

Kecerdasan Buatan dan *Big Data* dalam Industri Manufaktur: Sebuah Tinjauan Sistematis

Maudi Siska^{1*}, Indra Siregar², Ahmad Saputra³, Mery Juliana⁴, Mehmed Tegar Afifudin⁵

¹Program Studi Teknik Industri, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Indonesia;

²Program Studi Teknik Industri, Universitas Sumatera Utara, Indonesia;

³Program Studi Teknik Industri, Universitas Teuku Umar, Indonesia;

⁴Program Studi Teknik Industri, Universitas Udayana, Indonesia;

⁵Program Studi Teknik Industri, Universitas Pattimura, Indonesia.

Abstrak

Peran Kecerdasan Buatan (AI) dan Big Data dalam produksi dan manufaktur semakin penting dan mendesak dalam industri dan bisnis. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi saat ini, tren, tantangan, dan peluang yang muncul dari teknologi AI dan big data di industri manufaktur. Dengan menggunakan metodologi tinjauan pustaka yang sistematis, penelitian ini dengan cermat menganalisis artikel-artikel yang diterbitkan hingga tahun 2023. Temuan ini mengungkapkan bahwa AI dan Big Data sangat penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, pemeliharaan prediktif, optimalisasi rantai pasokan, dan dukungan pelanggan. pendekatan produksi yang sentris. Tantangan seperti integrasi data, masalah kualitas, keamanan siber, dan pertimbangan etis dalam penerapan AI juga diidentifikasi. Tinjauan ini memberikan kontribusi dengan menawarkan gambaran komprehensif mengenai kemajuan terkini dan bidang-bidang penelitian di masa depan, menekankan peran AI dan Big Data yang terus berkembang dalam proses manufaktur modern.

Kata kunci

Big data; Industri; Kecerdasan buatan; Manufaktur; Teknik industri

Abstract

The role of Artificial Intelligence (AI) and Big Data in production and manufacturing is increasingly important and urgent in industry and business. This research aims to identify current conditions, trends, challenges and opportunities emerging from AI technology and big data in the manufacturing industry. Using a systematic literature review methodology, this research carefully analyzes articles published through 2023. The findings reveal that AI and Big Data are critical in improving operational efficiency, predictive maintenance, supply chain optimization, and customer support. production centric approach. Challenges such as data integration, quality issues, cybersecurity, and ethical considerations in AI implementation are also identified. This review contributes

to the field by offering a comprehensive overview of recent advances and future areas of research, emphasizing the growing role of AI and Big Data in modern manufacturing processes.

Keywords

Artificial Intelligence; Big data; Industry; Industrial engineering; Manufacture

Pendahuluan

Kecerdasan Buatan (*Artificial Intelligence*, AI) dan big data dalam lanskap teknologi industri yang terus berkembang telah muncul sebagai kekuatan penting yang mendorong inovasi dan efisiensi (S. I. E. Putri *et al.*, 2023). Ada hubungan rumit antara teknologi ini dan dampak transformatifnya terhadap produksi dan manufaktur. Integrasi AI dan Big Data bukan hanya sekedar peningkatan teknologi tetapi juga perubahan paradigma, memungkinkan proses produksi yang lebih cerdas, efisien, dan sangat adaptif. Konvergensi teknologi ini telah membuka batasan baru dalam analisis prediktif, optimalisasi proses, dan otomatisasi cerdas, yang menandai era baru revolusi industri (Mantri and Mishra, 2023).

Sektor manufaktur secara historis terus berkembang, memanfaatkan kemajuan teknologi untuk meningkatkan produktivitas dan daya saing. Munculnya AI dan big data mewakili inovasi terbaru dalam rangkaian inovasi ini. AI, dengan kemampuannya untuk belajar dan beradaptasi, mempunyai potensi untuk merevolusi proses produksi, sementara Big Data menawarkan wawasan yang belum pernah ada sebelumnya dalam setiap aspek manufaktur, mulai dari logistik rantai pasokan hingga preferensi pelanggan (Madyatmadja *et al.*, 2021). Namun, terlepas dari potensi yang terlihat, integrasi AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur masih dalam tahap awal dengan penelitian yang terfragmentasi dan penerapan yang beragam (Pejić Bach, Ivec and Hrman, 2023). Tinjauan ini berupaya menjembatani kesenjangan ini dengan menganalisis kemajuan terkini secara sistematis dan mengidentifikasi tren yang muncul.

Tujuan utama dari tinjauan sistematis ini adalah untuk mengkonsolidasikan pengetahuan dan kemajuan terkini di bidangnya, menawarkan pemahaman komprehensif tentang bagaimana AI dan Big Data digunakan dalam produksi dan manufaktur. Upaya ini penting mengingat pesatnya perubahan teknologi dan perlunya industri untuk terus mengikuti perkembangan tersebut guna mempertahankan keunggulan kompetitif. Selain itu, tinjauan ini bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan dan keterbatasan yang dihadapi dalam integrasi teknologi ini, sehingga memberikan perspektif yang seimbang mengenai keadaan saat ini.

Metodologi yang digunakan dalam tinjauan ini adalah tinjauan literatur sistematis (*Systematic Literature Review*, SLR), suatu pendekatan yang ketat dan terstruktur untuk mensintesis penelitian yang sudah ada. Metode SLR sangat relevan dengan penelitian kami karena memungkinkan pengumpulan pengetahuan yang ada secara komprehensif dan tidak memihak, sehingga memastikan bahwa tinjauan kami mencakup spektrum perspektif dan temuan yang luas. Pendekatan ini melibatkan pencarian literatur yang relevan secara teliti, diikuti dengan penilaian kritis dan sintesis informasi yang dikumpulkan. Dengan menggunakan metodologi SLR, tinjauan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman menyeluruh tentang peran AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur, berdasarkan bukti empiris dan penelitian ilmiah (Fahlevi *et al.*, 2023).

Mengingat luasnya cakupan penerapan AI dan Big Data di lingkungan industri, tinjauan ini sengaja mempersempit fokusnya pada kemajuan terkini dan penerapan praktis dalam produksi dan manufaktur. Pembatasan ini sangat penting untuk memberikan analisis yang fokus dan mendalam, bukan tinjauan yang dangkal. Dengan membedah artikel ilmiah terkini, laporan industri, dan studi kasus, tinjauan ini menyintesis kondisi pengetahuan terkini dengan cara yang terstruktur dan mudah diakses.

Metode

Metodologi

Tinjauan literatur sistematis (SLR) ini dirancang untuk memberikan gambaran komprehensif tentang integrasi dan dampak AI dan Big Data di bidang produksi dan manufaktur, dengan fokus pada literatur yang diterbitkan hingga tahun 2023. Metodologinya menganut menetapkan pedoman SLR untuk memastikan ketelitian, replikasi, dan transparansi dalam proses peninjauan (Siripurapu *et al.*, 2023).

Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur yang relevan dilakukan di berbagai database akademik dan perpustakaan digital, termasuk IEEE Xplore, Elsevier's ScienceDirect, SpringerLink, dan Web of Science. Untuk menangkap perkembangan terkini, pencarian dibatasi pada artikel yang diterbitkan antara Januari 2010 dan Oktober 2023. Kerangka waktu yang dipilih memungkinkan untuk mengkaji perkembangan terkini sekaligus memberikan konteks sejarah (Xu *et al.*, 2023). Kata kunci dan frase pencarian dipilih dengan cermat untuk mencakup aspek AI dan Big Data yang luas dan spesifik dalam produksi dan manufaktur. Istilah penelusuran mencakup "Artificial Intelligence in Manufacturing," "Big Data Analytics in Production," "AI-Driven Process Optimization," and "Big Data Applications in Industrial Engineering".

Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Studi dimasukkan berdasarkan kriteria tertentu: studi harus berupa artikel atau makalah konferensi yang ditinjau oleh rekan sejawat yang berfokus pada penerapan AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur, menyajikan temuan empiris atau kontribusi teoretis yang substansial, dan dipublikasikan dalam bahasa Inggris. Kriteria eksklusi terdiri dari literatur yang tidak ditinjau oleh rekan sejawat, artikel yang tidak terkait langsung dengan tema sentral AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur, serta studi dengan fokus utama di luar jangka waktu yang ditentukan (Rathore *et al.*, 2021).

Ekstraksi dan Analisis Data

Proses ekstraksi data melibatkan pendekatan sistematis untuk mengumpulkan informasi penting dari setiap studi yang dipilih. Hal ini mencakup tujuan penelitian, metodologi, teknologi AI dan Big Data yang digunakan, temuan terkait produksi dan manufaktur, serta segala keterbatasan dan tantangan yang ada. Data disusun ke dalam format terstruktur untuk memfasilitasi analisis dan sintesis (Xu *et al.*, 2023). Penelitian ini menggunakan 69 publikasi untuk di review.

Untuk memastikan kredibilitas dan relevansi studi yang dipilih, penilaian kualitas dilakukan. Hal ini melibatkan evaluasi setiap studi atas ketelitian metodologisnya, kejelasan temuannya, dan kontribusinya terhadap lapangan. Studi yang tidak memenuhi standar kualitas yang telah ditentukan dikeluarkan dari tinjauan. Langkah terakhir melibatkan sintesis data yang diambil dari studi yang dipilih. Sintesis ini bertujuan untuk mengidentifikasi tema, pola, dan tren umum dalam penelitian, serta kesenjangan dalam basis pengetahuan saat ini. Hasil sintesis ini disajikan pada bagian selanjutnya dari tinjauan ini, yang memberikan wawasan mengenai keadaan saat ini dan arah masa depan penerapan AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur (Rathore *et al.*, 2021).

Hasil dan Pembahasan

1. AI dan Big Data di Industri 4.0

Terjadi peningkatan integrasi AI dan Big Data sebagai ciri khas Industri 4.0. Penelitian secara konsisten menyoroti peran AI dalam memungkinkan pemeliharaan prediktif, meningkatkan kontrol kualitas, dan mengoptimalkan proses produksi. Analisis Big Data muncul sebagai hal yang sangat penting dalam mendorong pengambilan keputusan, dengan penekanan pada analisis data real-time untuk efisiensi operasional. Perpaduan antara teknologi-teknologi ini menciptakan lingkungan manufaktur yang lebih responsif dan cerdas. Integrasi ini menandai perubahan signifikan dari

praktik manufaktur tradisional ke pendekatan yang lebih berbasis data dan otomatis (Wulandari and Umam, 2020; Park and Bae, 2022).

2. Analisis Prediktif Berbasis AI di Bidang Manufaktur

Semakin meluasnya adopsi analisis prediktif berbasis AI di bidang manufaktur. Sistem ini memanfaatkan algoritme pembelajaran mesin untuk mengantisipasi kegagalan peralatan dan inefisiensi proses. Manfaatnya mencakup pengurangan waktu henti, biaya pemeliharaan yang lebih rendah, dan perencanaan produksi yang lebih baik. Studi yang ditinjau menunjukkan dampak positif terhadap efisiensi operasional dan profitabilitas secara keseluruhan. Kemajuan ini mewakili perubahan paradigma dari manajemen reaktif ke manajemen proaktif di bidang manufaktur (D'Arco *et al.*, 2019; Usada *et al.*, 2023).

3. Big Data untuk Optimasi Rantai Pasokan

Penerapan Big Data dalam manajemen rantai pasokan merupakan area fokus utama lainnya. Studi menunjukkan bagaimana analisis Big Data membantu mengidentifikasi hambatan, memperkirakan permintaan, dan memastikan optimalisasi sumber daya. Integrasi perangkat IoT semakin meningkatkan kemampuan pengumpulan dan analisis data. Hal ini menghasilkan rantai pasokan yang lebih gesit dan responsif, serta mampu beradaptasi terhadap perubahan pasar dengan lebih efektif. Kemajuan seperti ini sangat penting dalam lingkungan bisnis yang serba cepat dan sangat kompetitif saat ini (Li *et al.*, 2022).

4. Tantangan dalam Integrasi dan Kualitas Data

Terlepas dari manfaatnya, tantangan dalam integrasi dan kualitas data sering kali disebutkan. Banyak perusahaan manufaktur kesulitan dengan sistem data tertutup yang menghambat analisis data yang efektif. Masalah kualitas data, terutama pada kumpulan data berukuran besar, menimbulkan tantangan besar dalam memperoleh wawasan yang akurat. Studi-studi tersebut menekankan perlunya tata kelola data dan strategi pengelolaan yang kuat. Mengatasi tantangan-tantangan ini sangat penting untuk keberhasilan penerapan AI dan Big Data di bidang manufaktur (Dhaniswara *et al.*, 2022; Tamasiga *et al.*, 2023).

5. Model AI untuk Peningkatan Efisiensi Produksi

Tren penggunaan model AI yang canggih untuk meningkatkan efisiensi produksi. Model-model ini dirancang untuk mengoptimalkan berbagai aspek produksi, mulai dari alokasi sumber daya hingga aliran proses. Pembelajaran mesin dan teknik pembelajaran mendalam sangat menonjol di bidang ini. Hasilnya menunjukkan peningkatan besar dalam produktivitas dan pemanfaatan sumber daya. Evolusi ini merupakan bukti potensi AI dalam merevolusi operasi manufaktur (Anthopoulos and Kazantzi, 2022).

6. Dampak Big Data pada Manufaktur yang Berpusat pada Pelanggan

Perkembangan menarik yang dicatat dalam literatur adalah peralihan ke arah manufaktur yang berpusat pada pelanggan, yang didorong oleh wawasan Big Data. Produsen menggunakan data pelanggan untuk menginformasikan desain dan penyesuaian produk. Pendekatan ini menghasilkan produksi yang lebih bertarget dan efisien, selaras dengan permintaan pasar. Kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap preferensi pelanggan merupakan keunggulan kompetitif yang signifikan. Tren ini menggarisbawahi kekuatan transformatif Big Data di bidang manufaktur (Novie *et al.*, 2021; Yang *et al.*, 2022).

7. Otomasi dan Robotika Ditingkatkan oleh AI

Peran AI dalam meningkatkan otomatisasi dan robotika di lingkungan manufaktur sangat menonjol. Algoritme AI digunakan untuk meningkatkan presisi dan efisiensi sistem robot. Hal ini menyebabkan peningkatan otomatisasi dalam tugas-tugas yang sebelumnya bersifat manual, sehingga meningkatkan keselamatan dan produktivitas. Integrasi AI

dengan robotika juga memfasilitasi proses manufaktur yang lebih kompleks dan mudah beradaptasi. Kemajuan seperti ini membuka jalan bagi sistem manufaktur yang lebih cerdas dan fleksibel (Maulana et al., 2022; Plantec et al., 2023).

8. Analisis Data Real-Time untuk Pengambilan Keputusan Operasional

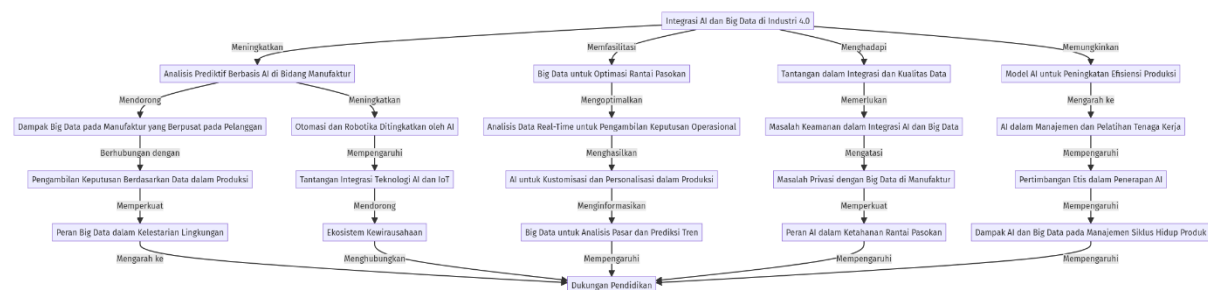
Analisis data real-time, yang didukung oleh AI dan Big Data, merevolusi pengambilan keputusan operasional di bidang manufaktur. Kemampuan untuk menganalisis data dengan cepat memungkinkan penyesuaian langsung dalam proses produksi. Ketangkasan ini sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan merespons masalah produksi yang tidak terduga. Studi menunjukkan bahwa analisis real-time secara signifikan meningkatkan respons operasional dan efisiensi. Kemampuan ini menjadi pembeda utama dalam sektor manufaktur yang sangat kompetitif (Chen, 2023; Irawan et al., 2023).

9. Masalah Keamanan dalam Integrasi AI dan Big Data

Masalah keamanan terkait integrasi AI dan Big Data di bidang manufaktur sering dibahas. Meningkatnya ketergantungan pada data dan sistem yang terhubung meningkatkan kerentanan terhadap serangan siber. Melindungi data sensitif dan memastikan integritas algoritma AI adalah hal yang terpenting. Literatur yang ditinjau memerlukan langkah-langkah dan protokol keamanan siber yang lebih kuat. Aspek ini sangat penting untuk menjaga kepercayaan dan keandalan dalam sistem manufaktur berbasis AI dan Big Data (Raj et al., 2023).

10. Peningkatan Kontrol Kualitas Melalui AI

AI telah meningkatkan pengendalian kualitas secara signifikan di bidang manufaktur. Algoritme AI tingkat lanjut digunakan untuk mendeteksi cacat dan inkonsistensi produk dengan akurasi lebih tinggi dibandingkan metode tradisional. Kemajuan teknologi ini tidak hanya mengurangi limbah tetapi juga menjamin kepuasan pelanggan yang lebih tinggi. Penerapan visi mesin dan pembelajaran mendalam sangat efektif dalam domain ini. Inovasi-inovasi ini menyoroti potensi AI untuk mendefinisikan kembali standar kualitas di bidang manufaktur (Pan et al., 2020; Savzikhanova et al., 2023).



Gambar 1. Framework AI dan Big Data dalam Industri Manufaktur

11. Peran Big Data dalam Kelestarian Lingkungan

Dampak Big Data terhadap kelestarian lingkungan di bidang manufaktur telah mendapat banyak perhatian. Pendekatan berbasis data memfasilitasi penggunaan sumber daya yang lebih efisien, meminimalkan limbah, dan mengoptimalkan konsumsi energi. Analisis prediktif digunakan untuk memperkirakan dan memitigasi risiko lingkungan yang terkait dengan proses manufaktur. Pergeseran menuju keberlanjutan ini tidak hanya signifikan secara etika namun juga semakin relevan dalam konteks permasalahan lingkungan global. Peran Big Data dalam mendorong praktik berkelanjutan di bidang manufaktur merupakan bidang yang siap untuk dieksplorasi lebih lanjut (Bibri et al., 2023; Farahdiba et al., 2023; Nathaniela et al., 2023).

12. AI dalam Manajemen dan Pelatihan Tenaga Kerja

Pengaruh AI terhadap manajemen tenaga kerja dan pelatihan di bidang manufaktur patut diperhatikan. Alat bertenaga AI digunakan untuk pengembangan keterampilan, pemantauan kinerja, dan pelatihan keselamatan. Alat-alat ini menawarkan pengalaman pembelajaran yang dipersonalisasi dan analisis prediktif untuk mengidentifikasi kesenjangan keterampilan. Integrasi AI dalam manajemen sumber daya manusia meningkatkan efisiensi dan keterlibatan karyawan. Namun, hal ini juga menimbulkan pertanyaan tentang keseimbangan antara otomatisasi dan tenaga kerja manusia, sebuah topik yang memerlukan diskusi lebih lanjut (Chen, 2023; Prastyawati and Novie, 2023).

13. Pengambilan Keputusan Berdasarkan Data dalam Produksi

Pergeseran menuju pengambilan keputusan berbasis data dalam produksi merupakan tema yang berulang. Analisis Big Data memberdayakan produsen untuk mengambil keputusan berdasarkan data real-time, sehingga menghasilkan strategi produksi yang lebih tangkas dan responsif. Pendekatan ini sangat efektif dalam mengatasi gangguan rantai pasokan dan fluktuasi pasar. Kemampuan untuk beradaptasi dengan cepat terhadap perubahan kondisi merupakan keunggulan kompetitif yang penting dalam lanskap manufaktur modern. Tren ini menggarisbawahi kekuatan transformatif Big Data dalam pengambilan keputusan strategis (Xiong, 2022; Yafi, 2023).

14. Tantangan Integrasi Teknologi AI dan IoT

Mengintegrasikan AI dengan teknologi Internet of Things (IoT) di bidang manufaktur menimbulkan tantangan unik. Meskipun kombinasi teknologi ini menjanjikan peningkatan efisiensi dan otomatisasi, hal ini juga memerlukan integrasi sistem yang kompleks. Tinjauan tersebut mengidentifikasi masalah terkait kompatibilitas, silo data, dan kebutuhan akan infrastruktur yang kuat. Mengatasi tantangan integrasi ini sangat penting untuk memanfaatkan potensi penuh AI dan IoT di bidang manufaktur. Area ini memberikan peluang untuk mengembangkan solusi integrasi yang lebih lancar (Pangestu *et al.*, 2021; Pandey *et al.*, 2023).

15. AI untuk Kustomisasi dan Personalisasi dalam Produksi

Peran AI dalam memungkinkan penyesuaian dan personalisasi dalam produksi sering kali disebutkan. Algoritme AI semakin banyak digunakan untuk menyesuaikan produk dengan preferensi masing-masing pelanggan. Tren ini menggeser manufaktur dari produksi massal ke kustomisasi massal. Kemampuan untuk menghasilkan produk yang disesuaikan secara efisien merupakan kemajuan yang signifikan, yang menawarkan keunggulan kompetitif yang kuat kepada produsen. Perubahan ini mencerminkan meningkatnya permintaan konsumen akan produk yang dipersonalisasi dan peran AI dalam memenuhi permintaan ini (Fu, 2023; Hakim *et al.*, 2023).

16. Dukungan Pendidikan

Integrasi yang cepat dari teknologi ini memerlukan evolusi yang sesuai dalam kurikulum pendidikan dan program pelatihan. Institusi pendidikan modern, khususnya yang berfokus pada teknik, ilmu komputer, dan bisnis, harus menyesuaikan mata kuliah mereka untuk membekali siswa dengan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk bernavigasi dan berinovasi dalam lingkungan manufaktur berbasis AI dan Big Data. Hal ini tidak hanya mencakup kemahiran teknis dalam analisis AI dan Big Data tetapi juga pemahaman tentang penerapan praktisnya dalam proses manufaktur, pertimbangan etis, dan kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi yang terus berkembang. Hubungan antara pendidikan dan kemajuan AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur bersifat simbiosis, dengan pendidikan membentuk angkatan kerja masa depan yang mampu memanfaatkan teknologi ini, dan kemajuan industri, pada gilirannya, mempengaruhi tren dan kebutuhan pendidikan (Fitriah, Purnama and Asror, 2019; Novitasari and Kurniawati, 2023; O. I. N. Putri *et al.*, 2023; Xu, 2023).

17. Desain dan Ekosistem Kewirausahaan

Ada peluang kewirausahaan yang signifikan. Pengusaha di sektor teknologi dan manufaktur dapat memanfaatkan kemajuan ini untuk berinovasi, mengoptimalkan proses produksi, dan menciptakan model bisnis baru. Dengan memanfaatkan AI untuk analisis prediktif dan mengintegrasikan Big Data untuk meningkatkan pengambilan keputusan, perusahaan rintisan dan bisnis mapan dapat memperoleh keunggulan kompetitif, meningkatkan efisiensi, dan menawarkan solusi yang disesuaikan untuk tantangan manufaktur yang kompleks. Integrasi ini juga membuka jalan bagi wirausahawan untuk mengembangkan alat dan layanan baru yang menjawab kebutuhan unik industri manufaktur di era berbasis AI dan Big Data, seperti solusi AI yang disesuaikan untuk optimalisasi proses atau platform analitik Big Data untuk manajemen rantai pasokan. Semakin berkembangnya interaksi antara AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur tidak hanya mengubah praktik industri yang ada namun juga bertindak sebagai katalis bagi usaha kewirausahaan dan inovasi di bidang ini (Ibrahim *et al.*, 2023; Naser and Zaman, 2023).

18. Big Data untuk Analisis Pasar dan Prediksi Tren

Pemanfaatan Big Data untuk analisis pasar dan prediksi tren mengubah strategi manufaktur. Alat Big Data memungkinkan produsen menganalisis tren pasar, perilaku konsumen, dan memprediksi permintaan di masa depan. Kemampuan prediktif ini sangat penting untuk perencanaan strategis dan alokasi sumber daya. Kemampuan untuk mengantisipasi perubahan pasar memastikan produsen tetap menjadi yang terdepan. Aspek Big Data ini menggarisbawahi pentingnya strategis dalam pengambilan keputusan bisnis (Azizah and Dhaniswara, 2021; Vodenko *et al.*, 2022).

19. Peran AI dalam Ketahanan Rantai Pasokan

Kontribusi AI dalam meningkatkan ketahanan rantai pasokan merupakan temuan yang menonjol. Teknologi AI digunakan untuk memprediksi dan mengelola risiko rantai pasokan, sehingga memastikan pengoperasian yang lebih lancar. Hal ini sangat relevan dalam konteks gangguan global, seperti pandemi COVID-19. Analisis prediktif AI sangat penting dalam mengembangkan rantai pasokan yang lebih tangguh dan adaptif. Pentingnya AI dalam membangun ketahanan rantai pasokan tidak bisa diremehkan, terutama di dunia yang semakin saling terhubung (Azmi and Lamkuche, 2022; Rahmayanti *et al.*, 2022).

20. Masalah Privasi dengan Big Data di Manufaktur

Masalah privasi yang terkait dengan penggunaan Big Data di bidang manufaktur muncul sebagai poin diskusi penting. Ketika produsen mengumpulkan dan menganalisis data dalam jumlah besar, permasalahan seputar privasi dan perlindungan data menjadi semakin relevan. Kebutuhan akan kebijakan dan praktik privasi data yang ketat sudah jelas terlihat. Aspek ini menyoroti keseimbangan penting yang perlu dicapai antara pemanfaatan data dan perlindungan privasi. Mengatasi masalah privasi ini sangat penting untuk menjaga kepercayaan konsumen dan mematuhi standar peraturan (Liu, 2023).

21. Pertimbangan Etis dalam Penerapan AI

Pertimbangan etis dalam penerapan AI di sektor manufaktur muncul sebagai permasalahan yang sangat penting. Masalah terkait bias dalam algoritme AI dan potensi dampaknya terhadap lapangan kerja juga dibahas. Memastikan penerapan AI yang etis memerlukan desain algoritme yang transparan dan bertanggung jawab. Literatur menunjukkan perlunya standar industri dan pedoman etika. Menyeimbangkan kemajuan teknologi dengan tanggung jawab etis tetap menjadi tantangan utama dalam bidang ini (Fitriana *et al.*, 2022; Aldboush and Ferdous, 2023).

22. Dampak AI dan Big Data pada Manajemen Pemasaran dan Siklus Hidup Produk

Dampak AI dan Big Data pada manajemen siklus hidup produk (*Product Lifecycle Management, PLM*) ditinjau secara ekstensif. Teknologi ini merevolusi PLM dengan menyempurnakan desain produk, mengurangi waktu pemasaran, dan meningkatkan prediksi siklus hidup. AI dan Big Data memungkinkan pengelolaan sumber daya yang lebih efisien di seluruh siklus hidup produk. Pendekatan komprehensif terhadap PLM ini meningkatkan efisiensi dan profitabilitas secara keseluruhan. Integrasi AI dan Big Data di PLM merupakan bukti penerapan dan dampaknya yang luas di bidang manufaktur (Barnes and Rutter, 2019; Kalleya *et al.*, 2023).

Arah Penelitian Masa Depan

Studi ini memberikan rekomendasi arahan penelitian di masa depan yang bertujuan untuk mengatasi kesenjangan dalam literatur saat ini dan menyarankan bidang-bidang di mana penyelidikan lebih lanjut dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap bidang AI dan Big Data dalam industri manufaktur, sebagai berikut:

1. Integrasi AI dan Big Data pada Usaha Kecil dan Menengah (UKM)
Penelitian di masa depan harus mengeksplorasi penerapan dan tantangan integrasi AI dan Big Data di UKM. Hal ini penting karena literatur yang ada saat ini sebagian besar berfokus pada industri berskala besar, sehingga berpotensi mengabaikan kebutuhan dan kendala unik yang dimiliki oleh usaha kecil.
2. Algoritma AI Tingkat Lanjut untuk Pemeliharaan Prediktif
Terdapat kebutuhan untuk penelitian mengenai pengembangan algoritme AI yang lebih canggih yang dirancang khusus untuk pemeliharaan prediktif di bidang manufaktur. Penelitian semacam itu dapat berfokus pada peningkatan akurasi dan efisiensi, sehingga mengurangi waktu henti dan biaya pemeliharaan lebih jauh lagi.
3. Penggunaan AI yang Etis dan Bertanggung Jawab dalam Manufaktur
Penelitian di masa depan harus menyelidiki implikasi etis dan penggunaan AI yang bertanggung jawab di bidang manufaktur. Hal ini termasuk mengeksplorasi cara-cara untuk memitigasi bias dalam algoritme AI dan memastikan dampak yang adil terhadap tenaga kerja, khususnya dalam hal perpindahan pekerjaan dan persyaratan keterampilan.
4. Tindakan Keamanan Siber dalam Sistem Terintegrasi AI
Ketika ketergantungan pada AI dan Big Data meningkat, kerentanan terhadap ancaman siber juga meningkat. Penelitian di masa depan harus membahas pengembangan langkah-langkah keamanan siber yang kuat untuk melindungi data manufaktur yang sensitif dan memastikan integritas sistem berbasis AI.
5. Pembelajaran Lintas Industri dan Penerapan AI
Menyelidiki bagaimana strategi AI dan Big Data serta keberhasilan di bidang manufaktur dapat diterapkan ke industri lain akan menjadi bidang studi yang berharga. Hal ini dapat melibatkan analisis komparatif lintas industri untuk mengidentifikasi praktik terbaik dan penerapan inovatif.

Kesimpulan

Tinjauan sistematis ini menyoroti semakin pentingnya peran Kecerdasan Buatan (AI) dan Big Data dalam membentuk kembali lanskap produksi dan manufaktur. Perpaduan teknologi ini tidak hanya menyempurnakan proses yang sudah ada namun juga membuka jalan bagi pendekatan inovatif dalam analisis prediktif, optimalisasi rantai pasokan, dan produksi yang berpusat pada pelanggan. Studi-studi yang ditinjau menggarisbawahi kemajuan signifikan dalam efisiensi, daya tanggap, dan pengambilan keputusan strategis yang dihasilkan oleh integrasi AI dan Big Data. Namun, tinjauan ini juga menyoroti tantangan yang menyertai kemajuan ini, termasuk masalah integrasi dan kualitas data, masalah keamanan siber, dan pertimbangan etis dalam penerapan AI.

Hubungan antara AI dan Big Data dalam produksi dan manufaktur di masa mendatang menghadirkan peluang besar sekaligus tantangan besar. Seiring dengan terus berkembangnya bidang ini, penelitian di masa depan perlu

dilakukan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, khususnya yang berfokus pada penggunaan AI secara etis, keamanan siber, dan penerapannya pada perusahaan skala kecil dan menengah. Integrasi AI dan Big Data dirancang untuk mendefinisikan kembali lanskap manufaktur, dan mengikuti perubahan-perubahan ini sangat penting untuk kemajuan berkelanjutan dan pertumbuhan industri yang berkelanjutan.

Tinjauan sistematis ini, meskipun komprehensif, memiliki limitasi tertentu. Pada dasarnya, tinjauan ini dibatasi pada artikel yang diterbitkan dalam bahasa Inggris, yang mungkin mengecualikan penelitian relevan dalam bahasa lain. Selain itu, fokus pada literatur hingga tahun 2023 berarti bahwa perkembangan terkini dalam bidang AI dan Big Data yang berkembang pesat mungkin tidak disertakan.

Studi tinjauan sistematis terhadap integrasi Kecerdasan Buatan (AI) dan Big Data dalam produksi dan manufaktur mengungkapkan implikasi besar terhadap sektor industri dan bisnis. Temuan ini menunjukkan bagaimana teknologi ini merevolusi proses manufaktur, yang mengarah pada peningkatan efisiensi, pemeliharaan prediktif, dan produksi yang dipersonalisasi. Penerapan AI dan Big Data tidak hanya mengoptimalkan kinerja operasional namun juga mendorong peralihan ke praktik yang lebih berkelanjutan dan bertanggung jawab terhadap lingkungan. Namun, integrasi ini juga membawa tantangan seperti privasi data, perpindahan tenaga kerja, dan masalah etika dalam penerapan AI. Secara signifikan, penelitian ini menggarisbawahi perlunya industri untuk beradaptasi terhadap kemajuan teknologi ini sekaligus mengatasi tantangan-tantangan yang ada, menyarankan peta jalan untuk pembangunan di masa depan di mana teknologi dan pendekatan yang beretika dan berpusat pada manusia bersatu. Konvergensi AI dan Big Data dirancang untuk mendefinisikan kembali lanskap manufaktur, menekankan perlunya inovasi berkelanjutan dan implementasi yang bertanggung jawab dalam menghadapi perubahan teknologi yang pesat.

Konflik Kepentingan

Tidak ada potensi konflik kepentingan yang relevan dengan artikel ini.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada institusi peneliti atas dukungan pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

Al Jahdaly, B. A. et al. (2022) 'Role of green chemistry in sustainable corrosion inhibition: a review on recent developments', *Materials Today Sustainability*, 20, p. 100242. doi: 10.1016/j.mtsust.2022.100242.

Aldboush, H. H. H. and Ferdous, M. (2023) 'Building Trust in Fintech: An Analysis of Ethical and Privacy Considerations in the Intersection of Big Data, AI, and Customer Trust', *International Journal of Financial Studies*, 11(3), p. 90. doi: 10.3390/ijfs11030090.

Anthopoulos, L. and Kazantzi, V. (2022) 'Urban energy efficiency assessment models from an AI and big data perspective: Tools for policy makers', *Sustainable Cities and Society*, 76, p. 103492. doi: 10.1016/j.scs.2021.103492.

Azizah, Z. and Dhaniswara, T. K. (2021) 'Integrasi Aspen Plus Dynamics dengan Matlab Simulink (Studi Kasus: Simulasi Proses Distilasi Propana-Isobutana)', *Journal of Chemical Process Engineering*, 6(2), pp. 113–117. doi: 10.33536/jcpe.v6i2.989.

Azmi, A. and Lamkuche, H. (2022) 'Use of big data and AI in supply chain management', in *AIP Conference Proceedings*, p. 030034. doi: 10.1063/5.0110780.

Barnes, S. and Rutter, R. (2019) 'Using Big Data and AI to Examine Product Engagement in Social Media Influencer Posts', in *2019 4th International Conference on Information Technology, Information Systems and Electrical Engineering (ICITISEE)*. IEEE, pp. 35–39. doi: 10.1109/ICITISEE48480.2019.9003991.

- Bibri, S. E. *et al.* (2023) 'Environmentally sustainable smart cities and their converging AI, IoT, and big data technologies and solutions: an integrated approach to an extensive literature review', *Energy Informatics*, 6(1), p. 9. doi: 10.1186/s42162-023-00259-2.
- Chen, C. (2023) 'Influence of Employees' Intention to Adopt AI Applications and Big Data Analytical Capability on Operational Performance in the High-Tech Firms', *Journal of the Knowledge Economy*. doi: 10.1007/s13132-023-01293-x.
- D'Arco, M. *et al.* (2019) 'Embracing AI and Big Data in customer journey mapping: from literature review to a theoretical framework', *Innovative Marketing*, 15(4), pp. 102–115. doi: 10.21511/im.15(4).2019.09.
- Dhaniswara, T. K. *et al.* (2022) 'The Effect of Pre-treatment of Water Hyacinth (*Eichhornia crassipes*) and the Use of Cow Dung on Biogas Production', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1097(1), p. 012068. doi: 10.1088/1755-1315/1097/1/012068.
- Fahlevi, M. *et al.* (2023) 'Corporate Governance in the Digital Age: A Comprehensive Review of Blockchain, AI, and Big Data Impacts, Opportunities, and Challenges', *E3S Web of Conferences*. Edited by R. Isnanto, Hadiyanto, and B. Warsito, 448, p. 02056. doi: 10.1051/e3sconf/202344802056.
- Farahdiba, A. U. *et al.* (2023) 'The present and proposed sustainable food waste treatment technology in Indonesia: A review', *Environmental Technology & Innovation*, 32, p. 103256. doi: 10.1016/j.eti.2023.103256.
- Fitrihanah, L. *et al.* (2022) 'Distribution Mapping of Cadmium on Water and Soil in Rice Fields Around The Industrial Area of Sidoarjo Regency', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, p. 012015. doi: 10.1088/1755-1315/1030/1/012015.
- Fitrihanah, L., Purnama, A. R. and Asror, M. (2019) 'Pelatihan Pemanfaatan Media Online sebagai Sarana Pemasaran Pengrajin Sablon di Desa Pogar Kecamatan Bangil Kabupaten Pasuruan', in *e-Prosidings SNasTekS*. Sidoarjo: Universitas Nahdlatul Ulama Sidoarjo. Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/snts/article/view/111>.
- Fu, W. (2023) 'AI-News Personalization System Combining Complete Content Characterization and Full Term Interest Portrayal in the Big Data Era', *IEEE Access*, 11, pp. 85086–85096. doi: 10.1109/ACCESS.2023.3303479.
- Hakim, L. *et al.* (2023) 'Analysis of Physiological Workload in Tofu Production Process Based on Energy Recovery at Rest', *Journal of Research and Technology*, 9(1). Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jrt/article/view/967>.
- Ibrahim, M. *et al.* (2023) 'Integrasi Kecerdasan Buatan dalam Desain Aplikasi Seluler: Peningkatkan Pengalaman Pengguna di Era Ekonomi Digital', *Nusantara Computer and Design Review*, 1(1), pp. 31–39. Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/ncdr/article/view/1091>.
- Irawan, M. C. S. *et al.* (2023) 'Global Patent Landscape of Decision Support System in The Business: An Overview', in *2023 International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech)*. IEEE, pp. 464–469. doi: 10.1109/ICIMTech59029.2023.10277829.
- Kalleya, C. *et al.* (2023) 'Agricultural marketing research: A retrospective of domain and knowledge structure', *E3S Web of Conferences*. Edited by T. N. Mursitama et al., 426, p. 01071. doi: 10.1051/e3sconf/202342601071.
- Li, G. *et al.* (2022) 'Big data-oriented wheel position and geometry calculation for cutting tool groove manufacturing based on AI algorithms', *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 119(9–10), pp. 6717–6728. doi: 10.1007/s00170-022-08749-5.

- Liu, L. (2023) 'AI and big data-driven decision support for fostering student innovation in music education at private underground colleges', *Journal of Information Systems Engineering and Management*, 8(2), p. 23646. doi: 10.55267/iadt.07.13840.
- Madyatmadja, E. D. et al. (2021) 'Big Data For Smart City: An Advance Analytical Review', in *2021 1st International Conference on Computer Science and Artificial Intelligence (ICCSAI)*. IEEE, pp. 307–312. doi: 10.1109/ICCSAI53272.2021.9609728.
- Mantri, A. and Mishra, R. (2023) 'Empowering small businesses with the force of big data analytics and AI: A technological integration for enhanced business management', *The Journal of High Technology Management Research*, 34(2), p. 100476. doi: 10.1016/j.hitech.2023.100476.
- Maulana, F. I. et al. (2022) 'Scientometric Analysis in the Field of Big Data and Artificial Intelligence in Industry', in *2022 1st International Conference on Information System & Information Technology (ICISIT)*. IEEE, pp. 255–260. doi: 10.1109/ICISIT54091.2022.9872659.
- Naser, M. A. and Zaman, M. (2023) 'Artificial Intelligence (AI) and Big Data: Impediments to Fraud in Social Entrepreneurship Using Participative Social Governance', in *Accounting, Finance, Sustainability, Governance and Fraud*, pp. 127–135. doi: 10.1007/978-981-16-9499-8_7.
- Nathaniela, T. C. et al. (2023) 'Manage Waste organic with Bioconversion Black Soldier Fly on Business Mega Maggot', *E3S Web of Conferences*. Edited by Widodo et al., 444, p. 04036. doi: 10.1051/e3sconf/202344404036.
- Novie, M. et al. (2021) 'Optimization of Speed Innovation on the Influence of Customer Orientation on Market Performance', *SENTRALISASI*, 10(2), p. 83. doi: 10.33506/sl.v10i2.1307.
- Novitasari, D. and Kurniawati, R. (2023) 'Optimalisasi Pengalaman Belajar Siswa SD melalui Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Web', *Nusantara Educational Review*, 1(1). doi: <https://doi.org/10.55732/ner.v1i1.1006>.
- Pan, C.-L. et al. (2020) 'Accounting, Auditing, Accountability: Key Insights from a Multidisciplinary Review of AI and Big Data Literature', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 806(1), p. 012018. doi: 10.1088/1757-899X/806/1/012018.
- Pandey, S. et al. (2023) 'Subsuming AI, IoT and Big Data in Smart Farm Practices', in *2023 IEEE Devices for Integrated Circuit (DevIC)*. IEEE, pp. 229–232. doi: 10.1109/DevIC57758.2023.10134816.
- Pangestu, G. et al. (2021) 'Head Movement Detection using Deep Learning and Face Edge Detection (FED) Method', in *6th International Conference on Sustainable Information Engineering and Technology 2021*. New York, NY, USA: ACM, pp. 315–320. doi: 10.1145/3479645.3479663.
- Park, J. and Bae, H. (2022) 'Big Data and AI for Process Innovation in the Industry 4.0 Era', *Applied Sciences*, 12(13), p. 6346. doi: 10.3390/app12136346.
- Pejić Bach, M., Iveć, A. and Hrman, D. (2023) 'Industrial Informatics: Emerging Trends and Applications in the Era of Big Data and AI', *Electronics*, 12(10), p. 2238. doi: 10.3390/electronics12102238.
- Plantec, Q. et al. (2023) 'Big data as an exploration trigger or problem-solving patch: Design and integration of AI-embedded systems in the automotive industry', *Technovation*, 124, p. 102763. doi: 10.1016/j.technovation.2023.102763.
- Prastyawati, E. E. and Novie, M. (2023) 'Implementasi Total Quality Management: Dampak terhadap Kepuasan Kerja dan Kinerja Karyawan di PT Tiga Permata Ekspres', *Nusantara Entrepreneurship and Management Review*, 1(1), pp. 47–56. Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/nemr/article/view/1045>.

- Putri, O. I. N. *et al.* (2023) 'Simpang Education sebagai Sarana Peningkatan Mutu Pendidikan bagi Siswa Madrasah Ibtidaiyah Darul Ulum Sidoarjo', *Nusantara Community Empowerment Review*, 1(1). doi: 10.55732/ncer.v1i1.746.
- Putri, S. I. E. *et al.* (2023) 'Artificial Intelligence in the Entrepreneurship: Patent Landscape Analysis', in *2023 International Conference on Inventive Computation Technologies (ICICT)*. Lalitpur: IEEE, pp. 441–447. doi: 10.1109/ICICT57646.2023.10134114.
- Rahmayanti, A. *et al.* (2022) 'Synthesis and Effectiveness of Snake Fruit (*Salacca zalacca*) Seed Charcoal Bio-Adsorbent in Reducing Remazol Brilliant Blue', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, p. 012016. doi: 10.1088/1755-1315/1030/1/012016.
- Raj, B. *et al.* (2023) *AI for Big Data-Based Engineering Applications from Security Perspectives*. Boca Raton: CRC Press. doi: 10.1201/9781003230113.
- Rathore, M. M. *et al.* (2021) 'The Role of AI, Machine Learning, and Big Data in Digital Twinning: A Systematic Literature Review, Challenges, and Opportunities', *IEEE Access*, 9, pp. 32030–32052. doi: 10.1109/ACCESS.2021.3060863.
- Savzikhanova, S. E. *et al.* (2023) 'Quality of Life in the Big Data and AI Economy: Modern Experience and Future Perspectives', in *Advances in Science, Technology and Innovation*, pp. 405–409. doi: 10.1007/978-3-031-29364-1_81.
- Siripurapu, S. *et al.* (2023) 'Technological Advancements and Elucidation Gadgets for Healthcare Applications: An Exhaustive Methodological Review-Part-I (AI, Big Data, Block Chain, Open-Source Technologies, and Cloud Computing)', *Electronics*, 12(3), p. 750. doi: 10.3390/electronics12030750.
- Tamasiga, P. *et al.* (2023) 'Forecasting disruptions in global food value chains to tackle food insecurity: The role of AI and big data analytics – A bibliometric and scientometric analysis', *Journal of Agriculture and Food Research*, 14, p. 100819. doi: 10.1016/j.jafr.2023.100819.
- Usada, U. *et al.* (2023) 'Pelatihan Pemasaran Modern dan Inovasi Produk Kerajinan Bordir Berbasis Konsumen di Tanggulangin Sidoarjo', *Journal of Science and Social Development*, 6(1). Available at: <https://journal.unusida.ac.id/index.php/jssd/article/view/959>.
- Vodenko, K. V. *et al.* (2022) 'Modelling of Conflict in the Labour Market Under the Conditions of Automatization Based on Robots, Big Data and AI: The Specifics of Technological Inequality of Countries and Conflict Management', in *Contributions to Conflict Management, Peace Economics and Development*, pp. 121–131. doi: 10.1108/S1572-832320220000030011.
- Wulandari, R. S. and Umam, M. K. (2020) 'Analisis Postur Kerja pada UKM Kerupuk dengan Metode Rapid Upper Limb Assessment', *Tekmapro: Journal of Industrial Engineering and Management*, 15(2).
- Xiong, X. (2022) 'Development of AI Intelligent Decision-Making System for Engineering Project Investment Cost Control based on Big Data Information Collection Algorithm', in *2022 International Conference on Edge Computing and Applications (ICECAA)*. IEEE, pp. 172–175. doi: 10.1109/ICECAA55415.2022.9936347.
- Xu, H. (2023) 'The Application of Interactive Visualization and Computer Vision in Intelligent Education Based on Big Data AI Technology', *Wireless Communications and Mobile Computing*. Edited by H. G. Rosales, 2023, pp. 1–8. doi: 10.1155/2023/2119198.
- Xu, M. *et al.* (2023) 'Managerial Information Processing in the Era of Big Data and AI – A Conceptual Framework from an Evolutionary Review', in *Lecture Notes in Networks and Systems*, pp. 611–621. doi: 10.1007/978-3-031-33258-6_55.
- Yafi, M. mansur (2023) 'Analisis Postur Kerja Operator Inbound dengan Menggunakan Metode Rula',

JUSTI (Jurnal Sistem dan Teknik Industri), 3(2), p. 237. doi: 10.30587/justicb.v3i2.5243.

Yang, F. X. *et al.* (2022) 'The beauty premium of tour guides in the customer decision-making process: An AI-based big data analysis', *Tourism Management*, 93, p. 104575. doi: 10.1016/j.tourman.2022.104575.