

Systematic Literature Review: Analisis Pendekatan Matematis dalam Sistem Pendukung Keputusan

Muthiah As Saidah¹, Aggry Saputra², Dwi Nurul Huda³, Zulfachmi⁴, Zulkipli⁵, Muhammad Qolbi Shobri⁶

^{1,3} Program Studi Sistem Informasi, Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia Tanjung Pinang
Jalan Pompa Air No. 28, Tanjungpinang, Indonesia, 29122

^{2,4,5} Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknologi Indonesia Tanjung Pinang
Jalan Pompa Air No. 28, Tanjungpinang, Indonesia, 29122

⁶ Program Studi Ilmu Aktuari, Fakultas Ilmu Formal dan Ilmu Terapan Universitas Muhammadiyah Madiun
Jl. Mayjend Panjaitan No. 18 Banjarejo, Taman, Madiun, Indonesia

¹muthiahassaidah40@gmail.com (penulis korespondensi)

²aggrysaputra@gmail.com

³dwi.nurulhuda@gmail.com

⁴fahmi.stti@gmail.com

⁵zulkipli@sttindonesia.ac.id

⁶mqs151@ummad.ac.id

Intisari—Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendekatan matematis yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK) melalui metode Systematic Literature Review (SLR). Sebanyak 41 artikel ilmiah yang dipublikasikan pada periode 2021–2026 dipilih berdasarkan kriteria inklusi yang telah ditetapkan. Proses SLR dilakukan melalui tahapan perumusan pertanyaan penelitian, pencarian literatur, seleksi dan penyaringan artikel, ekstraksi data, serta sintesis hasil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan matematis dalam SPK dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu Multi-Criteria Decision Making (MCDM), probabilistik, optimisasi, dan hybrid. Berdasarkan distribusi artikel, pendekatan hybrid merupakan yang paling dominan dengan 19 artikel, diikuti oleh MCDM sebanyak 10 artikel, probabilistik sebanyak 7 artikel, dan optimisasi sebanyak 5 artikel. Dominasi pendekatan hybrid menunjukkan adanya pergeseran paradigma dari penggunaan metode tunggal menuju integrasi berbagai pendekatan matematis untuk meningkatkan fleksibilitas dan akurasi sistem. Pendekatan MCDM masih banyak digunakan dalam permasalahan multi-kriteria yang terstruktur, sedangkan pendekatan probabilistik berperan dalam menangani ketidakpastian dan sistem dinamis. Sementara itu, pendekatan optimisasi digunakan untuk menghasilkan solusi optimal berdasarkan fungsi objektif dan kendala tertentu. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam memetakan dan mengklasifikasikan pendekatan matematis dalam SPK secara sistematis, serta mengidentifikasi tren dan arah perkembangan penelitian di bidang tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem pendukung keputusan yang lebih adaptif dan terintegrasi.

Kata kunci— hybrid, MCDM, optimisasi, probabilistik, sistem pendukung keputusan, systematic literature review

Abstract—This study aims to analyze mathematical approaches used in Decision Support Systems (DSS) through a Systematic Literature Review (SLR) method. A total of 41 scientific articles published between 2021 and 2026 were selected based on predefined inclusion criteria. The SLR process was conducted through several stages, including research question formulation, literature search, study selection, data extraction, and synthesis of findings. The results indicate that mathematical approaches in DSS can be classified into four main categories: Multi-Criteria Decision Making (MCDM), probabilistic, optimization, and hybrid approaches. Based on the distribution of articles, hybrid approaches are the most dominant with 19 articles, followed by MCDM with 10 articles, probabilistic with 7 articles, and optimization with 5 articles. The dominance of hybrid approaches reflects a paradigm shift from single-method usage toward the integration of multiple mathematical approaches to enhance system flexibility and accuracy. MCDM approaches remain widely used in structured multi-criteria problems, while probabilistic approaches play an important role in handling uncertainty and dynamic systems. Meanwhile, optimization approaches are applied to determine optimal solutions based on objective functions and constraints. This study contributes to systematically mapping and classifying mathematical approaches in DSS, as well as identifying research trends and future directions. The findings are expected to serve as a reference for developing more adaptive and integrated decision support systems.

Keywords— hybrid, MCDM, optimization, probabilistic, decision support system, systematic literature review

I. PENDAHULUAN

Dinamika lingkungan digital yang ditandai dengan kompleksitas tinggi dan ketidakpastian yang inheren menuntut adanya pendekatan pengambilan keputusan yang lebih sistematis, terukur, dan berbasis kerangka matematis. Dalam konteks ini, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) menjadi

instrumen penting yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam mengevaluasi alternatif secara terstruktur dan berbasis model analitis. Berbagai studi menunjukkan bahwa implementasi SPK mampu meningkatkan kualitas keputusan melalui pendekatan yang terukur dan berbasis data [1], [2], [3].

Secara konseptual, SPK tidak dapat dipisahkan dari fondasi matematis yang digunakan untuk merepresentasikan dan menyelesaikan permasalahan keputusan. Pendekatan berbasis *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM) banyak digunakan untuk menangani permasalahan yang melibatkan berbagai kriteria melalui proses pembobotan dan perankingan alternatif secara sistematis [4], [5]. Di sisi lain, pendekatan probabilistik seperti model *Bayesian* dan proses *Markov* menawarkan kemampuan untuk mengakomodasi ketidakpastian serta dinamika sistem dalam pengambilan keputusan [6], [7]. Kedua pendekatan ini menunjukkan bahwa matematika berperan sebagai kerangka utama dalam membangun model keputusan yang rasional dan terstruktur.

Seiring dengan meningkatnya kompleksitas permasalahan, penelitian dalam bidang SPK juga mengalami pergeseran dari pendekatan statis menuju model yang lebih adaptif dan dinamis. Pendekatan optimisasi dan pemrograman matematis banyak digunakan untuk menghasilkan keputusan optimal berdasarkan fungsi objektif dan kendala tertentu [8], [9]. Selain itu, integrasi berbagai pendekatan matematis dalam satu kerangka model juga mulai berkembang untuk meningkatkan fleksibilitas serta akurasi sistem pendukung keputusan [10], [11]. Hal ini menunjukkan adanya evolusi pendekatan matematis dalam SPK dari model sederhana menuju sistem yang lebih kompleks dan terintegrasi.

Meskipun berbagai pendekatan matematis telah banyak dikembangkan dan diterapkan, sebagian besar penelitian masih berfokus pada implementasi metode tertentu tanpa memberikan pemetaan yang komprehensif mengenai klasifikasi dan hubungan antar pendekatan matematis tersebut. Kondisi ini menyebabkan terbatasnya pemahaman mengenai struktur konseptual serta tren perkembangan pendekatan matematis dalam SPK secara menyeluruh.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan untuk melakukan tinjauan literatur sistematis terhadap berbagai pendekatan matematis yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan. Penelitian ini menganalisis artikel ilmiah untuk mengidentifikasi klasifikasi metode, konsep matematis yang digunakan, serta tren perkembangan pendekatan dalam SPK. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam memperjelas struktur pendekatan matematis dalam SPK serta menjadi dasar pengembangan penelitian lanjutan di bidang sistem informasi dan ilmu komputer.

II. STUDI PUSTAKA

A. Sistem Pendukung Keputusan dan Pendekatan Matematis

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) merupakan sistem berbasis komputer yang dirancang untuk membantu pengambil keputusan dalam menyelesaikan permasalahan semi-terstruktur maupun tidak terstruktur melalui pendekatan analitis. Dalam implementasinya, SPK memanfaatkan berbagai model matematis untuk mengolah data dan menghasilkan rekomendasi keputusan yang objektif dan terstruktur [1], [2].

Pendekatan matematis dalam SPK berperan sebagai fondasi dalam merepresentasikan permasalahan, memproses informasi, serta menentukan solusi terbaik. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan model matematis

meningkatkan kualitas keputusan dengan mempertimbangkan berbagai faktor secara sistematis [3].

B. Pendekatan Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Pendekatan Multi-Criteria Decision Making (MCDM) merupakan metode yang paling umum digunakan dalam SPK, terutama untuk permasalahan yang melibatkan banyak kriteria. Metode seperti AHP, TOPSIS, dan SAW digunakan untuk melakukan pembobotan dan perankingan alternatif secara sistematis berdasarkan tingkat kepentingan masing-masing kriteria [4], [5], [12].

Pendekatan ini didasarkan pada konsep matematis seperti matriks perbandingan berpasangan, normalisasi, serta agregasi nilai untuk menentukan prioritas keputusan. Dominasi metode MCDM dalam berbagai penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar permasalahan SPK berfokus pada evaluasi alternatif dalam lingkungan yang relatif terstruktur [13], [14]. Namun demikian, pendekatan MCDM memiliki keterbatasan dalam menangani ketidakpastian dan dinamika sistem, sehingga kurang optimal untuk permasalahan yang bersifat kompleks dan berubah secara dinamis [10].

C. Pendekatan Probabilistik dalam SPK

Pendekatan probabilistik digunakan untuk menangani ketidakpastian dalam proses pengambilan keputusan. Metode seperti Bayesian dan proses Markov banyak digunakan untuk memodelkan kemungkinan kejadian serta memperbarui informasi berdasarkan data yang tersedia [6], [11], [15], [16], [17], [18].

Pendekatan ini memanfaatkan konsep probabilitas dan statistik untuk menghasilkan estimasi risiko serta tingkat kepercayaan terhadap keputusan yang diambil. Kemampuan pendekatan ini dalam mengakomodasi ketidakpastian menjadikannya relevan untuk permasalahan prediktif dan dinamis [6], [15], [16], [17]. Meskipun demikian, kompleksitas model serta kebutuhan data yang cukup besar menjadi tantangan dalam penerapan pendekatan ini, terutama pada sistem dengan keterbatasan data [15], [18].

D. Pendekatan Optimisasi dalam SPK

Pendekatan optimisasi dalam SPK bertujuan untuk menentukan solusi terbaik berdasarkan fungsi objektif tertentu dengan mempertimbangkan berbagai kendala. Metode seperti *linear programming*, *integer programming*, dan *dynamic programming* banyak digunakan untuk menghasilkan keputusan optimal dalam berbagai domain aplikasi [8], [9].

Pendekatan ini memiliki keunggulan dalam menghasilkan solusi yang optimal secara matematis, terutama pada permasalahan yang memiliki struktur yang jelas dan terdefinisi. Namun, kompleksitas komputasi dan keterbatasan dalam menangani ketidakpastian menjadi tantangan dalam penerapannya, terutama pada sistem yang dinamis dan kompleks [19].

E. Pendekatan Hybrid

Pendekatan hybrid merupakan integrasi dari dua atau lebih metode matematis dalam satu sistem pendukung keputusan. Pendekatan ini mencakup kombinasi metode seperti fuzzy, machine learning, serta integrasi MCDM dengan pendekatan lain [7], [11].

Pendekatan hybrid seperti fuzzy-MCDM, atau bayesian-optimasi mengintegrasikan keunggulan dari berbagai metode, seperti kemampuan evaluasi multi-kriteria, penanganan ketidakpastian, serta optimisasi keputusan. Hal ini menjadikan pendekatan hybrid lebih fleksibel dan adaptif dalam menghadapi permasalahan yang kompleks.

Namun demikian, kompleksitas dalam perancangan model serta kebutuhan komputasi yang lebih tinggi menjadi tantangan utama dalam penerapannya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengkaji secara sistematis berbagai pendekatan matematis yang digunakan dalam Sistem Pendukung Keputusan (SPK). *Systematic Literature Review* (SLR) adalah bentuk tinjauan pustaka yang sangat terstruktur dan transparan, dirancang untuk meminimalkan bias dan menghasilkan ringkasan pengetahuan yang dapat dipercaya. SLR adalah metode penelitian untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis semua bukti yang relevan terhadap suatu pertanyaan riset dengan prosedur yang eksplisit, sistematis, dan dapat direplikasi [20], [21], [22], [23], [24].

Fokus utama *Systematic Literature Review* adalah menyatukan pengetahuan yang sudah ada, mengkritisi kualitas studi, dan menyoroti celah penelitian untuk riset lanjutan [25], [26], [27], [28], [29]. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman yang komprehensif terhadap perkembangan metode matematis dalam SPK serta mengidentifikasi pola, tren, dan celah penelitian yang masih terbuka.

B. Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini berupa artikel ilmiah yang diperoleh dari basis data artikel ilmiah dan platform pencarian literatur berbasis kecerdasan buatan. Proses pengumpulan literatur dilakukan secara sistematis untuk memastikan cakupan penelitian yang luas dan relevan.

Sebanyak 41 artikel ilmiah dipilih sebagai sampel penelitian yang telah memenuhi kriteria seleksi. Hal ini sejalan dengan praktik SLR yang mengharuskan pengumpulan seluruh bukti yang memenuhi kriteria tertentu untuk menghasilkan sintesis yang valid dan dapat dipercaya.

C. Proses Systematic Literature Review

Ciri- ciri pokok *Systematic Literature Review* (SLR) adalah sebagai berikut :

TABEL I
CIRI-CIRI POKOK SLR

Unsur	Penjelasan singkat	Sumber
Pertanyaan riset jelas	Rumusan pertanyaan/objektif yang terdefinisi baik	[20], [21], [22], [23]
Kriteria inklusi-eksklusi	Ditentukan di awal, terdokumentasi	[20], [21], [22], [30]
Pencarian sistematis	Strategi pencarian komprehensif di beberapa basis data	[20], [21], [23], [29]
Penilaian kualitas	Menilai risiko bias/validitas studi yang disertakan	[20], [21], [22], [23]
Sintesis terstruktur	Penyajian dan sintesis hasil secara sistematis	[20], [21], [22], [23], [31]

SLR menekankan proses yang ketat, transparan, dan dapat diulang, sehingga hasilnya lebih andal untuk pengambilan keputusan berbasis bukti [20], [27], [32]. Proses SLR dalam penelitian ini mengacu pada tahapan standar yang terdiri dari [20], [21], [22], [23], [29], [31], [33] :



Gambar 1. Langkah- Langkah Utama SLR

Penelitian ini mengikuti enam tahapan utama dalam *Systematic Literature Review* (SLR) sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Tahapan ini disusun secara sistematis untuk memastikan transparansi, konsistensi, dan reproduibilitas penelitian. Tahap awal dilakukan dengan merumuskan pertanyaan riset dan tujuan penelitian. Penelitian ini berfokus pada identifikasi dan analisis pendekatan matematis dalam Sistem Pendukung Keputusan, serta mengkaji klasifikasi dan tren penggunaannya. Tahap kedua yaitu penyusunan protokol dan kriteria studi, pada tahap ini ditetapkan protokol penelitian yang mencakup kriteria inklusi dan eksklusi. Kriteria ini digunakan sebagai dasar dalam proses seleksi artikel agar penelitian tetap terarah dan konsisten. Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi:

- 1) Artikel membahas Sistem Pendukung Keputusan (SPK)
- 2) Artikel menggunakan pendekatan matematis
- 3) Artikel dipublikasikan dalam rentang tahun 2021–2026
- 4) Artikel merupakan jurnal ilmiah dengan rank Q1-Q4
- 5) Artikel memiliki metode yang jelas

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi:

- 1) Artikel tidak berkaitan dengan pengambilan keputusan
- 2) Artikel tidak mengandung pendekatan matematis
- 3) Artikel duplikat
- 4) Artikel tidak tersedia secara lengkap (full text)
- 5) Artikel berupa opini atau non-empiris.

Selanjutnya, tahap pencarian literatur, tahapan ini dilakukan secara sistematis menggunakan kata kunci yang relevan.



Gambar 2. Kata Kunci Pencarian Literatur

Selanjutnya, tahap *screening* dan seleksi studi, artikel yang diperoleh kemudian diseleksi melalui proses *screening* berdasarkan judul dan abstrak. Selanjutnya dilakukan seleksi lanjutan dengan membaca isi artikel secara menyeluruh untuk memastikan kesesuaian dengan kriteria inklusi. Tahapan kelima yaitu ekstraksi data dan penilaian kualitas, pada tahap ini dilakukan ekstraksi data menggunakan format metadata yang terstruktur. Dengan penerapan kriteria ini, diperoleh 41 artikel yang memenuhi syarat untuk dianalisis lebih lanjut.

Selain itu, dilakukan penilaian kualitas untuk memastikan bahwa artikel yang dianalisis memiliki validitas dan relevansi yang tinggi.



Gambar 3. Informasi yang diekstraksi dari setiap artikel

Proses ekstraksi data ini bertujuan untuk mengorganisasi informasi secara sistematis sehingga memudahkan dalam proses sintesis dan analisis lanjutan.

Tahap akhir adalah melakukan sintesis terhadap artikel yang telah dianalisis. Sintesis dilakukan secara kualitatif dengan mengelompokkan artikel berdasarkan pendekatan matematis dan menganalisis tren yang muncul.

D. Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan dengan pendekatan deskriptif kualitatif [34]. Melalui proses pengelompokan dan klasifikasi artikel berdasarkan pendekatan matematis yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan.

Artikel yang telah dikumpulkan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu:

- Pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM)
- Pendekatan Probabilistik
- Pendekatan Optimisasi
- Pendekatan Hybrid

Setelah proses klasifikasi, dilakukan analisis untuk:

- Mengidentifikasi tren penggunaan metode matematis
- Membandingkan karakteristik masing-masing pendekatan
- Menemukan pola perkembangan penelitian SPK
- Mengidentifikasi celah penelitian yang masih terbuka

Pendekatan ini tidak hanya berfungsi sebagai sarana perangkuman literatur, tetapi juga memberikan pemahaman yang lebih komprehensif mengenai perkembangan pendekatan matematis dalam sistem pendukung keputusan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Klasifikasi Pendekatan Matematis

Berdasarkan kajian pada Bab II dan teknik analisis data pada Bab III, pendekatan matematis dalam sistem pendukung keputusan diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu pendekatan *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), probabilistik, optimisasi, dan hybrid. Klasifikasi ini digunakan sebagai kerangka analisis terhadap 41 artikel yang telah dikumpulkan. Hasil klasifikasi artikel disajikan pada Tabel II.

TABEL II
KLASIFIKASI ARTIKEL BERDASARKAN PENDEKATAN MATEMATIS DALAM SPK

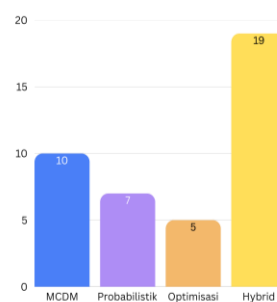
No	Penulis & Tahun	Metode SPK	Pendekatan Matematis	Domain
1	Morato et al., 2022 [11]	Markov Decision Process (MDP)	Probabilistik	Maintenance
2	Al Nawaiseh et al., 2022 [4]	AHP & SAW	MCDM	Quality Evaluation
3	Sameer, 2023 [35]	MFAHP & TOPSIS	Hybrid	Risk Analysis
4	Cheikh et al., 2026 [8]	Dynamic Programming	Optimisasi	Maintenance
5	Chompook et al., 2023 [2]	AHP	MCDM	Sustainability
6	Kordabad et al., 2023 [3]	Markov dan Predictive	Probabilistik	Decision Process
7	Quirynten et al., 2022 [10]	Mixed Integer Programming	Optimisasi	Resource Allocation
8	Moragno et al., 2022 [1]	Mixed-integer optimization	Optimisasi	Decision Support
9	Heleno et al., 2022 [36]	Linear Programming	Optimisasi	Energy
10	Kim dkk., 2021 [6]	Multilevel Flow Modeling (MFM) & Dynamic Bayesian Network (DBN)	Probabilistik	Risk Analysis
11	Iovane et al., 2024 [37]	DSS Model	Hybrid	Evaluation

12	Drejeris et al., 2025 [9]	SAW	MCDM	Healthcare	33	Biggs et al., 2022 [50]	Random Forest dan Mixed-Integer Linear Programming (MLP)	Hybrid	Investment / Decision Optimization
13	Da Silva et al., 2025 [19]	Binary AHP	MCDM	Public Policy	34	Hosseini et al., 2023 [51]	Fuzzy Logic (Mamdani Fuzzy System)	Hybrid	Healthcare / Clinical Decision Support
14	Ali et al., 2023 [7]	MCDM dan Machine Learning (IDSS)	Hybrid	Multi-domain	35	Li, 2025 [52]	Fuzzy Decision Support System (FDSS)	Hybrid	Education / Student Performance Prediction
15	Božanić et al., 2023 [5]	Fuzzy AHP	Hybrid	Risk	36	Liang et al., 2025 [53]	Dynamic Programming dan Multi-objective Optimization (NSDP)	Optimisasi	Optimization / Algorithmic Decision Making
16	Liu et al., 2024 [38]	Game Theory	Hybrid	Strategic Decision	37	Peng An, 2024	Fuzzy Decision Support System (Mamdani dan Intuitionistic Fuzzy)	Hybrid	Sports / Fitness Decision Support
17	Renna, 2024 [39]	Fuzzy & Game Theory	Hybrid	Design	38	Qasem et al., 2023 [18]	Multi-Agent System (MAS) dan Bayesian Classifier	Probabilistik	Business / Document Classification
18	Salehzadeh & Ziaiean, 2024 [40]	AHP, FAHP, ANP (dengan logika fuzzy)	Hybrid	Human Resource Management (HRM)	39	Manzoor et al., 2024 [54]	Fuzzy MCDM (Type-2 Soft Sets dan TOPSIS)	Hybrid	Agriculture / Food Science (Pesticide Selection)
19	Hajduk & Jelonek, 2021 [13]	TOPSIS	MCDM	Smart City / Urban Energy	40	Zhang et al., 2024 [17]	Markov Decision Process (MDP) dan Dynamic Programming	Probabilistik	Supply Chain / Energy (Battery Closed-Loop)
20	Simbolon et al., 2024 [41]	SAW	MCDM	Decision Support System	41	Ortega & Uvidia, 2025 [55]	Multiple DSS Models (MCDM, Optimization, Fuzzy, Econometric)	Hybrid	Transportation / Urban Planning (Park-and-Ride)
21	Fattoruso, 2022 [14]	MCDM	MCDM	Production / Automotive					
22	Ji et al., 2024 [42]	Game Theory (cooperative, non-cooperative, Stackelberg, Bayesian, evolutionary) dan Optimization	Hybrid	Smart Grid / Energy Demand					
23	Madzik & Falat, 2022 [43]	AHP (MCDM) dan LDA	Hybrid	Multi-domain					
24	Brisquilla & Sundarajan, 2024 [44]	SAW dan Profile Matching	MCDM	Human Resource / Employee Selection					
25	McCullum et al., 2024 [15]	Markov Model, Monte Carlo Simulation, Markov Decision Process (MDP)	Probabilistik	Healthcare / Radiation Oncology					
26	Zinkevič, 2023 [45]	Fuzzy AHP (FAHP) dan Sensitivity Analysis (Monte Carlo)	Hybrid	Methodological Study (General)					
27	Abdildayeva et al., 2025 [46]	Bayesian Network (BN) dan Linear Programming (LP)	Hybrid	Agriculture / Decision Optimization under Uncertainty					
28	Chen & Huang, 2022 [47]	Fuzzy AHP (FAHP) dan Mathematical Programming	Hybrid	Methodological (General / Decision Modeling)					
29	Philip & AlJassmi, 2024 [16]	Bayesian Belief Network (BBN)	Probabilistik	Infrastructure / Pavement Management					
30	Lamrini et al., 2023 [48]	Distributed TOPSIS (MapReduce / Spark)	MCDM	Big Data / Decision Support					
31	Cebesoy et al., 2024 [49]	PROMETHEE (MCDM) dan Bayesian Network	Hybrid	Supplier Selection / Decision under Uncertainty					
32	Ciardello & Genovese, 2023 [12]	TOPSIS dan SAW	MCDM	Methodological / Comparative Study					

Tabel II menunjukkan bahwa pendekatan matematis dalam SPK diterapkan pada berbagai domain, seperti *maintenance*, *prediction*, *risk analysis*, hingga *decision support*. Variasi domain ini menunjukkan bahwa SPK memiliki fleksibilitas tinggi dalam penerapan lintas bidang. Selain itu, perbedaan metode yang digunakan mencerminkan kebutuhan pendekatan matematis yang beragam sesuai dengan kompleksitas permasalahan yang dihadapi.

B. Distribusi Pendekatan Matematis

Distribusi pendekatan matematis bertujuan untuk memahami dominasi pendekatan matematis dalam SPK, dilakukan analisis distribusi berdasarkan jumlah artikel pada masing-masing kategori.



Gambar 4. Distribusi Pendekatan Matematis

Berdasarkan hasil analisis, pendekatan hybrid merupakan metode yang paling dominan dengan jumlah 19 artikel. Temuan ini menunjukkan bahwa penelitian SPK saat ini cenderung mengarah pada integrasi berbagai pendekatan matematis untuk meningkatkan fleksibilitas dan akurasi sistem [7], [46], [49], [50], [54].

Pendekatan MCDM menempati posisi kedua dengan jumlah 10 artikel. Hal ini menunjukkan bahwa metode seperti AHP, TOPSIS, dan SAW masih menjadi pendekatan utama dalam permasalahan multi-kriteria yang terstruktur [4], [9], [12], [13], [48].

Sementara itu, pendekatan probabilistik dan optimisasi masing-masing digunakan dalam 7 dan 5 artikel. Pendekatan probabilistik banyak digunakan pada permasalahan yang melibatkan ketidakpastian dan prediksi [6], [15], [16], [17], [56], sedangkan pendekatan optimisasi digunakan untuk menghasilkan solusi optimal dalam sistem yang memiliki kendala tertentu [8], [10], [36], [53].

C. Analisis Pendekatan Hybrid

Pendekatan hybrid merupakan pendekatan yang paling dominan dalam penelitian SPK berdasarkan hasil klasifikasi. Pendekatan ini menggabungkan berbagai metode, seperti fuzzy, *machine learning*, dan MCDM, dalam satu kerangka sistem untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan [7], [46], [49], [50], [54].

Dominasi pendekatan hybrid menunjukkan adanya pergeseran paradigma dari penggunaan metode tunggal menuju integrasi metode yang lebih kompleks. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kombinasi metode mampu meningkatkan akurasi dan fleksibilitas sistem dalam menghadapi permasalahan yang tidak terstruktur [40], [45], [47].

D. Analisis Pendekatan Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

Pendekatan MCDM tetap menjadi salah satu metode utama dalam penelitian SPK, meskipun tidak lagi menjadi yang paling dominan. Metode seperti AHP, TOPSIS, dan SAW digunakan dalam berbagai penelitian untuk menyelesaikan permasalahan multi-kriteria [4], [9], [12], [13], [48].

Pendekatan ini memiliki keunggulan dalam struktur matematis yang jelas serta kemudahan implementasi. Selain itu, metode ini efektif dalam permasalahan yang memiliki kriteria yang terdefinisi dengan baik [14], [44]. Namun, keterbatasan dalam menangani ketidakpastian menjadi salah satu alasan mengapa pendekatan ini mulai dikombinasikan dengan metode lain dalam pendekatan [49], [54].

E. Analisis Pendekatan Probabilistik

Pendekatan probabilistik digunakan dalam penelitian yang berfokus pada ketidakpastian dan prediksi. Metode seperti Bayesian dan proses Markov digunakan untuk memodelkan kemungkinan kejadian serta memperbarui informasi berdasarkan data historis [6], [15], [16], [17].

Pendekatan ini memberikan keunggulan dalam menghasilkan keputusan berbasis probabilitas serta estimasi risiko. Hal ini menjadikannya relevan untuk sistem yang dinamis dan berbasis data [6], [15], [16]. Namun demikian,

kompleksitas model dan kebutuhan data yang besar menjadi tantangan dalam penerapannya, terutama pada sistem dengan keterbatasan informasi [15], [18].

F. Analisis Pendekatan Optimisasi

Pendekatan optimisasi digunakan untuk menentukan solusi terbaik berdasarkan fungsi objektif dan kendala tertentu. Metode seperti linear programming dan integer programming digunakan untuk menghasilkan solusi optimal secara matematis [8], [10], [36], [53].

Pendekatan ini memiliki keunggulan dalam menghasilkan solusi optimal, namun memiliki keterbatasan dalam menghadapi ketidakpastian serta kurang fleksibel dalam sistem yang dinamis.

G. Analisis Tren dan Pola Penelitian

Berdasarkan hasil analisis terhadap 41 artikel, terlihat adanya perubahan tren dalam penelitian Sistem Pendukung Keputusan. Pendekatan hybrid menjadi metode yang paling dominan, yang menunjukkan bahwa penelitian SPK saat ini mengarah pada integrasi berbagai pendekatan matematis.

Meskipun pendekatan MCDM masih banyak digunakan, pergeseran menuju pendekatan hybrid menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengatasi keterbatasan metode tunggal dalam menghadapi permasalahan yang kompleks. Selain itu, pendekatan probabilistik dan optimisasi tetap memiliki peran penting dalam konteks tertentu, terutama pada permasalahan yang melibatkan ketidakpastian dan optimasi sistem.

H. Identifikasi Celah Penelitian

Meskipun berbagai pendekatan telah digunakan dalam SPK, masih terdapat beberapa celah penelitian yang dapat dikembangkan lebih lanjut. Integrasi antar pendekatan masih belum dilakukan secara menyeluruh dalam banyak penelitian [10].

Selain itu, pengembangan model yang adaptif dan mampu menangani data secara *real-time* masih menjadi tantangan. Kurangnya studi komparatif antar pendekatan matematis juga menunjukkan peluang untuk penelitian lanjutan.

V. KESIMPULAN

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pendekatan matematis yang digunakan dalam sistem pendukung keputusan melalui tinjauan literatur sistematis terhadap 41 artikel ilmiah. Berdasarkan hasil analisis, pendekatan matematis dalam SPK dapat diklasifikasikan ke dalam empat kategori utama, yaitu *Multi-Criteria Decision Making* (MCDM), probabilistik, optimisasi, dan hybrid.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan hybrid merupakan metode yang paling dominan digunakan, dengan jumlah 19 artikel. Temuan ini menunjukkan adanya pergeseran dalam penelitian SPK dari penggunaan metode tunggal menuju integrasi berbagai pendekatan matematis. Dominasi pendekatan hybrid mencerminkan pergeseran paradigma dalam penelitian SPK dari penggunaan metode tunggal menuju integrasi berbagai pendekatan matematis untuk meningkatkan kemampuan sistem dalam menangani kompleksitas dan ketidakpastian.

Pendekatan MCDM menempati posisi kedua dan masih banyak digunakan dalam permasalahan multi-kriteria yang terstruktur. Sementara itu, pendekatan probabilistik dan

optimisasi digunakan dalam konteks tertentu, terutama pada permasalahan yang melibatkan ketidakpastian dan kebutuhan solusi optimal.

Secara keseluruhan, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memetakan dan mengklasifikasikan pendekatan matematis dalam SPK secara sistematis, serta mengidentifikasi tren perkembangan metode yang digunakan. Temuan ini dapat menjadi dasar bagi pengembangan penelitian selanjutnya dalam bidang sistem pendukung keputusan.

REFERENSI

- [1] D. Maragno and O. C. Oct, "Mixed-Integer Optimization with Constraint Learning," pp. 1–62.
- [2] P. Chompook, J. Roemmontri, and A. Ketsakorn, "The Application Of Analytic Hierarchy Process (AHP) For Selecting Community Problems : Multicriteria Decision- Making Approach On Environmental Health Aspects," vol. 18, no. 10, pp. 138–149, 2023.
- [3] A. B. Kordabad, M. Zanon, and S. Gros, "Equivalence of Optimality Criteria for Markov Decision Process and Model Predictive Control," *Logo*, pp. 1–8, 2023.
- [4] A. Jameel, A. Nawaiseh, A. Albtoush, R. F. Al-msie, S. Jamil, and A. Nawaiseh, "(AHP) and Simple Additive Weighting (SAW) Methodology," vol. 2, pp. 67–75, 1803.
- [5] D. Božanić, D. Tešić, N. Komazec, D. Marinković, and A. Puška, "Interval fuzzy AHP method in risk assessment," vol. 4, no. 1, pp. 131–140, 2023.
- [6] J. Kim, X. Zhao, A. Ullah, A. Shah, and H. G. Kang, "System Risk Quantification and Decision Making Support using Functional Modeling and Dynamic Bayesian Network," pp. 1–45, 2021.
- [7] R. Ali, A. Hussain, S. Nazir, and S. Khan, "applied sciences Intelligent Decision Support Systems — An Analysis of Machine Learning and Multicriteria Decision-Making Methods," 2023.
- [8] K. Cheikh, E. L. M. Boudi, R. Rabi, and H. Mokhliss, "Dynamic Programming for Optimal Maintenance of Systems," *F1000 Res.*, pp. 1–12, 2026.
- [9] R. Drejeris, S. Vaitkus, G. Minelgaite, and A. Kustiene, "A new approach to the intelligent decision support system for individual hearing aid selection and acquisition," *Futur. Sci. OA*, vol. 11, no. 1, p., 2025, doi: 10.1080/20565623.2025.2543175.
- [10] R. Quiryren, S. Safaoui, S. Di Cairano, and S. Member, "Real-time Mixed-Integer Quadratic Programming for Vehicle Decision Making and Motion Planning," vol. XX, no. Xx, pp. 1–14, 2022.
- [11] P. G. Morato, C. P. Andriotis, K. G. Papakonstantinou, and P. Rigo, "Inference and dynamic decision-making for deteriorating systems with probabilistic dependencies through Bayesian networks and deep reinforcement learning," *Reliab. Eng. Syst. Saf.*, pp. 1–31, 2022.
- [12] F. Ciardiello and A. Genovese, "A comparison between TOPSIS and SAW methods," *Ann. Oper. Res.*, vol. 325, no. 2, pp. 967–994, 2023, doi: 10.1007/s10479-023-05339-w.
- [13] S. Hajduk and D. Jelonek, "A Decision-Making Approach Based on TOPSIS Method for Ranking Smart Cities in the Context of Urban Energy," pp. 1–23, 2021.
- [14] G. Fattoruso, "Multi-Criteria Decision Making in Production Fields : A Structured Content Analysis and Implications for Practice," 2022.
- [15] L. B. Mccullum *et al.*, "Markov models for clinical decision-making in radiation oncology: A systematic review," vol. 68, no. 5, pp. 610–623, 2025, doi: 10.1111/1754-9485.13656.Markov.
- [16] B. Philip and H. Aljassmi, "Heliyon A Bayesian decision support system for optimizing pavement management programs," *Heliyon*, vol. 10, no. 3, p. e25625, 2024, doi: 10.1016/j.heliyon.2024.e25625.
- [17] H. Zhang, N. Li, and J. Lin, "Modeling the Decision and Coordination Mechanism of Power Battery Closed-Loop Supply Chain Using Markov Decision Processes," *Sustainability*, vol. 16, no. 4329, pp. 1–19, 2024, doi: https://doi.org/10.3390/su16114329.
- [18] M. H. Qasem, M. Aljaidi, G. Samara, R. Alzaidah, and A. Alsarhan, "An Intelligent Decision Support System Based on Multi Agent Systems for Business Classification Problem," *Sustainability*, vol. 15, no. 10977, pp. 1–14, 2023.
- [19] E. G. da Silva *et al.*, "Binary Decision Support Using AHP : A Model for Alternative Analysis," *Algorithms*, vol. 18, no. 320, pp. 1–20, 2025.
- [20] R. Brignardello-Petersen, N. Santesso, and G. Guyatt, "Systematic reviews of the literature: an introduction to current methods," *Am. J. Epidemiol.*, vol. 194, pp. 536–542, 2024, doi: 10.1093/aje/kwae232.
- [21] A. Avenali, C. Daraio, S. Di Leo, G. Matteucci, and T. Nepomuceno, "Systematic reviews as a metaknowledge tool: caveats and a review of available options," *Int. Trans. Oper. Res.*, vol. 30, pp. 2761–2806, 2023, doi: 10.1111/itor.13309.
- [22] J. Mathew, "Systematic Reviews and Meta-Analysis: A Guide for Beginners," *Indian Pediatr.*, vol. 59, pp. 320–330, 2021, doi: 10.1007/s13312-022-2500-y.
- [23] E. C. Martínez *et al.*, "A comprehensive guide to conduct a systematic review and meta-analysis in medical research," *Medicine (Baltimore)*, vol. 104, 2025, doi: 10.1097/md.00000000000041868.
- [24] J. De La Torre-López, A. Ramírez, and J. Romero, "Artificial intelligence to automate the systematic review of scientific literature," *Computing*, vol. 105, pp. 2171–2194, 2023, doi: 10.1007/s00607-023-01181-x.
- [25] A. Carrera-Rivera, W. Ochoa-Agurto, F. Larrinaga, and G. Lasa, "How-to conduct a systematic literature review: A quick guide for computer science research," *MethodsX*, vol. 9, 2022, doi: 10.1016/j.mex.2022.101895.
- [26] W. M. Lim, "Systematic Literature Reviews: Reflections, Recommendations, and Robustness Check," *J. Consum. Behav.*, 2025, doi: 10.1002/cb.2479.
- [27] J. Paul, P. Khatri, and H. K. Duggal, "Frameworks for developing impactful systematic literature reviews and theory building: What, Why and How?," *J. Decis. Syst.*, vol. 33, pp. 537–550, 2023, doi: 10.1080/12460125.2023.2197700.
- [28] M. Azarian, H. Yu, A. Shiferaw, and T. Stevik, "Do We Perform Systematic Literature Review Right? A Scientific Mapping and Methodological Assessment," *Logistics*, 2023, doi: 10.3390/logistics7040089.
- [29] P. Sauer and S. Seuring, "How to conduct systematic literature reviews in management research: a guide in 6 steps and 14 decisions," *Rev. Manag. Sci.*, vol. 17, pp. 1899–1933, 2023, doi: 10.1007/s11846-023-00668-3.
- [30] S. Myung, "How to review and assess a systematic review and meta-analysis article: a methodological study (secondary publication)," *J. Educ. Eval. Health Prof.*, vol. 20, 2023, doi: 10.3352/jeehp.2023.20.24.
- [31] M. Cumming, E. Bettini, and J. Chow, "High-Quality Systematic Literature Reviews in Special Education: Promoting Coherence, Contextualization, Generativity, and Transparency," *Except. Child.*, vol. 89, pp. 412–431, 2023, doi: 10.1177/00144029221146576.
- [32] D. De León Pérez, R. A. Vega, S. S. Galán, J. Á. Aranda, and F. F. García, "Toward Systematic Literature Reviews in Hydrological Sciences," *Water*, 2024, doi: 10.3390/w16030436.
- [33] M. Hiebl, "Sample Selection in Systematic Literature Reviews of Management Research," *Organ. Res. Methods*, vol. 26, pp. 229–261, 2021, doi: 10.1177/1094428120986851.
- [34] M. As Saidah, M. Q. Shobri, and N. D. Nasra, "Implementasi Analytic Hierarchy Process (AHP) Dalam Pengambilan Keputusan Desain Kualitas Software," *J. Bangkit Indones.*, vol. 13, no. 1, pp. 7–12, 2024, doi: 10.52771/bangkitindonesia.v13i1.268.
- [35] F. O. Sameer, "Modified Multi-Criteria Decision Making Methods to Assess Classification Methods فينصتلا قرط ميبقتل ريباعملا ددعتم "، vol. 64, no. 2, pp. 893–906, 2023, doi: 10.24996/ijjs.2023.64.2.34.
- [36] M. Heleno *et al.*, "Optimizing equity in energy policy interventions : A quantitative decision-support framework for energy justice," *Appl. Energy*, vol. 325, no. August, p. 119771, 2022, doi: 10.1016/j.apenergy.2022.119771.
- [37] G. Iovane and M. Chinnici, "applied sciences Decision Support System Driven by Thermo-Complexity : Scenario Analysis and Data Visualization," 2024.
- [38] P. Liu, T. Zhang, F. Tian, Y. Teng, and M. Yang, "Hybrid Decision Support Framework for Energy Scheduling Using Stochastic Optimization and Cooperative Game Theory," pp. 1–20, 2024.
- [39] P. Renna, "A Review of Game Theory Models to Support Production Planning , Scheduling , Cloud Manufacturing and Sustainable Production Systems," 2024.
- [40] R. Salehzadeh and M. Ziaecian, "Decision making in human resource management : a systematic review of the applications of analytic hierarchy process," no. August, pp. 1–18, 2024, doi: 10.3389/fpsyg.2024.1400772.
- [41] F. H. Simbolon, M. Pasaribu, and S. Siallagan, "Decision support

- system in choosing tour packages and travel reservations using simple additive weight (SAW) method on Berkat Hemat Wisata,” vol. 2, no. 01, pp. 22–31, 2024, doi: 10.54209/Science.v2i01.
- [42] Z. Ji, X. Liu, and D. Tang, “Game-theoretic Applications for Decision-making Behavior on the Energy Demand Side : a Systematic Review,” *Prot. Control Mod. POWER Syst.*, vol. 9, no. 2, pp. 1–20, 2024, doi: 10.23919/PCMP.2023.000219.
- [43] L. Madzik, Peter Fala’t, “State of the art on analytic hierarchy process in the last 40 years : Literature review based on Latent Dirichlet Allocation topic modelling,” *PLoS One*, 2022, doi: 10.1371/journal.pone.0268777.
- [44] S. J. Briscilla and R. Sundarajan, “A Multi-Criteria Decision Making for Employee Selection Using SAW and Profile Matching,” 2024, doi: 10.20965/jaciii.2024.p1117.
- [45] I. Vinogradova-zinkevi, “Comparative Sensitivity Analysis of Some Fuzzy AHP Methods,” *mathematics*, vol. 11, pp. 1–39, 2023.
- [46] A. Abdildayeva, “Integrated Bayesian Networks and Linear Programming for Decision Optimization,” *mathematics*, vol. 13, pp. 1–26, 2025.
- [47] C. Chen and J. Huang, “Deriving Fuzzy Weights from the Consistent Fuzzy Analytic Hierarchy Process,” *mathematics*, vol. 10, no. 3499, pp. 1–12, 2022.
- [48] L. Lamrini, M. C. Abounaima, and M. T. Alaoui, “New distributed -topsis approach for multi - criteria decision - making problems in a big data context,” *J. Big Data*, vol. 10, no. 97, pp. 1–21, 2023, doi: 10.1186/s40537-023-00788-3.
- [49] M. Cebesoy, C. T. Sakar, and B. Yet, “Multicriteria decision support under uncertainty : combining,” *Ann. Oper. Res.*, vol. 355, pp. 2971–2998, 2025, doi: 10.1007/s10479-024-06064-8.
- [50] M. Biggs, R. Hariss, and G. Perakis, “Constrained optimization of objective functions determined from random forests,” *Prod. Oper. Manag.*, no. February 2020, pp. 397–415, 2023, doi: 10.1111/poms.13877.
- [51] L. M. Hosseini, S. Jafarirad, and A. M. Hadianfard, “OPEN A fuzzy based dietary clinical decision support system for patients with multiple chronic conditions (MCCs),” *Sci. Rep.*, vol. 13, no. 12166, pp. 1–8, 2023, doi: 10.1038/s41598-023-39371-4.
- [52] X. Li, “Student achievement prediction and auxiliary improvement method based on fuzzy decision support system,” *Discov. Artif. Intell.*, vol. 5, no. 63, 2025, doi: 10.1007/s44163-025-00308-7.
- [53] Z. Liang, K. Zhao, K. He, and Y. Liu, “Improved dynamic programming method for solving multi-objective problems,” *Sci. Rep.*, vol. 16, no. 1668, pp. 1–14, 2025.
- [54] S. Manzoor, S. Mustafa, K. Gulzar, A. Gulzar, and S. N. Kazmi, “MultiFuzzTOPS : A Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making Model Using Type-2 Soft Sets and TOPSIS,” *Symmetry (Basel)*, vol. 16, no. 655, pp. 1–19, 2024, doi: https://doi.org/10.3390/sym16060655.
- [55] J. Ortega and R. V. Uvidia, “Mathematical Models Applied to the Localization of Park-and-Ride Systems : A Systematic Review,” *Vehicles*, vol. 7, no. 46, pp. 1–23, 2025, doi: https://doi.org/10.3390/vehicles7020046.