



Penggunaan Teknologi Informasi dalam Mengoptimalisasi Supply Chain Management

Rayyan Jamal¹, Achmad Alfarizal Ikhval², Nova Ainun Nisa³, Salwa Hulyatul Qulbi⁴, Muhammad Usman Arifin⁵

¹Universitas Bina Nusantara, Bekasi, Indonesia

Email: Rayyan.Jamal@binus.ac.id¹, Achmad.ikhval@binus.ac.id²,

nova.nisa@binus.ac.id³, salwa.qulbi@binus.ac.id⁴,

Muhammad.arifin015@binus.ac.id⁵

Abstrak:

Teknologi Informasi sudah sering digunakan untuk meningkatkan supply chain atau rantai pasok adalah sebuah hal yang sangat penting di dalam supply chain management. Integrasi teknologi dalam manajemen rantai pasokan menjadi semakin penting karena semakin kompleksnya rantai pasokan dan kebutuhan akan data real-time. Studi ini mengkaji tantangan dan peluang yang dihadirkan oleh adopsi teknologi digital seperti Internet of Things (IoT), blockchain, dan kecerdasan buatan (AI) dalam manajemen rantai pasokan. Para penulis menyoroti pentingnya data yang akurat dan tepat waktu, perlunya integrasi teknologi baru, dan pentingnya keamanan dan privasi data. Mereka juga membahas perlunya kompetensi dan keterampilan baru di antara para pekerja serta pentingnya pelatihan dan pengembangan profesional yang berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang komprehensif tentang peran teknologi digital dalam manajemen rantai pasokan dan untuk mengidentifikasi strategi untuk mengatasi tantangan yang terkait dengan penerapannya. Para penulis menyimpulkan bahwa integrasi teknologi digital yang efektif dapat meningkatkan efisiensi, transparansi, dan kemampuan pengambilan keputusan dalam manajemen rantai pasokan, yang pada akhirnya meningkatkan daya saing bisnis di pasar global.

Kata Kunci: Manajemen Rantai Pasokan, Teknologi Digital, Blockchain, Pengembangan Keterampilan, Integrasi

Abstract:

Information technology has often been used to improve supply chains or the supply chain is a very important thing in supply chain management. Technology integration in supply chain management is becoming increasingly important due to the increasing complexity of supply chains and the need for real-time data. This study examines the challenges and opportunities presented by the adoption of digital technologies such as the Internet of Things (IoT), blockchain, and artificial intelligence (AI) in supply chain management. The authors highlight the importance of accurate and timely data, the need for

integration of new technologies, and the importance of data security and privacy. They also discussed the need for new competencies and skills among workers and the importance of ongoing professional training and development. This research aims to provide a comprehensive understanding of the role of digital technology in supply chain management and to identify strategies to overcome the challenges associated with its implementation. The authors conclude that effective digital technology integration can improve efficiency, transparency, and decision-making capabilities in supply chain management, ultimately increasing business competitiveness in the global market.

Keywords: Supply Chain Management, Digital Technologies, Blockchain, Data Security, Skills Development, Integration.

Pendahuluan

Teknologi Informasi sudah sering digunakan untuk meningkatkan supply chain atau rantai pasok adalah sebuah hal yang sangat penting di dalam supply chain management. Ini disebabkan karena informasi telah menjadi dasar dalam pelaksanaan supply chain management dan menjadi sebuah acuan manajer dalam membuat keputusan mengenai supply chain management. Tanpa adanya informasi, manajer tidak akan bisa mengambil keputusan dengan tepat dalam supply chain karena manajer tidak bisa mengetahui berapa banyak permintaan dari pasar yang harus dipenuhi, berapa stok barang yang tersedia untuk dijual besok, dan jenis apa dan berapa banyak produk yang harus dibuat agar dapat memenuhi permintaan pasar.

Penggunaan Teknologi Informasi dalam rantai pasok menjadi semakin penting karena beberapa fenomena ini, yang pertama adalah mengenai kompleksitas rantai pasok yang meningkat. Supply chain menjadi semakin kompleks, didorong oleh faktor-faktor seperti globalisasi dan volatilitas pasar. Hal ini menuntut adanya implementasi digitalisasi dalam supply chain untuk meningkatkan visibilitas dan ketangkasan di seluruh jaringan rantai pasok. Digitalisasi menawarkan solusi inovatif untuk mengelola kompleksitas ini melalui peningkatan visibilitas dan ketangkasan (Gattorna, 2021). Fenomena yang kedua adalah mengenai perkembangan revolusi industri 4.0 yang membantu dalam menangani masalah kompleksitas supply chain.

Teknologi Industri 4.0, termasuk Internet of Things (IoT), Kecerdasan Buatan (AI), dan analitik data besar, mentransformasikan manajemen rantai pasok dengan memungkinkan pertukaran data dan pengambilan keputusan secara real-time. Teknologi ini membantu mengatasi tantangan yang ditimbulkan oleh kompleksitas rantai pasok (Apriani, Azizah, Ramadhona, & Kusumawardhani, 2023). Fenomena ketiga yang membuat teknologi dalam mengoptimalkan supply chain semakin penting adalah fenomena digitalisasi supply chain. Digitalisasi supply chain bersama dengan analitik tingkat lanjut dan AI, merupakan pendorong utama transformasi rantai pasok digital. Teknologi ini menyediakan alat yang diperlukan untuk mengelola kompleksitas dan meningkatkan efisiensi operasional melalui wawasan prediktif dan preskriptif (Ihl, Vossen, & Piller, 2019). Namun meski penggunaan Teknologi Informasi membawa banyak manfaat terhadap rantai pasok tapi tetap terdapat beberapa masalah yang muncul

dari fenomena ini: Ketergantungan pada Data yang Akurat, Kompleksitas Integrasi Sistem, Keamanan dan Privasi Data, Kebutuhan Kompetensi Baru.

Dalam era globalisasi dan perkembangan pesat teknologi informasi, manajemen rantai pasok mengalami perubahan signifikan yang membawa berbagai tantangan baru. Adopsi teknologi informasi dan digitalisasi dalam manajemen rantai pasok bertujuan untuk meningkatkan efisiensi operasional, transparansi, dan ketepatan pengambilan keputusan. Namun, implementasi teknologi ini juga menghadirkan beberapa permasalahan yang perlu diidentifikasi dan diatasi untuk mencapai tujuan tersebut.

Pertama, keakuratan dan ketepatan waktu data sangat krusial dalam manajemen rantai pasok yang efektif. Penggunaan teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan blockchain bertujuan untuk meningkatkan visibilitas dan integritas data dalam rantai pasok. IoT memiliki potensi besar dalam meningkatkan visibilitas dan efisiensi rantai pasok dengan menyediakan data yang akurat dan tepat waktu terkait inventaris, lokasi pengiriman, dan kondisi lingkungan (Syamil et al., 2023). Namun, bagaimana teknologi ini dapat diintegrasikan secara optimal untuk memastikan data yang dikumpulkan akurat, tepat waktu, dan dapat diandalkan? Bagaimana tantangan dalam pengumpulan, analisis, dan distribusi data real-time dapat diatasi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik?

Kedua, integrasi teknologi Industri 4.0, termasuk IoT, kecerdasan buatan (AI), dan analitik data besar, memerlukan penyesuaian signifikan dalam proses operasional dan manajemen. Implementasi teknologi baru harus dilakukan secara bertahap untuk meminimalkan gangguan operasional dan memberikan waktu bagi karyawan untuk menyesuaikan diri dengan teknologi baru (Hidayat, Hayadi, & Yusuf, 2024). Apa saja hambatan teknis dan organisasi yang dihadapi dalam penerapan teknologi ini? Bagaimana perusahaan dapat mengimplementasikan teknologi Industri 4.0 secara bertahap dan efektif tanpa mengganggu operasi bisnis yang sedang berjalan? Apa peran pelatihan dan pengembangan karyawan dalam memastikan keberhasilan integrasi teknologi ini?

Ketiga, keamanan dan privasi data menjadi perhatian utama dalam proses digitalisasi rantai pasok. Dengan meningkatnya ancaman cyber attack peneliti menekankan pentingnya penerapan protokol keamanan data yang kuat untuk melindungi informasi sensitif dari ancaman siber (Silalahi, 2022). Bagaimana perusahaan dapat menerapkan protokol keamanan data yang kuat untuk melindungi informasi sensitif? Apa saja langkah-langkah yang harus diambil untuk meningkatkan kesadaran keamanan di kalangan karyawan dan memastikan kepatuhan terhadap standar keamanan yang tinggi? Bagaimana pengawasan dan audit reguler dapat membantu dalam mendeteksi dan memperbaiki kerentanan sebelum menjadi ancaman serius?

Keempat, adopsi teknologi digital memerlukan kompetensi dan keterampilan baru dari tenaga kerja. Pelatihan berkelanjutan adalah kunci untuk memastikan karyawan dapat mengikuti perkembangan teknologi dan menggunakannya secara efektif (Töyli, Häkkinen, Ojala, & Naula, 2008). Bagaimana perusahaan dapat memastikan bahwa karyawan memiliki pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengoperasikan teknologi baru? Apa peran pelatihan berkelanjutan dan pengembangan karir dalam membekali karyawan dengan kompetensi yang relevan? Bagaimana

kolaborasi dengan institusi pendidikan dan sertifikasi profesional dapat mendukung pengembangan keterampilan yang diperlukan?

Berdasarkan rumusan masalah tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan utama yaitu: 1) Bagaimana teknologi IoT dan blockchain dapat diintegrasikan secara optimal untuk memastikan keakuratan dan ketepatan waktu data dalam manajemen rantai pasok? 2) Apa saja tantangan teknis dan organisasi yang dihadapi dalam penerapan teknologi Industri 4.0, dan bagaimana strategi implementasi bertahap dapat mengatasi hambatan tersebut? 3) Bagaimana perusahaan dapat menerapkan protokol keamanan data yang kuat dan meningkatkan kesadaran keamanan di kalangan karyawan untuk melindungi privasi dan integritas data? 4) Bagaimana perusahaan dapat mengembangkan kompetensi dan keterampilan karyawan melalui pelatihan berkelanjutan, pengembangan karir, dan kolaborasi dengan institusi pendidikan dan sertifikasi profesional?

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan wawasan yang komprehensif mengenai penerapan teknologi digital dalam manajemen rantai pasok serta strategi untuk mengatasi berbagai tantangan yang muncul, sehingga dapat meningkatkan efisiensi operasional dan daya saing perusahaan di pasar global.

Ada pun penelitian yang serupa dilakukan oleh (Kristiana, Indrasari, & Giyanti, 2020), dalam penelitiannya yang berjudul "Halal Supply Chain Management dalam Optimalisasi Penerapan Sertifikasi Halal UMKM". Metode kualitatif dengan telaah literatur digunakan dalam penelitian ini. Penelitian ini bertujuan untuk merumuskan bagaimana cara mengoptimalkan penerapan sertifikasi halal untuk meningkatkan profit UMKM halal dengan menganalisis halal supply chain management. Kesimpulan pembahasan ini Membangun hubungan kerja (perjanjian kerja sama) dengan pemasok bahan baku

Metode

Penelitian ini akan menggunakan metode penelitian kualitatif untuk mengetahui bagaimana penggunaan teknologi informasi dalam mengoptimalkan manajemen rantai pasokan (*Supply Chain Management*). Metode kualitatif dipilih karena penelitian kami menggunakan data sekunder yaitu menggunakan bahan - bahan dari artikel sebelumnya untuk sebagai sumber data jurnal utama atau literature review. Penggunaan metode kualitatif cocok untuk menganalisis data sekunder yang memungkinkan peneliti untuk menginterpretasikan dan mengkaji ulang informasi yang sudah pernah dipublikasikan untuk mendapatkan informasi - informasi penting.

Hasil dan Pembahasan

NO	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1.	Sugara, A. A. (2022)	Analisis Penerapan Electronic Supply Chain Management (E-SCM) di Yogya Express Borromeus Bandung	Penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan E-SCM dapat meningkatkan efisiensi operasional dan kepuasan pelanggan melalui integrasi yang lebih baik antar departemen.
2.	Retnowo, M., &	Penerapan Supply Chain	Penggunaan

Waluyo, A. F. (2022)	Management Untuk Mengoptimalkan Produksi Berdasarkan Persediaan Barang	SCM membantu perusahaan dalam pengelolaan persediaan yang lebih efisien, mengurangi biaya, dan meningkatkan kecepatan produksi.
3. Tanjung, R. A., & Aslami, N. (2023)	Penerapan Teknologi Digital Melalui Aplikasi SCMt (Supply Chain Management Telkom)	Implementasi aplikasi SCMt meningkatkan koordinasi dan transparansi dalam rantai pasok, serta membantu PT. Telkom Datel Sibolga dalam proses manajemen perubahan.
4. Sofiah, M., & Aisyah, S. (2022)	Analysis of Supply Chain Management Implementation on Amazon E-Commerce	Implementasi SCM di Amazon meningkatkan efisiensi logistik dan kepuasan pelanggan melalui integrasi teknologi informasi.
5. Rizkiawan, M. A., & Ramza, H. (2024)	Peningkatan dan Efisiensi Operasional Supply Chain Management (SCM) dengan Memanfaatkan Teknologi	Teknologi informasi berperan signifikan dalam peningkatan efisiensi operasional dan pengurangan biaya dalam SCM.
6. Safitri, W., & Huda, M. (2022)	Teknologi Informasi dalam Integrasi Supply Chain dan Pertukaran Informasi Terhadap Performa Supply Chain	Integrasi teknologi informasi mempercepat pertukaran informasi dan meningkatkan kinerja keseluruhan rantai pasok

Pembahasan

Peran Teknologi Informasi pada Rantai Pasok

Teknologi Informasi memiliki peran yang sangat penting pada kinerja rantai pasok dalam hal mengumpulkan dan menganalisis informasi yang didapatkan pada rantai pasok agar dapat digunakan oleh manajer dalam mengambil keputusan dan mengelola rantai pasok dengan baik. Tujuan Teknologi Informasi pada rantai pasok adalah untuk mengumpulkan informasi mengenai sebuah produk mulai dari tanggal produksi sampai pengiriman dan pembelian produk dan juga untuk memberi gambaran mengenai seluruh proses rantai pasok pada pihak yang terlibat (Irawan et al., 2024).

Teknologi Informasi juga bertujuan untuk membuat semua data dan informasi mengenai rantai pasok dapat diakses dalam satu platform saja yang bertujuan untuk memastikan kalau informasi yang sama dapat diakses dengan mudah dari media apa saja seperti telepon, internet atau metode lainnya. Dengan menyediakan informasi dalam satu platform proses pengambilan keputusan akan menjadi lebih efisien karena pengguna tidak perlu mencari - cari informasi dari berbagai tempat sehingga ini dapat menyimpan banyak waktu pengguna untuk mencari informasi, dan membuat semua pihak yang membutuhkan data itu dapat

mengaksesnya dengan mudah. Menggunakan Teknologi Informasi juga dapat digunakan untuk menganalisis, merencanakan dan membuat tradeoff berdasarkan informasi dari seluruh komponen - komponen yang ada pada seluruh rantai pasok, dan juga dapat membantu kolaborasi antar partner rantai pasok dengan cara saling berbagi informasi untuk mengatasi masalah yang dihadapi bersama. Namun semua tujuan ini tidak perlu dicapai semua karena semua tergantung pada kepentingan industri atau perusahaan (Irawan et al., 2024).

IoT(Internet of Things) dan Blockchain

IoT memberikan kemampuan untuk melacak dan memantau aset secara real-time, yang sangat penting untuk efisiensi operasional (Syamil et al., 2023). Blockchain adalah teknologi revolusioner yang akan mengubah cara kita melakukan transaksi tanpa kepercayaan. Ini memiliki potensi untuk mengganggu berbagai industri dan menciptakan dunia yang lebih aman dan transparan (Tapscott & Tapscott, 2016). Internet of Things dan Blockchain merupakan 2 teknologi yang dapat menghadirkan transformasi dalam pengelolaan suatu rantai pasok yang dapat meningkatkan efisiensi dan juga keamanan kinerja dalam rantai pasok, adanya kedua teknologi tersebut membawa transformasi digital yang revolusioner yang juga memberikan manfaat yang signifikan, seperti halnya meningkatkan transparansi, efisiensi dan juga keamanan.

Internet of Things dapat menghubungkan suatu perangkat fisik ke dalam internet yang dikumpulkan lalu diproses menjadi data real time, sedangkan blockchain sendiri merupakan teknologi yang memiliki data digital dengan jumlah besar yang sudah terdistribusi untuk menyimpan segala catatan transaksi secara aman dan transparan. Akan tetapi untuk mengaplikasikan Internet of Things dan Blockchain pada Rantai pasok membutuhkan beberapa pertimbangan dikarenakan dibutuhkannya perubahan dari segi kompleksitas integrasi, regulasi dan juga biaya implementasi.

Implementasi Iot dan Blockchain

Blockchain menyediakan struktur data yang aman dan tidak dapat diubah, yang sangat penting untuk menjaga integritas dan transparansi data dalam manajemen rantai pasok (Syamil et al., 2023). Dengan adanya kemajuan teknologi atau dapat disebut sebagai revolusi industri 4.0 Internet of Things dan

Blockchain memberikan peluang yang besar dalam memudahkan operasional khususnya industri pada rantai pasok, yaitu meningkatkan efisiensi, produktivitas dan ketahanan.

Untuk mengimplementasikan Internet of Things dan Blockchain dalam Rantai Pasok membutuhkan pendekatan yang strategis dan terencana dengan baik, yaitu dengan cara perusahaan akan mengidentifikasi masalah yang potensial, lalu perusahaan juga akan menggunakan Big Data untuk menganalisis data dengan skala yang besar. Dengan dilakukannya hal tersebut akan meningkatkan akurasi dalam rantai pasok serta memiliki data secara real time.

Konsep Pengaplikasian Iot dan Blockchain Dalam Rantai Pasok

Implementasi teknologi baru harus dilakukan secara bertahap untuk mengurangi gangguan operasional (Hidayat et al., 2024) Industri atau perubahan industri menjadi teknologi 4.0, memberikan dampak yang positif bagi berbagai industri, khususnya pada industri rantai pasok memudahkan mengatur rantai pasok dengan memonitoring seluruh operasional secara real time melalui sebuah data. Selain itu, konsep yang dapat dilakukan suatu perusahaan yang ingin menggunakan IoT dan Blockchain.

Pada rantai pasok agar dapat memberikan data yang akurat serta ketepatan waktu adalah dengan melalui beberapa konsep seperti halnya adanya penggunaan sensor *Internet of Things* yang selalu terhubung dalam pengumpulan data yang dapat memungkinkan mendapatkan data secara real time melalui beberapa sensor dari berbagai titik dalam rantai pasok, lalu data yang sudah didapatkan akan dikumpulkan yang selanjutnya akan diproses secara otomatis dicatat dalam blockchain, sedangkan blockchain sendiri akan memastikan data yang sudah dikumpulkan tidak dapat diubah dan juga transparan, dengan demikian keakuratan dan keamanan akan terjamin dan terverifikasi dengan jelas.

Industri 4.0 pada Supply Chain Management

Secara umum, revolusi industri dapat didefinisikan sebagai periode di mana terjadi kemajuan teknologi yang besar yang disertai dengan perubahan sosial, ekonomi, dan budaya yang signifikan. (Syamsuar & Reflianto, 2019) Industri 4.0 menandai era baru dalam dunia industri, di mana teknologi digital menjadi kunci utama dalam memajukan berbagai sektor. Lahirnya teknologi cerdas seperti kecerdasan buatan (AI), mahadata (big data), robotika, teknologi finansial (fintech), perdagangan elektronik (e-commerce), dan pemasaran elektronik (e-marketing) telah merevolusi cara kerja industri, baik di manufaktur maupun jasa.

Poerwanto, P., & Shambodo, Y. (2020) Industri 4.0, dengan konektivitas dan otomatisasi yang tinggi, membuka peluang besar bagi Supply Chain Management (SCM). Namun, peluang ini diiringi dengan peningkatan risiko keamanan data. Data sensitif seperti informasi pelanggan, data keuangan, dan rahasia dagang menjadi target utama para penjahat siber. Kegagalan dalam mengamankan data dapat berakibat fatal bagi reputasi dan operasi perusahaan.

Implementasi Teknologi Blockchain dan Cloud untuk Keamanan Data

Industri 4.0 membuka peluang besar bagi Supply Chain Management/SCM dengan berbagai efisiensi yang ditawarkannya. Namun, peluang ini juga diiringi dengan peningkatan risiko keamanan data yang signifikan. Untuk mengatasi hal ini, berbagai teknologi informasi dapat diimplementasikan secara komprehensif. Dalam hal keamanan data dalam SCM di Industri 4.0, keamanan seperti blockchain dan cloud menjadi aspek penting. Teknologi seperti Blockchain menyediakan catatan data yang tidak dapat diubah dan transparan, meningkatkan kepercayaan dan akuntabilitas dalam rantai pasokan.

Teknologi ini juga memungkinkan pelacakan pergerakan barang dan produk secara real-time, sehingga meningkatkan visibilitas dan kontrol atas rantai pasokan. Dan Teknologi seperti Keamanan cloud menawarkan skalabilitas, fleksibilitas, dan kontrol keamanan yang kuat untuk melindungi data dari akses yang tidak sah, malware, dan cyberattack. Selain itu, cloud computing memfasilitasi kolaborasi yang aman dan efisien antara berbagai pemangku kepentingan dalam rantai pasokan.

Blockchain dan Cloud untuk Keamanan Data

Dengan peningkatan volume dan kompleksitas data, serta risiko kebocoran data yang signifikan, keamanan data menjadi fokus utama dalam SCM di Industri 4.0. Blockchain dan cloud computing menjadi solusi untuk mengatasi tantangan ini. Blockchain memberikan transparansi dan akuntabilitas dengan catatan data yang tidak dapat diubah, sementara cloud meningkatkan visibilitas data untuk kolaborasi yang lebih baik. Kemampuan blockchain dalam melacak pergerakan barang dan produk, serta keunikan identitas digital yang sulit dipalsukan, dipadukan dengan keamanan data yang ditingkatkan oleh cloud, membantu mencegah pemalsuan dan penipuan dalam rantai pasokan.

Protokol Keamanan Data

Protokol keamanan data adalah serangkaian kebijakan, prosedur, dan teknologi yang dirancang untuk melindungi data dari akses tidak sah,

penggunaan yang tidak sesuai, serta ancaman siber yang semakin kompleks. Protokol ini mencakup aspek penting seperti enkripsi data, kontrol akses, pemantauan aktivitas, dan respons terhadap insiden keamanan, dan respons yang cepat terhadap ancaman yang muncul (Whitman & Mattord, 2011). Mengimplementasikan protokol keamanan data yang kuat adalah langkah krusial bagi perusahaan untuk menjaga kerahasiaan, integritas dan ketersediaan informasi, serta melindungi data dari ancaman baik dari dalam maupun luar perusahaan.

Teknologi yang Digunakan

Perusahaan dapat memanfaatkan berbagai teknologi informasi yang canggih untuk memperkuat keamanan data mereka. Salah satu teknologi yang efektif adalah Sistem Manajemen Keamanan Informasi (ISMS), yang memberikan kerangka kerja sistematis untuk mengelola dan melindungi informasi sensitif dengan pendekatan yang terstruktur (Humphreys, 2008). Selain itu teknologi blockchain menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan transparansi dan integritas data dalam rantai pasok, sementara keamanan berbasis cloud menyediakan lapisan perlindungan yang kuat untuk data yang disimpan di cloud (Kshetri, 2018). Platform analitik keamanan juga memainkan peran penting dalam mendeteksi dan merespons ancaman siber dengan cepat dan efektif.

Penyelesaian Masalah

Teknologi seperti ISMS, blockchain, keamanan berbasis cloud, dan platform analitik keamanan membantu perusahaan dalam mengatasi berbagai tantangan dalam keamanan data. ISMS membantu perusahaan mengelola risiko keamanan informasi secara efektif dengan menerapkan kebijakan, prosedur, dan kontrol yang ketat. Blockchain memberikan transparansi dan keandalan dalam pergerakan data dalam rantai pasok, sementara keamanan berbasis cloud memberikan perlindungan yang komprehensif untuk data yang disimpan di cloud (Nurul Hidayat et al., 2024). Platform analitik keamanan menggunakan teknologi data besar dan machine learning untuk mendeteksi dan mencegah ancaman siber secara proaktif (Muntu, Ismunandar, Damayanti, & Mediaty, 2024).

Selain teknologi, peningkatan kesadaran karyawan tentang praktik keamanan siber juga sangat penting. Melalui pelatihan reguler dan kampanye kesadaran, karyawan dapat lebih waspada terhadap ancaman siber dan membantu menjaga keamanan data perusahaan dengan lebih baik. Dengan menggabungkan teknologi canggih dan kesadaran karyawan, perusahaan dapat

membangun pertahanan yang kokoh untuk melindungi privasi, integritas, dan ketersediaan data mereka di era digital yang penuh tantangan (Sarker, 2021).

Pentingnya Kompetensi dan Keterampilan Karyawan

Pelatihan berkelanjutan adalah elemen penting dalam memastikan bahwa tenaga kerja memiliki keterampilan yang relevan untuk menghadapi perubahan teknologi yang cepat (Töyli et al., 2008). Industri 4.0 ditandai dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat serta berkelanjutan, sedangkan kompetensi dan keterampilan yang relevan sangat penting untuk memanfaatkan sebuah peluang dan menjawab tantangan dalam industri ini.

Ketika karyawan memiliki kompetensi dan keterampilan yang diperbarui tentu akan meningkatkan efisiensi operasional dengan mengoptimalkan proses kinerja dengan penerapan teknologi yang tepat, tidak hanya itu pentingnya kompetensi dan keterampilan karyawan akan memiliki pemahaman yang lebih dalam tentang teknologi digital seperti IoT dan juga blockchain. Adanya hal tersebut memungkinkan karyawan mengumpulkan, menginterpretasikan dan menganalisis data secara efisien dan juga efektif, membantu mendorong inovasi serta mencapai keunggulan bagi keberhasilan jangka panjang.

Implementasi Penggunaan Teknologi Industri 4.0 pada Pelatihan dan Pengembangan berkelanjutan

Berkembangnya teknologi pada industri 4.0, menghadirkan perubahan yang signifikan di berbagai aspek kehidupan, termasuk di dunia kerja dan pelatihan karyawan. Di industri 4.0 mengimplementasikan teknologi mencakup transformasi yang menyediakan, mengelola dan mendukung pengembangan karyawan, beberapa contoh halnya yaitu seperti E-Learning interaktif yang merupakan sebuah teknologi platform yang memiliki fitur untuk mengakses beberapa modul ataupun pembelajaran suatu materi dan fitur lainnya yaitu quiz maupun diskusi online yang bisa digunakan sebagai simulasi keterlibatan antar karyawan.

Selain itu menggunakan *Virtual Reality* (VR) dan *Augmented Reality* (AR) untuk menciptakan pengalaman belajar yang realistis dan interaktif (Sugiarni et al., 2022). Adanya *Augmented Reality* ataupun *Virtual Reality* dapat membantu pelatihan karyawan lebih realistis pada saat simulasi kerja yang tujuannya adalah untuk memungkinkan para karyawan dapat mengasah kemampuan dan keterampilan mereka dalam lingkungan yang terkontrol. Maka dari itu tujuan penggunaan teknologi industri pada implementasi pelatihan dan pengembangan

karyawan adalah untuk meningkatkan efisiensi, efektivitas dan juga keterlibatan karyawan dalam proses berkelanjutan.

Integrasi Kompetensi dan Keterampilan Karyawan

Integrasi kompetensi dan keterampilan karyawan merupakan hal yang sangat penting dalam meningkatkan kinerja dan produktivitas perusahaan. Ini melibatkan pengembangan, implementasi, dan pemanfaatan keterampilan serta pengetahuan karyawan sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Proses ini tidak hanya memungkinkan karyawan untuk mencapai hasil terbaik dalam pekerjaan mereka, tetapi juga memberikan kontribusi pada pencapaian tujuan perusahaan secara menyeluruh (Boyd & Salzman, 2011).

Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian yang kami lakukan menunjukkan bahwa penggunaan Teknologi informasi memiliki peran penting untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan ketepatan pada pengambilan keputusan dalam manajemen rantai pasok. Penggunaan teknologi seperti IoT, blockchain, dan analitik data besar dapat membantu meningkatkan visibilitas dan efisiensi dari rantai pasok dengan menyediakan data yang akurat dan tepat waktu. Implementasi IoT dan blockchain pada rantai pasok membutuhkan pendekatan yang strategis dan terencana dengan baik, termasuk penggunaan sensor IoT, pengumpulan data secara real-time, dan penggunaan blockchain untuk memastikan bahwa data tidak dapat diubah dan transparan.

Sedangkan Keamanan data dalam Industry 4.0 membuka peluang besar bagi Supply Chain Management (SCM) beserta efisiensi yang ditawarkan, akan tetapi juga perlu diiringi dengan peningkatan risiko keamanan data. Untuk mengatasi hal ini, teknologi seperti blockchain dan cloud bisa diimplementasikan secara komprehensif untuk meningkatkan keamanan data dan mencegah terjadinya pemalsuan dan penipuan dalam rantai pasok. Selain itu pentingnya pada industry 4.0 ditandai dengan kemajuan teknologi yang berkembang pesat, sehingga kompetensi dan keterampilan yang relevan menjadi sangat penting untuk memanfaatkan peluang dan menjawab tantangan yang ada dalam industri ini. Pelatihan berkelanjutan merupakan elemen penting dalam memastikan bahwa tenaga kerja memiliki keterampilan yang relevan untuk menghadapi terjadinya perubahan teknologi yang cepat.

Daptar Pustaka

- Apriani, Desy, Azizah, Nadia Nur, Ramadhona, Nova, & Kusumawardhani, Dhiyah Ayu Rini. (2023). Optimasi transparansi data dalam rantai pasokan melalui integrasi teknologi blockchain. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan Dan Teknologi Informasi*, 2(1), 1–10.
- Boyd, William, & Salzman, James. (2011). The curious case of greening in carbon markets. *Envtl. L.*, 41, 73.
- Gattorna, John. (2021). The use of requisite collaboration to better align and drive value in contemporary value chains. In *The Routledge Companion to Global Value Chains* (pp. 15–22). Routledge.
- Hidayat, Rahmat, Hayadi, Bambang Herawan, & Yusuf, Furtasan Ali. (2024). Pemanfaatan Teknologi sebagai Leverage Point dalam Rencana Implementasi Perubahan Organisasi. *YUME: Journal of Management*, 7(2), 421–432.
- Humphreys, James E. (2008). Representations of Semisimple Lie Algebras in the BGG Category $\mathcal{O}$ (Vol. 94). American Mathematical Soc.
- Ihl, Christoph, Vossen, Alexander, & Piller, Frank. (2019). All for the money? The limits of monetary rewards in innovation contests with users. *International Journal of Innovation Management*, 23(02), 1950014.
- Irawan, Irman, Subawa, Subawa, Suprayitno, Degdo, Suharyanto, Suharyanto, Herlina, R. Lisye, Ibrahim, Hasan, Fitriyana, Fitriyana, Suhardi, Agatha Rinta, & Komala, Aziza Leila. (2024). *Buku Ajar Manajemen Rantai Pasok*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Kristiana, Bernadhetta Vivi, Indrasari, Anita, & Giyanti, Idha. (2020). Halal Supply Chain Management dalam Optimalisasi Penerapan Sertifikasi Halal UMKM. *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, 19(2). <https://doi.org/10.20961/performa.19.2.46379>
- Kshetri, Nir. (2018). Informal institutions and Internet-based equity crowdfunding. *Journal of International Management*, 24(1), 33–51.
- Muntu, Sandra Jeanet, Ismunandar, Andi Indrianti, Damayanti, Ratna Ayu, & Mediaty, Mediaty. (2024). Peran Teknologi dalam Meningkatkan Keamanan dan Efisiensi Pengendalian Internal. *J-CEKI: Jurnal Cendekia Ilmiah*, 3(4), 1029–1040.

- Nurul Hidayat, S. E., Astuti, Sri Dwini, SE, M. M., Munir Azhari, S. E., SS, M. M., Malaikosa, Erna Juniasti, Kom, S., Kom, M., Iswahyudi, M. Subhan, & PCC, ACTC. (2024). MANAJEMEN LOGISTIK DAN RANTAI PASOK TERINTEGRASI. CV Rey Media Grafika.
- Poerwanto, Poerwanto, & Shambodo, Yoedo. (2020). Revolusi industri 4.0: Googelisasi industri pariwisata dan industri kreatif. *Journal of Tourism and Creativity*, 4(1), 59–72.
- Retnowo, Murti, & Waluyo, Anita Fira. (2022). Penerapan Supply Chain Management Untuk Mengoptimalkan Produksi Berdasarkan Persediaan Barang.
- Rizkiawan, M. Asep, & Ramza, Harry. (2024). Peningkatan dan Efisiensi Operasional Supply Chain Management (SCM) dengan Memanfaatkan Teknologi. *Jurnal Masharif Al-Syariah: Jurnal Ekonomi Dan Perbankan Syariah*, 9(1).
- Safitri, Wiji, & Huda, Miftakul. (2022). Teknologi Informasi Dalam Integrasi Supply Chain Dan Pertukaran Informasi Terhadap Performa Supply Chain. *Widya Cipta: Jurnal Sekretari Dan Manajemen*, 6(1), 32–40.
- Sarker, Iqbal H. (2021). Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions. *SN Computer Science*, 2(6), 420.
- Silalahi, Fujiama Diapoldo. (2022). Keamanan Cyber (Cyber Security). Penerbit Yayasan Prima Agus Teknik, 1–285.
- Sofiah, Murni, & Aisyah, Siti. (2022). Analysis of Supply Chain Management Implementation on Amazon E-Commerce. *Journal of Indonesian Management*, 2(2), 385–390.
- Sugara, Aang Angga. (2022). Analisis Penerapan Electronic Supply Chain Management (E-Scm) Di Yogya Express Borromeus Bandung. STIE Ekuitas.
- Sugiarni, Rani, Inayah, Sarah, Herman, Tatang, Juandi, Dadang, Pahmi, Samsul, Supriyadi, Edi, Fauziah, Ratu Srah, & Fauzi, Ahmad Lutfi. (2022). Sosialisasi Penggunaan Teknologi Virtual Reality dan Augmented Reality dalam Pembelajaran untuk Menyongsong Era Metaverse. *Jurnal Abdi Nusa*, 2(3), 134–140.

- Syamil, Ahmad, Subawa, Subawa, Budaya, Indra, Munizu, Musran, Darmayanti, Ni Luh, Fahmi, Muhammad Ainul, Wanda, Sulistianto Sutrisno, Murwani, Ina Agustini, Utami, Fitriani Nur, & Dulame, Irma Maria. (2023). *Manajemen Rantai Pasok*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Syamsuar, Syamsuar, & Reflianto, Reflianto. (2019). Pendidikan dan tantangan pembelajaran berbasis teknologi informasi di era revolusi industri 4.0. *E-Tech: Jurnal Ilmiah Teknologi Pendidikan*, 6(2).
- Tanjung, Rizka Azriani, & Aslami, Nuri. (2023). Penerapan Teknologi Digital Melalui Aplikasi Scmt (Supply Chain Management Telkom) Sebagai Alat Bantu Dalam Proses Manajemen Perubahan Di Pt. Telkom Datel Sibolga. *Jurnal Manajemen Dan Bisnis Ekonomi*, 1(3), 134–144.
- Tapscott, Don, & Tapscott, Alex. (2016). *Blockchain revolution: how the technology behind bitcoin is changing money, business, and the world*. Penguin.
- Töyli, Juuso, Häkkinen, Lotta, Ojala, Lauri, & Naula, Tapio. (2008). Logistics and financial performance: An analysis of 424 Finnish small and medium-sized enterprises. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(1), 57–80.
- Whitman, Michael E., & Mattord, Herbert J. (2011). *Roadmap to information security: For IT and infosec managers*. Delmar Learning.