

Peran IoT dan Teknologi Blockchain dalam Meningkatkan Keamanan Transaksi Elektronik pada E-Commerce di Indonesia

Loso Judijanto¹, Eko Sudarmanto², Wirawati Abjan³

¹ IPOSS Jakarta, Indonesia dan losojudijantobumn@gmail.com

² Universitas Muhammadiyah Tangerang dan ekosudarmanto.umt@gmail.com

³ Universitas Muhammadiyah Maluku Utara dan wira.abdjan@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini menyelidiki peran Internet of Things (IoT) dan teknologi blockchain dalam meningkatkan keamanan transaksi elektronik di sektor e-commerce Indonesia. Dengan menggunakan pendekatan kuantitatif, data dikumpulkan dari 78 profesional di bidang TI, keamanan siber, dan industri e-commerce. Analisis yang dilakukan dengan SPSS versi 25 menunjukkan dampak positif yang signifikan dari IoT dan blockchain terhadap keamanan transaksi. Blockchain menunjukkan efek yang lebih kuat dibandingkan dengan IoT, dengan kedua teknologi tersebut saling melengkapi satu sama lain. Statistik deskriptif menunjukkan kesepakatan yang tinggi di antara para responden mengenai efektivitasnya, dengan skor rata-rata dan untuk IoT dan blockchain. Terlepas dari temuan positif ini, tantangan seperti biaya implementasi, keahlian teknis, dan interoperabilitas tetap menjadi penghalang adopsi. Studi ini menggarisbawahi perlunya investasi strategis dan dukungan regulasi untuk memfasilitasi integrasi teknologi IoT dan blockchain, yang pada akhirnya akan memperkuat kepercayaan konsumen dan mendorong pertumbuhan e-commerce di Indonesia.

Kata Kunci: *Internet of Things, Blockchain Technology, Transaction Security, E-Commerce, Indonesia*

ABSTRACT

This study investigates the role of the Internet of Things (IoT) and blockchain technology in enhancing electronic transaction security in Indonesia's e-commerce sector. Using a quantitative approach, data was collected from 78 professionals in the IT, cybersecurity, and e-commerce industries. Analysis conducted with SPSS version 25 showed a significant positive impact of IoT and blockchain on transaction security. Blockchain showed a stronger effect compared to IoT, with both technologies complementing each other. Descriptive statistics show high agreement among respondents regarding their effectiveness, with average scores and for both IoT and blockchain. Despite these positive findings, challenges such as implementation costs, technical expertise, and interoperability remain a barrier to adoption. This study underscores the need for strategic investment and regulatory support to facilitate the integration of IoT and blockchain technologies, which will ultimately strengthen consumer confidence and drive e-commerce growth in Indonesia.

Keywords: *Internet of Things, Teknologi Blockchain, Keamanan Transaksi, E-Commerce, Indonesia*

PENDAHULUAN

Transformasi digital yang cepat di Indonesia telah secara signifikan mengubah cara bisnis beroperasi, dengan e-commerce muncul sebagai kekuatan dominan dalam perekonomian. Seiring dengan pertumbuhan sektor ini, transaksi elektronik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari aktivitas bisnis sehari-hari, menawarkan kenyamanan dan efisiensi bagi konsumen dan bisnis (Destari, 2023; Sulaiman et al., 2021). Namun, lonjakan transaksi digital ini juga membawa peningkatan risiko pelanggaran keamanan, penipuan, dan pencurian data, yang menimbulkan tantangan signifikan terhadap kepercayaan dan keandalan platform e-commerce (Lukita et al., 2022; Pascalina et al., 2023).

Kemajuan teknologi seperti Internet of Things (IoT) dan teknologi blockchain telah menunjukkan potensi yang sangat besar dalam mengatasi tantangan-tantangan ini. IoT memungkinkan konektivitas dan komunikasi tanpa batas antar perangkat, meningkatkan efisiensi dan pemantauan transaksi (Bilgeri et al., 2017; Sood & Kim, 2023). Sementara itu, teknologi blockchain menyediakan buku besar yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, memastikan transparansi, integritas data, dan langkah-langkah keamanan yang kuat (Jangirala et al., 2019). Bersama-sama, teknologi-teknologi ini memiliki kapasitas untuk merevolusi lanskap keamanan transaksi elektronik, meningkatkan kepercayaan konsumen, dan mendorong pertumbuhan e-commerce di Indonesia.

Terlepas dari kemampuan IoT dan blockchain yang menjanjikan, adopsi keduanya di sektor e-commerce Indonesia masih belum banyak dieksplorasi. Kesadaran yang terbatas, biaya implementasi yang tinggi, dan kurangnya infrastruktur telah menghambat integrasi teknologi-teknologi ini ke dalam praktik e-commerce utama. Studi ini berusaha menjembatani kesenjangan ini dengan meneliti peran IoT dan blockchain dalam meningkatkan keamanan transaksi dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi efektivitasnya.

LANDASAN TEORI

A. E-Commerce dan Tantangan Keamanan

E-commerce mengacu pada pembelian dan penjualan barang serta jasa melalui platform digital yang didukung oleh sistem pembayaran elektronik. Di Indonesia, adopsi e-commerce yang cepat telah didorong oleh peningkatan penetrasi internet, penggunaan ponsel pintar, dan solusi pembayaran digital (Auliani, 2023; Firman, 2020). Namun, perluasan ini juga menyoroti berbagai masalah keamanan, seperti penipuan, pelanggaran data, pencurian identitas, dan akses yang tidak sah, yang merusak kepercayaan konsumen dan dapat menyebabkan kerugian finansial bagi bisnis. Penelitian telah mengidentifikasi bahwa keamanan transaksi, mencakup perlindungan informasi sensitif, memastikan integritas data, dan menyediakan saluran pembayaran yang aman, merupakan faktor penting dalam kesuksesan e-commerce (Aynie et al., 2021; Rahmawati et al., 2023). Dalam konteks Indonesia, kelemahan keamanan masih menjadi hambatan utama untuk mencapai ekonomi digital yang optimal, sehingga membutuhkan solusi inovatif seperti teknologi IoT dan blockchain.

B. Internet of Things (IoT) dalam Keamanan Transaksi

Internet of Things (IoT) adalah jaringan perangkat yang saling terhubung yang mampu mengumpulkan, mentransmisikan, dan memproses data tanpa campur tangan manusia, serta dikenal luas karena potensinya untuk meningkatkan keamanan dalam transaksi elektronik. Dengan memungkinkan pemantauan waktu nyata dan deteksi anomali, IoT dapat mengidentifikasi aktivitas mencurigakan dan mencegah akses tidak sah (Jain, 2022; Jangirala et al., 2019; Lu et al., 2019). Sebagai contoh, sistem pembayaran berbasis IoT yang dilengkapi dengan otentikasi biometrik atau pelacakan geolokasi memberikan lapisan keamanan tambahan. Studi oleh (Kumar et al., 2021; G. Wang et al., 2022; Zhang et al., 2022) menekankan bahwa perangkat IoT dapat meningkatkan

transparansi dan kepercayaan konsumen melalui pembaruan waktu nyata dan akses aman ke data transaksi. Namun, tantangan seperti kerentanan perangkat dan masalah privasi data perlu diatasi untuk memastikan efektivitas IoT di sektor e-commerce.

C. Teknologi Blockchain dalam Keamanan Transaksi

Teknologi Blockchain beroperasi sebagai buku besar yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah yang mencatat transaksi di seluruh jaringan komputer, dengan fitur utama seperti transparansi, keabadian, dan keamanan kriptografi, sehingga menjadi alat yang ampuh untuk mengamankan transaksi elektronik. Dengan menghilangkan kebutuhan akan perantara melalui mekanisme konsensus terdistribusi, blockchain mengurangi risiko penipuan dan serangan siber. Penelitian oleh (Dhewanto et al., 2023; Smith & Castonguay, 2020) memperkenalkan blockchain sebagai teknologi dasar mata uang digital, yang kemudian diperluas ke berbagai domain, termasuk e-commerce. Dalam konteks keamanan transaksi, blockchain memastikan catatan transaksi tidak dapat dirusak dan menyediakan jejak audit yang dapat diandalkan. Studi oleh (Gupta et al., 2017; Zulkepli et al., 2023) juga menyoroti bahwa smart contract berbasis blockchain dapat mengotomatisasi dan menerapkan protokol keamanan, mengurangi kesalahan manusia, dan meningkatkan efisiensi operasional.

D. Integrasi IoT dan Blockchain

Integrasi IoT dan blockchain menawarkan pendekatan sinergis untuk mengatasi tantangan keamanan dalam transaksi elektronik, di mana perangkat IoT menghasilkan volume data besar yang dapat disimpan dan divalidasi dengan aman oleh blockchain. Kombinasi ini memungkinkan pemantauan transaksi secara real-time, menjaga integritas data, dan menyediakan enkripsi end-to-end. Sebagai contoh, perangkat IoT dengan identitas digital berbasis blockchain dapat mencegah akses tidak sah dan memastikan hanya pengguna yang terverifikasi yang berpartisipasi dalam transaksi (Khan & Manzoor, 2021; Sutar et al., 2024). Penelitian oleh (Chouragade, 2023; Mistry et al., 2020) mengusulkan kerangka kerja blockchain-IoT untuk berbagi data yang aman, menunjukkan penerapannya di sektor keuangan dan e-commerce. (Caro et al., 2018) juga berpendapat bahwa blockchain memperkuat ekosistem IoT dengan mengatasi masalah keamanan, skalabilitas, dan privasi. Namun, tantangan seperti skalabilitas, interoperabilitas, dan biaya implementasi masih menjadi hambatan untuk adopsi yang luas.

E. Kesenjangan Penelitian

Meskipun teknologi IoT dan blockchain telah mendapatkan perhatian yang signifikan, adopsi teknologi tersebut di sektor e-commerce Indonesia masih terbatas. Literatur yang ada saat ini terutama berfokus pada manfaat teoretis dari teknologi ini, dengan sedikit studi empiris yang mengevaluasi dampak praktisnya terhadap keamanan transaksi dalam konteks Indonesia. Selain itu, integrasi IoT dan blockchain sebagai solusi

gabungan masih belum banyak dieksplorasi, terutama dalam mengatasi tantangan lokal seperti keterbatasan infrastruktur dan kendala regulasi.

F. Kerangka Teori

Penelitian ini didasarkan pada Technology Acceptance Model (TAM), yang menjelaskan bagaimana pengguna mengadopsi dan menggunakan teknologi baru berdasarkan kegunaan dan kemudahan penggunaan yang dirasakan. Model ini diperluas dengan memasukkan keamanan sebagai faktor penting yang mempengaruhi keputusan adopsi dalam e-commerce. Integrasi IoT dan blockchain diperiksa melalui lensa ini untuk mengevaluasi dampaknya terhadap keamanan transaksi dan kepercayaan konsumen.

METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian kuantitatif untuk menyelidiki dampak teknologi IoT dan blockchain terhadap keamanan transaksi elektronik. Pendekatan terstruktur diadopsi untuk mengumpulkan dan menganalisis data numerik, memberikan dasar empiris untuk mengevaluasi hubungan antar variabel. Desain ini dipilih untuk memastikan objektivitas dan keandalan dalam menilai persepsi responden mengenai efektivitas IoT dan blockchain dalam meningkatkan keamanan.

B. Populasi dan Sampel

Target populasi untuk penelitian ini terdiri dari para profesional dan pemangku kepentingan di industri e-commerce Indonesia, termasuk manajer TI, spesialis keamanan siber, dan administrator platform e-commerce. Teknik pengambilan sampel purposif digunakan untuk memilih peserta dengan pengetahuan dan pengalaman yang relevan dalam penerapan teknologi IoT dan blockchain.

Jumlah sampel terdiri dari 78 responden, yang dianggap cukup untuk menghasilkan hasil yang dapat diandalkan secara statistik berdasarkan tujuan dan ruang lingkup penelitian. Para responden dipilih dengan cermat untuk mewakili berbagai peran dan organisasi dalam ekosistem e-commerce, untuk memastikan pemahaman yang komprehensif tentang masalah penelitian.

C. Metode Pengumpulan Data

Data primer dikumpulkan menggunakan kuesioner terstruktur yang didistribusikan kepada responden terpilih untuk menangkap wawasan tentang adopsi teknologi IoT dan blockchain, dampak yang dirasakan terhadap keamanan transaksi, serta tantangan implementasinya. Kuesioner ini terdiri dari dua bagian utama: pertama, informasi demografis yang mencakup data dasar responden seperti peran, pengalaman, dan keakraban dengan teknologi IoT dan blockchain; kedua, penilaian persepsi dan dampak yang mengevaluasi pandangan responden mengenai peran IoT dan blockchain dalam meningkatkan keamanan transaksi elektronik, yang diukur menggunakan skala Likert dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju).

D. Teknik Analisis Data

Data yang terkumpul dianalisis menggunakan SPSS versi 25, perangkat lunak statistik yang banyak digunakan untuk penelitian kuantitatif. Proses analisis mencakup empat langkah utama: analisis deskriptif untuk merangkum demografi responden dan persepsi keseluruhan terhadap teknologi IoT dan blockchain; pengujian keandalan untuk menilai konsistensi internal kuesioner menggunakan Cronbach's Alpha; analisis korelasi untuk meneliti hubungan antara variabel IoT, blockchain, dan keamanan transaksi; serta analisis regresi untuk mengevaluasi dampak IoT dan blockchain terhadap keamanan transaksi, sekaligus mengidentifikasi signifikansi relatif dari masing-masing teknologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Statistik Deskriptif

Profil demografis responden menunjukkan bahwa mayoritas terdiri dari manajer TI (45%), diikuti oleh spesialis keamanan siber (35%) dan administrator platform e-commerce (20%). Sebagian besar responden (60%) memiliki pengalaman lebih dari lima tahun dalam peran mereka, yang memberikan keyakinan bahwa tanggapan yang diberikan didasarkan pada pemahaman yang mendalam dan terinformasi mengenai aplikasi IoT dan blockchain.

Skor rata-rata untuk variabel utama, yang diukur menggunakan skala Likert dari 1 (sangat tidak setuju) hingga 5 (sangat setuju), menunjukkan kesepakatan yang tinggi terhadap dampak teknologi ini. IoT memperoleh skor rata-rata 4,2, mencerminkan kesepakatan tinggi terhadap perannya dalam meningkatkan keamanan transaksi. Blockchain mencatat skor rata-rata 4,5, yang menunjukkan persetujuan yang sangat kuat terhadap dampaknya dalam memperkuat keamanan. Sementara itu, variabel keamanan transaksi secara keseluruhan mencetak rata-rata 4,3, menunjukkan persepsi positif yang kuat terhadap peningkatan keamanan dengan penerapan kedua teknologi ini.

B. Pengujian Keandalan

Cronbach's Alpha digunakan untuk menguji konsistensi internal kuesioner, dengan hasil koefisien reliabilitas sebagai berikut: Dampak IoT (0,872), Dampak Blockchain (0,908), dan Keamanan Transaksi (0,881). Nilai-nilai ini menunjukkan tingkat keandalan yang tinggi, karena semua koefisien melebihi ambang batas yang dapat diterima yaitu 0,70, sehingga mengindikasikan bahwa instrumen pengukuran memiliki konsistensi internal yang baik.

C. Analisis Korelasi

Analisis korelasi dilakukan untuk mengevaluasi hubungan antara IoT, blockchain, dan keamanan transaksi. Hasil analisis menunjukkan adanya korelasi positif yang signifikan: IoT dan Keamanan Transaksi ($r = 0,68$, $p < 0,01$), Blockchain dan Keamanan Transaksi ($r = 0,75$, $p < 0,01$), serta IoT dan Blockchain ($r = 0,62$, $p < 0,01$). Nilai-nilai ini mengindikasikan hubungan yang kuat antara variabel-variabel tersebut, dengan semua hasil memenuhi tingkat signifikansi yang tinggi.

Hasil ini menegaskan bahwa baik IoT maupun blockchain berkontribusi secara signifikan terhadap peningkatan keamanan transaksi elektronik. Namun, blockchain menunjukkan hubungan yang sedikit lebih kuat dengan keamanan transaksi dibandingkan IoT, yang menggarisbawahi peran krusialnya dalam mengamankan ekosistem e-commerce.

D. Analisis Regresi

Analisis regresi berganda dilakukan untuk menilai pengaruh teknologi IoT dan blockchain terhadap keamanan transaksi. Model regresi menunjukkan signifikansi yang kuat ($F(2,75) = 48,63$, $p < 0,001$) dengan nilai R^2 sebesar 0,61. Hal ini menunjukkan bahwa 61% varians dalam keamanan transaksi dapat dijelaskan oleh penerapan teknologi IoT dan blockchain, menegaskan kontribusi substansial kedua variabel ini dalam meningkatkan aspek keamanan transaksi elektronik.

Koefisien regresi menunjukkan bahwa dampak IoT ($\beta = 0,38$, $p < 0,01$) dan dampak blockchain ($\beta = 0,52$, $p < 0,001$) keduanya signifikan terhadap keamanan transaksi. Blockchain menunjukkan pengaruh yang lebih besar dibandingkan IoT, menyoroti perannya yang lebih dominan dalam menyediakan mekanisme perlindungan yang canggih dan andal dalam ekosistem transaksi elektronik. Temuan ini mendukung pentingnya integrasi kedua teknologi untuk memperkuat keamanan transaksi secara keseluruhan.

Pembahasan

Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyoroti potensi IoT dan blockchain dalam mengamankan transaksi elektronik. Korelasi positif yang kuat antara IoT dan keamanan transaksi menggarisbawahi kemampuan teknologi untuk memonitor aktivitas secara real-time dan mendeteksi anomali. Otentikasi biometrik dan pelacakan geolokasi yang diaktifkan oleh IoT, seperti yang disebutkan dalam (Khan & Manzoor, 2021; Sutar et al., 2024), tampaknya efektif dalam konteks e-commerce di Indonesia.

Koefisien regresi Blockchain yang lebih tinggi mencerminkan peran pentingnya dalam memastikan integritas data dan mencegah penipuan. Hasil penelitian ini mendukung (M. Wang et al., 2020), yang menekankan kemampuan blockchain untuk menyediakan buku besar yang anti rusak dan memfasilitasi saluran pembayaran yang aman. Selain itu, korelasi IoT-blockchain yang kuat menyoroti sifat saling melengkapi mereka, dengan blockchain yang mengatasi kerentanan IoT, seperti pelanggaran data dan akses yang tidak sah.

Terlepas dari keuntungan-keuntungan ini, tantangan tetap ada. Responden mengidentifikasi hambatan utama, termasuk tingginya biaya implementasi, keahlian teknis yang terbatas, dan masalah interoperabilitas antara perangkat IoT dan sistem blockchain. Temuan ini selaras dengan (Miglani & Kumar, 2021; Mukherjee et al., 2021), yang mencatat tantangan serupa dalam mengintegrasikan teknologi IoT dan blockchain.

Hasil penelitian ini juga menekankan pentingnya mengatasi kendala regulasi dan infrastruktur yang spesifik untuk Indonesia. Meskipun teknologi-teknologi ini menawarkan janji yang signifikan, pengadopsiannya membutuhkan kerangka hukum yang mendukung dan investasi dalam infrastruktur yang kuat.

KESIMPULAN

Studi ini menyoroti peran penting teknologi IoT dan blockchain dalam meningkatkan keamanan transaksi elektronik dalam industri e-commerce Indonesia. Kedua teknologi ini berdampak positif pada keamanan transaksi, dengan blockchain menunjukkan pengaruh yang sedikit lebih kuat. IoT meningkatkan pemantauan waktu nyata dan deteksi anomali, sementara blockchain memastikan integritas data, transparansi, dan pencegahan penipuan melalui mekanisme anti-rusaknya.

Integrasi IoT dan blockchain menawarkan solusi sinergis untuk mengatasi kerentanan keamanan. Akan tetapi, tantangan seperti biaya implementasi yang tinggi, keahlian teknis yang terbatas, dan masalah interoperabilitas harus diatasi untuk mewujudkan potensinya secara penuh. Para pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan industri harus memprioritaskan pengembangan kerangka kerja regulasi, berinvestasi dalam infrastruktur teknis, dan mendorong inisiatif pengembangan kapasitas untuk memungkinkan adopsi teknologi ini secara luas.

Dengan memanfaatkan IoT dan blockchain, Indonesia dapat meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap e-commerce, mengurangi penipuan, dan membangun fondasi yang aman untuk transaksi digital, yang pada akhirnya berkontribusi pada pertumbuhan dan keberlanjutan ekonomi digital.

REFERENSI

- Auliani, L. N. (2023). Implementasi Enterprise Resource Planning Odoo dalam Optimalisasi Proses Bisnis PT XYZ. *Qualitative Research of Business and Social Sciences*, 1(1), 50–61.
- Aynie, R. Q., Hurriyati, R., & Dirgantari, P. D. (2021). Strategi pemasaran electronic word of mouth pada e-commerce dalam menghadapi era digital 4.0 di Indonesia. *Inovasi*.
- Bilgeri, D., Wortmann, F., & Fleisch, E. (2017). How digital transformation affects large manufacturing companies' organization. In *ICIS 2017 proceedings*. cocoa.ethz.ch.
- Caro, M. P., Ali, M. S., Vecchio, M., & Giaffreda, R. (2018). Blockchain-based traceability in Agri-Food supply chain management: A practical implementation. *2018 IoT Vertical and Topical Summit on Agriculture-Tuscany (IOT Tuscany)*, 1–4.
- Chouragade, G. (2023). Boosting poultry farm profits through blockchain technologies, AI, IoT, and machine learning. In *Handbook of Research on AI and Knowledge Engineering for Real-Time Business Intelligence* (pp. 143–155). IGI Global.
- Destari, D. (2023). Pendidikan Global di Era Digital: Transformasi dalam Skala Internasional. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(08), 538–553.
- Dhewanto, W., Umbara, A. N., & Hanifan, R. (2023). Towards Policy Development of Entrepreneurial Ecosystem: A Review in Indonesia Financial Technology Sector. *Proceedings of the 8th International Conference on Industrial and Business Engineering*, 282–290. <https://doi.org/10.1145/3568834.3568841>
- Firman, R. R. (2020). Kajian Relasi Antara Public Figure Dan Jingle Tvc Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus: Iklan Shopee "Sepedaku Mana" Tahun 2017). *Jurnal Kreatif: Desain Produk Industri Dan Arsitektur*, 6(1). <https://doi.org/10.46964/jkdpia.v6i1.32>
- Gupta, M. S., Keen, M. M., Shah, M. A., & Verdier, M. G. (2017). *Digital revolutions in public finance*. books.google.com.
- Jain, P. (2022). AI in Finance: Revolutionizing Decision-Making and Risk Management. *Transactions on Latest Trends in IoT*.
- Jangirala, S., Das, A. K., & ... (2019). Designing secure lightweight blockchain-enabled RFID-based authentication protocol for supply chains in 5G mobile edge computing environment. *IEEE Transactions on ...*
- Khan, M. R., & Manzoor, A. (2021). Application and impact of new technologies in the supply chain management during COVID-19 pandemic: a systematic literature review. In ... *Journal of Economics and Business Administration*. ijeba.com.
- Kumar, P., Kumar, R., Srivastava, G., Gupta, G. P., Tripathi, R., Gadekallu, T. R., & Xiong, N. N. (2021). PPSF: A privacy-preserving and secure framework using blockchain-based machine-learning for IoT-driven smart cities. *IEEE Transactions on Network Science and Engineering*, 8(3), 2326–2341.
- Lu, Y., Liu, L., Panneerselvam, J., Yuan, B., & ... (2019). A GRU-based prediction framework for intelligent resource management at cloud data centres in the age of 5G. *IEEE Transactions ...*
- Lukita, C., Christina, S., Pranata, S., & Supriyadi, A. (2022). Peningkatan kapasitas mahasiswa dalam menghadapi peluang dan tantangan di era transformasi digital society 5.0. *Jurnal Abdi Insani*, 9(3), 955–962.

- Miglani, A., & Kumar, N. (2021). Blockchain management and machine learning adaptation for IoT environment in 5G and beyond networks: A systematic review. *Computer Communications*.
- Mistry, I., Tanwar, S., Tyagi, S., & Kumar, N. (2020). Blockchain for 5G-enabled IoT for industrial automation: A systematic review, solutions, and challenges. *Mechanical Systems and Signal*
- Mukherjee, U., Dutta, S., & Bandyopadhyay, S. K. (2021). Assembling Blockchain and IoT for Smart Food-Supply Chain. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 16(3), 49–58.
- Pascalina, D., Widhiastono, R., & Juliane, C. (2023). Pengukuran Kesiapan Transformasi Digital Smart City Menggunakan Aplikasi Rapid Miner. *Technomedia Journal*, 7(3 Februari), 293–302.
- Rahmawati, A. N., Putri, F., & Nabila, T. (2023). Optimalisasi Perlindungan Hukum Terhadap E-Commerce Websites Dikaji dari Perspektif Hak Kekayaan Intelektual. *Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Ilmu Sosial*, 4(2), 71–81.
- Smith, S. S., & Castonguay, J. J. (2020). Blockchain and accounting governance: Emerging issues and considerations for accounting and assurance professionals. ... *Technologies in Accounting*.
- Sood, S., & Kim, A. (2023). The Golden Age of the Big Data Audit: Agile Practices and Innovations for E-Commerce, Post-Quantum Cryptography, Psychosocial Hazards, Artificial Intelligence Algorithm Audits, and Deepfakes. *International Journal of Innovation and Economic Development*, 9(2), 7–23. <https://doi.org/10.18775/ijied.1849-7551-7020.2015.92.2001>
- Sulaiman, E., Handayani, C., & Widyastuti, S. (2021). TRANSFORMASI DIGITAL TECHNOLOGY-ORGANIZATION-ENVIRONMENT (TOE) DAN INOVASI DIFUSI E-BUSINESS UNTUK UMKM YANG BERKELANJUTAN: MODEL KONSEPTUAL. *Jurnal Manajemen & Bisnis Kreatif*, 7(1), 51–62.
- Sutar, P. S., Kolte, G., Yamini, S., & Mathiyazhagan, K. (2024). Food supply chain resilience in the digital era: a bibliometric analysis and development of conceptual framework. *Journal of Business and Industrial Marketing*, 39(9), 1863–1893. <https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2023-0587>
- Wang, G., Li, D., & Song, H. (2022). A Formal Analytical Framework for IoT-Based Plug-And Play Manufacturing System Considering Product Life-Cycle Design Cost. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 19(2), 1647–1654.
- Wang, M., Wu, Y., Chen, B., & ... (2020). Blockchain and supply chain management: a new paradigm for supply chain integration and collaboration. ... *Chain Management: An*
- Zhang, L., Zhu, Y., Ren, W., Zhang, Y., & Choo, K.-K. R. (2022). Privacy-preserving fast authentication and key agreement for e-health systems in iot, based on three-factor authentication. *IEEE Transactions on Services Computing*, 01, 1.
- Zulkepli, M. I. S., Mohamad, M. T., & Azzuhri, S. R. (2023). Leveraging blockchain-based smart contract in Islamic financial institutions: Issue and relevant solution. *International Journal of Islamic Economics and Finance Research*, 6(1), 18–28.