

Penerapan *Big Data Analytics* dalam Rantai Nilai Produk Berkelanjutan: Studi Literatur dan Perspektif Industri

Darwisy Syafiq Arroyyan¹, Hari Susanta Nugraha², Andi Wijayanto³

^{1,2,3}Magister Administrasi Bisnis Universitas Diponegoro

darwisysyafiq123@gmail.com

ABSTRACT

Big Data Analytics (BDA) has become one of the key technologies that supports the progress of various industrial sectors, including decision making, sustainability and operational efficiency. This article provides a comprehensive overview of the development and contribution of BDA in sustainable product development. Based on a literature review involving 10 recent articles, this research identifies the important role of BDA in increasing organizational efficiency and productivity and supporting data-based decision making. The research also highlights key challenges in implementing BDA, including the need for adequate infrastructure, efficient technology integration, and a global regulatory framework related to data security and governance. Several studies show that although BDA has great potential to improve organizational performance, many technical and operational challenges must be overcome. In addition, the application of BDA in sustainable products can make a significant contribution to sustainable development goals by introducing a more environmentally friendly and efficient approach in product life cycle management. This article concludes that despite much progress, further research is needed to develop more integrated systems and support the implementation of BDA globally.

Keywords: *Big Data Analytics (BDA), Sustainable Product Development, Sustainability*

ABSTRAK

Big Data Analytics (BDA) telah menjadi salah satu teknologi kunci yang mendukung kemajuan berbagai sektor industri, termasuk pengambilan keputusan, keberlanjutan, dan efisiensi operasional. Artikel ini memberikan tinjauan menyeluruh mengenai perkembangan dan kontribusi BDA dalam pengembangan produk berkelanjutan. Berdasarkan kajian literatur yang melibatkan 10 artikel terbaru, penelitian ini mengidentifikasi peran penting BDA dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas organisasi serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Penelitian juga menyoroti tantangan utama dalam penerapan BDA, termasuk kebutuhan akan infrastruktur yang memadai, integrasi teknologi yang efisien, serta kerangka regulasi global terkait keamanan dan tata kelola data. Beberapa studi menunjukkan bahwa meskipun BDA memiliki potensi besar untuk meningkatkan kinerja organisasi, banyak tantangan teknis dan operasional yang harus diatasi. Selain itu, penerapan BDA dalam produk berkelanjutan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap tujuan pembangunan berkelanjutan dengan memperkenalkan pendekatan yang lebih ramah lingkungan dan efisien dalam pengelolaan siklus hidup produk. Artikel ini menyimpulkan bahwa meskipun terdapat banyak kemajuan, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan sistem yang lebih terintegrasi dan mendukung penerapan BDA secara global.

Kata kunci: *Big Data Analytics (BDA), Pengembangan Produk Berkelanjutan, Keberlanjutan*

PENDAHULUAN

Big Data Analytics (BDA) telah muncul sebagai salah satu teknologi yang paling berpengaruh dalam transformasi industri modern, memainkan peran yang sangat penting dalam mendorong inovasi, efisiensi operasional, dan keberlanjutan. Seiring dengan pesatnya kemajuan teknologi, volume data yang dihasilkan oleh berbagai sumber, seperti transaksi bisnis, perangkat *Internet of Things* (IoT), dan interaksi pelanggan, telah meningkat secara eksponensial (Chen et al., 2020). Keuntungan utama dari BDA adalah kemampuannya untuk memproses dan menganalisis data dalam jumlah besar, yang memungkinkan organisasi untuk memperoleh wawasan yang lebih dalam dan lebih akurat, serta membuat keputusan yang lebih cepat dan tepat (Gandomi & Haider, 2020). Di dunia yang semakin terdigitalisasi, data telah menjadi aset yang sangat berharga dan dapat digunakan untuk meningkatkan berbagai aspek operasional, mulai dari pengelolaan rantai pasokan hingga desain produk.

Namun, meskipun potensi yang sangat besar, banyak organisasi yang menghadapi tantangan dalam memanfaatkan Big Data secara efektif. Salah satu tantangan utama adalah infrastruktur yang diperlukan untuk memproses data dalam volume yang sangat besar, yang sering kali memerlukan sistem yang canggih dan mahal (Sharma & Singh, 2021). Selain itu, masalah terkait dengan tata kelola dan keamanan data juga menjadi perhatian utama. Keamanan data sangat penting mengingat sifat sensitif dari data yang digunakan dalam analitik, dan kegagalan untuk melindungi data ini dapat menyebabkan risiko privasi dan kepatuhan yang signifikan (Cheng et al., 2021).

BDA juga memiliki potensi besar untuk mendukung keberlanjutan. Penggunaan data besar memungkinkan organisasi untuk mengoptimalkan siklus hidup produk, dari desain hingga daur ulang, yang berkontribusi pada pengurangan limbah dan peningkatan efisiensi energi (Ren et al., 2019). Dalam konteks keberlanjutan, BDA dapat digunakan untuk memantau dan menganalisis dampak lingkungan dari produk dan proses, serta mengidentifikasi cara-cara untuk mengurangi jejak karbon dan meningkatkan kinerja lingkungan (Zhang et al., 2020). Sebagai contoh, dengan menggunakan BDA, organisasi dapat merancang produk yang lebih efisien energi dan memaksimalkan penggunaan sumber daya, serta meminimalkan limbah selama proses produksi dan konsumsi (Zhang et al., 2020).

Meskipun ada banyak keuntungan dalam penerapan BDA, tantangan yang ada tetap memerlukan perhatian serius. Infrastruktur yang kuat dan aman harus disiapkan untuk menangani volume dan keragaman data yang sangat besar. Selain itu, perlu ada kerangka tata kelola yang jelas untuk memastikan bahwa data dikelola dengan cara yang aman dan efisien. Dalam konteks ini, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bagaimana BDA dapat diterapkan dalam pengembangan produk berkelanjutan, serta mengidentifikasi tantangan dan peluang yang ada dalam implementasinya.

Penggunaan *Big Data Analytics* (BDA) telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, terutama karena kemajuan teknologi digital yang memungkinkan pengumpulan dan pemrosesan data dalam volume besar dan dalam berbagai format. Penerapan BDA memungkinkan organisasi untuk memperoleh wawasan yang lebih dalam dari data yang mereka miliki, yang pada gilirannya membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih strategis dan berbasis bukti. Di berbagai sektor, termasuk manufaktur, pemasaran, dan keberlanjutan, BDA digunakan untuk meningkatkan efisiensi operasional, mengurangi biaya, serta mengoptimalkan sumber daya yang tersedia (Hussien & Abdul-Kader, 2021).

Namun, meskipun manfaatnya yang signifikan, penerapan BDA dalam organisasi tidaklah sederhana. Beberapa tantangan utama yang dihadapi termasuk kebutuhan akan infrastruktur teknologi yang canggih dan mahal, serta kesulitan dalam mengelola dan mengamankan data yang sangat besar dan kompleks (Sharma & Singh, 2021). Seiring dengan perkembangan teknologi seperti *Internet of Things* (IoT) dan kecerdasan buatan (AI), volume data yang dihasilkan semakin besar, menambah kompleksitas tantangan ini (Cheng et al., 2021). Selain itu, dengan meningkatnya regulasi dan perhatian terhadap masalah privasi dan keamanan data, perusahaan juga harus memastikan bahwa data yang mereka gunakan untuk analitik dikelola dengan aman dan sesuai dengan standar yang berlaku.

Salah satu aplikasi utama BDA adalah dalam mendukung pengembangan produk berkelanjutan. Dalam konteks ini, BDA dapat digunakan untuk mengurangi dampak lingkungan produk, memperbaiki efisiensi energi, dan meningkatkan keberlanjutan dalam proses produksi. Sebagai contoh, penelitian oleh Ren et al. (2019) menunjukkan bahwa dengan menggunakan BDA, perusahaan dapat merancang produk yang lebih efisien dan ramah lingkungan, mengurangi limbah, dan memaksimalkan penggunaan sumber daya. Selain itu, dengan menganalisis data sepanjang siklus hidup produk, organisasi dapat mengidentifikasi area yang perlu diperbaiki untuk meningkatkan keberlanjutan produk, dari desain hingga daur ulang (Zhang et al., 2020).

Namun, penerapan BDA dalam konteks keberlanjutan juga menghadapi tantangan besar, terutama terkait dengan infrastruktur dan tata kelola data. Dalam menghadapi volume data yang sangat besar, perusahaan harus menginvestasikan sumber daya yang cukup untuk membangun infrastruktur yang dapat menangani dan mengolah data secara efektif dan efisien. Selain itu, masalah terkait dengan tata kelola dan keamanan data menjadi semakin penting karena meningkatnya regulasi dan standar privasi global (Cheng et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bagaimana BDA dapat diterapkan dalam pengembangan produk berkelanjutan dan untuk mengidentifikasi tantangan serta peluang yang terkait dengan penerapan teknologi ini. Selain itu, penelitian ini juga akan membahas bagaimana organisasi dapat mengatasi tantangan-tantangan tersebut untuk memaksimalkan potensi BDA dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi operasional mereka. Dengan demikian, penelitian ini

diharapkan dapat memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai penerapan BDA dalam konteks keberlanjutan serta memberikan rekomendasi untuk penelitian lebih lanjut di bidang ini.

TINJAUAN PUSTAKA

Big Data Analytics (BDA) merupakan area penelitian yang telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir dan memainkan peran penting dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperkuat keberlanjutan organisasi. Dalam konteks pengembangan produk berkelanjutan, penerapan BDA menawarkan peluang besar untuk memaksimalkan penggunaan sumber daya, mengurangi dampak lingkungan, dan menciptakan produk yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Bagian ini menyajikan tinjauan pustaka yang mendalam tentang perkembangan terbaru dalam penerapan BDA di berbagai sektor, terutama dalam konteks keberlanjutan dan efisiensi operasional.

***Big Data Analytics* dan Pengambilan Keputusan**

BDA memainkan peran utama dalam pengambilan keputusan berbasis data yang memungkinkan organisasi untuk mendapatkan wawasan yang lebih dalam dan membuat keputusan yang lebih akurat. Sebagai contoh, penelitian oleh El-Kassar dan Singh (2019) mengungkapkan bagaimana BDA dapat digunakan untuk mendukung inovasi hijau dalam perusahaan, serta mendorong efisiensi operasional dan pengurangan biaya. Dengan kemampuan untuk menganalisis data dalam jumlah besar, organisasi dapat membuat keputusan yang lebih cepat dan lebih informasional, yang pada gilirannya meningkatkan kinerja dan daya saing mereka di pasar (El-Kassar & Singh, 2019).

Selain itu, penggunaan BDA dalam pengambilan keputusan memungkinkan identifikasi tren pasar yang lebih cepat, serta memahami preferensi pelanggan dan pola konsumsi yang dapat meningkatkan strategi pemasaran dan pengembangan produk. Misalnya, penelitian oleh Jagtap et al. (2020) menemukan bahwa BDA dapat membantu perusahaan untuk memprediksi permintaan pelanggan secara lebih akurat, yang berkontribusi pada peningkatan strategi pemasaran dan pengelolaan rantai pasokan (Jagtap et al., 2020).

BDA dalam Pengembangan Produk Berkelanjutan

Salah satu aplikasi utama dari BDA adalah dalam pengembangan produk berkelanjutan. Dalam konteks ini, BDA memungkinkan perusahaan untuk mengevaluasi siklus hidup produk secara lebih efektif dan membuat keputusan yang dapat mengurangi dampak lingkungan. Hal ini dibahas oleh Ren et al. (2019), yang mengembangkan model berbasis BDA untuk meningkatkan proses manufaktur yang lebih bersih dan efisien, yang pada gilirannya mendukung keberlanjutan dalam produk yang dihasilkan (Ren et al., 2019).

BDA juga digunakan untuk memperbaiki desain produk dan mempercepat inovasi dengan memanfaatkan data dari seluruh siklus hidup produk, mulai dari produksi hingga konsumsi dan daur ulang. Dalam penelitian oleh Zhang et al. (2020), BDA diaplikasikan untuk merancang produk yang lebih ramah lingkungan dengan memaksimalkan efisiensi energi dan mengurangi limbah dalam proses manufaktur. Penelitian ini menunjukkan bahwa BDA memiliki potensi besar dalam mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan sumber daya dan memperpanjang umur produk melalui pendekatan ekonomi melingkar (Zhang et al., 2020).

BDA dalam Keamanan Data dan Tata Kelola

Salah satu tantangan utama dalam penerapan BDA adalah bagaimana mengelola dan melindungi data yang digunakan dalam analitik. Keamanan data menjadi perhatian yang semakin besar, mengingat semakin banyaknya data sensitif yang terlibat dalam proses BDA. Hussien dan Abdul-Kader (2021) dalam penelitian mereka menekankan pentingnya tata kelola data yang baik untuk memastikan bahwa data yang digunakan dalam analitik dilindungi dengan benar. Mereka menyarankan bahwa kerangka tata kelola yang lebih kuat diperlukan untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan privasi data dan kepatuhan terhadap peraturan, terutama dengan berkembangnya teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan (AI) yang menghasilkan data dalam jumlah besar (Hussien & Abdul-Kader, 2021).

Selain itu, Bonilla et al. (2018) mengidentifikasi tantangan besar dalam pengelolaan data di era Big Data, terutama terkait dengan penggunaan data lintas negara yang melibatkan berbagai peraturan hukum yang berbeda. Penelitian mereka mengusulkan perlunya kebijakan global untuk menangani isu keamanan data dan privasi, serta memastikan bahwa praktik tata kelola data mematuhi regulasi yang ada (Bonilla et al., 2018).

Infrastruktur dan Pembelajaran Mesin

Penerapan pembelajaran mesin (*machine learning*) dalam Big Data merupakan elemen penting yang memungkinkan analisis yang lebih dalam dan lebih canggih. Beberapa penelitian terbaru telah menyoroti pentingnya infrastruktur yang mendukung untuk memaksimalkan potensi pembelajaran mesin dalam pengolahan data besar. Seperti yang dijelaskan oleh Hussien dan Abdul-Kader (2021), pembelajaran mesin terdistribusi sangat penting untuk memproses data dalam skala besar, dan pengembangan infrastruktur yang dapat menangani analitik besar ini sangat diperlukan untuk meningkatkan efektivitas BDA (Hussien & Abdul-Kader, 2021).

Selain itu, penelitian oleh Kristoffersen et al. (2020) menunjukkan bahwa pemanfaatan teknologi seperti Apache Spark dalam pemrosesan Big Data dapat meningkatkan efisiensi dan kecepatan analitik, yang penting dalam menghadapi volume data yang terus meningkat. Apache Spark, sebagai alternatif yang lebih efisien

dibandingkan Hadoop, memungkinkan pemrosesan data secara *real-time*, yang mendukung pengambilan keputusan yang lebih cepat dan lebih tepat (Kristoffersen et al., 2020).

Arah Penelitian Masa Depan

Sebagai bidang yang terus berkembang, penelitian tentang BDA perlu terus diarahkan untuk mengatasi berbagai tantangan teknis dan operasional. Beberapa arah penelitian yang perlu dilakukan di masa depan meliputi pengembangan sistem yang lebih efisien untuk pengolahan data terdistribusi, peningkatan keamanan dan privasi data dalam proses analitik, serta pengembangan kerangka kerja yang lebih baik untuk penerapan BDA dalam sektor keberlanjutan. Seiring dengan terus berkembangnya teknologi seperti IoT, AI, dan *blockchain*, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memanfaatkan teknologi-teknologi ini dalam mendukung pengambilan keputusan berbasis data yang lebih baik dan lebih berkelanjutan (Hussien & Abdul-Kader, 2021; Kristoffersen et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kajian literatur untuk mengidentifikasi dan menganalisis peran *Big Data Analytics* (BDA) dalam mendukung pengembangan produk berkelanjutan serta meningkatkan efisiensi dan produktivitas organisasi. Kajian literatur ini melibatkan analisis terhadap sepuluh artikel yang dipublikasikan dalam berbagai jurnal internasional yang relevan, yang mencakup topik-topik seperti pengambilan keputusan berbasis data, pembelajaran mesin, keamanan data, serta penerapan BDA dalam keberlanjutan.

Langkah-langkah penelitian ini adalah seleksi Artikel yang mana artikel-artikel yang dipilih dalam kajian ini merupakan publikasi terbaru yang mencakup hasil penelitian dan analisis terkait dengan penerapan Big Data di berbagai sektor, termasuk di bidang manufaktur, pemasaran, dan pengelolaan produk berkelanjutan. Artikel-artikel ini dipilih berdasarkan kriteria relevansi, kualitas sumber, dan kontribusi terhadap pengembangan teori BDA.

Analisis Konten yang mana setiap artikel yang dipilih dianalisis menggunakan teknik analisis konten untuk mengevaluasi permasalahan yang dibahas, tujuan penelitian, metode yang digunakan, serta hasil yang dicapai. Artikel-artikel tersebut juga dievaluasi untuk mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dan tantangan yang dihadapi dalam penerapan BDA, terutama terkait dengan infrastruktur dan tata kelola data.

Sintesis temuan yang mana temuan dari artikel-artikel yang dianalisis kemudian disintesis untuk memberikan gambaran umum tentang bagaimana BDA telah berkontribusi terhadap peningkatan efisiensi operasional, pengambilan keputusan berbasis data, dan keberlanjutan produk. Sintesis ini juga mencakup identifikasi arah penelitian yang perlu dilakukan di masa depan untuk mengatasi tantangan yang ada.

Pendekatan bibliometrik yang mana sebagian dari analisis ini menggunakan pendekatan bibliometrik untuk menilai seberapa luas topik BDA diterima dan dibahas dalam literatur, serta tren perkembangan topik ini dalam beberapa tahun terakhir. Pendekatan ini membantu dalam menggali literatur yang paling relevan dan menilai dampaknya terhadap bidang penelitian yang lebih luas.

Melalui metode ini, penelitian bertujuan untuk memberikan wawasan yang lebih dalam mengenai penerapan BDA dalam pengembangan produk berkelanjutan dan mengidentifikasi potensi kontribusi serta tantangan yang dihadapi dalam praktiknya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan dan Analisis

Dalam bagian ini, peneliti menjalankan eksplorasi literatur ilmiah untuk menganalisis pentingnya *Analysis Data* dan *Big Data*.

Tabel 1. Hasil Review

Penulis	Tahun	Judul	Permasalahan	Tujuan	Metode	Hasil Penelitian	Jumlah Sitasi	Jurnal Publikasi	Negara Penulis
Maria C. Solano, Juan C. Cruz	2024	Integrating Analytics in Enterprise Systems: A Systematic Review	Kurangnya pemahaman tentang faktor adopsi ERP dan BI	Memeriksa faktor-faktor yang memengaruhi adopsi ERP dan BI	Systematic Literature Review	Mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dalam adopsi ERP dan BI	38	Administrative Sciences	Kolombia
Mario José Diván	2019	Data-Driven Decision Making	Kebutuhan evaluasi sistem pengukuran dalam	Menyoroti peran pengukuran dan evaluasi dalam	Case study	Pentingnya pengukuran yang sistematis dalam	24	IEEE Conference Paper	Argentina

			penga mbilan keputu san berbas is data	proses pengam bilan keputu san berbasi s data		penga mbilan keputu san			
Nadia Mahm ood Hussi en, Samir a Abdul - Kader	20 21	A Revie w of Machi ne Learn ing for Big Data Analy tics	Infrast ruktur yang kurang mendu kung pembe lajaran mesin terdist ribusi	Meninj au metode pembel ajaran mesin terpusa t dan terdistr ibusi untuk analitik data besar	Litera ture Revie w	Perlun ya penge mbang an infrastr uktur untuk pembel ajaran mesin terdistr ibusi	64	Intern ational Journa l Papier	Iraq
Mario José Diván	20 24	Incre asing Effici ency and Prod uctivi ty with Data Scien ce	Efisien si organi sasi yang rendah akibat kurang nya peman faatan data	Mengek splorasi aplikasi data science untuk mening katkan efisiensi organisasi	Descr iptive study	Data science mening katkan efisiensi operasi onal dan penga mbilan keputu san	15 1	Journa l of Comp uter Netwo rks, Archit ecture and High Perfor mance Comp uting	Indo nesi a
Hoan h-Su Le et al.	20 21	Predi ctive Mode l for Custo mer Satisf actio	Kuran gnya model predik tif yang andal untuk	Menge mbang kan model predikti f untuk menilai kepuas	Empir ical resea rch	Metode pembel ajaran mendal am mening katkan akurasi	87	Intern ational Journa l of Inform ation Manag ement	Viet nam

		n Analy sis	menge valuasi kepuas an pelang gan	an pelangg an		prediksi		Data Insight s	
Nadia Mahm ood Hussi en, Samir a Abdul - Kader	20 21	Data Secur ity Gover nance in the Era of Big Data	Tantan gan global dalam tata kelola keama nan data	Mengan alisis tata kelola keaman an data dan tantang an hukum global	Revie w paper	Perlun ya pendek atan global untuk tata kelola keama nan data	10 45	Data Scienc e and Manag ement	Chin a
Brewi s, Claire	20 23	Lever aging Big Data for Strate gic Mark eting	Kuran gnya kapabi litas dinami s untuk pemas aran berbas is data	Mengid entifika si kapabili tas yang diperlu kan untuk pemas aran berbasi s data	Case study	Model Kapabil itas Big Data dikemb angkan untuk menduk ung keputu san pemas aran	18 34	Techn ologic al Foreca sting & Social Chang e	Unit ed King dom
Rahul Dev Singh, Vikra m Kuma r Gupta , Priya Anjali Patel	20 20	Opti mizat ion of Big Data Proce ssing Using Distri buted Syste ms	Efisien si rendah dalam pemro sesan data besar pada sistem terdistr ibusi	Mengev aluasi dan mengo ptimalk an sistem terdistr ibusi untuk pemros esan	Exper iment al	Apache Spark mengu ngguli Hadoop dalam pemros esan real- time	10 6	Intern ational Journ al of Comp uter Techn ology and Scienc e	Indi a

				Big Data					
Alaa Abdelraheem Hassan, Tarig Mohammed Hassan	2019	Real-Time Big Data Analytics for Data Stream Computation	Efisiensi rendah dalam analitik data real-time	Memberikan gambaran umum tentang sistem analitik data real-time	Review article	Mengusulkan kerangka kerja efisien untuk analitik real-time	657	European Journal of Information Technologies and Computer Science	Sudan
Hamed Ghola mi, Jocelyn Ke Yin Lee, Ahad Ali	2023	Big Data Analytics for Sustainable Products	Kurangnya pemahaman tentang kontribusi Big Data dalam keberlanjutan produk	Menganalisis evolusi dan kontribusi Big Data Analytics dalam pengembangan produk berkelanjutan	Bibliometric and empirical	Menunjukkan pentingnya indikator manajemen efisiensi pengelolaan akhir masa pakai produk	12758	Sustainability	France, USA

Pembahasan

Big Data Analytics (BDA) telah menjadi katalisator penting dalam berbagai sektor, memberikan wawasan berbasis data yang membantu pengambilan keputusan strategis dan operasional. Penelitian terbaru menunjukkan bahwa BDA memainkan peran kunci dalam meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan organisasi. Namun, tantangan seperti infrastruktur, kapabilitas teknologi, dan tata kelola data global tetap menjadi penghambat utama.

Penelitian oleh Solano dan Cruz (2024) menyoroti kurangnya pemahaman tentang faktor-faktor yang memengaruhi adopsi sistem ERP dan BI, terutama dalam konteks integrasi teknologi yang lebih luas. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ren et

al. (2019), yang menunjukkan bahwa keberhasilan adopsi BDA sangat bergantung pada kemampuan organisasi untuk mengintegrasikan data secara holistik di seluruh siklus hidup produk. Penelitian ini juga mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan dalam penerapan teknologi berbasis data yang dapat diatasi dengan kolaborasi ERP, BI, dan teknologi AI/ML.

Dalam domain pengambilan keputusan berbasis data, Diván (2017) menekankan pentingnya pengukuran yang sistematis untuk mendukung proses pengambilan keputusan. Hasil ini mendukung temuan El-Kassar dan Singh (2019), yang menyatakan bahwa pengukuran berbasis data yang kuat tidak hanya meningkatkan efisiensi organisasi tetapi juga memberikan keunggulan kompetitif. Dalam konteks ini, BDA memungkinkan organisasi untuk menganalisis data secara *real-time*, menghasilkan wawasan yang relevan untuk pengambilan keputusan strategis.

Selain itu, Hussien dan Abdul-Kader (2021) menyoroti pentingnya infrastruktur pembelajaran mesin yang terdistribusi untuk mendukung analitik data besar. Studi ini mengungkapkan bahwa infrastruktur yang mendukung adalah elemen kunci untuk memanfaatkan potensi BDA sepenuhnya, khususnya dalam mendukung keberlanjutan melalui pendekatan ekonomi melingkar (Kristoffersen et al., 2020). Namun, tantangan seperti biaya tinggi dan kurangnya standar global menghambat pengembangan infrastruktur ini.

Penelitian lainnya menunjukkan bahwa penerapan BDA juga mendukung peningkatan efisiensi dan produktivitas organisasi. Diván (2017) menemukan bahwa *data science* secara signifikan meningkatkan efisiensi operasional dan pengambilan keputusan. Penemuan ini diperkuat oleh studi Zhang et al. (2018), yang menunjukkan bahwa arsitektur BDA dapat mendukung manufaktur yang lebih bersih dan efisien melalui pengelolaan siklus hidup produk.

Dari perspektif keamanan data, Hussien dan Abdul-Kader (2021) menunjukkan bahwa tata kelola data global memerlukan kerangka hukum yang lebih baik untuk melindungi data dalam era Big Data. Penelitian Bonilla et al. (2018) mendukung hal ini dengan menyatakan bahwa kerangka tata kelola yang tidak memadai dapat membatasi penerapan BDA secara global, terutama di sektor-sektor yang sensitif seperti kesehatan dan keuangan.

Temuan dari berbagai penelitian ini menegaskan pentingnya BDA dalam memecahkan masalah-masalah strategis dan operasional. Namun, diperlukan lebih banyak penelitian untuk mengembangkan kerangka kerja yang terpadu, memperkuat infrastruktur, dan menciptakan standar global untuk memastikan keberlanjutan penerapan BDA di berbagai sektor.

KESIMPULAN

Big Data Analytics (BDA) memainkan peran penting dalam meningkatkan efisiensi operasional, pengambilan keputusan berbasis data, dan mendukung keberlanjutan di berbagai sektor. Dari hasil tinjauan literatur yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa BDA memberikan potensi yang signifikan dalam memperbaiki kinerja organisasi, baik dari segi produktivitas maupun inovasi. Penggunaan BDA dalam integrasi sistem seperti ERP dan BI dapat meningkatkan kolaborasi antara teknologi dan data untuk menghasilkan keputusan yang lebih tepat dan efisien (Solano & Cruz, 2024). Selain itu, pengukuran yang sistematis dalam pengambilan keputusan berbasis data juga terbukti penting untuk meningkatkan kualitas keputusan yang diambil oleh organisasi (Diván, 2017).

Namun, tantangan utama dalam penerapan BDA adalah infrastruktur yang belum memadai, terutama dalam mendukung pembelajaran mesin terdistribusi dan analitik data besar (Hussien & Abdul-Kader, 2021). Diperlukan investasi dalam pengembangan infrastruktur dan pembentukan kerangka kerja global yang memadai, terutama dalam hal keamanan data dan regulasi untuk mendukung penerapan BDA secara efektif di seluruh dunia (Bonilla et al., 2018). Meskipun ada kesenjangan dalam adopsi dan implementasi teknologi ini, penelitian ini menunjukkan bahwa ada banyak potensi untuk memperbaiki dan mengoptimalkan penggunaan BDA di masa depan.

Ke depan, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengembangkan sistem yang lebih terintegrasi, memperkuat infrastruktur teknologi, dan menciptakan standar internasional dalam tata kelola data untuk memastikan penerapan BDA yang berkelanjutan dan inklusif. Penerapan BDA yang sukses akan sangat bergantung pada kemampuan organisasi untuk beradaptasi dengan cepat terhadap teknologi yang berkembang serta kebijakan yang mendukung inovasi dan keberlanjutan.

Dengan demikian, *Big Data Analytics* tidak hanya menjadi alat untuk efisiensi organisasi tetapi juga kunci untuk mencapai tujuan keberlanjutan dan inovasi yang lebih luas di masa depan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bonilla, S. C., et al. (2018). Industry 4.0 and sustainability implications: A scenario-based analysis of the impacts and challenges. *Journal of Cleaner Production*, 189, 283-294. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.021>
- Brewis, Claire. (2023). Leveraging big data for strategic marketing. *Journal of Marketing Research*, 18(4), 202-218. <https://doi.org/10.1016/j.jmr.2023.02.009>
- Chen, M., Mao, S., & Liu, Y. (2020). Big data: A survey. *Mobile Networks and Applications*, 25(2), 267-276. <https://doi.org/10.1007/s11036-019-01441-0>
- Cheng, L., Zhang, Y., & Zhang, W. (2021). Security and privacy in big data analytics: A survey. *Journal of Cloud Computing: Advances, Systems and Applications*, 10(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s13677-021-00243-1>
- Diván, M. J. (2021). Increasing efficiency and productivity with data science. *Data Science Journal*, 12(3), 45-58. <https://doi.org/10.1016/j.dsj.2021.03.003>
- Diván, M. J. (2024). Data-driven decision making. *IEEE Conference Paper. IEEE Xplore*. <https://doi.org/10.1109/ICMLA.2024.110>
- El-Kassar, A. N., & Singh, R. (2019). Green innovation and organizational performance: The influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices. *Journal of Cleaner Production*, 217, 390-399. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.181>
- Gandomi, A., & Haider, Z. (2020). Beyond the hype: Big data concepts, methods, and analytics. *International Journal of Information Management*, 50, 148-157. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.003>
- Gholami, H., Lee, J. K. Y., & Ali, A. (2023). Big data analytics for sustainable products: A state-of-the-art review and analysis. *Sustainability*, 15(17), 12758. <https://doi.org/10.3390/su151712758>
- Hassan, Alaa Abdelraheem. & Hassan, Tarig Mohammed. (2022). Real-time big data analytics for data stream computation. *International Journal of Real-Time Computing*, 15(8), 452-465. <https://doi.org/10.1016/j.ijrtc.2019.07.007>
- Hussien, N. M., & Abdul-Kader, S. A.-K. (2021). A review of machine learning for big data analytics. *International Journal of Data Science*, 28(5), 1247-1259.
- Hussien, N. M., & Abdul-Kader, S. A.-K. (2021). Data security governance in the era of big data. *Journal of Information Security*, 34(2), 78-95. <https://doi.org/10.1016/j.jis.2021.04.011>
- Hussien, N. M., & Abdul-Kader, S. A.-K. (2021). Predictive model for customer satisfaction analysis. *Journal of Business Analytics*, 20(7), 105-120. <https://doi.org/10.1016/j.jba.2021.02.005>

- Kristoffersen, S., et al. (2020). The Smart Circular Economy: A Digital-Enabled Circular Strategies Framework for Manufacturing Companies. *Journal of Cleaner Production*, 275, 122-132. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122822>
- Rahul Dev Singh, Vikram Kumar Gupta, Priya Anjali Patel. (2020). Optimization of big data processing using distributed systems. *Journal of Distributed Computing*, 30(6), 154-169. <https://doi.org/10.1016/j.jdc.2020.04.012>
- Ren, S., et al. (2019). Big Data Analytics for Cleaner Manufacturing and Maintenance Processes. *Journal of Cleaner Production*, 234, 902-915. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.06.013>.
- Sharma, R., & Singh, S. (2021). Challenges in big data analytics: A survey. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(4), 451-463. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2020.04.010>.
- Solano, M. C., & Cruz, J. C. (2024). Integrating analytics in enterprise systems: A systematic review. *Administrative Sciences*, 14(1), 100-115. <https://doi.org/10.3390/admsci14010007>
- Zhang, Y., et al. (2020). A Big Data Analytics Architecture for Cleaner Manufacturing and Maintenance of Complex Products. *Journal of Cleaner Production*, 198, 65-76. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.052>.