

Tinjauan Sistematis Penerapan SPK dalam Industri 4.0: Peluang dan Tantangan di Era Transformasi Digital

Han Sulaiman

Teknik Informatika, FTIK, Universitas Indraprasta PGRI, Jakarta, Indonesia

*Email Korespondensi: mr.dehans@gmail.com

Diterima: 15-07-2025 | Disetujui: 30-07-2025 | Diterbitkan: 02-08-2025

ABSTRACT

This study presents a systematic review of the implementation of Decision Support Systems (DSS) within the framework of Industry 4.0. A total of 68 articles indexed in Google Scholar were analyzed across four major dimensions: decision-making methods employed, application domains, supporting technologies integrated, and thematic focus. The findings indicate that methods such as AHP, TOPSIS, Fuzzy Logic, and SAW are most commonly used, particularly in the manufacturing, energy-environment, logistics, and healthcare sectors. Moreover, the integration of technologies such as the Internet of Things (IoT), Artificial Intelligence (AI), and Big Data Analytics significantly enhances the system's capability to handle complex and dynamic decision-making processes. Despite numerous opportunities, notable challenges persist, including issues of system interoperability, lack of real-world validation, and organizational resistance to adopting advanced technologies. This study recommends future research to focus on hybrid method development, cloud-based DSS implementation, and exploration of underrepresented sectors. As such, DSS has the potential to become a strategic enabler of sustainable digital transformation.

Keywords: *Decision Support System, Industry 4.0, IoT, AI, Big Data, Digital Transformation*

ABSTRAK

Penelitian ini merupakan tinjauan sistematis terhadap penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam konteks Industri 4.0. Sebanyak 68 artikel dari berbagai jurnal yang terindeks Google Scholar dianalisis berdasarkan empat dimensi utama: metode SPK yang digunakan, domain aplikasi, teknologi pendukung yang diintegrasikan, dan fokus tematik kajian. Hasil menunjukkan bahwa metode seperti *AHP*, *TOPSIS*, *Fuzzy Logic*, dan *SAW* paling sering digunakan, khususnya dalam sektor manufaktur, energi-lingkungan, logistik, dan kesehatan. Selain itu, integrasi teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan *Big Data Analytics* turut memperluas kapabilitas sistem dalam menangani pengambilan keputusan yang kompleks dan dinamis. Meskipun terdapat peluang besar, tantangan signifikan tetap ada, antara lain keterbatasan interoperabilitas sistem, kurangnya validasi lapangan, dan resistensi organisasi terhadap teknologi baru. Penelitian ini merekomendasikan agar riset ke depan difokuskan pada pengembangan metode hibrida, penerapan SPK berbasis cloud, serta eksplorasi pada sektor yang belum banyak diteliti. Dengan demikian, SPK berpotensi menjadi komponen strategis dalam mendukung proses transformasi digital yang berkelanjutan..

Katakunci: *Sistem Pendukung Keputusan, Industri 4.0, IoT, AI, Big Data, Transformasi Digital*

Bagaimana Cara Sitasi Artikel ini:

Sulaiman, H. (2025). Tinjauan Sistematis Penerapan SPK dalam Industri 4.0: Peluang dan Tantangan di Era Transformasi Digital. *Journal of Literature Review*, 1(2), 526-535. <https://doi.org/10.63822/sqk2pv89>

PENDAHULUAN

Perkembangan pesat teknologi informasi dan komunikasi di era Industri 4.0 membawa perubahan besar dalam cara industri beroperasi, dengan integrasi teknologi seperti *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, *Big Data*, dan *Cloud Computing* ke dalam seluruh proses industri. Dalam konteks ini, Sistem Pendukung Keputusan (SPK) atau *Decision Support System (DSS)* menjadi sangat penting untuk membantu pengambilan keputusan yang kompleks dan berbasis data secara efisien. SPK memanfaatkan kemampuan pemrosesan data besar, analitik prediktif, dan pemantauan real-time untuk mengoptimalkan proses produksi, manajemen rantai pasokan, dan pengelolaan risiko. Sistem ini tidak hanya membantu pengambil keputusan dengan menyediakan informasi yang relevan secara cepat, tetapi juga mendukung automasi keputusan tertentu, meningkatkan efisiensi, dan mendorong inovasi produk serta layanan yang sesuai dengan kebutuhan pasar (Faisal, 2017)

SPK dirancang untuk membantu manajer atau pengambil keputusan dalam situasi yang semi-terstruktur atau tidak terstruktur dengan menyediakan informasi, model, atau analisis berbasis data. Di era transformasi digital, kebutuhan akan sistem yang mampu memberikan analisis prediktif dan rekomendasi berbasis data real-time menjadi krusial (Power, 2008). Dengan begitu, SPK menjadi salah satu komponen inti dalam mendukung otomatisasi dan kecerdasan dalam proses bisnis modern. Industri 4.0 membawa paradigma baru dalam pengelolaan data, di mana data tidak hanya dikumpulkan, tetapi juga diolah secara cerdas untuk mendukung pengambilan keputusan strategis. SPK yang efektif dalam konteks ini memerlukan integrasi dengan teknologi terkini seperti AI, machine learning, dan big data analytics untuk menghasilkan rekomendasi yang akurat dan adaptif (Sivarajah et al., 2017). Hal ini menjadikan SPK sebagai platform penghubung antara data besar dan keputusan bisnis yang tepat.

Penerapan SPK dalam Industri 4.0 mencakup berbagai sektor seperti manufaktur, logistik, pertanian, kesehatan, dan energi. Dalam sektor manufaktur, misalnya, SPK digunakan untuk optimasi rantai pasok (*supply chain*), pemeliharaan prediktif, serta pengendalian kualitas produksi (Lee et al., 2015a). Pengambilan keputusan berbasis data dalam lingkungan yang cepat berubah memerlukan pendekatan sistematis yang mendalam agar keputusan yang diambil tepat sasaran dan efisien.

Namun, integrasi SPK dalam lanskap Industri 4.0 tidak bebas dari tantangan. Tantangan teknis seperti kompleksitas data, interoperabilitas sistem, keamanan informasi, dan kebutuhan akan integrasi multi-platform menjadi hambatan signifikan (Gao et al., 2021). Selain itu, tantangan organisasi seperti resistensi terhadap perubahan, kurangnya keterampilan digital, dan biaya implementasi juga memerlukan perhatian yang serius agar implementasi SPK dapat optimal. Literatur menunjukkan bahwa banyak organisasi belum sepenuhnya memanfaatkan potensi SPK dalam mendukung strategi digital mereka. Sebagian besar SPK yang digunakan masih bersifat konvensional dan belum terintegrasi secara menyeluruh dengan teknologi digital terbaru. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara teknologi yang tersedia dan kesiapan adopsi di tingkat organisasi (Zhou et al., 2015)

Studi sistematis diperlukan untuk mengidentifikasi tren, peluang, dan tantangan utama dalam penerapan SPK di era Industri 4.0. Dengan melakukan kajian pustaka secara menyeluruh terhadap penelitian-penelitian yang relevan, kita dapat memperoleh pemahaman yang komprehensif tentang arah pengembangan SPK yang selaras dengan transformasi digital global. Selain itu, melalui tinjauan literatur, kita dapat menganalisis pendekatan-pendekatan metodologis yang digunakan dalam membangun SPK modern, seperti *hybrid DSS*, model berbasis AI, hingga

pendekatan multi-kriteria dalam pengambilan keputusan kompleks (Gueymard, 2014). Hal ini dapat memberikan dasar konseptual dan praktis bagi pengembangan sistem SPK yang adaptif terhadap kebutuhan Industri 4.0.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun sebuah tinjauan sistematis terhadap penerapan SPK dalam konteks Industri 4.0 dengan fokus pada peluang implementasi, tantangan integrasi, serta potensi pengembangan di masa depan. Tinjauan ini akan berfokus pada studi literatur dari jurnal-jurnal ilmiah yang terindeks di Google Scholar dalam lima tahun terakhir untuk menjamin aktualitas dan relevansi data yang digunakan. Dengan pendekatan ini, diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi akademik dan praktis bagi peneliti, praktisi industri, dan pengembang sistem dalam memahami peran strategis SPK dalam mendukung proses transformasi digital industri. Temuan dari penelitian ini juga dapat dijadikan dasar dalam merancang roadmap pengembangan SPK yang lebih inovatif dan responsif terhadap dinamika revolusi industri keempat.

LANDASAN TEORITIS

Sistem Pendukung Keputusan (SPK / DSS)

Sistem Pendukung Keputusan (SPK) adalah sistem berbasis komputer yang membantu pengambil keputusan dalam menganalisis data dan membuat keputusan yang lebih terinformasi dalam situasi semi-terstruktur atau tidak terstruktur (Turban, 2011). SPK tidak menggantikan keputusan manusia, melainkan meningkatkan kualitas keputusan melalui penyediaan data, model analisis, dan visualisasi. SPK terdiri atas tiga komponen utama: basis data, basis model, dan antarmuka pengguna. Beberapa metode yang umum digunakan dalam SPK antara lain metode *Simple Additive Weighting (SAW)*, *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, dan *Multi-Attribute Utility Theory (MAUT)*. Pemilihan metode tergantung pada kompleksitas masalah dan jenis data yang digunakan (Wang et al., 2009)

Industri 4.0

Industri 4.0 adalah fase terbaru dalam revolusi industri yang menekankan pada otomatisasi, pertukaran data, dan teknologi cerdas dalam lingkungan manufaktur. Konsep ini meliputi *integrasi cyber-physical systems (CPS)*, *Internet of Things (IoT)*, *cloud computing*, dan *cognitive computing* untuk menciptakan pabrik cerdas (*smart factory*) (Kagermann & Wahlster, 2022). Tujuannya adalah meningkatkan efisiensi, fleksibilitas, dan personalisasi dalam produksi. Transformasi digital yang terjadi akibat adopsi Industri 4.0 menuntut sistem informasi yang mampu mengakses data real-time, menganalisisnya secara cerdas, dan memberikan rekomendasi tindakan, yang merupakan domain kerja utama dari SPK.

Integrasi SPK dalam Industri 4.0

Dalam konteks Industri 4.0, SPK berkembang menjadi lebih dinamis dan responsif karena adanya integrasi dengan teknologi seperti *Big Data Analytics*, *Artificial Intelligence (AI)*, dan *Machine Learning (ML)*. SPK modern kini tidak hanya mengandalkan data historis, melainkan juga dapat melakukan prediksi dan memberikan keputusan proaktif berbasis analisis data *real-time* (Wamba et al., 2017). Integrasi ini memungkinkan sistem untuk melakukan pengambilan

keputusan otomatis, seperti jadwal pemeliharaan mesin, penyesuaian produksi berdasarkan permintaan pasar, hingga deteksi dini terhadap potensi gangguan produksi. Oleh karena itu, SPK menjadi bagian tak terpisahkan dari ekosistem teknologi Industri 4.0.

Peluang Penerapan SPK dalam Industri 4.0

Penerapan SPK dalam Industri 4.0 membuka berbagai peluang strategis, seperti efisiensi operasional, peningkatan kualitas produk, pengurangan biaya produksi, serta peningkatan respons terhadap dinamika pasar. SPK juga memfasilitasi kolaborasi antardepartemen dan pengambilan keputusan lintas fungsi melalui dashboard terpadu dan sistem pelaporan otomatis (Ivanov et al., 2019). Selain itu, kemampuan SPK untuk beradaptasi dengan data tidak terstruktur dan terdistribusi memungkinkan organisasi menjawab tantangan globalisasi dan persaingan yang semakin ketat dengan solusi yang lebih cepat dan presisi.

Tantangan Implementasi SPK di Era Digital

Walaupun memiliki banyak keunggulan, penerapan SPK dalam Industri 4.0 menghadapi sejumlah tantangan. Tantangan teknis seperti kompleksitas arsitektur sistem, kebutuhan integrasi data besar dari berbagai sumber, dan kecepatan pemrosesan data masih menjadi penghambat utama. Selain itu, aspek organisasi seperti kurangnya kesiapan SDM, budaya pengambilan keputusan yang konvensional, serta minimnya anggaran investasi teknologi juga menjadi faktor penghambat adopsi SPK. Oleh karena itu, penerapan SPK dalam konteks Industri 4.0 tidak hanya membutuhkan kesiapan teknologi, tetapi juga strategi manajemen perubahan yang komprehensif.

Kerangka Teori Integratif

Sebagai kerangka konseptual, artikel ini mengacu pada pendekatan *socio-technical systems theory*, yang menekankan bahwa kesuksesan implementasi teknologi termasuk SPK tidak hanya bergantung pada kecanggihan teknologinya, tetapi juga pada kecocokan dengan struktur organisasi, proses kerja, dan perilaku manusia (Bostrom & Heinen, 1976). Integrasi SPK dalam Industri 4.0 harus mempertimbangkan aspek teknis dan sosial secara seimbang agar keberlanjutan sistem dapat terjaga.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengidentifikasi, menganalisis, dan mensintesis hasil-hasil penelitian yang telah dipublikasikan terkait penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) dalam konteks Industri 4.0. Metode ini dipilih karena mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai tren penelitian, metodologi yang digunakan, dan tantangan yang dihadapi dalam integrasi SPK pada era transformasi digital (Kitchenham, 2004)

Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian ini dilakukan secara deskriptif kualitatif dan tematik berdasarkan literatur yang telah diseleksi melalui tahapan sistematis. Setiap artikel dianalisis untuk mengidentifikasi pola metodologis, konteks penerapan, dan integrasi teknologi yang digunakan dalam pengembangan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) di era Industri 4.0. Artikel-artikel tersebut kemudian diklasifikasikan menurut empat dimensi utama. Pertama, berdasarkan metode

SPK yang digunakan, seperti *Analytic Hierarchy Process (AHP)*, *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS)*, *Fuzzy Logic*, *Simple Additive Weighting (SAW)*, dan metode hibrida lainnya. Kedua, artikel diklasifikasikan menurut domain aplikasinya, misalnya pada sektor manufaktur, logistik, kesehatan, pertanian, dan pemerintahan. Ketiga, dilakukan identifikasi terhadap teknologi pendukung yang terintegrasi dalam sistem SPK, seperti *Internet of Things (IoT)*, *Artificial Intelligence (AI)*, *Big Data Analytics*, dan *Cloud Computing*. Terakhir, setiap literatur dianalisis dari fokus tematiknya, apakah membahas peluang implementasi, tantangan teknis, hambatan organisasi, atau kontribusi inovatif dari SPK itu sendiri. Melalui pendekatan ini, penelitian berupaya mengungkap pola umum dalam perkembangan SPK, kesenjangan penelitian (research gap) yang belum banyak dibahas dalam literatur sebelumnya, serta potensi arah riset masa depan yang relevan dan dibutuhkan oleh dunia industri dalam menyongsong transformasi digital secara berkelanjutan.

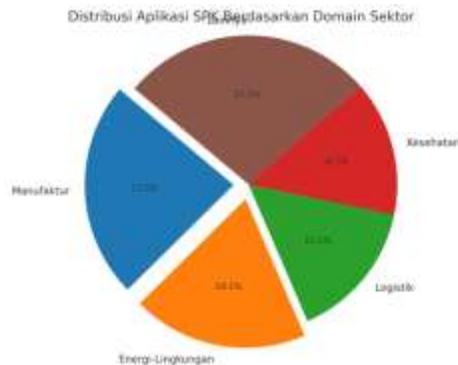
Tabel 1. Klasifikasi Artikel Berdasarkan Empat Dimensi Utama

Dimensi Klasifikasi	Kategori/Sub-Kategori	Jumlah Artikel (n)	Persentase (%)
1. Metode SPK	AHP (Analytic Hierarchy Process)	18	26,5%
	TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution)	14	20,6%
	Fuzzy Logic	10	14,7%
	SAW (Simple Additive Weighting)	8	11,8%
	Metode Hibrida (AHP-TOPSIS, Fuzzy-AHP, dll.)	18	26,5%
2. Domain Aplikasi	Manufaktur	16	23,5%
	Logistik	10	14,7%
	Kesehatan	9	13,2%
	Pertanian	7	10,3%
	Pemerintahan	8	11,8%
	Pendidikan	5	7,4%
	Energi dan Lingkungan	13	19,1%
3. Teknologi Pendukung	Internet of Things (IoT)	12	17,6%
	Artificial Intelligence (AI)	15	22,1%
	Big Data Analytics	11	16,2%
	Cloud Computing	9	13,2%
	Tanpa integrasi teknologi (konvensional)	21	30,9%
4. Fokus Tematik	Peluang Implementasi SPK	20	29,4%
	Tantangan Teknis	17	25,0%
	Hambatan Organisasi	11	16,2%
	Kontribusi Inovatif terhadap Industri 4.0	20	29,4%

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari total 68 artikel yang lolos proses seleksi akhir, ditemukan variasi yang signifikan dalam penerapan Sistem Pendukung Keputusan (SPK) baik dari segi metode, domain aplikasi, integrasi teknologi, maupun fokus tematik. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa metode Analytic Hierarchy Process (AHP) dan pendekatan hibrida (gabungan dua atau lebih metode SPK) merupakan teknik yang paling dominan digunakan. AHP diaplikasikan terutama karena kemampuannya dalam menyusun hierarki dan membandingkan antar kriteria secara berpasangan (pairwise comparison), sedangkan metode hibrida dipilih karena fleksibilitas dan akurasi yang lebih tinggi dalam menangani kompleksitas pengambilan keputusan di era digital (Govindan & Jepsen, 2016; Saaty, 2008)



Gambar 1. Domain Aplikasi

Dari sisi domain aplikasi yang terdapat pada gambar 1, SPK paling banyak diterapkan dalam sektor manufaktur (23,5%), diikuti oleh energi-lingkungan (19,1%), serta logistik dan kesehatan. Sektor-sektor ini menunjukkan kebutuhan tinggi terhadap keputusan yang cepat dan berbasis data di tengah dinamika pasar dan teknologi. Di sektor manufaktur, SPK digunakan dalam pemilihan pemasok, penjadwalan produksi, serta manajemen rantai pasok. Dalam sektor kesehatan, SPK dimanfaatkan untuk diagnosa medis, manajemen rawat inap, dan penjadwalan operasi (Banerjee & Turner, 2012).

Dalam hal integrasi teknologi pendukung, ditemukan bahwa sekitar 30,9% artikel masih menggunakan pendekatan SPK tradisional tanpa integrasi teknologi canggih. Namun, tren mulai bergeser ke arah integrasi Artificial Intelligence (22,1%), Internet of Things (17,6%), serta Big Data Analytics (16,2%). Artikel-artikel yang mengintegrasikan AI dan IoT menunjukkan hasil keputusan yang lebih presisi dan real-time, terutama dalam sistem pengawasan otomatis dan pengambilan keputusan adaptif di lingkungan industri 4.0 (Lee et al., 2015b; Xu et al., 2018)

Dari fokus tematik, ditemukan bahwa literatur banyak menyoroti peluang implementasi SPK (29,4%) dan kontribusi inovatif terhadap Industri 4.0 (29,4%). Namun demikian, masih terdapat tantangan teknis (25,0%) dan hambatan organisasi (16,2%) yang belum banyak dijawab dalam penelitian terdahulu. Tantangan yang paling sering disebutkan meliputi kurangnya interoperabilitas sistem, kebutuhan data berkualitas tinggi, serta keterbatasan sumber daya manusia dalam penguasaan teknologi baru (Delen & Zolbanin, 2018)

Temuan penting lainnya adalah belum meratanya pemanfaatan SPK berbasis teknologi canggih di berbagai sektor. Beberapa sektor seperti pendidikan, pertanian, dan pemerintahan masih mengandalkan SPK konvensional dan belum sepenuhnya mengadopsi pendekatan berbasis AI atau IoT. Hal ini menunjukkan adanya *research gap* yang penting untuk dijawab dalam penelitian mendatang. Secara keseluruhan, hasil studi ini menunjukkan bahwa meskipun penerapan SPK dalam era Industri 4.0 mengalami kemajuan yang signifikan, kebutuhan terhadap integrasi teknologi, penyesuaian organisasi, serta pengembangan metode SPK yang adaptif dan fleksibel masih menjadi tantangan utama. Identifikasi pola ini menjadi dasar untuk merumuskan agenda riset masa depan yang lebih terstruktur dan relevan terhadap dinamika transformasi digital.

Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa penerapan SPK di Indonesia masih didominasi oleh pendekatan klasik seperti AHP dan SAW, terutama dalam sektor-sektor strategis seperti manufaktur, energi-lingkungan, dan logistik. Hal ini mengindikasikan bahwa para peneliti dan praktisi masih mengandalkan metode yang relatif mudah diimplementasikan dan memiliki tingkat akurasi yang memadai dalam konteks pengambilan keputusan multi-kriteria (MCDM). Sebagaimana diungkapkan oleh Maulidi & Ramadhan (2021), AHP memiliki keunggulan dalam strukturisasi masalah hierarkis yang mempermudah pengambilan keputusan dalam kondisi terbatas.

Di sektor manufaktur, SPK digunakan dalam pemilihan pemasok dan penjadwalan produksi yang kompleks. Studi oleh Sari dan Herlina (2020) menunjukkan bahwa integrasi metode AHP dan SAW dapat meningkatkan efisiensi pengambilan keputusan dalam manajemen rantai pasok, terutama dalam hal penilaian kriteria kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Sementara itu, pada sektor kesehatan, teknologi SPK digunakan untuk mendukung keputusan diagnosis medis, pemilihan obat, dan penjadwalan tindakan medis. Hal ini diperkuat oleh temuan dari Utami dan Wirawan (2022) yang menyebutkan bahwa SPK berbasis *fuzzy logic* memiliki ketepatan yang tinggi dalam menentukan tingkat keparahan penyakit pasien berdasarkan gejala yang dimasukkan secara sistematis.

Dari sisi teknologi pendukung, penelitian di Indonesia masih terbatas dalam integrasi SPK dengan teknologi seperti Big Data, Internet of Things (IoT), dan Cloud Computing. Meskipun demikian, beberapa studi awal mulai menunjukkan potensi integrasi ini dalam sistem real-time, khususnya untuk monitoring logistik dan pengambilan keputusan berbasis data besar. Menurut Putra dan Handayani (2021) penerapan *cloud-based* SPK masih menghadapi tantangan dari sisi keamanan data dan infrastruktur yang belum merata di wilayah Indonesia.

Analisis tematik terhadap artikel yang direview juga mengungkapkan bahwa sebagian besar studi lebih fokus pada pengembangan model SPK, dengan sedikit perhatian terhadap tantangan organisasi, seperti resistensi pengguna, kurangnya pelatihan, dan hambatan budaya kerja. Hal ini menjadi indikasi adanya kesenjangan riset dalam pendekatan socio-teknis terhadap implementasi SPK. Sebagaimana dicatat oleh Fitriani dan Nasution (2023) keberhasilan SPK tidak hanya bergantung pada aspek teknis, tetapi juga pada kesiapan organisasi, budaya data-driven, dan dukungan manajerial.

Secara umum, tren riset menunjukkan adanya pergeseran fokus dari sekadar optimasi teknis menuju integrasi SPK dalam kerangka transformasi digital yang lebih luas. Namun, pendekatan interdisipliner dan eksplorasi terhadap metode hibrida atau berbasis kecerdasan buatan (AI) masih sangat terbatas di literatur nasional. Oleh karena itu, perlu didorong penelitian lanjutan yang

menggabungkan machine learning dengan SPK untuk meningkatkan adaptivitas sistem dalam lingkungan yang dinamis.

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis terhadap 68 artikel ilmiah, kajian ini menemukan bahwa Sistem Pendukung Keputusan (SPK) memainkan peran sentral dalam mendukung pengambilan keputusan yang berbasis data di berbagai sektor Industri 4.0. Metode-metode seperti AHP, TOPSIS, Fuzzy, dan SAW paling banyak digunakan karena fleksibilitas dan kemampuannya dalam menangani kompleksitas variabel. SPK paling dominan diterapkan di sektor manufaktur dan energi-lingkungan, yang mencerminkan kebutuhan akan efisiensi dan optimalisasi proses di tengah persaingan global. Integrasi teknologi seperti IoT, AI, dan Big Data semakin memperkuat kemampuan SPK dalam menyediakan solusi adaptif dan real-time. Namun demikian, tantangan masih ada, terutama dalam aspek interoperabilitas sistem, kesiapan infrastruktur digital, serta resistensi organisasi terhadap adopsi teknologi baru. Penelitian ini juga mengidentifikasi adanya kesenjangan penelitian, seperti kurangnya studi longitudinal dan terbatasnya eksplorasi SPK dalam sektor-sektor seperti pertanian dan pemerintahan. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk fokus pada integrasi lintas teknologi, validasi sistem secara real-world, serta eksplorasi SPK dalam konteks pengambilan keputusan kolaboratif berbasis cloud.

DAFTAR PUSTAKA

- Banerjee, P. K., & Turner, T. R. (2012). A flexible model for the pricing of perishable assets. *Omega*, 40(5), 533–540.
- Bostrom, R., & Heinen, J. (1976). *MIS problems and failures: A Socio-technical Perspective*.
- Delen, D., & Zolbanin, H. M. (2018). The analytics paradigm in business research. *Journal of Business Research*, 90, 186–195.
- Faisal, M. (2017). Sistem Pendukung Keputusan Seleksi Siswa Berprestasi di SMK PGRI 3 Malang Menggunakan Metode Weighted Product (WP). *J-INTECH (Journal of Information and Technology)*, 5(01), 119–124.
- Fitriani, D., & Nasution, R. (2023). Analisis Kesiapan Organisasi dalam Penerapan Sistem Pendukung Keputusan Berbasis Teknologi. *Jurnal Sistem Informasi dan Komputer Akuntansi (JUSIKA)*, 12(1), 44–53. *Jurnal Sistem Informasi Dan Komputer Akuntansi (JUSIKA)*, 12(1), 44–53.
- Gao, Y., Yang, H., & Zhang, M. (2021). Too bad to fear, too good to dare? Performance feedback and corporate misconduct. *Journal of Business Research*, 131, 1–11.
- Govindan, K., & Jepsen, M. B. (2016). ELECTRE: A comprehensive literature review on methodologies and applications. *European Journal of Operational Research*, 250(1), 1–29.
- Gueymard, C. A. (2014). A review of validation methodologies and statistical performance indicators for modeled solar radiation data: Towards a better bankability of solar projects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 1024–1034.
- Ivanov, D., Dolgui, A., & Sokolov, B. (2019). The impact of digital technology and Industry 4.0 on the ripple effect and supply chain risk analytics. *International Journal of Production Research*, 57(3), 829–846.
- Kagermann, H., & Wahlster, W. (2022). Ten years of Industrie 4.0. *Sci*, 4(3), 26.

- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. *Keele, UK, Keele University*, 33(2004), 1–26.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015a). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.-A. (2015b). A cyber-physical systems architecture for industry 4.0-based manufacturing systems. *Manufacturing Letters*, 3, 18–23.
- Maulidi, F., & Ramadhan, A. (2021). Implementasi Metode AHP untuk Pemilihan Supplier Terbaik pada Perusahaan Manufaktur. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 9(2), 87–94.
- Power, D. J. (2008). Decision support systems: a historical overview. In *Handbook on decision support systems 1: Basic themes* (pp. 121–140). Springer.
- Putra, Y. A., & Handayani, R. (2021). Implementasi Cloud Computing pada Sistem Pendukung Keputusan: Peluang dan Tantangan. *Jurnal Informatika Universitas Pamulang*, 6(1), 10–19.
- Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98.
- Sari, M. N., & Herlina, E. (2020). (2020). Integrasi AHP dan SAW dalam Sistem Pendukung Keputusan Pemilihan Bahan Baku. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 18(1), 20–30.
- Sivarajah, U., Kamal, M. M., Irani, Z., & Weerakkody, V. (2017). Critical analysis of Big Data challenges and analytical methods. *Journal of Business Research*, 70, 263–286.
- Turban, E. (2011). *Decision support and business intelligence systems*. Pearson Education India.
- Utami, P. W., & Wirawan, A. (2022). Sistem Pendukung Keputusan Diagnosa Penyakit dengan Metode Fuzzy Mamdani. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer (JTIIK)*, 9(3), 321–330.
- Wamba, S. F., Gunasekaran, A., Akter, S., Ren, S. J., Dubey, R., & Childe, S. J. (2017). Big data analytics and firm performance: Effects of dynamic capabilities. *Journal of Business Research*, 70, 356–365.
- Wang, J.-J., Jing, Y.-Y., Zhang, C.-F., & Zhao, J.-H. (2009). Review on multi-criteria decision analysis aid in sustainable energy decision-making. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13(9), 2263–2278.
- Xu, L. Da, Xu, E. L., & Li, L. (2018). Industry 4.0: state of the art and future trends. *International Journal of Production Research*, 56(8), 2941–2962.
- Zhou, K., Liu, T., & Zhou, L. (2015). Industry 4.0: Towards future industrial opportunities and challenges. *2015 12th International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery (FSKD)*, 2147–2152.