

---

## ***Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector***

### **Analisis Bibliometrik dan Visualisasi Data: *Business Intelligence* dalam Digitalisasi Manajemen Rantai Pasok pada Sektor Kesehatan**

Fadhil Adita Ramadhan<sup>1</sup>, Agus Mansur<sup>2\*</sup>

<sup>1,2</sup>Magister Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Islam Indonesia

Email: [23916008@students.uii.ac.id](mailto:23916008@students.uii.ac.id), [agusmansur@uii.ac.id](mailto:agusmansur@uii.ac.id)

---

#### **ABSTRAK**

Transformasi digital dalam manajemen rantai pasok sektor kesehatan semakin penting dalam menghadapi tantangan operasional dan efisiensi distribusi. Namun, masih banyak institusi kesehatan yang belum mengadopsi Business Intelligence (BI) yang dapat menyebabkan keterlambatan dalam pengambilan keputusan, ketidakefisienan pengelolaan stok obat, serta pemborosan sumber daya akibat distribusi yang tidak optimal. Metode yang digunakan adalah analisis bibliometrik berbasis tinjauan literatur dari database akademik utama, dengan pendekatan kuantitatif menggunakan VOSviewer untuk memetakan hubungan topik, tren penelitian, serta pola kolaborasi antar peneliti. Hasil penelitian menegaskan bahwa penerapan *Business Intelligence (BI)* dalam manajemen rantai pasok sektor kesehatan lebih banyak difokuskan pada solusi berbasis teknologi yang telah ada, seperti *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, *blockchain*, dan *Big Data*, dibandingkan dengan pengembangan metodologi baru, meskipun BI mampu meningkatkan efisiensi dalam pengelolaan inventaris hingga 50%, mempercepat pengambilan keputusan berbasis data hingga 40%, dan mengurangi pemborosan sumber daya sebesar 25%, masih terdapat kesenjangan dalam aspek kebijakan dan regulasi yang menghambat implementasi secara optimal. Kesimpulannya, implementasi BI dalam rantai pasok kesehatan harus didukung dengan strategi yang terstruktur, termasuk investasi dalam infrastruktur digital dan pelatihan tenaga kerja. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengeksplorasi kebijakan yang dapat mempercepat adopsi BI di sektor kesehatan.

**Kata Kunci:** Analisis Bibliometrik, *Business Intelligence*, Integrasi Sistem Kesehatan, Manajemen Rantai Pasok, Transformasi Digital.

#### **ABSTRACT**

*Digital transformation in healthcare supply chain management is increasingly important in addressing operational and distribution efficiency barriers. However, many healthcare institutions have yet to adopt Business Intelligence (BI), causing delays in decision-making, inefficiencies in drug stock management, and waste of resources due to suboptimal distribution. The method used is a bibliometric analysis based on literature observations from major academic databases, with a quantitative approach using VOSviewer to map topic relationships, research trends, and collaboration patterns between researchers. The results of the study confirm that the application of Business*

---

**Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector** / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

*Intelligence (BI) in healthcare supply chain management is more dedicated to existing technology-based solutions, such as Artificial Intelligence (AI), Internet of Things (IoT), blockchain, and Big Data, compared to new development methodologies. This study found that although BI can increase efficiency in inventory management by up to 50%, accelerate data-based decision-making by up to 40%, and reduce resource waste by 25%, there are still similarities in policy aspects and obstacles that hinder optimal implementation. In conclusion, the application of BI in the healthcare supply chain must be supported by a structured strategy, including investment in digital infrastructure and workforce training. Further research is recommended to explore policies that can accelerate the implementation of BI in the health sector.*

**Keywords:** *Bibliometric Analysis, Business Intelligence, Health System Integration, Supply Chain Management, Digital Transformation.*

## PENDAHULUAN

Transformasi digital telah mengubah cara bisnis dijalankan di berbagai sektor, termasuk sektor kesehatan [1]. Teknologi menawarkan peluang besar untuk meningkatkan pengelolaan informasi dalam rantai pasok, terutama berkat kemampuannya dalam memproses data besar serta memberikan wawasan lebih mendalam terkait kinerja dan prediksi kebutuhan. Tren ini berkembang pesat, seiring dengan semakin banyaknya data yang dihasilkan oleh berbagai sistem informasi di sektor kesehatan [2]. McKinsey mencatat bahwa lebih dari 90% organisasi kesehatan global kini mulai mengintegrasikan teknologi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan cepat. Penerapan *Business Intelligence* (BI) dapat membantu mengidentifikasi potensi masalah dalam rantai pasok, mengoptimalkan pengadaan, dan meningkatkan kualitas layanan kesehatan [3].

Penggunaan BI dalam manajemen rantai pasok di sektor kesehatan menunjukkan potensi yang besar, meskipun masih ada tantangan besar dalam hal implementasi dan pemanfaatannya [4][5]. Salah satu kendala utama adalah kurangnya pemahaman yang mendalam mengenai cara integrasi BI secara efektif dengan sistem manajemen rantai pasok yang sudah ada di sektor kesehatan [6][7]. Selain itu, masalah lain yang kerap muncul adalah ketidakmampuan memaksimalkan pemanfaatan data dan ketidakselarasan antara teknologi dengan kebutuhan operasional fasilitas kesehatan [8][9]. Menurut laporan dari *Healthcare Supply Chain Association*, sekitar 40% rumah sakit di negara berkembang belum sepenuhnya mengadopsi sistem BI untuk memantau dan mengelola rantai pasok mereka, yang menghambat proses pengambilan keputusan yang cepat dan tepat [10][11]. Dampak dari rendahnya adopsi BI ini dapat menyebabkan ketidakefisienan dalam pengelolaan stok obat dan alat medis, peningkatan risiko kekurangan persediaan yang berujung pada keterlambatan layanan, serta meningkatnya biaya operasional akibat inefisiensi distribusi dan pemborosan sumber daya [12]. Selain itu, kurangnya integrasi data dalam rantai pasok juga dapat menghambat deteksi dini terhadap potensi gangguan pasokan, yang pada akhirnya dapat berdampak pada kualitas layanan kesehatan dan keselamatan pasien [13].

Selain tantangan teknis, faktor budaya organisasi dan kebijakan internal juga berperan penting dalam menentukan sejauh mana teknologi BI diterima dan diterapkan dalam sektor kesehatan [14]. Untuk menganalisis dinamika ini, penelitian ini menggunakan metode bibliometrik dan visualisasi data, yang telah terbukti efektif dalam mengidentifikasi tren penelitian dan pola keterkaitan konsep dalam berbagai bidang, termasuk manajemen rantai pasok dan kesehatan [15]. Penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Bengoa et al. [16] menyatakan bahwa pendekatan bibliometrik memberikan wawasan mendalam mengenai perkembangan literatur, kolaborasi ilmiah, serta penerapan teknologi dalam konteks tertentu, sehingga memastikan metode yang digunakan dalam penelitian ini sesuai dan relevan. Dengan pendekatan yang serupa, penelitian ini menerapkan analisis bibliometrik untuk mengeksplorasi

---

### **Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector** / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 *Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur*

dinamika digitalisasi manajemen rantai pasok di sektor kesehatan, sehingga dapat memberikan wawasan berbasis data yang lebih komprehensif dalam memahami faktor-faktor yang mempengaruhi adopsi BI.

Meskipun berbagai penelitian telah menyoroti manfaat Business Intelligence (BI) dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas rantai pasok di sektor kesehatan, masih terdapat kesenjangan penelitian yang perlu dieksplorasi lebih lanjut. Sebagian besar studi sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis implementasi BI, seperti integrasi sistem dan analisis data besar, tanpa mempertimbangkan faktor strategis dan organisasional yang mempengaruhi adopsi teknologi ini secara menyeluruh. Selain itu, masih terbatasnya kajian mengenai dampak regulasi dan kebijakan terhadap keberlanjutan implementasi BI menjadi hambatan dalam merancang strategi optimal untuk digitalisasi rantai pasok kesehatan. Penelitian juga belum secara komprehensif mengkaji bagaimana BI dapat diadaptasi oleh berbagai institusi kesehatan dengan tingkat kesiapan teknologi yang berbeda, terutama di negara berkembang yang masih menghadapi keterbatasan infrastruktur digital. Dengan demikian, diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk menjembatani kesenjangan ini, dengan pendekatan yang tidak hanya menyoroti efisiensi teknis tetapi juga aspek kebijakan, kesiapan organisasi, dan faktor eksternal yang dapat mempengaruhi keberhasilan implementasi BI dalam sektor kesehatan.

## METODE

Metode penelitian ini dimulai dengan tinjauan literatur yang berfungsi untuk memetakan dan mengevaluasi literatur relevan guna mengidentifikasi celah-celah penelitian yang dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan pengetahuan yang ada [17]. Proses tinjauan literatur mencakup serangkaian langkah untuk mengidentifikasi karya-karya penting serta mengungkap bidang-bidang penelitian yang sedang berkembang [18]. Hal ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam mengenai arah penelitian yang sedang berlangsung dan potensi arah penelitian di masa depan [19].

Pada tahap awal, dilakukan penentuan tujuan dan kriteria untuk mengidentifikasi literatur yang relevan mengenai penerapan *Business Intelligence* (BI) dalam digitalisasi manajemen rantai pasok di sektor kesehatan [20] [21]. Literatur ini diperoleh dari berbagai database akademik dengan mempertimbangkan kualitas, kredibilitas, dan relevansi tematik [22]. Hasil kajian ini membentuk kerangka acuan yang menyoroti inovasi teknologi BI, integrasi sistem informasi, serta tantangan dan peluang dalam digitalisasi rantai pasok di industri kesehatan [23].

Selanjutnya, pada tahap penyusunan kata kunci pencarian, dilakukan penggabungan kata kunci berdasarkan jurnal yang telah ditentukan sebelumnya menggunakan operator boolean [24]. Operator boolean ini digunakan untuk memperluas atau mempersempit hasil pencarian dengan cara menggabungkan kata kunci atau frasa tertentu [25]. Beberapa operator yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Operator Boolean

Operator Boolean	Fungsi	Penjelasan
AND	Menggabungkan dua atau lebih konsep	Operator ini digunakan untuk menggabungkan kata kunci yang harus ada dalam hasil pencarian.
OR	Menyediakan alternatif kata atau konsep yang serupa	Operator ini digunakan untuk mencari literatur yang mengandung salah satu dari beberapa kata kunci.
NOT	Mengecualikan kata atau konsep tertentu	Operator ini digunakan untuk mengecualikan kata kunci tertentu dari pencarian.
"" (Tanda Petik)	Menyaring frasa spesifik yang harus muncul persis seperti yang diketik	Operator ini digunakan untuk mencari frasa secara tepat.
*** (Wildcard)	Menangkap berbagai bentuk kata atau akhiran	Operator ini digunakan untuk mencari variasi bentuk kata dalam pencarian

## Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

() (Tanda Kurung)

Mengelompokkan kata kunci atau operator untuk pencarian yang lebih terstruktur

Operator ini digunakan untuk mengelompokkan kata kunci atau operator agar pencarian lebih terstruktur.

Tahap berikutnya adalah pengumpulan data literatur, yang menggunakan database Scopus sebagai basis data peer-review terbesar [26]. Artikel yang diperoleh disaring dalam tiga tahap: pertama, pencarian awal menggunakan kombinasi kata kunci dalam “Judul, Abstrak, Kata Kunci”. Kedua, dilakukan penyaringan lebih lanjut berdasarkan jenis dokumen, tahun publikasi, sumber, dan bahasa. Terakhir, pencarian difokuskan pada bidang penelitian yang berkembang pesat untuk memastikan relevansi dan keberlanjutan studi [27]. Setelah itu, pada tahap analisis bibliometrik, digunakan VOSviewer untuk memvisualisasikan hubungan antara topik, kata kunci, dan penulis dalam literatur yang relevan [28] [29]. Dengan menghasilkan matriks kemunculan bersama, VOSviewer membentuk grafik dua dimensi yang menunjukkan tingkat kesamaan antar item [30]. Analisis jaringan kolaborasi, peta *co-word*, dan *co-citation* dilakukan untuk mengidentifikasi tren, tema, serta pola kolaborasi antara penulis atau institusi [31][32]. Hasilnya, topik-topik dikelompokkan berdasarkan frekuensi kata kunci dan hubungan antar literatur, sehingga membantu mengungkapkan perkembangan terbaru dalam bidang tersebut [33]. Tahap terakhir adalah interpretasi hasil analisis, yang bertujuan untuk mengidentifikasi tren dan topik utama dalam pengembangan digitalisasi manajemen rantai pasok sektor kesehatan [34]. Interpretasi ini bertujuan untuk memahami arah penelitian, kesenjangan yang ada, pola yang terbentuk, serta perkembangan terbaru [35]. Hasil penelitian ini memberikan gambaran tentang keadaan terkini dalam bidang tersebut dan membuka peluang untuk penelitian lebih lanjut [36][37].

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penentuan Tujuan dan Kriteria

Tahap pertama dari penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan menyeleksi literatur yang relevan, khususnya yang berkaitan dengan penerapan *Business Intelligence* (BI) dalam digitalisasi manajemen rantai pasok di sektor kesehatan. Literatur diperoleh melalui database akademik utama seperti Google Scholar, Scopus, Web of Science, SpringerLink, dan PubMed (untuk literatur yang terkait dengan sektor kesehatan) [38]. Proses seleksi tidak hanya mempertimbangkan kualitas dan kredibilitas sumber, tetapi juga relevansi tematik terhadap permasalahan dan tren terkini dalam penguatan digitalisasi manajemen rantai pasok di industri kesehatan [39]. Dalam tahap ini, literatur yang dikaji mencakup berbagai perspektif dan metodologi, yang menghasilkan kerangka acuan komprehensif, menyoroti tema-tema utama seperti inovasi teknologi BI, integrasi sistem informasi dalam rantai pasok, serta tantangan dan peluang yang dihadapi sektor kesehatan dalam mengadopsi digitalisasi [40]. Judul penelitian akan diuraikan menjadi beberapa topik utama, dan artikel ilmiah mengenai literature review akan dicari untuk masing-masing topik tersebut. Sejumlah artikel yang diperoleh akan dianalisis keyword-nya, yang kemudian akan dijadikan subjek pencarian dan dipertemukan dengan topik penelitian. Hasil dari tahap ini akan menghasilkan sekumpulan topik dan subjek penelitian yang mengacu pada tren penelitian terkini, yang dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Topik Penelitian

Subjek Penelitian			
<i>Business Intelligence</i>	<i>Information System</i>	<i>Digital Supply Chain</i>	<i>Pharmacy Service</i>
<i>Information analysis</i>	<i>Decision support system</i>	<i>Supply chain analytics</i>	<i>Hospital Pharmacy Services</i>
<i>Management information</i>	<i>Health care quality</i>	<i>Business process innovations</i>	<i>Pharmacy Practice</i>
<i>System intelligence</i>	<i>Individualized medicine</i>	<i>Smart Supply Chain</i>	<i>Pharmaceutical Care</i>
<i>Strategic decisions</i>	<i>Pharmacogenomics</i>	<i>Sustainable Supply Chain</i>	<i>Healthcare Cost Policies</i>
<i>Online data processing</i>	<i>Health information management</i>	<i>Resource Optimization</i>	<i>Hospital Planning</i>
<i>Learning analytics</i>	<i>Medical information system</i>	<i>Smart Logistics</i>	<i>Hospital and Healthcare Management</i>
<i>Data-driven technology</i>	<i>Health information exchange</i>	<i>Advanced Manufacturing</i>	
<i>Digital terminology</i>	<i>Consumer health information</i>		

### **Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur**

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 *Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur*

Subjek Penelitian			
<i>Business Intelligence</i>	<i>Information System</i>	<i>Digital Supply Chain</i>	<i>Pharmacy Service</i>
<i>Business analysis</i>	<i>Pharmacogenomics</i>		
<i>Key performance indicators</i>	<i>Trend analysis</i>		
<i>Performance evaluation</i>	<i>Data mining</i>		
	<i>Information-seeking behavior</i>		

### Penyusunan Kata Kunci Pencarian

Penyusunan kata kunci merupakan langkah penting yang dilakukan dengan memperhatikan pemetaan subjek dari tahap sebelumnya, di mana setiap subjek yang telah dianalisis digunakan sebagai acuan untuk menentukan kata kunci yang relevan [41]. Kata kunci ini kemudian dijadikan dasar utama dalam proses pencarian artikel ilmiah, memastikan bahwa artikel yang ditemukan benar-benar sesuai dengan topik yang sedang diteliti [42]. Proses ini bertujuan untuk memfokuskan pencarian dan mempercepat proses pemilihan sumber yang berkualitas [43]. Hasil dari penyusunan kata kunci pencarian yang telah dilakukan disajikan secara terstruktur dalam Tabel 3, yang tidak hanya memberikan gambaran jelas tentang kata kunci yang digunakan, tetapi juga memudahkan dalam menavigasi literatur yang tersedia.

Tabel 3. Kata Kunci

Aturan	Topik Penelitian	Kata Kunci
1	<i>Business Intelligence</i>	<i>"Business-Intelligence*" OR "BI-Tools" OR "Data-Analytics" OR "Decision-Support-Systems"</i>
2	<i>Information System</i>	<i>"information" OR "system" OR "integrated*" OR "IT systems"</i>
3	<i>Digital Supply Chain</i>	<i>"digital*" OR "digital-health" OR "digital-innovation*" OR "collaboration" OR "coordination" OR "supply chain*" OR "supply-chain*" OR "sustainable"</i>
4	<i>Pharmacy Service</i>	<i>"pharmacy-service" OR "healthcare" OR "hospital-logistics" OR "pharmaceutical-management"</i>

### Pengumpulan Data Literatur

Pengumpulan data literatur dilakukan dengan pemetaan kata kunci yang sistematis, diikuti dengan penyaringan artikel melalui tiga tahapan [44]. Pada tahap pertama, pencarian awal dilakukan dengan memasukkan kombinasi kata kunci (Aturan 1 DAN Aturan 2 DAN Aturan 3 DAN Aturan 4) di kolom pencarian, mencari "Judul artikel, Abstrak, Kata Kunci" dalam basis data Scopus. Pada tahap ini, jenis dokumen yang dipilih adalah "Semua" (termasuk artikel, makalah konferensi, buku, bab buku, tinjauan, surat, catatan, dll.), dengan tahun publikasi "Semua tahun," dan jenis akses "Semua." Tahap kedua melibatkan penyaringan karena banyak makalah yang muncul dalam beberapa kategori, sehingga dilakukan penyaringan berdasarkan jenis dokumen, tahun publikasi, jenis sumber. Pada tahap terakhir, pencarian dibatasi untuk mencakup bidang penelitian yang berkembang pesat, guna memastikan relevansi dan keberlanjutan penelitian [45]. Proses ini kemudian dirangkum dalam Tabel 4 untuk memberikan gambaran jelas mengenai langkah-langkah yang diambil dalam pengumpulan data literatur.

Tabel 4. Pengumpulan Data Literatur

Tahap	Kombinasi Aturan	Pembatas	Jumlah Dokumen
1	Aturan 1 AND Aturan 2 AND Aturan 3 AND Aturan 4	-	2,062

### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

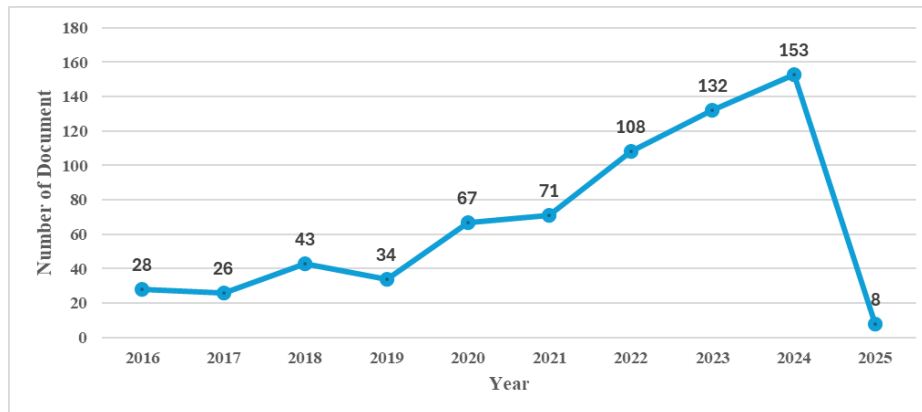


Tahap	Kombinasi Aturan	Pembatas	Jumlah Dokumen
2	Aturan 1 AND Aturan 2 AND Aturan 3 AND Aturan 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Publication Year = 2016-2025</li> <li>• Document Type = Article</li> <li>• Source Type = Journal</li> <li>• Language = English</li> </ul>	720
3	Aturan 1 AND Aturan 2 AND Aturan 3 AND Aturan 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Subject Area = Medicine; Computer Science; Engineering; Health Professions; Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics; Decision Sciences; Multidisciplinary</li> </ul>	670

### Analisis Bibliometrik

#### Analisis pertumbuhan dan tren artikel

Pertumbuhan jumlah artikel dalam publikasi tahunan dari tahun 2016 hingga 2025 diilustrasikan dalam Gambar 1, yang secara jelas menggambarkan tren penelitian dari tahun ke tahun serta perubahan dinamika dalam produktivitas ilmiah selama periode tersebut.



Gambar 1. Tren Penelitian

Gambar 1 menunjukkan tren pertumbuhan yang menarik dari tahun 2016 hingga 2025. Pada periode 2016-2019, pertumbuhan jumlah artikel berjalan lambat dan relatif stabil, dengan jumlah artikel yang sedikit menurun dari 28 pada 2016 menjadi 26 pada 2017, namun meningkat bertahap menjadi 43 pada 2018 dan 34 pada 2019. Tren ini berubah secara signifikan mulai 2020, di mana terjadi peningkatan jumlah artikel yang lebih cepat, dari 67 artikel pada 2020 menjadi 71 pada 2021. Pertumbuhan ini semakin tajam pada 2023 dan mencapai puncaknya pada 2024 dengan 153 artikel, yang menunjukkan meningkatnya perhatian akademik terhadap topik-topik tertentu atau tren riset yang berkembang pesat. Namun, pada tahun 2025, terlihat penurunan drastis hingga hanya 8 artikel, yang kemungkinan disebabkan oleh beberapa faktor seperti data yang belum terakumulasi sepenuhnya, perubahan fokus penelitian, atau kendala lain yang belum teridentifikasi. Secara keseluruhan, grafik ini mencerminkan pola pertumbuhan eksponensial yang diikuti oleh penurunan tajam, yang memerlukan analisis lebih lanjut untuk memahami penyebabnya. Pada 20 jurnal yang telah menerbitkan jumlah makalah terbanyak selama rentang waktu 2016 hingga 2025, dilakukannya analisis dengan membagi data tersebut menjadi dua periode utama. Periode pertama mencakup tahun 2016 hingga 2020, yang merepresentasikan fase awal pertumbuhan publikasi, sedangkan periode kedua mencakup tahun 2021

#### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

hingga 2025, yang mencerminkan perkembangan lebih lanjut dalam tren penerbitan. Pembagian ini bertujuan untuk mengidentifikasi perbedaan pola publikasi, fokus penelitian, serta dinamika kontribusi jurnal pada kedua periode tersebut.

**Tabel 5.** Jurnal Publikasi

Source	2016-2020	2021-2025	Total Publikasi
IEEE Access	5	17	22
BMC Medical Informatics And Decision Making	5	11	16
BMJ Open	2	14	16
International Journal Of Medical Informatics	3	10	13
BMC Health Services Research	2	8	10
Digital Health	0	8	8
Sustainability Switzerland	2	6	8
Frontiers In Digital Health	0	7	7
Plos One	2	5	7
BMJ Health And Care Informatics	4	2	5
CIN Computers Informatics Nursing	1	4	5
Journal Of The American Medical Informatics Association	3	2	5
American Journal Of Health System Pharmacy	2	2	4
BMC Primary Care	0	4	4
Computer Methods And Programs In Biomedicine	1	3	4
Expert Systems With Applications	0	4	4
Frontiers In Pharmacology	0	4	4
Frontiers In Public Health	1	3	4
Future Generation Computer Systems	4	0	4
Health And Technology	2	2	4

Berdasarkan Tabel 5, terlihat adanya peningkatan signifikan dalam jumlah publikasi terkait Business Intelligence (BI) dalam digitalisasi manajemen rantai pasok di sektor kesehatan pada periode 2021-2025 dibandingkan dengan 2016-2020. IEEE Access menjadi sumber dengan publikasi terbanyak (22 publikasi), menunjukkan peran dominannya dalam memfasilitasi penelitian di bidang ini, dengan lonjakan yang mencolok dari 5 publikasi (2016-2020) menjadi 17 publikasi (2021-2025). Jurnal lain seperti *BMC Medical Informatics and Decision Making* dan *BMJ Open* juga menunjukkan peningkatan yang signifikan, masing-masing dari 5 ke 11 publikasi dan dari 2 ke 14 publikasi, menandakan semakin tingginya perhatian terhadap adopsi BI dalam sistem kesehatan. Beberapa jurnal baru seperti *Digital Health* dan *Frontiers in Digital Health* yang tidak memiliki publikasi dalam periode 2016-2020, mulai menunjukkan kontribusi pada periode 2021-2025 dengan masing-masing 8 dan 7 publikasi, mengindikasikan pertumbuhan pesat dalam studi yang berfokus pada transformasi digital dalam kesehatan. Sementara itu, beberapa jurnal seperti *Future Generation Computer Systems* mengalami stagnasi atau penurunan dalam publikasi, dari 4 pada periode awal menjadi 0 pada periode selanjutnya, yang mungkin mencerminkan pergeseran fokus penelitian ke jurnal yang lebih khusus di bidang kesehatan digital. Selanjutnya, berbagai artikel yang paling banyak dikutip akan dianalisis untuk mengidentifikasi kontribusi utama dalam bidang *Business Intelligence*, khususnya yang berkaitan dengan digitalisasi manajemen rantai pasok pada sektor kesehatan. Artikel-artikel yang memiliki jumlah kutipan terbanyak akan memberikan gambaran tentang penelitian-penelitian penting yang telah mempengaruhi perkembangan topik ini. Analisis kutipan ini tidak hanya menunjukkan relevansi ilmiah dari artikel-artikel tersebut, tetapi juga membantu mengungkap tren, inovasi, dan pergeseran paradigma penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 6.

**Tabel 6.** Kutipan Artikel

**Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur**

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 *Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur*

Judul Artikel	Tujuan Penelitian	Jumlah Kutipan		Total Kutipan/ Tahun
		2016-2020	2021-2025	
<i>Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective</i> [46]	Fokus pada meningkatkan transparansi dan pemahaman terhadap keputusan AI dalam sektor kesehatan.	0	741	741
<i>Health-CPS: Healthcare cyber-physical system assisted by cloud and big data</i> [47]	Menganalisis penerapan sistem cyber-fisik dalam meningkatkan efisiensi dan keamanan layanan kesehatan.	343	388	731
<i>Use of Telemedicine and Virtual Care for Remote Treatment in Response to COVID-19 Pandemic</i> [48]	Menilai dampak penggunaan telemedicine dan perawatan virtual selama pandemi COVID-19 pada layanan kesehatan jarak jauh.	17	537	554
<i>A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19)</i> [49]	Mengembangkan sistem pendukung keputusan untuk manajemen permintaan dalam rantai pasok kesehatan saat wabah.	22	467	489
<i>A new architecture of Internet of Things and big data ecosystem for secured smart healthcare monitoring and alerting system</i> [50]	Mengusulkan arsitektur baru IoT dan big data untuk menciptakan sistem pemantauan dan peringatan kesehatan yang aman.	133	281	414
<i>Smart Clothing: Connecting Human with Clouds and Big Data for Sustainable Health Monitoring</i> [51]	Meneliti pakaian pintar yang menghubungkan manusia dengan cloud dan big data untuk pemantauan kesehatan berkelanjutan.	203	146	349
<i>A wearable multisensing patch for continuous sweat monitoring</i> [52]	Mengembangkan patch wearable multisensori untuk pemantauan keringat secara terus-menerus dan analisis kesehatan tubuh.	132	213	345
<i>A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation</i> [53]	Menyurvei integrasi analitik big data untuk menciptakan wawasan dan nilai di sektor kesehatan dan sektor lainnya.	69	265	334
<i>A systematic review of trustworthy and explainable artificial intelligence in healthcare: Assessment of quality, bias risk, and data fusion</i> [54]	Menyusun tinjauan tentang AI yang dapat dipercaya dan dijelaskan dalam kesehatan, dengan fokus pada kualitas dan risiko bias.	0	244	244
<i>5G-Smart Diabetes: Toward Personalized Diabetes Diagnosis with Healthcare Big Data Clouds</i> [55]	Meneliti pemanfaatan teknologi 5G dan big data untuk diagnosis diabetes yang dipersonalisasi dalam kesehatan.	72	147	219

Tabel 6 menggambarkan bagaimana penelitian di bidang teknologi kesehatan, terutama yang berkaitan dengan *Artificial Intelligence (AI)*, *Big Data*, *Internet of Things (IoT)*, dan *telemedicine*, semakin mendapat perhatian dalam beberapa tahun terakhir. Artikel “*Explainability for Artificial Intelligence in Healthcare*” menempati posisi tertinggi dengan 741 kutipan, meskipun baru mulai dikutip pada periode 2021–2025. Ini menunjukkan bahwa transparansi dan interpretabilitas AI dalam sektor kesehatan menjadi topik yang semakin penting. Artikel “*Health-CPS: Healthcare Cyber-Physical System*” juga memiliki jumlah kutipan yang tinggi (731) dengan distribusi yang cukup merata sejak 2016, mencerminkan pentingnya sistem *cyber-physical* dalam meningkatkan efisiensi layanan kesehatan. Lonjakan signifikan terlihat pada artikel “*Use of Telemedicine and Virtual Care*”, yang baru dikutip sebanyak 17 kali sebelum 2020 tetapi melonjak menjadi 537 kutipan setelah pandemi COVID-19, menegaskan bagaimana krisis global mempercepat adopsi layanan kesehatan jarak jauh. Tren serupa juga terjadi pada “*A Decision Support System for Demand Management*”, yang mengalami peningkatan kutipan drastis setelah pandemi, menandakan bahwa sistem pendukung keputusan semakin dibutuhkan dalam manajemen rantai pasok kesehatan. Artikel lain, seperti “*A New Architecture of IoT and Big Data Ecosystem*”, “*Smart Clothing*”, dan “*Wearable Multisensing Patch*”, menunjukkan bahwa teknologi berbasis IoT semakin diminati untuk pemantauan kesehatan secara real-time. Sementara itu, artikel “*A Systematic Review of Trustworthy and Explainable AI in Healthcare*”

### **Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur**

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

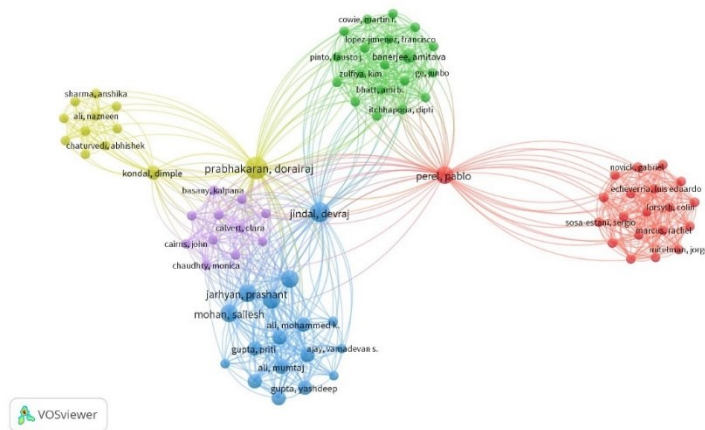
© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur



memiliki jumlah kutipan yang lebih rendah dibandingkan yang lain (244), tetapi tetap relevan dalam diskusi mengenai keandalan AI dalam sektor medis. Artikel “5G-Smart Diabetes” juga menarik perhatian karena menyoroti bagaimana teknologi 5G dan Big Data dapat digunakan untuk personalisasi diagnosis penyakit kronis seperti diabetes. Secara keseluruhan, tabel ini menunjukkan bahwa penelitian tentang AI, Big Data, dan sistem pendukung keputusan semakin banyak dikutip, terutama setelah pandemi, mencerminkan meningkatnya kebutuhan akan efisiensi, inovasi, dan digitalisasi dalam layanan kesehatan.

### Analisis visualisasi co-authorship

Setelah melakukan pemeriksaan awal terhadap hasil umum yang mencakup pertumbuhan dan tren publikasi, jurnal dengan tingkat produktivitas tertinggi, serta 20 artikel dengan jumlah kutipan terbanyak, langkah analisis berikutnya berfokus pada aspek *co-authorship*, keterkaitan kemunculan kata kunci, distribusi publikasi berdasarkan negara, serta pola kutipan yang berkaitan dengan institusi atau organisasi penerbit (jurnal). Untuk mempermudah pemetaan dan analisis hubungan antar elemen tersebut, perangkat lunak VOSviewer digunakan dalam menghasilkan visualisasi data yang informatif dan komprehensif, sehingga memungkinkan identifikasi pola kolaborasi penelitian, tren utama dalam bidang studi, serta peran institusi dan negara dalam perkembangan literatur terkait.



Gambar 2. Analisis Co-Authorship

Gambar 2 menunjukkan pola kolaborasi antara berbagai peneliti yang dikelompokkan berdasarkan keterkaitan dalam publikasi ilmiah. Graf ini terdiri dari beberapa kelompok (cluster) yang diidentifikasi berdasarkan warna yang berbeda, mencerminkan komunitas penelitian yang saling terhubung. Cluster merah berpusat pada “Perel, Pablo,” yang memiliki hubungan kuat dengan sekelompok penulis, termasuk “Novick, Gabriel,” “Echeverria-Luis Eduardo,” dan “Marcus, Rachel,” menunjukkan bahwa Perel merupakan salah satu peneliti dengan peran sentral dalam komunitas ini, membentuk jaringan kolaborasi yang erat dengan anggota dalam cluster-nya. Sementara itu, cluster hijau mencakup peneliti seperti “Cowie, Martin,” “Lopez-Jimenez, Francisco,” dan “Banerjee, Amitava,” dengan keterkaitan antar-peneliti yang cukup intens, mengindikasikan pola kolaborasi yang erat di antara mereka dan kemungkinan fokus penelitian yang serupa. Cluster biru berpusat pada “Jindal, Devraj” dan “Jariyan, Prashant,” yang memiliki hubungan dengan banyak peneliti lain seperti “Ali, Mohammed” dan “Gupta, Priti,” di mana keberadaan banyak koneksi dalam cluster ini menunjukkan bahwa para peneliti di dalamnya berkolaborasi secara luas dan memiliki peran penting dalam jaringan akademik mereka. Selain itu, cluster ungu, kuning, dan lainnya juga menunjukkan keterhubungan dalam skala yang lebih kecil, tetapi tetap mencerminkan adanya hubungan akademik

### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

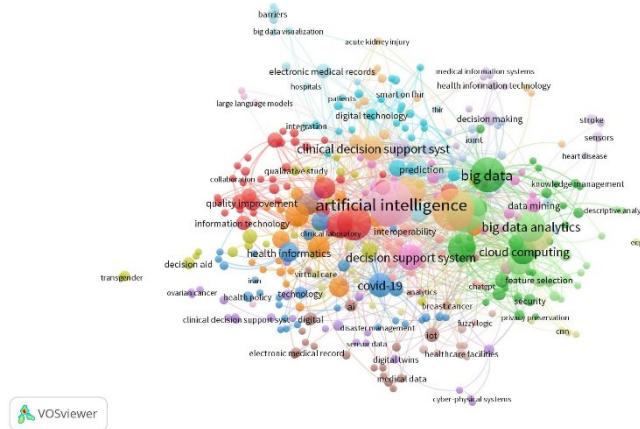
Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

yang kuat di antara para penulis. Secara keseluruhan, visualisasi ini menggambarkan bagaimana kelompok-kelompok penelitian terbentuk berdasarkan pola kolaborasi ilmiah, dengan beberapa individu yang berperan sebagai penghubung antar-cluster, memungkinkan penyebaran pengetahuan dan kolaborasi yang lebih luas di dalam komunitas ilmiah mereka.

### Analisis visualisasi kata kunci

Kata kunci merupakan elemen utama yang menggambarkan aspek spesifik dari suatu dokumen penelitian dan berperan dalam sistem informasi untuk memudahkan proses pencarian serta klasifikasi data [56]. Dalam analisis bibliometrik, kata kunci terbagi menjadi dua jenis, yaitu kata kunci yang ditentukan oleh penulis dan kata kunci yang dihasilkan oleh sistem indeks. Kata kunci penulis adalah istilah yang dipilih langsung oleh peneliti dalam sistem jurnal, sedangkan kata kunci indeks secara otomatis diidentifikasi oleh basis data Scopus berdasarkan isi artikel [57]. Kata kunci penulis yang paling sering muncul dalam kumpulan artikel yang dianalisis selanjutnya dikelompokkan dan divisualisasikan dalam bentuk lingkaran.



Gambar 3. Analisis Kata Kunci

Gambar 3 mengungkapkan berbagai tren utama yang relevan dengan transformasi digital dalam manajemen rantai pasok di sektor kesehatan. Visualisasi data menggunakan perangkat lunak seperti *VOSviewer* menunjukkan bahwa kata kunci dominan, seperti *artificial intelligence* (AI), berperan penting dalam meningkatkan efisiensi manajemen rantai pasok. AI diterapkan dalam *clinical decision support systems* (CDSS) dan *decision support systems* (DSS) untuk meningkatkan kualitas pengambilan keputusan dalam distribusi obat, pengelolaan stok peralatan medis, dan diagnostik berbasis data pasien. AI ini juga berkorelasi erat dengan *big data* dan *big data analytics*, yang menunjukkan ketergantungan digitalisasi rantai pasok pada pengolahan data besar. Teknologi *data mining* turut memainkan peran penting dalam analisis data, memungkinkan identifikasi pola untuk mendukung prediksi kebutuhan rantai pasok dan optimalisasi logistik. Kata kunci seperti *cloud computing* dan *interoperability* menyoroti pentingnya integrasi data lintas platform, di mana *komputasi awan* memungkinkan penyimpanan dan akses data kesehatan secara real-time, meningkatkan transparansi dan efisiensi operasional. Namun, tantangan dalam penerapan teknologi ini melibatkan masalah keamanan data dan perlindungan privasi, yang menjadi perhatian utama dalam digitalisasi sektor kesehatan, terutama terkait dengan sistem berbasis awan dan *Internet of Things* (IoT). Selain itu, kata kunci *covid-19* menegaskan bahwa pandemi mempercepat adopsi teknologi digital dalam sektor kesehatan, menciptakan kebutuhan mendesak untuk sistem informasi kesehatan yang terintegrasi guna mendukung rantai pasok alat kesehatan dan

### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 *Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur*

pengelolaan data pasien. Fokus pada *health informatics* dan *electronic medical records* memungkinkan pertukaran informasi pasien secara efisien antarinstansi medis. Kata kunci seperti *decision making*, *prediction*, dan *machine learning* menunjukkan pengembangan model prediktif untuk meningkatkan estimasi kebutuhan rantai pasok, mengurangi risiko kekurangan atau kelebihan stok yang dapat mengganggu layanan kesehatan. Sementara itu, kata kunci *healthcare facilities* dan *digital technology* menggambarkan bagaimana teknologi digital semakin terintegrasi dalam layanan kesehatan, tidak hanya dalam manajemen rantai pasok, tetapi juga dalam peningkatan pelayanan pasien melalui konsep seperti *virtual care*, *telemedicine*, dan *sensor data*.

### Interpretasi Hasil

Tahap ini berfokus pada pemahaman mendalam mengenai tren, pola, dan hubungan yang ditemukan di antara berbagai kategori yang telah diklasifikasikan, seperti jenis metode penelitian, jenis sifat atau kondisi, jenis teknologi, dan jenis kebijakan serta peraturan. Melalui interpretasi ini, diharapkan dapat diidentifikasi berbagai kekuatan dan kelemahan dalam penelitian yang ada, serta bagaimana temuan ini dapat memberikan wawasan untuk arah penelitian yang lebih relevan dan aplikatif di masa depan. Pemahaman tentang hasil ini sangat penting untuk merumuskan rekomendasi kebijakan yang dapat meningkatkan pengembangan metodologi penelitian, pemanfaatan teknologi, serta pengintegrasian kebijakan yang mendukung keberlanjutan dan implementasi hasil riset. Hasil temuan ini dapat dilihat lebih jelas dalam Tabel 7, yang merangkum dan memvisualisasikan hubungan antara masing-masing klasifikasi yang telah diidentifikasi.

Tabel 7. Interpretasi Hasil

Jenis Metode	Jenis Sifat (Kondisi)	Jenis Teknologi	Jenis Kebijakan dan Peraturan
Penggunaan metode yang sudah ada (aplikatif)	Situasi spesifik seperti <i>clinical decision support</i> , <i>emergency</i> , dan <i>disease</i>	<i>Artificial intelligence</i> , <i>machine learning</i> , <i>IoT</i> , <i>blockchain</i> , <i>cloud computing</i> , <i>big data</i>	Kurangnya penelitian terkait <i>policy</i> , <i>regulation</i> , <i>law</i> , <i>governance</i> , <i>standard</i> , <i>guideline</i>
Tidak ada fokus pada pengembangan metode baru	Fokus pada kondisi darurat dan fenomena tertentu	Teknologi berbasis data dan inovasi dalam berbagai disiplin ilmu	Minimnya penelitian tentang aspek kebijakan dan regulasi
Metode yang sudah dikembangkan untuk aplikasi praktis	Penelitian berbasis peristiwa atau fenomena yang membutuhkan solusi berbasis ilmiah	Teknologi canggih dengan aplikasi di berbagai sektor (kesehatan, bisnis, industri)	Penelitian yang kurang menyoroti kebijakan untuk implementasi teknologi baru

Analisis terhadap keempat jenis ini menunjukkan kecenderungan kuat dalam penelitian yang lebih fokus pada penerapan teknologi yang sudah ada dan solusi untuk kondisi-kondisi spesifik yang membutuhkan tindakan cepat, seperti dalam bidang medis dan situasi darurat. Sebagian besar penelitian yang teridentifikasi menggunakan metode yang telah dikembangkan untuk aplikasi praktis, seperti sistem pendukung keputusan klinis dan respons terhadap bencana, tanpa menekankan pengembangan metodologi baru. Hal ini mencerminkan bahwa fokus penelitian lebih banyak pada pemecahan masalah nyata dengan pendekatan yang sudah teruji, terutama di sektor-sektor yang memerlukan intervensi cepat dan berbasis data. Meskipun demikian, terdapat celah yang cukup besar terkait kurangnya penelitian mengenai kebijakan, regulasi, dan standar yang dapat mendukung keberlanjutan dan implementasi teknologi baru secara efektif. Kurangnya perhatian terhadap aspek kebijakan ini dapat menghambat penyebaran teknologi canggih yang dapat memberikan dampak luas, terutama di sektor-sektor yang membutuhkan regulasi yang jelas untuk pengoperasian dan pengelolaan yang lebih aman dan terjamin.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, studi ini menunjukkan pola yang serupa, penelitian di bidang rantai pasok kesehatan lebih banyak berfokus pada penerapan teknologi yang sudah ada daripada mengembangkan metode baru. Hal ini mencerminkan tren bahwa inovasi lebih diarahkan pada pemanfaatan solusi yang telah terbukti efektif, bukan eksplorasi pendekatan yang benar-benar baru. Penelitian yang dilakukan oleh Thatikonda et al. [58] dan Sai et al. [59] juga menemukan bahwa teknologi seperti Artificial Intelligence (AI) dan

### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

blockchain semakin banyak digunakan dalam sektor kesehatan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mempercepat pengambilan keputusan berbasis data, serta memastikan transparansi dan keamanan dalam manajemen informasi medis. AI membantu dalam analisis prediktif, otomatisasi proses klinis, dan pengelolaan inventaris medis, sementara blockchain berperan dalam menjaga integritas data pasien, mempercepat transaksi antar fasilitas kesehatan, serta meningkatkan ketertelusuran dalam rantai pasok obat dan alat medis. Namun, perbedaan utama dari penelitian ini adalah pendekatan visualisasi data dan bibliometrik yang digunakan, yang memberikan analisis lebih mendalam dan sistematis terhadap tren penelitian, keterkaitan antar-topik, serta identifikasi kesenjangan penelitian secara lebih kuantitatif. Pendekatan ini memungkinkan pemetaan yang lebih akurat terhadap evolusi riset di bidang Business Intelligence dalam digitalisasi rantai pasok kesehatan, yang pada akhirnya dapat memberikan rekomendasi lebih terarah bagi pengembangan kebijakan berbasis bukti. Dalam memastikan dampak penerapan Business Intelligence (BI) dalam manajemen rantai pasok sektor kesehatan, yang mencakup peningkatan efisiensi operasional, percepatan pengambilan keputusan, dan pengurangan pemborosan sumber daya berdasarkan temuan penelitian terdahulu, seperti yang ditampilkan dalam Tabel 8.

**Tabel 8.** Aspek Peningkatan Penerapan BI

Aspek Peningkatan	Prosentase	Penjelasan
Efisiensi dalam pengelolaan inventaris dan distribusi logistik medis	30-50%	Penerapan BI memungkinkan otomatisasi proses inventaris dan analisis permintaan secara real-time, mengurangi kelebihan stok dan kekurangan persediaan, yang berkontribusi pada efisiensi operasional yang signifikan [60].
Percepatan pengambilan keputusan berbasis data	Hingga 40% lebih cepat	BI mengkonsolidasikan data dari berbagai sumber menjadi insight yang mudah dipahami, mempercepat proses analisis dan memungkinkan pengambilan keputusan yang lebih cepat dan akurat. [61].
Pengurangan pemborosan sumber daya	Hingga 25%	Dengan visualisasi data yang komprehensif dan prediksi berbasis AI, organisasi dapat mengidentifikasi area pemborosan, mengoptimalkan alokasi sumber daya, dan mengurangi biaya operasional yang tidak perlu [62].

Tabel 8 menunjukkan bagaimana penerapan *Business Intelligence (BI)* membawa perubahan besar dalam manajemen rantai pasok di sektor kesehatan. Dengan otomatisasi dan analisis permintaan secara *real-time*, efisiensi pengelolaan inventaris dan distribusi logistik medis meningkat hingga 50%. Hal ini membantu rumah sakit dan fasilitas kesehatan menghindari kelebihan stok yang bisa menyebabkan pemborosan serta mencegah kekurangan pasokan yang dapat mengganggu pelayanan pasien. Selain itu, BI mempercepat pengambilan keputusan berbasis data hingga 40% lebih cepat dengan mengintegrasikan berbagai sumber informasi menjadi *insight* yang lebih akurat dan mudah dipahami. Dengan cara ini, pengelola fasilitas kesehatan dapat merespons kebutuhan dengan lebih cepat, mengurangi keterlambatan distribusi, serta meningkatkan kualitas layanan pasien. Di sisi lain, BI juga mampu mengurangi pemborosan sumber daya hingga 25% melalui visualisasi data yang lebih baik dan pemanfaatan prediksi berbasis *Artificial Intelligence (AI)*. Dengan teknologi ini, organisasi dapat mengidentifikasi pola inefisiensi, mengalokasikan sumber daya dengan lebih optimal, serta menekan biaya operasional yang tidak perlu. Secara keseluruhan, BI tidak hanya meningkatkan efisiensi teknis, tetapi juga membantu manajemen dalam mengambil keputusan yang lebih cerdas dan strategis untuk keberlanjutan layanan kesehatan.

## SIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa penerapan *Business Intelligence (BI)* dalam manajemen rantai pasok di sektor kesehatan dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas operasional, dengan potensi efisiensi hingga 30-50% dalam pengelolaan inventaris dan distribusi logistik medis. BI juga mempercepat pengambilan keputusan berbasis data hingga 40% lebih cepat, serta mengurangi pemborosan sumber daya hingga 25%. Analisis bibliometrik yang dilakukan mengungkapkan bahwa tren penelitian dalam bidang ini masih didominasi oleh penerapan teknologi yang telah ada, seperti AI, big data, dan IoT, dengan fokus utama pada solusi aplikatif di situasi

### **Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector** / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 *Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur*



spesifik seperti dukungan keputusan klinis dan manajemen stok medis. Namun, penelitian ini juga menemukan adanya kesenjangan signifikan dalam aspek kebijakan dan regulasi, di mana adopsi teknologi digital dalam rantai pasok sering kali terkendala oleh kurangnya standar yang jelas, keterbatasan infrastruktur, serta ketidakseimbangan antara kebutuhan operasional dan kesiapan teknologi. Studi ini menyoroti bahwa tanpa adanya integrasi kebijakan yang memadai, efektivitas implementasi BI dalam sektor kesehatan dapat terhambat, berpotensi menyebabkan inefisiensi dalam distribusi dan ketersediaan pasokan medis. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih holistik dalam penelitian dan pengembangan BI, termasuk kolaborasi antara akademisi, industri, dan pembuat kebijakan untuk memastikan adopsi teknologi yang lebih berkelanjutan dan berdampak luas. Selain memberikan kontribusi teoritis dengan pemetaan tren dan arah perkembangan penelitian BI, studi ini juga menawarkan implikasi praktis bagi pengambil kebijakan dan pemangku kepentingan dalam industri kesehatan, dengan menekankan pentingnya perumusan strategi yang berbasis data untuk meningkatkan ketahanan dan adaptabilitas rantai pasok di era digital.

### Implikasi Manajerial

Dari sudut pandang manajerial, penelitian ini menyoroti pentingnya peran pemimpin di organisasi kesehatan untuk lebih aktif dalam mengadopsi teknologi BI dalam upaya meningkatkan efisiensi rantai pasok. Para manajer di rumah sakit, apotek, dan fasilitas kesehatan lainnya dapat memanfaatkan BI untuk mengoptimalkan pengadaan, mengurangi pemborosan, serta memastikan distribusi sumber daya medis yang lebih tepat waktu dan efisien. Selain itu, kesuksesan implementasi BI sangat dipengaruhi oleh kesiapan organisasi dalam hal budaya digital dan keterampilan tenaga kerja. Oleh karena itu, penting untuk menyediakan pelatihan yang memadai dan melakukan perubahan manajemen yang terstruktur agar teknologi ini bisa diterapkan secara efektif dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik, berbasis data, di seluruh organisasi.

### Kontribusi Teoritis

Secara teoritis, penelitian ini berkontribusi dalam memperkaya literatur mengenai digitalisasi rantai pasok di sektor kesehatan dengan menyoroti peran BI sebagai katalis dalam transformasi digital. Studi ini juga memperluas pemahaman mengenai tantangan dan peluang dalam adopsi teknologi BI, khususnya terkait dengan integrasi sistem dan pemanfaatan data besar (*big data analytics*). Selain itu, penelitian ini menggarisbawahi perlunya pendekatan multidisiplin dalam studi terkait BI, yang mencakup aspek teknologi, manajemen, serta kebijakan untuk memastikan bahwa digitalisasi di sektor kesehatan dapat berjalan secara optimal dan berkelanjutan. Hasil penelitian ini membuka peluang bagi studi lanjutan dalam mengeksplorasi strategi terbaik dalam mengatasi hambatan implementasi BI di sektor ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] J. Konopik and D. Blunck, "Development of an Evidence-Based Conceptual Model of the Health Care Sector Under Digital Transformation: Integrative Review," *J Med Internet Res*, vol. 25, p. e41512, Jun. 2023, doi: 10.2196/41512.
- [2] S. George and S. Elrashid, "The Role of Information Technology and Information Sharing in Pharmaceutical Supply Chain Performance: Private hospitals' perspective," in *2021 International Conference on Decision Aid Sciences and Application (DASA)*, IEEE, Dec. 2021, pp. 601–606. doi: 10.1109/DASA53625.2021.9682265.
- [3] N. Jahani, A. Sepehri, H. R. Vandchali, and E. B. Tirkolaei, "Application of Industry 4.0 in the Procurement Processes of Supply Chains: A Systematic Literature Review," *Sustainability*, vol. 13, no. 14, p. 7520, Jul. 2021, doi: 10.3390/su13147520.
- [4] A. Nguyen, S. Lamouri, R. Pellerin, S. Tamayo, and B. Lokens, "Data analytics in pharmaceutical supply chains: state of the art, opportunities, and challenges," *Int J Prod Res*, vol. 60, no. 22, pp. 6888–6907, Nov. 2022, doi: 10.1080/00207543.2021.1950937.

### Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur



- [5] T. W. E. Suryawijaya, "Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi Blockchain: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia," *Jurnal Studi Kebijakan Publik*, vol. 2, no. 1, pp. 55–68, May 2023, doi: 10.21787/jskp.2.2023.55-68.
- [6] S. Ramalingam *et al.*, "Exploring business intelligence applications in the healthcare industry: A comprehensive analysis," *Egyptian Informatics Journal*, vol. 25, p. 100438, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.eij.2024.100438.
- [7] L. J. Basile, N. Carbonara, R. Pellegrino, and U. Panniello, "Business intelligence in the healthcare industry: The utilization of a data-driven approach to support clinical decision making," *Technovation*, vol. 120, p. 102482, Feb. 2023, doi: 10.1016/j.technovation.2022.102482.
- [8] F. C. G. Southon, C. Sauer, and C. N. G. Dampney, "Information Technology in Complex Health Services: Organizational Impediments to Successful Technology Transfer and Diffusion," *Journal of the American Medical Informatics Association*, vol. 4, no. 2, pp. 112–124, Mar. 1997, doi: 10.1136/jamia.1997.0040112.
- [9] A. Almalawi, A. I. Khan, F. Alsolami, Y. B. Abushark, and A. S. Alfakeeh, "Managing Security of Healthcare Data for a Modern Healthcare System," *Sensors*, vol. 23, no. 7, p. 3612, Mar. 2023, doi: 10.3390/s23073612.
- [10] I. Salisu, M. Bin Mohd Sappri, and M. F. Bin Omar, "The adoption of business intelligence systems in small and medium enterprises in the healthcare sector: A systematic literature review," *Cogent Business & Management*, vol. 8, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.1080/23311975.2021.1935663.
- [11] L. Vanbrabant, L. Verdonck, S. Mertens, and A. Caris, "Improving hospital material supply chain performance by integrating decision problems: A literature review and future research directions," *Comput Ind Eng*, vol. 180, p. 109235, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.cie.2023.109235.
- [12] C. Bialas, D. Bechtsis, E. Aivazidou, C. Achillas, and D. Aidonis, "A Holistic View on the Adoption and Cost-Effectiveness of Technology-Driven Supply Chain Management Practices in Healthcare," *Sustainability*, vol. 15, no. 6, p. 5541, Mar. 2023, doi: 10.3390/su15065541.
- [13] A. Vishwakarma, G. S. Dangayach, M. L. Meena, S. Gupta, and S. Luthra, "Adoption of blockchain technology enabled healthcare sustainable supply chain to improve healthcare supply chain performance," *Management of Environmental Quality: An International Journal*, vol. 34, no. 4, pp. 1111–1128, May 2023, doi: 10.1108/MEQ-02-2022-0025.
- [14] D. Hariyani, P. Hariyani, S. Mishra, and M. K. Sharma, "A literature review on transformative impacts of blockchain technology on manufacturing management and industrial engineering practices," *Green Technologies and Sustainability*, vol. 3, no. 3, p. 100169, Jul. 2025, doi: 10.1016/j.grets.2025.100169.
- [15] A. Kadiri, H. Azzouzi, and N. Sefiani, "Enhancing hospital supply chain performance through an efficient hospital information System: First insights after a systematic literature review study," in *2019 International Colloquium on Logistics and Supply Chain Management (LOGISTIQUA)*, IEEE, Jun. 2019, pp. 1–6. doi: 10.1109/LOGISTIQUA.2019.8907290.
- [16] A. Bengoa, A. Maseda, T. Iturralde, and G. Aparicio, "A bibliometric review of the technology transfer literature," *J Technol Transf*, vol. 46, no. 5, pp. 1514–1550, Oct. 2021, doi: 10.1007/s10961-019-09774-5.
- [17] M. K. Linnenluecke, M. Marrone, and A. K. Singh, "Conducting systematic literature reviews and bibliometric analyses," *Australian Journal of Management*, vol. 45, no. 2, pp. 175–194, May 2020, doi: 10.1177/0312896219877678.
- [18] Q. Chen, Y. Gou, T. Wang, P. Liu, and J. Zhu, "The Evolutionary Path and Emerging Trends of Circulating Fluidized Bed Technology: An Integrated Analysis through Bibliometric Assessment and Data Visualization," *Energies (Basel)*, vol. 17, no. 14, p. 3514, Jul. 2024, doi: 10.3390/en17143514.
- [19] I. D. Wangsa, I. Vanany, and N. Siswanto, "Issues in sustainable supply chain's futuristic technologies: a bibliometric and research trend analysis," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 29, no. 16, pp. 22885–22912, Apr. 2022, doi: 10.1007/s11356-021-17805-8.

**Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector** / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

- [20] A. Kumar, V. Mani, V. Jain, H. Gupta, and V. G. Venkatesh, "Managing healthcare supply chain through artificial intelligence (AI): A study of critical success factors," *Comput Ind Eng*, vol. 175, p. 108815, Jan. 2023, doi: 10.1016/j.cie.2022.108815.
- [21] S. Bag, S. Gupta, T.-M. Choi, and A. Kumar, "Roles of Innovation Leadership on Using Big Data Analytics to Establish Resilient Healthcare Supply Chains to Combat the COVID-19 Pandemic: A Multimethodological Study," *IEEE Trans Eng Manag*, vol. 71, pp. 13213–13226, 2024, doi: 10.1109/TEM.2021.3101590.
- [22] H. Ozyurt, O. Ozyurt, and D. Mishra, "Exploring the Evolution of Educational Serious Games Research: A Topic Modeling Perspective," *IEEE Access*, vol. 12, pp. 81827–81841, 2024, doi: 10.1109/ACCESS.2024.3411094.
- [23] C. Bialas, D. Bechtsis, E. Aivazidou, C. Achillas, and D. Aidonis, "Digitalization of the Healthcare Supply Chain through the Adoption of Enterprise Resource Planning (ERP) Systems in Hospitals: An Empirical Study on Influencing Factors and Cost Performance," *Sustainability*, vol. 15, no. 4, p. 3163, Feb. 2023, doi: 10.3390/su15043163.
- [24] S. Young *et al.*, "Searching and reporting in Campbell Collaboration systematic reviews: A systematic assessment of current methods," *Campbell Systematic Reviews*, vol. 20, no. 3, Sep. 2024, doi: 10.1002/cl2.1432.
- [25] Q. Huang, G. Yan, and Q. Wei, "Attribute-Based Expressive and Ranked Keyword Search Over Encrypted Documents in Cloud Computing," *IEEE Trans Serv Comput*, vol. 16, no. 2, pp. 957–968, Mar. 2023, doi: 10.1109/TSC.2022.3149761.
- [26] J. Zhu and W. Liu, "A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers," *Scientometrics*, vol. 123, no. 1, pp. 321–335, Apr. 2020, doi: 10.1007/s11192-020-03387-8.
- [27] A. Hannousse, "Searching relevant papers for software engineering secondary studies: Semantic Scholar coverage and identification role," *IET Software*, vol. 15, no. 1, pp. 126–146, Feb. 2021, doi: 10.1049/sfw2.12011.
- [28] S. K. Sood, N. Kumar, and M. Saini, "Scientometric analysis of literature on distributed vehicular networks : VOSViewer visualization techniques," *Artif Intell Rev*, vol. 54, no. 8, pp. 6309–6341, Dec. 2021, doi: 10.1007/s10462-021-09980-4.
- [29] H. Cao, H. Ou, W. Ju, M. Pan, H. Xue, and F. Zhu, "Visual Analysis of International Environmental Security Management Research (1997–2021) Based on VOSviewer and CiteSpace," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 20, no. 3, p. 2601, Jan. 2023, doi: 10.3390/ijerph20032601.
- [30] R. Palumbo, M. F. Manesh, M. M. Pellegrini, and G. Flamini, "Exploiting Inter-Organizational Relationships in Health Care: A Bibliometric Analysis and Literature Review," *Adm Sci*, vol. 10, no. 3, p. 57, Aug. 2020, doi: 10.3390/admsci10030057.
- [31] A. Isfandyari-Moghaddam, M. K. Saberi, S. Tahmasebi-Limoni, S. Mohammadian, and F. Naderbeigi, "Global scientific collaboration: A social network analysis and data mining of the co-authorship networks," *J Inf Sci*, vol. 49, no. 4, pp. 1126–1141, Aug. 2023, doi: 10.1177/016555152111040655.
- [32] A. Klarin, "How to conduct a bibliometric content analysis: Guidelines and contributions of content co-occurrence or co-word literature reviews," *Int J Consum Stud*, vol. 48, no. 2, Mar. 2024, doi: 10.1111/ijcs.13031.
- [33] C. Mejia, M. Wu, Y. Zhang, and Y. Kajikawa, "Exploring Topics in Bibliometric Research Through Citation Networks and Semantic Analysis," *Front Res Metr Anal*, vol. 6, Sep. 2021, doi: 10.3389/frma.2021.742311.
- [34] M. Beaulieu and O. Bentahar, "Digitalization of the healthcare supply chain: A roadmap to generate benefits and effectively support healthcare delivery," *Technol Forecast Soc Change*, vol. 167, p. 120717, Jun. 2021, doi: 10.1016/j.techfore.2021.120717.
- [35] K. Skivington *et al.*, "Framework for the development and evaluation of complex interventions: gap analysis, workshop and consultation-informed update," *Health Technol Assess (Rockv)*, vol. 25, no. 57, pp. 1–132, Sep. 2021, doi: 10.3310/hta25570.
- [36] S. Kraus, P. Jones, N. Kailer, A. Weinmann, N. Chaparro-Banegas, and N. Roig-Tierno, "Digital Transformation: An Overview of the Current State of the Art of Research," *Sage Open*, vol. 11, no. 3, Jul. 2021, doi: 10.1177/215824402111047576.

---

**Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur**

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

- [37] B. Abu-Salih, M. AL-Qurishi, M. Alweshah, M. AL-Smadi, R. Alfayez, and H. Saadeh, "Healthcare knowledge graph construction: A systematic review of the state-of-the-art, open issues, and opportunities," *J Big Data*, vol. 10, no. 1, p. 81, May 2023, doi: 10.1186/s40537-023-00774-9.
- [38] M. Gusenbauer, "Beyond Google Scholar, Scopus, and Web of Science: An evaluation of the backward and forward citation coverage of 59 databases' citation indices," *Res Synth Methods*, vol. 15, no. 5, pp. 802–817, Sep. 2024, doi: 10.1002/jrsm.1729.
- [39] H. K. Kim and C. W. Lee, "Relationships among Healthcare Digitalization, Social Capital, and Supply Chain Performance in the Healthcare Manufacturing Industry," *Int J Environ Res Public Health*, vol. 18, no. 4, p. 1417, Feb. 2021, doi: 10.3390/ijerph18041417.
- [40] A. Sheikh *et al.*, "Health information technology and digital innovation for national learning health and care systems," *Lancet Digit Health*, vol. 3, no. 6, pp. e383–e396, Jun. 2021, doi: 10.1016/S2589-7500(21)00005-4.
- [41] W. Lu, S. Huang, J. Yang, Y. Bu, Q. Cheng, and Y. Huang, "Detecting research topic trends by author-defined keyword frequency," *Inf Process Manag*, vol. 58, no. 4, p. 102594, Jul. 2021, doi: 10.1016/j.ipm.2021.102594.
- [42] S. B. Wanyama, R. W. McQuaid, and M. Kittler, "Where you search determines what you find: the effects of bibliographic databases on systematic reviews," *Int J Soc Res Methodol*, vol. 25, no. 3, pp. 409–422, May 2022, doi: 10.1080/13645579.2021.1892378.
- [43] J. Hu *et al.*, "Dispersed foraging slime mould algorithm: Continuous and binary variants for global optimization and wrapper-based feature selection," *Knowl Based Syst*, vol. 237, p. 107761, Feb. 2022, doi: 10.1016/j.knosys.2021.107761.
- [44] H. Nina, J. A. Pow-Sang, and M. Villavicencio, "Systematic Mapping of the Literature on Secure Software Development," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 36852–36867, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3062388.
- [45] M. Gusenbauer and N. R. Haddaway, "Which academic search systems are suitable for systematic reviews or meta-analyses? Evaluating retrieval qualities of Google Scholar, PubMed, and 26 other resources," *Res Synth Methods*, vol. 11, no. 2, pp. 181–217, Mar. 2020, doi: 10.1002/jrsm.1378.
- [46] J. Amann, A. Blasimme, E. Vayena, D. Frey, and V. I. Madai, "Explainability for artificial intelligence in healthcare: a multidisciplinary perspective," *BMC Med Inform Decis Mak*, vol. 20, no. 1, p. 310, Dec. 2020, doi: 10.1186/s12911-020-01332-6.
- [47] Y. Zhang, M. Qiu, C.-W. Tsai, M. M. Hassan, and A. Alamri, "Health-CPS: Healthcare Cyber-Physical System Assisted by Cloud and Big Data," *IEEE Syst J*, vol. 11, no. 1, pp. 88–95, Mar. 2017, doi: 10.1109/JSYST.2015.2460747.
- [48] Bokolo Anthony Jnr., "Use of Telemedicine and Virtual Care for Remote Treatment in Response to COVID-19 Pandemic," *J Med Syst*, vol. 44, no. 7, p. 132, Jul. 2020, doi: 10.1007/s10916-020-01596-5.
- [49] K. Govindan, H. Mina, and B. Alavi, "A decision support system for demand management in healthcare supply chains considering the epidemic outbreaks: A case study of coronavirus disease 2019 (COVID-19)," *Transp Res E Logist Transp Rev*, vol. 138, p. 101967, Jun. 2020, doi: 10.1016/j.tre.2020.101967.
- [50] G. Manogaran, R. Varatharajan, D. Lopez, P. M. Kumar, R. Sundarasekar, and C. Thota, "A new architecture of Internet of Things and big data ecosystem for secured smart healthcare monitoring and alerting system," *Future Generation Computer Systems*, vol. 82, pp. 375–387, May 2018, doi: 10.1016/j.future.2017.10.045.
- [51] M. Chen, Y. Ma, J. Song, C.-F. Lai, and B. Hu, "Smart Clothing: Connecting Human with Clouds and Big Data for Sustainable Health Monitoring," *Mobile Networks and Applications*, vol. 21, no. 5, pp. 825–845, Oct. 2016, doi: 10.1007/s11036-016-0745-1.
- [52] S. Anastasova *et al.*, "A wearable multisensing patch for continuous sweat monitoring," *Biosens Bioelectron*, vol. 93, pp. 139–145, Jul. 2017, doi: 10.1016/j.bios.2016.09.038.
- [53] M. K. Saggi and S. Jain, "A survey towards an integration of big data analytics to big insights for value-creation," *Inf Process Manag*, vol. 54, no. 5, pp. 758–790, Sep. 2018, doi: 10.1016/j.ipm.2018.01.010.

**Bibliometric Analysis and Data Visualization: Business Intelligence in Digitalization of Supply Chain Management in Healthcare Sector / Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur**

Peer reviewed under responsibility of Universitas Muhammadiyah Sidoarjo.

© 2024 Fadhil Adita Ramadhan, Agus Mansur

- [54] A. S. Albahri *et al.*, “A systematic review of trustworthy and explainable artificial intelligence in healthcare: Assessment of quality, bias risk, and data fusion,” *Information Fusion*, vol. 96, pp. 156–191, Aug. 2023, doi: 10.1016/j.inffus.2023.03.008.
- [55] M. Chen, J. Yang, J. Zhou, Y. Hao, J. Zhang, and C.-H. Youn, “5G-Smart Diabetes: Toward Personalized Diabetes Diagnosis with Healthcare Big Data Clouds,” *IEEE Communications Magazine*, vol. 56, no. 4, pp. 16–23, Apr. 2018, doi: 10.1109/MCOM.2018.1700788.
- [56] B. J. Tulloch, M. Kaczmarek, S. Shankar, and L. P. Nathan, “When words are key: negotiating meaning in information research,” *Journal of Documentation*, vol. 80, no. 7, pp. 187–205, Dec. 2024, doi: 10.1108/JD-05-2023-0103.
- [57] P. Pottier *et al.*, “Title, abstract and keywords: a practical guide to maximize the visibility and impact of academic papers,” *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, vol. 291, no. 2027, Jul. 2024, doi: 10.1098/rspb.2024.1222.
- [58] R. Thatikonda, M. Kempanna, R. Tatikonda, and A. Bhuvanesh, “The Impact of Blockchain and AI in the Healthcare,” in *2024 IEEE 3rd International Conference on Electrical Power and Energy Systems (ICEPES)*, IEEE, Jun. 2024, pp. 1–6. doi: 10.1109/ICEPES60647.2024.10653522.
- [59] S. Sai, V. Chamola, K.-K. R. Choo, B. Sikdar, and J. J. P. C. Rodrigues, “Confluence of Blockchain and Artificial Intelligence Technologies for Secure and Scalable Healthcare Solutions: A Review,” *IEEE Internet Things J*, vol. 10, no. 7, pp. 5873–5897, Apr. 2023, doi: 10.1109/JIOT.2022.3232793.
- [60] I. Al Khatib, S. Alasheh, and A. Shamayleh, “The Drivers of Complexity in Inventory Management Within the Healthcare Industry,” *International Journal of Service Science, Management, Engineering, and Technology*, vol. 15, no. 1, pp. 1–26, May 2024, doi: 10.4018/IJSSMET.347332.
- [61] D. Sudiantini, E. S. N. Fadhilah, M. Wijayanti, R. Pratiwi, and R. N. Hanifah, “UTILIZATION OF BUSINESS INTELLIGENCE IN BUSINESS DECISION MAKING,” *SENTRI: Jurnal Riset Ilmiah*, vol. 3, no. 6, pp. 2873–2883, Jun. 2024, doi: 10.55681/sentri.v3i6.2966.
- [62] L. Wei Ming, J. Anderson, F. Hidayat, F. Dwi Yulian, and N. Septiani, “AI as a Driver of Efficiency in Waste Management and Resource Recovery,” *International Transactions on Artificial Intelligence (ITALIC)*, vol. 2, no. 2, pp. 128–134, Jun. 2024, doi: 10.33050/italic.v2i2.547.