



Analisis penerapan *artificial intelligence* (AI) pada manajemen risiko rantai pasok

Ulfah Amirah Khairi*, Nurbaiti Nurbaiti, Budi Dharma

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Indonesia

Autors' email:

ulfahamirah111@gmail.com*

nurbaiti@uinsu.ac.id

budidharma@uinsu.ac.id

*)Corresponding Author

Article Info

Article history:

Received: 2024-06-26

Accepted: 2024-07-20

Published: 2024-07-31

Keywords: Artificial Intelligence, Manajemen, Machine Learning, Neural Network

Abstract

Supply chain management is a network that manages the organization of a company from the top (beginning) to the bottom (end). Global supply chains face various complex and evolving risks, such as logistics disruptions, fluctuations in raw material prices, and natural disasters. This study aims to provide insights into AI in supply chain risk management, supporting better decision-making regarding AI investment, developing implementation strategies, and selecting the right AI solutions. The research uses the Systematic Literature Review (SLR) method to collect, evaluate, and synthesize scientific data relevant to the topic of discussion published from 2019 to 2024. The research data collection strategy resulted in 71 studies, of which 26 primary studies were the basis of this research. The study results show that AI is beneficial in reducing the impact or risk on supply chain management. This study implies that AI matters to improving efficiency and effectiveness in supply chain management. Machine Learning (ML) and Neural Networks (NN) are the most widely used AI models. Appropriate AI models can assist companies in identifying, analyzing, and managing risks in the supply chain according to the company's existing fields.

Abstrak

Manajemen rantai pasok merupakan suatu jaringan yang mengelola organisasi suatu perusahaan dari atas (awal) hingga ke bawah (akhir). Rantai pasok global saat ini dihadapkan dengan berbagai risiko yang kompleks dan terus berkembang, seperti gangguan logistik, fluktuasi harga bahan baku, dan bencana alam. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang AI pada manajemen risiko rantai pasok, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam hal investasi AI, pengembangan strategi implementasi, dan pemilihan solusi AI yang tepat. Penelitian menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis data ilmiah yang relevan dengan topik pembahasan yang dipublikasikan pada tahun 2019 hingga 2024. Strategi pengumpulan data penelitian tersebut menghasilkan 71 penelitian dimana 26 penelitian utama menjadi dasar penelitian ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AI sangat bermanfaat dalam mengurangi dampak atau risiko yang terjadi pada manajemen rantai pasok. Implikasi dari penelitian ini mencakup peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam manajemen rantai pasok melalui penerapan teknologi AI. Model AI yang paling banyak digunakan yaitu Machine Learning (ML) dan Neural Network (NN). Penggunaan model AI yang sesuai dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko yang dapat terjadi pada rantai pasok sesuai dengan bidang yang ada pada perusahaan.

How to cite item (APA Style) :

Khairi, U.A., Nurbaiti, N., & Dharma, B. (2024). Analisis penerapan *artificial intelligence* (AI) pada manajemen risiko rantai pasok. *Keberlanjutan: Jurnal Manajemen dan Jurnal Akuntansi*, 9(1), 12-25
doi: <http://dx.doi.org/10.32493/keberlanjutan.v9i1.y2024.p13-25>

Pendahuluan

Rantai pasok global saat ini dihadapkan dengan berbagai risiko yang kompleks dan terus berkembang, seperti gangguan logistik, fluktuasi harga bahan baku, dan bencana alam. Gangguan rantai pasok dapat menyebabkan kerugian finansial yang signifikan, seperti yang ditunjukkan oleh kasus Ever Given yang terdampar di Terusan Suez pada tahun 2021, yang menyebabkan kerugian global miliaran per hari (Lee & Wong, 2021). Rantai pasok dapat didefinisikan sebagai serangkaian aktivitas (dalam bentuk organisasi/struktur) yang terlibat dalam proses transformasi dan distribusi barang, mulai dari bahan mentah pertama dari alam hingga produk akhir yang dituju dan konsumen akhir (Rahmani, 2022).

Manajemen risiko adalah pendekatan sistematis dan logis untuk mengidentifikasi, memantau, mengelola dan melaporkan risiko yang timbul dari aktivitas atau proses (Idros, 2006). Manajemen rantai pasok (SCM) menurut Dr. Richardus Eko Indrajit dan Drs. Richardus Djokopranoto, sistem yang mengelola produk yang dikirim ke pelanggan, mulai dari bahan mentah hingga produk jadi. Oleh karena itu, manajemen rantai pasok merupakan suatu jaringan yang mengelola organisasi suatu perusahaan dari atas (awal) hingga ke bawah (akhir). Manajemen Risiko Rantai Pasokan (SCRM) adalah pendekatan risiko yang diterapkan pada struktur rantai pasokan (Suharjito et al., 2010).

Dalam era globalisasi dan persaingan yang semakin ketat, perkembangan teknologi menjadi sangat penting dalam meningkatkan efisiensi dan daya saing suatu industri. Teknologi digital merupakan terobosan dan inovasi dalam segala bidang perekonomian (Nurbaiti et al., 2023). Organisasi yang berhasil dalam mengelola risiko rantai pasok akan mengadopsi dan memanfaatkan teknologi terkini beserta sumber. Ini memungkinkan mereka untuk mengendalikan risiko yang mungkin bisa terjadi di sepanjang aliran rantai pasok management, membantu dalam pengambilan keputusan, dan membuat manajemen risiko berdasarkan informasi terbaik yang tersedia (Septi Sanjaya et al., 2022). Salah satu teknologi yang telah memainkan peran krusial dalam transformasi manajemen risiko rantai pasok adalah kecerdasan buatan (AI).

AI adalah aktivitas atau teknologi memodelkan suatu proses berpikir manusia dan mendesain suatu mesin agar meniru perilaku manusia. AI (Artificial Intelligence) telah menjadi terobosan teknologi yang membawa perubahan signifikan dalam berbagai bidang. Penerapan AI (*Artificial Intelligence*) pada manajemen risiko rantai pasok merupakan suatu strategi yang bertujuan untuk mengurangi risiko dan mengoptimalkan proses rantai pasok. AI dapat membantu dalam pengidentifikasi risiko rantai pasok, seperti risiko kehilangan suplai, risiko kehilangan pelanggan, dan risiko kehilangan produk.

Sistem pemasaran AI memproses data lebih cepat dan efektif dibandingkan manusia mengerjakan. Perusahaan menggunakan perangkat lunak otomatisasi untuk mengkategorikan calon pelanggan potensial dengan bantuan sistem kecerdasan buatan (AI) seperti Node (Saputra et al., 2023). AI dapat membantu dalam pengelolaan rantai pasok, seperti pengelolaan persediaan, pengelolaan kualitas produk, dan pengelolaan biaya. Selain itu, AI juga dapat berkontribusi besar pada peningkatan manajemen rantai pasok, dengan fokus pada sektor-sektor utama sosial-ekonomi.

Meskipun AI mempunyai potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan ketahanan rantai pasokan, terdapat kesenjangan yang signifikan antara teori dan praktik dalam penerapannya. Secara teoritis, AI dapat membantu perusahaan memprediksi dan mencegah risiko rantai pasokan, mengotomatisasi tugas manual, dan mengoptimalkan rantai pasokan. Namun, dalam praktik, banyak perusahaan masih belum menerapkan AI karena berbagai faktor, seperti biaya, ketersediaan data, keahlian, keamanan data, dan ketidakpastian tentang manfaatnya.

Penelitian ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang penelitian AI pada manajemen risiko rantai pasok, mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam hal

investasi AI, pengembangan strategi implementasi, dan pemilihan solusi AI yang tepat. Penerapan AI yang tepat dapat membantu organisasi mengidentifikasi risiko rantai pasokan secara dini dan proaktif, meningkatkan akurasi penilaian risiko, dan memprioritaskan upaya mitigasi berdasarkan tingkat keparahan dan probabilitasnya. Penelitian ini menggunakan metode *Systematic Literature Review* (SLR). Proses penelitian yang terstruktur dan sistematis disebut *Systematic Literature Review* (SLR) untuk mengumpulkan, mengevaluasi, dan mensintesis data ilmiah yang relevan. Hal ini membutuhkan proses komprehensif yang mencakup identifikasi sumber informasi, pemilihan kriteria inklusi dan eksklusi, evaluasi kualitas penelitian, dan analisis hasil yang cermat (Maulida et al., 2023).

Oleh karena itu peneliti membuat sebuah research question tentang “Penerapan AI Pada Manajemen Risiko Rantai Pasok” sebagai pokok pembahasan pada penelitian yang bertujuan untuk menemukan permasalahan atas apa yang terjadi pada penelitian ini. Adapun research question untuk penelitian ini yaitu : **RQ1**=Apasaja model atau jenis AI yang diterapkan dalam manajemen risiko rantai pasok?. **RQ2** = Apasaja bidang yang mengimplementasikan AI dalam manajemen risiko rantai pasok?. **RQ3** = Apakah penerapan AI pada manajemen risiko rantai pasok sudah efektif?.

Review Literatur

Artificial Intelligence (AI) adalah inovasi teknologi yang membantu membuat mesin atau perangkat lunak yang dapat berpikir seperti manusia. AI membutuhkan data sebagai sumber pengetahuan, seperti halnya manusia, dan memiliki kemampuan untuk pengenalan pola, pemecahan masalah, dan pemrosesan data dengan jumlah besar dalam waktu yang singkat. AI juga digunakan dalam berbagai aspek kehidupan, seperti pembuatan mesin yang dapat berpikir, pembuatan mesin yang dapat berpikir seperti manusia, dan pembuatan mesin yang dapat berpikir seperti manusia yang dapat berpikir secara otomatis.

Manajemen rantai pasok merupakan suatu pendekatan untuk meningkatkan interaksi dengan pemasok, produsen, distributor, pengecer, dan pelanggan untuk menghasilkan jumlah produk yang tepat pada waktu yang tepat, di tempat yang tepat, mengurangi biaya dan memastikan kepuasan pelanggan (Levi et al., 2008). Penggunaan Artificial Intelligence (AI) pada manajemen rantai pasok bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, kecepatan, dan kinerja dalam proses rantai pasok. AI dapat digunakan untuk mengidentifikasi pola, menganalisis data, dan memberikan solusi yang cerdas.

AI dapat digunakan dalam manajemen rantai pasokan untuk menganalisis kumpulan data yang besar, mengidentifikasi potensi risiko, memprediksi kemungkinan dan dampaknya, serta mengoptimalkan proses logistik. Dengan menganalisis kumpulan data yang luas, AI dapat membantu organisasi mengidentifikasi potensi risiko yang mungkin tidak terlihat melalui metode tradisional, seperti brainstorming, daftar periksa, wawancara, survei, dan data historis.

AI dapat membantu dalam manajemen risiko rantai pasok dengan memberikan prediksi yang lebih akurat tentang perubahan permintaan dan pasokan serta mendeteksi pola anomali yang mungkin menandakan masalah di dalam rantai pasok. Prof. Dr. Christian Bierwirth (Technische Universität Berlin) menyatakan bahwa AI dapat digunakan untuk menganalisis data besar dalam rantai pasok untuk mengidentifikasi risiko, memperbaiki prediksi permintaan, dan mengoptimalkan proses logistik (Mattfeld & Bierwirth, 2004).

Berdasarkan analisis dan klasifikasi metode AI dalam beberapa tahun terakhir untuk peramalan permintaan dalam manajemen rantai pasokan, ditemukan bahwa algoritma AI digunakan untuk meningkatkan metode statistik dalam menghadapi pasar yang tidak pasti dan dinamis. Penggunaan AI memungkinkan peningkatan akurasi dan keandalan dalam peramalan permintaan dibandingkan dengan metode statistik klasik yang mungkin tidak selalu cocok dalam kondisi pasar saat ini. Selain itu, klasifikasi metode AI yang berhasil

berdasarkan karakteristik data seperti dimensi dan volume data menunjukkan bahwa AI dapat disesuaikan untuk berbagai kebutuhan peramalan, mendukung perusahaan manufaktur dalam memilih metode AI yang tepat untuk optimasi peramalan permintaan. Ini menunjukkan efektivitas AI dalam mengatasi permasalahan yang ada, yaitu kebutuhan akan metode peramalan yang lebih adaptif dan akurat dalam lingkungan pasar yang tidak menentu (Mediavilla et al., 2022).

Penerapan teknologi kecerdasan buatan (AI) dalam proses manufaktur dan manajemen pembelian serta pasokan telah merevolusi industri. AI telah membawa kemajuan signifikan dalam optimasi proses manufaktur, termasuk dalam inspeksi kualitas, pemeliharaan preventif, peramalan prediktif, pemantauan waktu nyata, manajemen rantai pasok, dan pembelian. Teknologi seperti pembelajaran mesin, jaringan saraf, dan pembelajaran penguatan digunakan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas produk, dan keselamatan dalam proses produksi. Perkembangan ini mengubah cara barang diproduksi dan material dikelola, memberikan manfaat signifikan bagi organisasi. Selain itu, penelitian menunjukkan bahwa AI memperkuat kemampuan pengambilan keputusan dan efisiensi operasional dalam operasi manufaktur dan manajemen rantai pasok (Kehayov et al., 2022).

Melalui pendekatan berbasis praktik, kemampuan analitik data besar yang didorong AI berpengaruh signifikan terhadap peningkatan ketangkasan, ketahanan, dan kinerja dalam operasi bantuan bencana. Kompleksitas informasi juga terbukti memoderasi hubungan antara ketangkasan/ketahanan dengan kinerja, menunjukkan pentingnya mengurangi kompleksitas informasi untuk meningkatkan kinerja rantai pasokan. Penelitian ini menyoroti pentingnya mengadopsi teknologi emergen dalam operasi kemanusiaan dan mengusulkan arah penelitian masa depan dalam bidang ini. Selain itu, temuan ini mengimplikasikan bahwa pandangan berbasis praktik merupakan lensa teoretis yang lebih cocok untuk mempelajari praktik-praktik dalam rantai pasokan kemanusiaan, menawarkan kontribusi bagi teori dan praktik dalam operasi bantuan bencana (Dubey et al., 2022).

AI terbukti efektif dalam mengatasi manajemen risiko rantai pasokan. Penelitian yang dilakukan oleh Mei Yang, menunjukkan bahwa teknologi machine learning (ML), sebagai cabang dari AI, telah secara signifikan meningkatkan kemampuan manajemen risiko rantai pasokan (SCRM) dengan menyediakan alat untuk pemantauan status rantai pasokan secara real-time, penyesuaian rencana inventori dan produksi, serta evaluasi pemasok secara proaktif. Ini secara langsung berkontribusi terhadap penurunan gangguan rantai pasokan dan peningkatan fleksibilitas dalam menghadapi peristiwa tak terduga seperti pandemi COVID-19. Selain itu, penelitian yang terkait juga menunjukkan bahwa penggunaan AI dalam SCRM memungkinkan perusahaan untuk lebih efektif mengidentifikasi, menilai, dan mengurangi risiko, serta meningkatkan ketahanan dan kinerja rantai pasokan di tengah dinamika pasar yang cepat berubah. Oleh karena itu, kesimpulan yang dapat diambil adalah bahwa AI, melalui teknologi ML, telah membuktikan efektivitasnya dalam mengatasi berbagai aspek manajemen risiko rantai pasokan (Yang et al., 2023).

Berdasarkan penelusuran literatur, terdapat 3 alasan utama mengapa penelitian tentang AI dalam konteks rantai pasok perlu dilakukan yaitu:

Tabel 1. Urgensi Penelitian Tentang AI Mengenai Rantai Pasok

No	Faktor	Penjelasan
1	Kurangnya Penelitian tentang Dampak AI pada Kinerja Rantai Pasok secara Keseluruhan	Penelitian mengenai bagaimana kecerdasan buatan (AI) mempengaruhi kinerja rantai pasok secara keseluruhan masih terbatas. Rantai pasok adalah sistem yang kompleks yang melibatkan berbagai proses seperti produksi, pengadaan, distribusi, dan manajemen inventaris (Syamil et al., 2023). Penerapan AI dalam rantai pasok dapat memberikan berbagai

No	Faktor	Penjelasan
		manfaat seperti peningkatan efisiensi, pengurangan biaya, dan peningkatan responsivitas terhadap permintaan pasar. Namun, studi empiris yang mengukur dampak ini secara komprehensif masih minim. Kebanyakan penelitian saat ini masih terfokus pada aspek tertentu dari rantai pasok atau hanya pada kasus-kasus tertentu, sehingga kurang memberikan gambaran yang holistik tentang dampak AI pada seluruh kinerja rantai pasok
2	Kurangnya Penelitian tentang Faktor-faktor yang Mempengaruhi Keberhasilan Penerapan AI dalam Manajemen Risiko Rantai Pasok	Meskipun terdapat potensi besar bagi AI untuk membantu dalam manajemen risiko rantai pasok, penelitian yang mendalami faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan penerapan AI dalam konteks ini masih terbatas. Faktor-faktor tersebut dapat mencakup teknologi, sumber daya manusia, kebijakan perusahaan, serta lingkungan eksternal seperti regulasi dan dinamika pasar (Darsyah, 2023). Tanpa pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor ini, perusahaan mungkin menghadapi kesulitan dalam mengadopsi dan mengimplementasikan teknologi AI dengan efektif. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengidentifikasi dan menganalisis faktor-faktor kunci yang dapat mendukung atau menghambat keberhasilan penerapan AI dalam manajemen risiko rantai pasok
3	Kurangnya Penelitian tentang Tantangan dan Risiko yang Terkait dengan Penerapan AI dalam Rantai Pasok	Penerapan AI dalam rantai pasok tidak bebas dari tantangan dan risiko. Tantangan ini dapat mencakup isu-isu teknis, seperti integrasi sistem dan keamanan data, serta isu-isu non-teknis, seperti resistensi terhadap perubahan dan kurangnya keterampilan dalam organisasi. Selain itu, ada juga risiko yang terkait dengan ketergantungan pada teknologi AI, seperti kemungkinan gangguan operasional jika terjadi kegagalan sistem (Muzakir et al., 2023). Penelitian tentang bagaimana mengidentifikasi, mengelola, dan memitigasi tantangan dan risiko ini masih sangat terbatas. Memahami tantangan dan risiko ini sangat penting untuk memastikan bahwa penerapan AI dalam rantai pasok dapat memberikan manfaat yang optimal tanpa menimbulkan masalah baru

Metode Penelitian

Objek Penelitian ini adalah artikel ilmiah yang mengimplementasikan Teknologi AI (Artificial Intelligence) pada manajemen risiko rantai pasok. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pandangan kontekstual dalam upaya menemukan solusi atas kompleksitas fenomena yang mendasarinya. Berdasarkan hal ini, pendekatan penelitian yang dianjurkan adalah pendekatan kualitatif dengan metode penelitian *Systematic Literature Review (SLR)* dengan dilakukannya pengumpulan data, reduksi data, penyajian data dan penarikan kesimpulan pada bagian abstrak dan pembahasan artikel. Adapun tahapan dari SLR adalah

pencarian literatur, kriteria inklusi dan eksklusi, dan proses data analisis

Pada tahap pencarian literatur, penulis secara sistematis mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan topik penelitian. Penulis menggunakan beberapa sumber seperti artikel ilmiah untuk mengidentifikasi penelitian dan literatur yang berkaitan dengan topik penelitian. Untuk mencari informasi dan referensi, penulis menggunakan software publish or perish. Penulis kemudian memilih istilah pencarian yang sesuai dan relevan dengan topik penelitian. Istilah “The application of artificial intelligence in supply chain management” digunakan dalam penelitian ini. Selanjutnya dipilih rentang tahun terbit 2019 hingga 2024 pada kolom pencarian. Hal ini dilakukan untuk mencari sumber relevan dan terbaru yang dapat menjawab *Research Question*.

Selanjutnya, penulis menentukan kriteria inklusi dan eksklusi untuk mengidentifikasi data yang dapat digunakan dalam penelitian ini. Terdapat 3 kriteria inklusi dan 2 kriteria eksklusi yang digunakan yaitu:

Tabel 2. Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Kriteria Inklusi	Kriteria Eksklusi
Artikel yang diterbitkan pada tahun 2019-2024 untuk data terbaru.	Artikel yang membahas tentang perusahaan yang menggunakan teknologi tetapi tidak menerapkan AI untuk manajemen risiko rantai pasokan
Artikel teks lengkap diperlukan.	Artikel yang membahas soal manajemen rantai pasok tetapi tidak menggunakan AI untuk mengatasi risiko yang terjadi
Artikel dengan fokus pembahasan pada AI dalam manajemen risiko rantai pasokan	

Berdasarkan kriteria-kriteria tersebut, proses pengumpulan dan menganalisis data untuk mengidentifikasi data yang dapat digunakan pada penelitian ini, peneliti menggunakan Humata AI, Humata AI dimanfaatkan peneliti dalam proses analisis data pada artikel yang sesuai dengan pertanyaan penelitian. Data yang dikumpulkan akan dianalisis untuk menentukan atau menunjukkan : 1) Bidang-bidang yang mengimplementasikan metode *AI* pada manajemen rantai pasok (Merujuk pada RQ1). 2) Jenis atau model yang paling sering digunakan dalam metode *AI* pada manajemen rantai pasok (Merujuk pada RQ2). 3) Kelebihan dan kekurangan metode *AI* pada manajemen rantai pasok (Merujuk pada RQ3).

Hasil dan Pembahasan

Artikel dikelompokkan berdasarkan jenis Jurnal. Hal ini memudahkan untuk menampilkan artikel yang ditemukan pada search process. Pencarian dilakukan dengan menggunakan Publish or Perish untuk memperoleh informasi rinci dan terkini mengenai topik yang diteliti. Melalui proses ini, peneliti dapat memperoleh 71 artikel terkait dengan kata kunci dalam pencarian artikel. Untuk menilai kualitas terhadap artikel - artikel yang relevan, sebanyak 71 artikel dipilih untuk dikalukan *quality asesment*. Setelah melalui proses ini, Terdapat 26 artikel yang memenuhi kriteria dan menjadi dasar penelitian ini.

RQ1 Apa saja model atau jenis AI yang digunakan dalam manajemen risiko rantai pasok?

Metode AI merupakan metode yang sudah banyak dikenal, tetapi secara umum model atau jenis AI masih awam bagi beberapa orang atau perusahaan yang belum menerapkan metode AI dalam manajemen risiko rantai pasok. Berikut ini beberapa model yang ada di dalam metode AI yang telah dianalisis dari beberapa artikel yang telah menerapkan AI pada Manajemen Rantai Pasok:

Tabel 3. Model AI Manajemen Rantai Pasok

No	Model AI	Penjelasan
1	Machine Learning (ML)	<i>Machine learning</i> (ML) adalah salah satu dari banyak bidang kecerdasan buatan. Pembelajaran mesin (ML) adalah studi ilmiah tentang algoritma dan model statistik yang digunakan sistem komputer untuk melakukan tugas tertentu tanpa diprogram secara eksplisit (Mahesh, 2018).
2	Deep Learning (DL)	Pembelajaran mendalam adalah cabang machine learning yang menggunakan neuron buatan atau jaringan syaraf tiruan dengan banyak lapisan untuk memproses atau belajar dari data. Deep learning memungkinkan komputer untuk belajar langsung dari pengalaman, memungkinkan sistem mengenali pola kompleks dalam data (Bengio et al., 2021)
3	Adaptive Logistic Regression Classifier (ALRC)	ALRC adalah salah satu jenis model klasifikasi yang termasuk dalam machine learning. Model ini digunakan untuk memprediksi probabilitas suatu data termasuk dalam kategori tertentu berdasarkan data sebelumnya. ALRC bekerja dengan menyesuaikan bobot data secara terus-menerus untuk meningkatkan akurasi prediksi (Arulmozhi et al., 2020)
4	Support Vector Machine (SVM)	Mesin vektor dukungan (SVM, juga dikenal sebagai jaringan dukungan) dalam pembelajaran mesin adalah model ambang batas maksimum yang diawasi dengan algoritma pembelajaran berkelanjutan yang menganalisis data untuk klasifikasi dan analisis regresi
5	Decision Tree (DT)	Decision tree adalah teknik populer yang digunakan dalam ilmu data dan pembelajaran mesin. Pohon keputusan adalah representasi grafis dari kemungkinan solusi suatu keputusan berdasarkan kondisi tertentu. Ada beberapa jenis pohon keputusan, yang digunakan untuk masalah regresi dan klasifikasi
6	Neural Networks (NN)	Neural network adalah generalisasi dari model matematika sistem saraf biologis yang terdiri dari kumpulan neuron yang terhubung. Setiap neuron menerima sinyal input untuk diproses menggunakan algoritma pemrosesan yang sama, dengan tujuan meniru cara kerja otak manusia dalam mengenali pola dan mempertahankannya. Ini memungkinkan pembuatan alat kecerdasan buatan yang mampu menyelesaikan tugas yang belum terdefinisi dengan baik atau belum terformulasi sebelumnya (Renders & Simonart, 2009)
7	Bayesian Network (BN)	Bayesian network adalah jenis model grafis yang menggunakan probabilitas untuk menentukan terjadinya suatu peristiwa. Ini juga dikenal sebagai jaringan kepercayaan atau jaringan sebab-akibat. Ini terdiri dari grafik siklik berarah (DCG) dan tabel probabilitas bersyarat untuk mengetahui probabilitas

No	Model AI	Penjelasan
8	Random Forest (RF)	<p>suatu peristiwa terjadi. Ini berisi node dan edge, di mana edge menghubungkan node. Grafiknya bersifat asiklik - artinya tidak ada jalur langsung di mana satu node dapat mencapai node lainnya. Sebaliknya, tabel probabilitas menunjukkan kemungkinan suatu variabel acak akan mempunyai nilai tertentu</p> <p>Hutan acak adalah jenis machine learning yang digunakan untuk tugas klasifikasi dan regresi. Algoritma ini merupakan salah satu jenis pembelajaran hybrid yang menggabungkan beberapa model prediksi sederhana untuk memperoleh prediksi yang akurat dan stabil</p>
9	Ensemble Learning (EL)	<p>Esemble learning adalah teknik machine learning yang menggabungkan beberapa model (sering disebut "base learners" atau "weak learners") untuk meningkatkan performa prediksi dibandingkan dengan menggunakan satu model. Ide dasar pembelajaran hybrid adalah dengan menggabungkan berbagai jenis yang mungkin memiliki kelemahan berbeda, kita dapat menciptakan model keseluruhan yang kuat dan stabil.</p>
10	Extreme Learning Machine (ELM)	<p>Extreme Learning Machine (ELM) merupakan sebuah metode pembelajaran yang digunakan dalam bidang machine learning dan neural networks. ELM dirancang untuk mempercepat proses pembelajaran dan meningkatkan kapasitas generalisasi pada mesin belajar. Metode ini mengaplikasikan pendekatan adaptasi domain sumber dan target untuk meningkatkan kemampuan lintas-domain dari ELM dan diklaim dapat mencapai kinerja eksperimental terdepan (Wang et al., 2022)</p>
11	Naive Bayes (NB)	<p>Naive Bayes merupakan algoritma machine learning (ML) yang dapat digunakan untuk menyelesaikan masalah klasifikasi. Disebut Naive Bayes karena prinsip pengoperasiannya didasarkan pada teori Bayes. Ini adalah salah satu algoritma ML paling sederhana dan terkuat yang digunakan di banyak industri</p>
12	Decision Support System (DSS)	<p>Decision Support System atau DSS adalah sistem informasi yang terkomputerisasi. Sistem ini merupakan bagian dari sistem manajemen pengetahuan dan berfungsi untuk mendukung pengambilan keputusan dalam bisnis dan organisasi</p>
13	Genetic Algorithm (GA)	<p>Genetic algorithm adalah heuristic search method yang terinspirasi oleh proses seleksi alamiah pada makhluk hidup. GA digunakan untuk mencari solusi optimal untuk masalah optimasi dengan mensimulasikan proses crossover, mutasi, dan seleksi pada populasi calon solusi. Genetic Algorithm (GA) merupakan bagian dari algoritma evolusi, yaitu algoritma yang meniru proses evolusi alami, dengan gagasan dasar bahwa</p>

No	Model AI	Penjelasan
14	Particle Swarm Algorithm	individu terbaik akan bertahan dan yang terlemah akan punah (Rajeev & Krishnamoorthy, 1992) Particle swarm algorithm adalah adalah teknik kecerdasan buatan (AI) yang dapat digunakan untuk menemukan solusi perkiraan untuk masalah maksimalisasi dan minimalisasi numerik yang sangat sulit atau tidak mungkin. Versi PSO yang saya jelaskan dalam artikel ini pertama kali disajikan dalam makalah penelitian tahun 1995 oleh J. Kennedy dan R. Eberhart (Hereford et al., 2007)
15	Reinforcement Learning	Reinforcement Learning adalah proses pelatihan model machine learning untuk membuat serangkaian keputusan. Dalam lingkungan yang tidak pasti dan berpotensi sulit, agen perangkat lunak belajar untuk mencapai tujuan mereka. Dalam reinforcement learning, kecerdasan buatan yang digunakan dalam lingkungan seperti permainan. Komputer memecahkan masalah dengan melakukan trial and error

RQ2 Apasaja bidang yang mengimplementasikan AI dalam manajemen risiko rantai pasok?

Bidang bisnis merupakan bidang yang sering menggunakan metode AI pada manajemen rantai pasok. AI berperan penting dalam mengurangi risiko yang terjadi, dalam riset jurnal yang telah dilakukan, umumnya pada bidang bisnis, AI membantu perusahaan dalam mengidentifikasi faktor risiko dan memprediksi permintaan pasar serta situasi risiko yang mungkin terjadi, yang berarti bahwa ketika rantai pasokan menghadapi tantangan dalam hal waktu, biaya, dan keterbatasan sumber daya, ML menjadi pendekatan yang sangat baik untuk mengatasinya (Yang et al., 2023). Selain itu, AI membantu dalam mengklasifikasikan metode-metode yang berbeda berdasarkan karakteristik data, yang mendukung proses seleksi metode AI yang tepat untuk mengoptimalkan peramalan permintaan. Ini mencakup penggunaan metode pembelajaran mesin, pembelajaran dalam, dan metode ensemble dalam berbagai skenario yang melibatkan volume data yang besar dan dimensi data yang beragam (Mediavilla et al., 2022).

Pada bidang Kesehatan, AI berkontribusi pada peningkatan perawatan pasien, meminimasi pemborosan inventaris, pengurangan kesalahan, dan peningkatan koordinasi di antara pemangku kepentingan. Dengan memanfaatkan teknologi AI, industri HSC dapat menangani tantangan seperti permintaan yang meningkat, biaya yang tumbuh, perubahan kebutuhan pelanggan, persaingan yang meningkat, dan ketergantungan yang tumbuh di antara para pemangku kepentingan. Selain itu, AI memiliki potensi yang besar untuk memecahkan kompleksitas rantai pasokan kesehatan dengan memantau dan melacak peralatan kesehatan dan vaksin di seluruh rantai pasokan, serta memberikan privasi dan keamanan data pasien yang merupakan perhatian signifikan bagi pelanggan (Kumar et al., 2023).

Terdapat juga bidang keuangan yang dimana peran AI dalam mengatasi permasalahan meliputi pengembangan model peringatan dini untuk layanan keuangan di rantai pasok perdagangan internasional industri energi. AI digunakan untuk menganalisis risiko layanan keuangan, dengan tujuan untuk mengatasi kesulitan pembiayaan bagi perusahaan energi kecil dan menengah serta meningkatkan tingkat perputaran modal bagi perusahaan besar. Dengan menggunakan algoritma AI, model peringatan dini ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi penilaian kredit perusahaan oleh bank, akurasi pengumpulan informasi, dan akurasi perkiraan

risiko eksternal, sekaligus mengurangi risiko operasional bank dan risiko hukum dan regulasi. Selain itu, AI juga membantu dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam berbagai bidang lain seperti pendidikan, pemrosesan gambar, optimasi jaringan listrik, penelitian medis, dan komunikasi nirkabel (Liu et al., 2022).

Penerapan AI dalam manajemen rantai pasokan di bidang pemerintahan dapat memberikan berbagai manfaat signifikan. Salah satu manfaat utamanya adalah peningkatan efisiensi operasional, di mana AI dapat mengoptimalkan rute pengiriman dan distribusi, serta mengotomatisasi tugas-tugas rutin seperti pemrosesan dokumen dan manajemen inventaris. Ini tidak hanya menghemat waktu tetapi juga mengurangi kesalahan manusia. Selain itu, AI meningkatkan transparansi dan pelacakan dengan memantau barang secara real-time, memberikan visibilitas penuh terhadap pergerakan barang, dan memungkinkan kombinasi dengan teknologi blockchain untuk meningkatkan akuntabilitas. Pengambilan keputusan juga menjadi lebih baik dengan adanya analisis prediktif yang memungkinkan perencanaan yang akurat dan identifikasi risiko potensial. Dalam hal penghematan biaya, AI membantu mengurangi pemborosan dengan memastikan persediaan sesuai kebutuhan dan mendukung negosiasi kontrak yang lebih efisien.

RQ3 Apakah penerapan AI pada manajemen risiko rantai pasok sudah efektif?

Berdasarkan dari 26 artikel yang telah dianalisis menunjukkan bahwa penerapan model AI sangat efektif dalam membantu mengurangi risiko yang terjadi pada rantai pasok karena dapat mengidentifikasi dan mengelola risiko dengan lebih efektif. Dengan menggunakan model AI yang sesuai dengan permasalahan rantai pasokan yang ada, maka perusahaan dapat mengurangi atau mengeliminasi risiko yang terjadi pada rantai pasok. Model AI yang sesuai dapat membantu perusahaan dalam mengidentifikasi, menganalisis, dan mengelola risiko yang dapat terjadi pada rantai pasok sesuai dengan bidang yang ada pada perusahaan.

AI telah ditangani oleh para peneliti untuk mengatasi masalah manajemen risiko dalam manajemen rantai pasokan. Terutama, telah dikembangkan arsitektur yang menggunakan Sistem Multi-Agen (MAS) yang ditandai dengan zona agen independen yang berbagi informasi dengan fokus pada keseimbangan penyediaan untuk menghindari kondisi kehabisan stok dan keseimbangan sumber daya yang efektif untuk mengurangi risiko dan efek bullwhip (Toorajipour et al., 2021).

Penerapan AI dalam manajemen rantai pasok memungkinkan perencanaan rute produk secara optimal dan dinamis, mengoptimalkan proses, dan meminimalkan kesalahan yang pada akhirnya menghemat biaya dan tenaga kerja. Selain itu, sistem pembelajaran mesin dan jaringan saraf sangat berguna dalam manajemen rantai pasok, memungkinkan prediksi dampak efek bull-whip, pengalokasian sumber daya melalui lead scoring, dan penyesuaian waktu lead berdasarkan analisis komunikasi audio dan video antara pelanggan dan penjual. Teknologi ini, secara keseluruhan, meningkatkan proses pengambilan keputusan dalam aliran barang dan jasa sepanjang rantai pasok, menjanjikan penghematan waktu dan sumber daya serta peningkatan efisiensi (Kehayov et al., 2022).

AI (Artificial Intelligence) telah terbukti efektif dalam manajemen risiko rantai pasok, khususnya dalam konteks operasi kemanusiaan dan bantuan bencana. AI-driven big data analytics (AI-BDAC) secara signifikan meningkatkan ketangkasan, ketahanan, dan kinerja dalam operasi bantuan bencana dengan mempercepat identifikasi kerusakan dan memandu pekerja bantuan bencana untuk memberikan bantuan kemanusiaan yang diperlukan dengan lebih cepat (Dubey et al., 2021).

Kesimpulan

Penelitian ini dapat menyimpulkan bahwa terdapat 15 model *artificial intelligent* (AI) yang digunakan untuk membantu mengurangi risiko yang akan terjadi, model yang paling

banyak digunakan adalah metode *machine learning (ML)* dan *neural networks (NN)*. Masing-masing model AI tersebut, paling diimplementasikan dalam 4 bidang manajemen rantai pasok yaitu bidang bisnis, kesehatan, keuangan, dan pemerintahan. Dari keempat bidang tersebut, bidang bisnis adalah bidang yang paling banyak menerapkan AI untuk membantu mengurangi risiko yang akan terjadi. Misalnya, AI membantu perusahaan dalam mengidentifikasi faktor risiko dan memprediksi permintaan pasar serta situasi risiko yang mungkin terjadi. Pada bidang lain juga memanfaatkan metode AI dalam mengatasi risiko yang akan terjadi, tetapi masih banyak juga perusahaan yang belum menggunakan AI sebagai alat bantu untuk mengatasi risiko yang akan terjadi dikarenakan beberapa faktor seperti biaya operasional, kurangnya pemahaman tentang AI dan lain sebagainya.

Penelitian ini juga menemukan bahwa AI terbukti secara efektif dapat mengurangi atau mengatasi risiko yang terjadi pada manajemen rantai pasok, beberapa perusahaan yang telah menggunakan AI banyak mendapatkan keuntungan seperti, dapat memprediksi dampak efek bull-whip, meningkatkan efisiensi, menghemat waktu, dan sumber daya, AI juga mampu meningkatkan kinerja dalam operasi bantuan bencana dengan mempercepat identifikasi kerusakan dan memandu pekerja bantuan bencana untuk memberikan bantuan kemanusiaan yang diperlukan dengan lebih cepat.

Implikasi dari penelitian ini mencakup peningkatan efisiensi dan efektivitas dalam manajemen rantai pasok melalui penerapan teknologi AI. Dengan mengidentifikasi model AI yang paling tepat seperti Machine Learning (ML) dan Neural Network (NN), perusahaan dapat lebih proaktif dalam mengelola risiko, yang pada gilirannya dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan daya saing.

AI memiliki manfaat untuk membantu dalam mengurangi atau mengatasi risiko pada manajemen rantai pasok. Tetapi dengan begitu, penggunaan AI juga masih memiliki kendala dan hambatan yang ada dikarenakan perusahaan masih belum maksimal dalam mengelola AI. Studi juga mencatat tantangan dalam implementasi, termasuk kebutuhan untuk memperbaiki keaslian dan keandalan data yang dihasilkan selama operasi bantuan bencana dan tantangan yang dihadapi organisasi non-pemerintah (NGO) dalam mengadopsi teknologi AI-BDAC ini. Oleh karena itu, meskipun AI telah menunjukkan efektivitasnya dalam manajemen risiko rantai pasok dalam konteks tertentu, masih ada hambatan dan tantangan implementasi yang perlu diatasi.

Daftar Pustaka

- Arulmozhi, P., Hemavathi, N., & Raj, P. (2020). ALRC: A Novel Adaptive Linear Regression Based Classification for Grade based Student Learning using Radio Frequency Identification. *Wireless Personal Comuncations*, 114(4), 2091–2107. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11277-020-07141-4>
- Bengio, Y., Lecun, Y., & Hinton, G. (2021). Deep learning for AI. *Communications of the ACM*, 64(7), 58–65. <https://doi.org/10.1145/3448250>
- Darsyah, S. (2023). Model Deskriptif Manajemen Strategik: Proses Manajemen Strategik, Lingkungan Eksternal, Lingkungan Internal, Formulasi Strategi. *Jurnal Adzkiya*, 7(1), 46–58.
- Dubey, R., Bryde, D. J., Blome, C., Roubaud, D., & Giannakis, M. (2021). Facilitating artificial intelligence powered supply chain analytics through alliance management during the pandemic crises in the B2B context. *Industrial Marketing Management*, 96, 135–146. <https://doi.org/10.1016/j.indmarman.2021.05.003>
- Dubey, R., Bryde, D. J., Dwivedi, Y. K., Graham, G., & Foropon, C. (2022). Impact of artificial intelligence-driven big data analytics culture on agility and resilience in humanitarian supply chain: A practice-based view. *International Journal of Production Economics*, 250. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2022.108618>

- Hereford, J. M., Siebold, M., & Nichols, S. (2007). Using the particle swarm optimization algorithm for robotic search applications. *Proceedings of the 2007 IEEE Swarm Intelligence Symposium, SIS 2007, May 2007*, 53–59. <https://doi.org/10.1109/SIS.2007.368026>
- Idros, F. N. (2006). *Manajemen Risiko Perbankan* (First Edi). Jakarta: Graha Ilmu.
- Kehayov, M., Holder, L., & Koch, V. (2022). Application of artificial intelligence technology in the manufacturing process and purchasing and supply management. *Procedia Computer Science*, 200, 1209–1217. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.321>
- Kumar, A., Mani, V., Jain, V., Gupta, H., & Venkatesh, V. G. (2023). Managing healthcare supply chain through artificial intelligence (AI): A study of critical success factors. *Computers and Industrial Engineering*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108815>
- Kuncorosidi, K., & Sanjaya, N. S. (2021). Supply chain risk management (SCRM) analysis on the supply chain of halal food products using scor, horr and pareto diagram method (case study on ibu mimin's chicken slaughter house). *Islamic Economic, Accounting and Management Journal (TSARWATICA)*, 3(1), 48–77.
- Lee, J. M., & Wong, E. Y. (2021). Suez Canal blockage: an analysis of legal impact, risks and liabilities to the global supply chain. *MATEC Web of Conferences*, 339, 01019. <https://doi.org/10.1051/mateconf/202133901019>
- Levi, D. S., Kaminsky, P., & Simchi-Levi, E. (2008). *Designing And Managing The Supply Chain (Concepts, Strategies and Case Studies)* (S. Mattson (ed.)). McGraw-Hill/Irwin.
- Liu, C., Yang, S., Hao, T., & Song, R. (2022). Service risk of energy industry international trade supply chain based on artificial intelligence algorithm. *Energy Reports*, 8, 13211–13219. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.09.182>
- Mahesh, B. (2018). Machine Learning Algorithms-A Review. *International Journal of Science and Research*. <https://doi.org/10.21275/ART20203995>
- Mattfeld, D. C., & Bierwirth, C. (2004). An efficient genetic algorithm for job shop scheduling with tardiness objectives. *European Journal of Operational Research*, 155(3), 616–630. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00016-X](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00016-X)
- Maulida, A., Rahmatulloh, A., Ahussalim, I., Mulia, R. A. J., & Rosyani, P. (2023). Analisis Metode Forward Chaining pada Sistem Pakar: Systematic Literature Review. *Jurnal Manajemen, Ekonomi, Hukum, Kewirausahaan, Kesehatan, Pendidikan Dan Informatika (MANEKIN)*, 1(4), 144–151.
- Mediavilla, M. A., Dietrich, F., & Palm, D. (2022). Review and analysis of artificial intelligence methods for demand forecasting in supply chain management. *Procedia CIRP*, 107, 1126–1131. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.119>
- Muzakir, U., Baharuddin, B., Manuhutu, A., & Widoyo, H. (2023). Penerapan Kecerdasan Buatan Dalam Sistem Informasi: Tinjauan Literatur Tentang Aplikasi, Etika, dan Dampak Sosial. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran (JRPP)*, 6(4), 1163–1169.
- Nurbaiti, N., Asmuni, A., Soemitra, A., Imsar, I., & Aisyah, S. (2023). Behavior analysis of MSMEs in Indonesia using fintech lending comparative study between sharia fintech lending and conventional fintech lending. *JPPI (Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia)*, 9(4), 92–99. <https://doi.org/10.29210/0202312273>
- Rahmani, N. A. B. (2022). *Manajemen Rantai Pasokan*. Jakarta: PT Cahaya Rahmat Abadi.
- Rajeev, S., & Krishnamoorthy, C. S. (1992). Discrete Optimization of Structures Using Genetic Algorithms. *Journal of Structural Engineering*, 118(5). [https://doi.org/https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9445\(1992\)118:5\(123](https://doi.org/https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(1992)118:5(123)
- Renders, J. M., & Simonart, T. (2009). Role of artificial neural networks in dermatology. *Dermatology*, 219(2), 102–104. <https://doi.org/10.1159/000225933>
- Saputra, R., Nasution, M. I. P., & Dharma, B. (2023). The Impact of Using AI Chat GPT on Marketing Effectiveness: A Case Study on Instagram Marketing. *Indonesian Journal of Economics and Management*, 3(3), 603–617. <https://doi.org/10.35313/ijem.v3i3.4936>

- Suharjito, Marimin, Machfud, Haryanto, S. (2010). Identifikasi dan Evaluasi Risiko Manajemen Rantai Pasok Komoditas Jagung dengan Pendekatan Logika Fuzzy Suharjito Bambang Haryanto. *Jurnal Manajemen Dan Org*, 2.
- Syamil, A., Subawa, S., Budaya, I., Munizu, M., Darmayanti, N. L., Fahmi, M. A., Wanda, S. S., Murwani, I. A., Utami, F. N., & Dulame, I. M. (2023). *Manajemen Rantai Pasok*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Toorajipour, R., Sohrabpour, V., Nazarpour, A., Oghazi, P., & Fischl, M. (2021). Artificial intelligence in supply chain management: A systematic literature review. *Journal of Business Research*, 122, 502–517. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2020.09.009>
- Wang, J., Lu, S., Wang, S. H., & Zhang, Y. D. (2022). A review on extreme learning machine. *Multimedia Tools and Applications*, 81(29), 41611–41660. <https://doi.org/10.1007/s11042-021-11007-7>
- Yang, M., Lim, M. K., Qu, Y., Ni, D., & Xiao, Z. (2023). Supply chain risk management with machine learning technology: A literature review and future research directions. *Computers and Industrial Engineering*, 175. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2022.108859>