjelaskan alasan suatu terapi direkomendasikan, sekaligus meningkatkan kepercayaan pasien.
 - e) **Meningkatkan efisiensi**
Dalam kondisi dengan banyak alternatif terapi, MADM membantu mempercepat proses pemilihan tanpa mengorbankan kualitas keputusan. Dengan adanya kerangka sistematis, dokter dapat lebih cepat menentukan terapi yang optimal berdasarkan data yang tersedia.
 - f) **Dapat digunakan pada berbagai kondisi medis**
Metode multikriteria bersifat fleksibel dan dapat diaplikasikan pada berbagai kasus, mulai dari penyakit kronis, pemilihan obat, hingga perencanaan tindakan operasi. Hal ini menjadikan MADM alat bantu yang serbaguna dalam dunia medis.
 - g) **Meningkatkan kolaborasi dokter-pasien**
Dengan hasil analisis yang transparan, pasien dapat ikut terlibat dalam menimbang kriteria yang paling penting bagi dirinya. Keputusan menjadi lebih partisipatif, yang pada akhirnya meningkatkan kepuasan pasien terhadap layanan kesehatan.

6.2. PENENTUAN SKALA PRIORITAS ALOKASI SUMBER DAYA RUMAH SAKIT

Penentuan skala prioritas alokasi sumber daya rumah sakit merupakan aspek strategis dalam manajemen kesehatan yang sangat menentukan kualitas layanan terhadap pasien. Rumah sakit sebagai institusi pelayanan kesehatan sering kali dihadapkan pada

keterbatasan sumber daya, baik dari segi tenaga medis, fasilitas, obat-obatan, maupun anggaran. Oleh karena itu, diperlukan suatu pendekatan sistematis untuk menetapkan prioritas agar sumber daya dapat digunakan secara optimal dan mampu menjawab kebutuhan yang paling mendesak.

Tahap pertama dalam penentuan prioritas adalah identifikasi kebutuhan di berbagai unit pelayanan. Misalnya, kebutuhan ruang rawat inap, ICU, peralatan diagnostik, atau tenaga kesehatan di bagian tertentu. Setiap kebutuhan dicatat dan dianalisis tingkat urgensinya, apakah berkaitan dengan kondisi gawat darurat, pelayanan rutin, atau peningkatan kualitas jangka panjang. Identifikasi ini penting agar keputusan tidak hanya berdasarkan asumsi, tetapi pada data nyata yang ada di lapangan.

Langkah berikutnya adalah menentukan kriteria evaluasi dalam mengalokasikan sumber daya. Beberapa kriteria yang umum digunakan antara lain tingkat urgensi pelayanan, jumlah pasien yang terdampak, potensi peningkatan kualitas layanan, ketersediaan anggaran, serta risiko yang muncul apabila kebutuhan tidak segera dipenuhi. Dengan adanya kriteria yang jelas, rumah sakit dapat menilai setiap alternatif alokasi secara lebih terukur.

Setelah kriteria ditentukan, dilakukan pembobotan untuk memberikan nilai kepentingan pada masing-masing aspek. Misalnya, urgensi medis bisa diberi bobot tertinggi, disusul jumlah pasien yang terdampak, kemudian biaya, dan terakhir risiko jangka panjang. Pembobotan ini bisa dilakukan dengan metode subjektif melalui diskusi manajemen rumah sakit, atau dengan metode objektif seperti Entropy atau CRITIC untuk meningkatkan akurasi.

Tahap selanjutnya adalah penyusunan matriks keputusan yang memuat berbagai alternatif alokasi sumber daya dan nilai masing-masing kriteria. Melalui metode Multi-Attribute Decision Making (MADM) seperti SAW, TOPSIS, atau MOORA, rumah sakit dapat menghitung skor akhir dari setiap alternatif. Hasil ini memberikan gambaran skala prioritas, misalnya bahwa pengadaan

ventilator lebih mendesak dibandingkan renovasi ruang tunggu pasien.

Hasil prioritas ini kemudian menjadi dasar pengambilan keputusan manajerial dalam distribusi sumber daya. Dengan pendekatan multikriteria, rumah sakit dapat menghindari keputusan yang bersifat sepihak atau tidak seimbang. Sebaliknya, alokasi akan lebih transparan, berbasis data, serta mempertimbangkan kebutuhan berbagai pihak. Hal ini juga dapat meningkatkan akuntabilitas manajemen rumah sakit di mata publik maupun pemangku kepentingan.

Secara keseluruhan, penentuan skala prioritas alokasi sumber daya rumah sakit bukan hanya soal efisiensi, tetapi juga keadilan dalam memberikan layanan kesehatan. Dengan kerangka multikriteria, rumah sakit dapat memastikan bahwa keputusan yang diambil benar-benar mendukung keselamatan pasien, memperkuat sistem pelayanan, dan sejalan dengan visi keberlanjutan institusi kesehatan. Inovasi seperti integrasi big data dan kecerdasan buatan ke depan akan semakin memperkuat keakuratan dalam proses penentuan prioritas ini.

Kelebihan dari penentuan skala prioritas alokasi sumber daya rumah sakit:

a) Efisiensi Penggunaan Sumber Daya

Membantu rumah sakit mengalokasikan tenaga medis, peralatan, obat-obatan, dan fasilitas sesuai kebutuhan paling mendesak sehingga tidak terjadi pemborosan.

b) Peningkatan Kualitas Layanan

Dengan prioritas yang jelas, pelayanan kesehatan dapat diberikan tepat sasaran dan sesuai urgensi medis, sehingga meningkatkan keselamatan pasien dan mutu pelayanan.

c) Transparansi dan Akuntabilitas

Penentuan skala prioritas berbasis kriteria yang objektif membuat proses alokasi lebih terbuka dan dapat dipertanggungjawabkan.

d) Mendukung Pengambilan Keputusan Cepat

Dalam kondisi darurat atau keterbatasan sumber daya, skala prioritas menjadi panduan penting bagi manajemen rumah sakit untuk mengambil keputusan dengan cepat dan tepat.

- e) **Pengelolaan Risiko yang Lebih Baik**
Dengan adanya prioritas, risiko keterlambatan pelayanan atau salah alokasi sumber daya dapat diminimalisir.
- f) **Keadilan dalam Pelayanan**
Sistem prioritas memastikan distribusi sumber daya lebih adil, misalnya dengan mendahulukan pasien yang lebih kritis atau layanan yang lebih mendesak.
- g) **Adaptif terhadap Perubahan Situasi**
Skala prioritas dapat disesuaikan dengan dinamika kebutuhan, seperti lonjakan pasien saat pandemi, bencana, atau kasus darurat massal.

6.3. PEMILIHAN TEKNOLOGI MEDIS BERDASARKAN ANALISA AI-MADM

Pemilihan teknologi medis berdasarkan analisa AI-MADM merupakan langkah strategis dalam pengelolaan rumah sakit maupun klinik modern untuk memastikan bahwa investasi pada teknologi benar-benar memberikan manfaat optimal. Teknologi medis, seperti perangkat pencitraan (MRI, CT Scan), robot bedah, sistem rekam medis elektronik, hingga alat pemantau pasien berbasis IoT, memiliki peran vital dalam peningkatan kualitas layanan kesehatan. Namun, karena keterbatasan sumber daya dan biaya yang tinggi, setiap keputusan pengadaan harus mempertimbangkan berbagai faktor. Di sinilah kombinasi Artificial Intelligence (AI) dan Multi-Attribute Decision Making (MADM) dapat berperan penting.

Pendekatan MADM memungkinkan pengambilan keputusan dengan mempertimbangkan berbagai kriteria, seperti biaya investasi, tingkat efektivitas klinis, keamanan pasien, ketersediaan tenaga ahli, pemeliharaan, serta dampak jangka panjang terhadap

layanan kesehatan. Namun, tantangan muncul ketika jumlah data sangat besar dan kompleks. Di sinilah AI hadir sebagai penguat, karena AI mampu melakukan data mining, machine learning, dan prediksi untuk memberikan penilaian lebih akurat terhadap setiap alternatif teknologi.

Sebagai contoh, AI dapat digunakan untuk menganalisis ribuan data penggunaan teknologi medis dari rumah sakit lain, lalu mengidentifikasi pola keberhasilan dan kegagalan. Hasil analisis ini kemudian dipetakan ke dalam matriks keputusan MADM, sehingga penilaian terhadap setiap alternatif teknologi tidak hanya berdasarkan asumsi atau pengalaman terbatas, tetapi berbasis data nyata yang luas. Dengan demikian, AI memperkuat MADM dalam hal objektivitas, akurasi, dan kecepatan analisis.

Integrasi AI-MADM juga mendukung penyesuaian pembobotan kriteria secara dinamis. Misalnya, jika AI mendeteksi bahwa tren penyakit tertentu meningkat (seperti kasus pandemi), maka bobot kriteria terkait efektivitas klinis dan kapasitas layanan darurat bisa dinaikkan. Sebaliknya, dalam situasi normal, aspek biaya dan pemeliharaan mungkin menjadi prioritas lebih tinggi. Hal ini membuat keputusan pengadaan teknologi lebih adaptif terhadap perubahan kondisi.

Hasil akhir dari analisis AI-MADM berupa peringkat alternatif teknologi medis, yang menunjukkan opsi mana yang paling layak diimplementasikan. Sebagai ilustrasi, sebuah rumah sakit mungkin mempertimbangkan tiga pilihan: (1) membeli CT-Scan baru, (2) mengadopsi teknologi MRI canggih, atau (3) mengembangkan laboratorium diagnostik berbasis AI. Dengan AI-MADM, rumah sakit dapat mengetahui alternatif mana yang memberikan manfaat paling besar sesuai kebutuhan dan kapasitas yang ada.

Selain mendukung pengambilan keputusan internal, penggunaan AI-MADM juga meningkatkan transparansi dan akuntabilitas. Pihak manajemen rumah sakit dapat menunjukkan bahwa keputusan pembelian teknologi dilakukan berdasarkan

analisis sistematis yang mempertimbangkan banyak faktor, bukan semata-mata berdasarkan pertimbangan subjektif. Hal ini juga membantu dalam meyakinkan pemangku kepentingan, termasuk pemerintah, investor, maupun masyarakat.

Secara keseluruhan, pemilihan teknologi medis berbasis AI-MADM tidak hanya memastikan efisiensi investasi, tetapi juga memberikan jaminan bahwa teknologi yang dipilih benar-benar mendukung visi pelayanan kesehatan yang modern, efektif, dan berkelanjutan. Ke depan, semakin banyak rumah sakit yang akan mengadopsi pendekatan ini untuk mengatasi tantangan kompleks dalam era digitalisasi layanan kesehatan.

Kelebihan dari pemilihan teknologi medis berdasarkan analisa AI-MADM:

- a) **Objektivitas dalam Pengambilan Keputusan**
Analisa AI-MADM memungkinkan evaluasi teknologi medis berdasarkan data dan kriteria yang terukur, sehingga mengurangi subjektivitas pengambil keputusan.
- b) **Efisiensi dalam Proses Evaluasi**
Dengan dukungan AI, pengolahan data kompleks dan multi-kriteria dapat dilakukan lebih cepat, sehingga mempercepat proses pemilihan teknologi medis.
- c) **Akurasi Tinggi**
Integrasi AI membantu mengidentifikasi pola, tren, dan prediksi performa teknologi medis, sehingga hasil analisis menjadi lebih akurat dan berbasis bukti.
- d) **Transparansi dan Akuntabilitas**
Proses MADM yang terstruktur menjadikan keputusan lebih mudah ditelusuri, jelas, dan dapat dipertanggungjawabkan kepada pihak terkait.
- e) **Adaptif terhadap Perubahan Data**
AI memungkinkan sistem untuk terus belajar dari data baru, sehingga analisa pemilihan teknologi medis tetap relevan dengan kondisi terkini.
- f) **Optimalisasi Sumber Daya**

Dengan pemilihan yang tepat, rumah sakit dapat mengalokasikan anggaran dan sumber daya secara lebih efektif, menghindari investasi pada teknologi yang kurang bermanfaat.

g) Peningkatan Kualitas Layanan Kesehatan

Teknologi medis yang dipilih berdasarkan analisa AI-MADM lebih berpeluang mendukung layanan kesehatan yang inovatif, efisien, dan berorientasi pada keselamatan pasien.

BAB VII

TANTANGAN, KETERBATASAN, DAN ARAH MASA DEPAN

Dalam penerapan DSS dan metode MADM di berbagai bidang, termasuk sektor kesehatan, masih terdapat sejumlah tantangan dan keterbatasan yang perlu diperhatikan. Kompleksitas data, keterbatasan sumber daya, serta resistensi pengguna menjadi faktor yang dapat menghambat efektivitas sistem. Selain itu, masalah keamanan, akurasi algoritma, dan adaptabilitas terhadap perubahan lingkungan juga menjadi perhatian utama. Namun, di balik keterbatasan tersebut, terbuka arah masa depan yang menjanjikan melalui pemanfaatan teknologi baru seperti kecerdasan buatan, big data, dan analitik prediktif. Inovasi ini diharapkan mampu mengatasi hambatan yang ada serta mendorong pengembangan DSS dan MADM agar lebih adaptif, akurat, dan mendukung pengambilan keputusan yang berkelanjutan.

7.1. TANTANGAN IMPLEMENTASI DSS BERBASIS MADM

DSS dan MADM semakin banyak digunakan dalam berbagai bidang, termasuk sektor kesehatan, pendidikan, dan industri, karena kemampuannya dalam membantu pengambilan keputusan yang kompleks. Namun, meskipun memiliki banyak keunggulan, implementasi sistem ini tidak terlepas dari sejumlah tantangan. Berbagai faktor teknis, manajerial, hingga budaya organisasi dapat menjadi penghambat keberhasilan penerapannya. Oleh karena itu, memahami tantangan-tantangan yang muncul menjadi langkah penting untuk memastikan efektivitas DSS berbasis MADM.

Salah satu tantangan utama adalah kompleksitas data yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan. Data yang berasal dari berbagai sumber sering kali berbeda format, kualitas, maupun kelengkapannya, sehingga membutuhkan proses integrasi

dan validasi yang tidak sederhana. Apabila pengelolaan data tidak dilakukan dengan baik, hasil analisis DSS bisa menurun kualitasnya dan berisiko menghasilkan keputusan yang kurang akurat.

Tantangan lainnya muncul dari sumber daya manusia (SDM) yang terlibat dalam penggunaan sistem. Tidak semua pengambil keputusan memiliki pemahaman yang memadai terkait metode MADM atau teknologi DSS yang digunakan. Hal ini dapat menimbulkan resistensi atau kesalahan interpretasi dalam membaca hasil analisis sistem. Untuk itu, pelatihan dan pendampingan menjadi sangat penting agar DSS benar-benar dapat dimanfaatkan secara optimal.

Selain aspek teknis dan SDM, terdapat pula kendala biaya dan infrastruktur dalam penerapan DSS berbasis MADM. Pengembangan, implementasi, hingga pemeliharaan sistem membutuhkan investasi yang besar, baik dalam bentuk perangkat keras, perangkat lunak, maupun dukungan teknis. Bagi organisasi dengan keterbatasan anggaran, hal ini bisa menjadi hambatan serius. Dengan demikian, meskipun DSS berbasis MADM menjanjikan efisiensi dan kualitas keputusan yang lebih baik, terdapat berbagai tantangan yang harus diantisipasi sejak awal penerapannya.

Tantangan dalam implementasi DSS berbasis MADM dapat dijelaskan sebagai berikut:

a) Kualitas dan Kelengkapan Data

DSS berbasis MADM sangat bergantung pada data yang akurat, lengkap, dan relevan. Ketidakakuratan data, data yang tidak konsisten, atau data yang tidak memadai akan memengaruhi hasil pengambilan keputusan.

b) Penentuan Bobot Kriteria

Menentukan bobot yang adil dan representatif untuk setiap kriteria seringkali menjadi tantangan karena perbedaan sudut pandang pengambil keputusan, subjektivitas, serta dinamika kebutuhan organisasi.

c) Kompleksitas Perhitungan

Beberapa metode MADM memiliki perhitungan matematis yang kompleks. Hal ini menuntut kemampuan teknis yang memadai dari pengguna maupun sistem agar implementasi berjalan efektif.

d) Integrasi dengan Sistem Lain

DSS perlu terintegrasi dengan basis data, sistem operasional, maupun platform analitik lain. Proses integrasi ini tidak jarang menimbulkan kendala teknis dan biaya tambahan.

e) Resistensi Pengguna

Pengambil keputusan atau pengguna sistem terkadang enggan menggunakan DSS berbasis MADM karena dianggap terlalu rumit atau tidak sesuai dengan intuisi mereka. Faktor kepercayaan dan penerimaan pengguna menjadi hal penting.

f) Ketidakpastian dan Dinamika Lingkungan

Dalam dunia nyata, kondisi dan preferensi sering berubah. MADM tradisional kadang kurang fleksibel dalam menangani ketidakpastian, data dinamis, dan kebutuhan real-time.

g) Keterbatasan Sumber Daya

Implementasi DSS berbasis MADM membutuhkan sumber daya manusia yang kompeten, infrastruktur teknologi yang memadai, serta biaya yang tidak sedikit.

7.2. ETIKA DAN PRIVASI DALAM PENGGUNAAN AI UNTUK KESEHATAN

Etika dan privasi dalam penggunaan AI untuk kesehatan merupakan aspek krusial yang harus diperhatikan agar penerapan teknologi ini tidak menimbulkan dampak negatif bagi pasien maupun tenaga medis. AI memiliki potensi besar untuk meningkatkan akurasi diagnosis, mempercepat pengolahan data medis, hingga memberikan rekomendasi pengobatan yang lebih personal. Namun, karena AI berhubungan langsung dengan data sensitif pasien, penerapan teknologi ini harus mematuhi prinsip

etika dan menjaga kerahasiaan informasi pribadi agar tidak menimbulkan risiko pelanggaran privasi.

Dari sisi etika, penggunaan AI dalam kesehatan harus berorientasi pada keselamatan pasien, transparansi, serta keadilan. AI tidak boleh menjadi pengganti penuh tenaga medis, melainkan sebagai alat bantu yang mendukung pengambilan keputusan klinis. Selain itu, algoritma yang digunakan harus dapat dijelaskan (explainable AI), sehingga tenaga medis maupun pasien dapat memahami dasar rekomendasi yang dihasilkan sistem. Hal ini penting untuk mencegah bias, diskriminasi, atau keputusan yang merugikan pasien akibat keterbatasan data atau desain algoritma.

Sementara itu, aspek privasi berfokus pada perlindungan data pasien. Informasi medis seperti rekam medis elektronik, riwayat penyakit, hingga data genetik termasuk kategori data sensitif yang harus dijaga kerahasiaannya. Dalam penerapannya, AI harus didukung oleh sistem keamanan data yang kuat, seperti enkripsi, kontrol akses ketat, serta kepatuhan terhadap regulasi perlindungan data kesehatan, baik internasional (misalnya HIPAA di Amerika Serikat) maupun peraturan lokal di masing-masing negara.

Dengan menjaga etika dan privasi, penggunaan AI dalam kesehatan dapat memberikan manfaat besar tanpa mengorbankan hak dan keamanan pasien. Keseimbangan antara inovasi teknologi dan tanggung jawab moral harus dijaga agar AI benar-benar berfungsi sebagai instrumen yang memperkuat layanan kesehatan, bukan justru menimbulkan risiko baru. Ke depan, kolaborasi antara pakar teknologi, tenaga medis, pembuat kebijakan, dan masyarakat menjadi kunci untuk membangun ekosistem AI yang etis, aman, dan terpercaya dalam bidang kesehatan.

Berikut uraian mengenai Etika dan Privasi dalam Penggunaan AI untuk Kesehatan:

- a) Etika dalam Penggunaan AI Kesehatan
 - ✓ Keadilan dan Aksesibilitas

AI harus dikembangkan dan digunakan secara adil agar tidak menimbulkan diskriminasi terhadap kelompok tertentu, baik dari sisi sosial, ekonomi, maupun geografis.

- ✓ **Transparansi dan Akuntabilitas**
Keputusan yang dihasilkan AI harus dapat dijelaskan (explainable AI), sehingga tenaga medis dan pasien memahami dasar pengambilan keputusan.
- ✓ **Bias Algoritma**
Data pelatihan yang tidak representatif dapat menimbulkan bias, sehingga hasil diagnosis atau rekomendasi bisa merugikan pasien tertentu.
- ✓ **Tanggung Jawab Etis**
Perlu kejelasan mengenai siapa yang bertanggung jawab apabila terjadi kesalahan diagnosis atau rekomendasi akibat penggunaan AI.

b) **Privasi dalam Penggunaan AI Kesehatan**

- ✓ **Perlindungan Data Pasien**
Data kesehatan merupakan data sensitif yang wajib dijaga kerahasiaannya. Penyimpanan dan pemrosesan data harus mengikuti standar keamanan tinggi.
- ✓ **Keamanan Informasi**
Ancaman kebocoran data dan serangan siber menuntut penggunaan enkripsi, autentikasi berlapis, serta kontrol akses yang ketat.
- ✓ **Hak Pasien terhadap Data**
Pasien memiliki hak untuk mengetahui, mengontrol, bahkan menarik kembali persetujuan penggunaan data mereka dalam sistem AI.
- ✓ **Kepatuhan Regulasi**
Implementasi AI kesehatan harus mengikuti regulasi perlindungan data, seperti HIPAA di Amerika Serikat atau GDPR di Eropa, serta aturan lokal di masing-masing negara.

c) **Strategi Mitigasi**

- ✓ Penerapan privacy-preserving AI seperti federated learning atau differential privacy.
Membangun kode etik penggunaan AI di sektor kesehatan yang mengedepankan keselamatan dan hak pasien.
Edukasi bagi tenaga medis dan pengembang teknologi mengenai aspek etis dan hukum dalam pemanfaatan AI.

7.3. PENYESUAIAN ALGORITMA MADM DALAM HIGH-DIMENSIONAL DATA

Penyesuaian algoritma MADM dalam high-dimensional data menjadi isu penting seiring dengan semakin kompleksnya data yang digunakan dalam proses pengambilan keputusan, khususnya di bidang kesehatan, bioinformatika, dan industri modern. High-dimensional data merujuk pada data dengan jumlah kriteria (atribut) yang sangat banyak, sehingga metode MADM tradisional sering menghadapi kendala dalam hal komputasi, interpretasi, maupun akurasi hasil. Oleh karena itu, diperlukan modifikasi atau penyesuaian algoritma agar tetap efektif dalam mengolah informasi yang besar dan kompleks.

Salah satu tantangan utama adalah fenomena curse of dimensionality, di mana semakin banyak kriteria yang digunakan, semakin sulit untuk menemukan pola yang jelas dan relevan. Hal ini dapat mengurangi kemampuan algoritma MADM dalam menghasilkan peringkat alternatif yang konsisten. Untuk mengatasi hal ini, beberapa pendekatan seperti dimensionality reduction (misalnya PCA, t-SNE) atau feature selection sering dipadukan dengan MADM agar hanya kriteria yang signifikan dan berpengaruh besar saja yang digunakan dalam pengambilan keputusan.

Selain itu, penyesuaian juga dapat dilakukan melalui modifikasi pembobotan kriteria. Pada high-dimensional data, pemberian bobot secara tradisional sering kali menyebabkan bias karena terlalu banyak kriteria dengan nilai yang beragam. Untuk

mengatasinya, digunakan metode pembobotan berbasis statistik atau entropi informasi yang mampu menyesuaikan bobot secara objektif, sehingga tidak semua kriteria dianggap sama penting, melainkan proporsional dengan kontribusinya terhadap keputusan akhir.

Algoritma MADM juga perlu disesuaikan dalam hal normalisasi data. Pada data berdimensi tinggi, skala antar kriteria bisa sangat bervariasi, sehingga normalisasi konvensional mungkin tidak cukup. Pendekatan baru, seperti robust normalization atau fuzzy normalization, dapat diterapkan untuk menjaga kestabilan hasil perhitungan. Dengan demikian, perbedaan skala antar dimensi tidak menimbulkan distorsi dalam hasil perankingan.

Untuk meningkatkan efisiensi komputasi, penerapan algoritma hybrid juga menjadi solusi. Misalnya, menggabungkan MADM dengan metode machine learning atau metaheuristik untuk melakukan clustering terlebih dahulu, sehingga alternatif dapat dikelompokkan berdasarkan kesamaan atribut sebelum dianalisis dengan MADM. Dengan cara ini, sistem dapat mengurangi kompleksitas perhitungan tanpa mengorbankan kualitas keputusan.

Dari sisi interpretasi, hasil MADM pada high-dimensional data sering kali sulit dipahami oleh pengguna. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan visualisasi multidimensi seperti radar chart, heatmap, atau dimensional reduction visualization untuk membantu pengambil keputusan memahami hubungan antar kriteria dan alasan di balik peringkat yang dihasilkan.

Secara keseluruhan, penyesuaian algoritma MADM dalam high-dimensional data bukan hanya soal efisiensi perhitungan, tetapi juga mencakup peningkatan akurasi, interpretabilitas, dan relevansi hasil. Dengan pengembangan metode hybrid, integrasi machine learning, serta teknik pengurangan dimensi, MADM dapat tetap menjadi alat yang andal dalam pengambilan keputusan meskipun dihadapkan pada data yang semakin kompleks.

7.4. ARAH PENELITIAN DAN INOVASI DSS KESEHATAN DI MASA DEPAN

Arah penelitian dan inovasi DSS kesehatan di masa depan berfokus pada integrasi teknologi cerdas yang mampu mendukung pengambilan keputusan medis dengan lebih cepat, akurat, dan personal. Dengan semakin berkembangnya big data dan digitalisasi rekam medis, DSS di bidang kesehatan akan bergerak menuju sistem yang mampu menganalisis data dalam jumlah besar secara real time, baik dari hasil laboratorium, citra medis, perangkat wearable, hingga data genomik. Hal ini akan mendorong terciptanya keputusan yang lebih presisi dan berbasis bukti, sehingga meningkatkan kualitas perawatan pasien.

Salah satu arah penting adalah integrasi AI dan machine learning dalam DSS kesehatan. Teknologi ini memungkinkan sistem untuk belajar dari data pasien sebelumnya, mengenali pola penyakit, serta memberikan rekomendasi diagnosis dan terapi yang lebih adaptif. Pengembangan explainable AI juga menjadi fokus, agar rekomendasi sistem dapat dijelaskan secara transparan kepada tenaga medis dan pasien, sehingga meningkatkan kepercayaan dalam penggunaannya.

Selain aspek klinis, inovasi DSS kesehatan juga akan diarahkan pada pendekatan personalisasi layanan. Dengan memanfaatkan data genetika, gaya hidup, dan riwayat kesehatan pasien, sistem dapat merekomendasikan pengobatan yang disesuaikan dengan karakteristik individu. Konsep ini sejalan dengan perkembangan precision medicine, yang bertujuan memberikan terapi paling efektif bagi pasien tertentu, bukan sekadar berdasarkan protokol umum.

Di sisi lain, keamanan dan privasi data pasien akan menjadi perhatian utama dalam arah penelitian DSS. Pengembangan teknologi enkripsi, blockchain, serta kebijakan tata kelola data yang kuat akan semakin ditekankan untuk memastikan kerahasiaan informasi medis. Hal ini penting untuk menghindari

risiko penyalahgunaan data sekaligus meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap sistem digital di bidang kesehatan.

Dengan demikian, masa depan DSS kesehatan tidak hanya akan berfokus pada peningkatan kemampuan analisis dan efisiensi pengambilan keputusan, tetapi juga pada aspek transparansi, personalisasi, dan keamanan. Kolaborasi antara pakar teknologi, tenaga medis, peneliti, serta pembuat kebijakan akan menjadi kunci dalam mewujudkan inovasi DSS yang benar-benar mampu mendukung layanan kesehatan yang lebih cerdas, efektif, dan berkelanjutan.

Selain integrasi kecerdasan buatan dan analisis big data, inovasi DSS kesehatan juga akan bergerak ke arah interoperabilitas sistem. Saat ini, banyak rumah sakit dan klinik masih menggunakan sistem informasi kesehatan yang terfragmentasi, sehingga sulit untuk berbagi data secara menyeluruh. Penelitian ke depan akan menekankan pengembangan DSS yang dapat berkomunikasi lintas platform dan standar internasional, sehingga memudahkan pertukaran data pasien antar fasilitas kesehatan tanpa kehilangan konsistensi maupun keamanan.

Arah lain yang sangat menjanjikan adalah penerapan Internet of Medical Things (IoMT). Dengan semakin banyaknya perangkat medis yang terhubung, seperti wearable health tracker, alat pemantau tekanan darah, atau sensor gula darah, DSS masa depan akan mampu mengolah data real-time dari pasien untuk mendukung keputusan klinis. Hal ini membuka peluang terwujudnya layanan kesehatan prediktif dan preventif, di mana potensi masalah kesehatan dapat dideteksi lebih awal sebelum berkembang menjadi kondisi serius.

Selain itu, inovasi DSS juga akan berfokus pada dukungan pengambilan keputusan kolaboratif. Ke depan, sistem tidak hanya memberikan rekomendasi kepada dokter, tetapi juga melibatkan pasien dalam proses pengambilan keputusan medis. Melalui patient-centered DSS, pasien dapat memahami berbagai pilihan

terapi, risikonya, dan manfaatnya, sehingga keputusan yang diambil lebih partisipatif dan sesuai dengan preferensi individu.

Arah penelitian lainnya adalah integrasi teknologi simulasi dan augmented/virtual reality (AR/VR) dalam DSS kesehatan. Teknologi ini dapat membantu dokter memvisualisasikan hasil analisis sistem, misalnya dalam perencanaan operasi atau evaluasi perkembangan penyakit. Dengan visualisasi interaktif, kualitas pemahaman dan kecepatan pengambilan keputusan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Dengan semua perkembangan tersebut, DSS kesehatan di masa depan akan semakin cerdas, terintegrasi, dan berorientasi pada pasien. Penelitian akan terus diarahkan pada bagaimana membuat sistem yang tidak hanya kuat secara teknis, tetapi juga mudah digunakan, etis, dan adaptif terhadap dinamika kebutuhan layanan kesehatan global.

DAFTAR PUSTAKA

- Fishburn, P. C. (1967). Additive utilities with incomplete product sets: Application to priorities and assignments. *Operations Research*, 15(3), 537–542.
- Kuo, Y., Yang, T., & Huang, G.-W. (2008). The use of grey relational analysis in solving multiple attribute decision-making problems. *Computers & Industrial Engineering*, 55(1), 80–93.
- Kusumadewi, S., Hartati, S., Harjoko, A., & Wardoyo, R. (2006). Fuzzy multi-attribute decision making (fuzzy madm). *Yogyakarta: Graha Ilmu*, 74.
- MacCrimmon, K. R. (1968). Descriptive and normative implications of the decision-theory postulates. *Risk and Uncertainty: Proceedings of a Conference Held by the International Economic Association*, 3–32.
- Turban, E. (1995). *Decision support and expert systems Management support systems*. Prentice-Hall, Inc.

BIODATA PENULIS



Nani Purwati, S.Kom, M.Kom.

Penulis lahir di Kebumen, 1 Maret 1988, merupakan dosen Universitas Bina Sarana Informatika. Penulis memiliki minat dibidang Image Processing, Data Mining, dan Artificial Intelligence. Penulis Pernah memperoleh hibah kompetitif Nasional skema PDP sebanyak 2 kali dan skema PKM sebanyak 2 kali. Penulis juga pernah menerbitkan buku dengan judul Algoritma c.45 dan backpropagation untuk klasifikasi status gizi balita sebagai implementasi data mining dalam bidang elektromedik tahun 2018, Langkah Mudah Membuat Presentasi Multimedia dengan Microsoft Office Power Point tahun 2022, dan ALGORITMA DATA SCIENCE tahun 2024.



Gunawan Budi Sulisty, S.Kom, M.Kom.

Penulis kelahiran Magelang, 18 Mei 1972, merupakan Dosen yang aktif mengajar di Universitas Bina Informatika Fakultas Teknik dan Informatika. Memiliki minat dibidang Artificial Intelligence, Data Mining, Software Engineering dan Image Processing. Penulis pernah menulis buku, Membuat web dengan framework codeigniter : studi kasus sistem informasi perpustakaan tahun 2013 dan Jaringan Komputer di tahun 2014. Selain itu penulis juga memenangkan kompetitif Nasional skema PKM sebanyak 1 kali. Penulis juga telah menerbitkan beberapa hasil penelitiannya di Jurnal Nasional Terakreditasi.



Noor Hasan, M. Kom.

Penulis kelahiran Kebumen, Tahun 1973, merupakan Dosen yang aktif mengajar di Prodi Sistem Informasi, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas Bina Informatika. Memiliki minat dibidang Data Science, Software Engineering dan Artificial Intelligence. Penulis pernah menulis buku, Microsoft Office Untuk Pengelolaan Dokumen tahun 2022. Selain menjadi Editor dan

Reviewer Jurnal, penulis telah menerbitkan beberapa hasil penelitiannya di Jurnal Nasional Terakreditasi.



Sri Kiswati, S.T., M.M.

Penulis kelahiran Pati, tahun 1973, saat ini sebagai dosen pada Fakultas Teknik dan Informatika, Program Studi Sistem Informasi, Universitas Bina Sarana Informatika. Menyelesaikan Program Studi Magister Manajemen di Universitas Diponegoro Semarang, lulus tahun 2010. Penulis juga aktif melakukan penelitian yang diterbitkan pada jurnal nasional maupun internasional yang telah terindex Scopus.



Paulus Tofan Rapiyanta, S.T., M.Eng.

Penulis lahir di Yogyakarta, pada 7 September 1985. Memulai karier sebagai dosen di Universitas Bina Sarana Informatika yang dahulu merupakan AMIK BSI Yogyakarta pada tahun 2011. Lulusan S-1 Teknik Elektro Universitas Sanata Dharma Yogyakarta dan S-2 Magister Teknik Instrumentasi Universitas Gajah Mada Yogyakarta ini pada tahun 2022 menulis buku berjudul “Langkah Mudah Membuat Presentasi Multimedia dengan Microsoft Office Power Point”. Penulis juga aktif menulis di beberapa jurnal nasional dan menjadi pemakalah pada beberapa seminar nasional maupun internasional.



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.

GLOSARIUM

Decision Support System (DSS)	Sistem berbasis komputer yang digunakan untuk membantu proses pengambilan keputusan dengan menyediakan data, model, dan analisis yang relevan.
Multi-Attribute Decision Making (MADM)	Metodologi dalam pengambilan keputusan yang mempertimbangkan berbagai kriteria atau atribut sekaligus untuk menilai dan memilih alternatif terbaik.
Artificial Intelligence (AI)	Teknologi yang meniru kecerdasan manusia untuk melakukan analisis, prediksi, dan rekomendasi dalam mendukung pengambilan keputusan.
Big Data	Kumpulan data berukuran sangat besar, beragam, dan cepat berubah yang membutuhkan teknik analisis canggih untuk memperoleh nilai dan makna.
Healthcare Outcomes	Hasil atau dampak dari intervensi kesehatan, seperti peningkatan kualitas hidup pasien, efektivitas terapi, atau efisiensi pelayanan.
Predictive Analytics	Teknik analisis yang memanfaatkan data historis untuk memprediksi kejadian atau hasil di masa depan.
Prescriptive Analytics	Analisis yang tidak hanya memprediksi hasil, tetapi juga memberikan rekomendasi tindakan terbaik yang harus dilakukan.

Machine Learning	Cabang AI yang memungkinkan sistem belajar dari data untuk meningkatkan performa analisis dan prediksi tanpa harus diprogram secara eksplisit.
Optimization	Proses mencari solusi terbaik dari sekumpulan alternatif berdasarkan kriteria tertentu, misalnya efisiensi biaya atau peningkatan kualitas pelayanan.

MADM DECISION SUPPORT SYSTEMS IN HEALTHCARE: OPTIMIZING OUTCOMES WITH AI AND ANALYTICS

Sistem pendukung keputusan berbasis Multi-Attribute Decision Making (MADM) berperan penting dalam membantu tenaga medis, manajemen rumah sakit, dan pemangku kepentingan kesehatan dalam membuat keputusan yang lebih akurat, objektif, dan efisien. Buku ini menekankan bagaimana metode MADM dapat digunakan untuk menilai berbagai alternatif pengobatan, pemilihan teknologi medis, pengalokasian sumber daya, serta penentuan prioritas pasien dengan mempertimbangkan banyak kriteria yang kompleks. Integrasi kecerdasan buatan (AI) dan analitik data memperkuat kemampuan MADM dalam mengolah big data kesehatan, melakukan prediksi, dan memberikan rekomendasi yang berbasis bukti (evidence-based). Dengan demikian, penerapan DSS berbasis MADM bukan hanya meningkatkan efektivitas proses klinis, tetapi juga berkontribusi pada peningkatan kualitas layanan kesehatan dan optimalisasi hasil bagi pasien maupun institusi.

**PT. SNN MEDIA
TECH PRESS**

