

Adopsi Blockchain sebagai Solusi Keamanan dan Transparansi Transaksi Digital di Industri Fintech

¹Bambang Hadi Purnomo, ²Danny Aidil Rismayadi, ³M.Rizki Fajru Thoriq
¹Universitas Pamulang, Indonesia, ²Universitas Teknologi Bandung, Indonesia,
³Universitas Budiluhur, Indonesia

dosen01702@unpam.ac.id, danny@utb-univ.ac.id, 1911600284@student.budiluhur.ac.id

Submit : 28 Jan 2025 | Diterima : 01 Feb 2025 | Terbit : 03 Feb 2025

ABSTRAK

Industri teknologi finansial (*fintech*) telah berkembang pesat dalam beberapa tahun terakhir, didorong oleh meningkatnya kebutuhan akan transaksi digital yang cepat, aman, dan transparan. Namun, keamanan data dan transparansi transaksi masih menjadi tantangan utama yang harus diatasi. Teknologi *blockchain* muncul sebagai solusi inovatif dengan menyediakan sistem terdesentralisasi yang dapat meningkatkan keamanan dan transparansi dalam ekosistem fintech. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manfaat, tantangan, serta faktor-faktor yang memengaruhi adopsi *blockchain* di industri fintech. Metodologi penelitian menggunakan pendekatan kualitatif dengan analisis literatur dari jurnal-jurnal nasional dan internasional yang relevan dalam tiga tahun terakhir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan *blockchain* dapat mengurangi risiko penipuan, meningkatkan efisiensi transaksi, serta memperkuat kepercayaan konsumen melalui transparansi yang lebih baik. Namun, adopsi *blockchain* menghadapi berbagai hambatan, termasuk biaya implementasi yang tinggi, kurangnya standar industri yang jelas, keterbatasan infrastruktur, dan kebutuhan akan regulasi yang komprehensif. Selain itu, masih diperlukan peningkatan kesadaran dan edukasi di kalangan pelaku industri untuk mendorong adopsi *blockchain* secara lebih luas. Penelitian ini memberikan rekomendasi strategis bagi pelaku industri fintech dan pembuat kebijakan, termasuk perlunya pengembangan regulasi, investasi infrastruktur, dan pelatihan sumber daya manusia. Dengan demikian, temuan ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan literatur akademik serta memberikan panduan praktis untuk mengoptimalkan penerapan *blockchain* dalam meningkatkan keamanan dan transparansi di sektor keuangan.

.Kata Kunci: *Blockchain*, *Fintech*, Keamanan Data, Transparansi, Transaksi Digital

PENDAHULUAN

Industri teknologi finansial (*fintech*) telah mengalami pertumbuhan pesat dalam beberapa tahun terakhir, mendorong transformasi digital di sektor keuangan (van Zantvoort, n.d.). Namun, perkembangan ini juga menghadirkan tantangan signifikan terkait keamanan data dan transparansi transaksi digital. Teknologi *blockchain* muncul sebagai solusi potensial yang menawarkan sistem terdesentralisasi dengan tingkat keamanan dan transparansi tinggi. Blockchain memungkinkan pencatatan transaksi yang permanen dan tidak dapat diubah, sehingga menciptakan kepercayaan di antara para pemangku kepentingan (Javaid, Haleem, Singh, Suman, & Khan, 2022).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa implementasi blockchain dapat memperkuat keamanan data melalui mekanisme enkripsi dan struktur data yang tidak dapat dimanipulasi. Misalnya, penelitian oleh Kumar menemukan bahwa penerapan blockchain di sektor keuangan menghasilkan pengurangan signifikan dalam jumlah insiden pelanggaran data (Kumar, Singh, Upreti, & Mohan, 2022). Selain itu, studi lain oleh Hegde mengungkapkan bahwa penggunaan blockchain dalam transaksi digital dapat meningkatkan transparansi operasional dengan memungkinkan semua pihak untuk memverifikasi transaksi secara *real-time* (Hegde & Hegde,

2024a). Penelitian oleh Ulah juga menunjukkan bahwa adopsi *blockchain* di perusahaan *fintech* mampu mengurangi biaya operasional hingga 15% melalui penghapusan kebutuhan pihak ketiga (Ullah et al., 2022).

Penerapan *blockchain* tidak hanya meningkatkan keamanan tetapi juga transparansi transaksi. Dengan sifatnya yang terdesentralisasi, setiap transaksi yang tercatat dalam *blockchain* dapat diverifikasi oleh semua pihak yang terlibat, sehingga dapat mengurangi risiko kecurangan dan meningkatkan kepercayaan konsumen (Malik Mutoffar, Kuswayati, Sumarni, Krisnha Sukma Dewi, & Nurjanah, 2024). *Blockchain* berkontribusi pada peningkatan efisiensi dan transparansi, terutama dalam manajemen rantai pasokan, yang konsepnya dapat diterapkan di sektor *fintech* (Dhingra, Raut, Gunasekaran, Rao Naik, & Masuna, 2024).

Namun, adopsi *blockchain* juga menghadapi berbagai tantangan. Salah satunya adalah kurangnya standar industri dan interoperabilitas antar *platform*, yang dapat menghambat adopsi secara luas. Tantangan lainnya adalah investasi tinggi dalam infrastruktur teknologi *blockchain* dan kebutuhan pelatihan bagi pemangku kepentingan. Dalam konteks regulasi, Kumar menyebutkan bahwa masih terdapat risiko terkait pencucian uang dan pendanaan terorisme yang membutuhkan pengawasan ketat (Kumar et al., 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis manfaat dan tantangan adopsi *blockchain* sebagai solusi keamanan dan transparansi transaksi digital di industri *fintech*, serta mengidentifikasi berbagai faktor yang memengaruhi penerapannya. Dengan memahami dinamika ini, diharapkan memberikan rekomendasi strategis bagi pelaku industri dan pembuat kebijakan untuk mengoptimalkan penggunaan teknologi *blockchain* dalam meningkatkan efisiensi dan kepercayaan di sektor *fintech*.

TINJAUAN PUSTAKA

Konsep Dasar Blockchain

Blockchain menggunakan sistem terdesentralisasi untuk mencatat dan menyimpan data dalam bentuk blok yang saling terhubung. Teknologi ini menawarkan keamanan, transparansi, dan efisiensi tinggi, sehingga menjadi solusi potensial untuk berbagai masalah dalam transaksi digital, khususnya di sektor *fintech* (Portillo, 2024). *Blockchain* bekerja dengan cara mencatat setiap transaksi dalam blok yang dienkripsi menggunakan algoritma kriptografi. Transaksi tersebut kemudian diverifikasi oleh *jaringan peer-to-peer* sebelum ditambahkan ke rantai blok yang tidak dapat diubah. Teknologi ini memungkinkan transparansi karena semua pihak dalam jaringan dapat melihat riwayat transaksi, sementara mekanisme kriptografi memastikan keamanan data (Portillo, 2024).

Keamanan Blockchain dalam Transaksi Digital

Keamanan *blockchain* didukung oleh mekanisme enkripsi dan konsensus terdistribusi, yang mencegah manipulasi data oleh pihak tidak berwenang. Dalam studi yang dilakukan oleh Dhinga, disebutkan bahwa *blockchain* mampu mengurangi risiko penipuan dan meningkatkan kepercayaan dalam transaksi keuangan (Dhingra et al., 2024). Teknologi ini juga memastikan integritas data melalui fitur *immutability*, di mana data yang tercatat tidak dapat diubah tanpa persetujuan beberapa *node* dalam jaringan (Mutoffar, Kuswayati, Anggraeny, & Sumarni, 2023).

Manfaat Blockchain di Industri Fintech

Blockchain menawarkan berbagai manfaat bagi industri *fintech*, termasuk pengurangan biaya transaksi, percepatan waktu pemrosesan, dan peningkatan efisiensi operasional. Penelitian Kumar menunjukkan bahwa penerapan *blockchain* dapat mengurangi ketergantungan pada pihak ketiga, sehingga menekan biaya dan meningkatkan keamanan (Kumar et al., 2022). Selain itu, sifat transparan dari *blockchain* memungkinkan audit yang lebih efektif, yang mendukung kepatuhan terhadap regulasi keuangan.

Tantangan Implementasi Blockchain

Meskipun memiliki banyak manfaat, implementasi *blockchain* di industri *fintech* menghadapi tantangan signifikan, seperti biaya tinggi untuk pengembangan infrastruktur, kebutuhan akan regulasi yang jelas, dan resistensi terhadap perubahan teknologi. Keberhasilan adopsi *blockchain* memerlukan dukungan regulasi yang memadai dan upaya edukasi untuk meningkatkan pemahaman pelaku industri terhadap teknologi ini (Hegde & Hegde, 2024b).

Beberapa penelitian terkait telah membahas adopsi *blockchain* dalam berbagai konteks. Hedge mengeksplorasi dampak *blockchain* pada transparansi transaksi keuangan, Martinez menyoroti aplikasi *blockchain* dalam meningkatkan keamanan data (Hegde & Hegde, 2024a) (Martinez, Magdalena, & Savitri, 2024). Penelitian lebih lanjut mengkaji manfaat *blockchain* dalam pengurangan biaya operasional di sektor *fintech*.

METODE PENELITIAN

Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan deskriptif kualitatif dalam menganalisis manfaat, tantangan, dan faktor-faktor yang memengaruhi adopsi teknologi *blockchain* di industri *fintech*. Pendekatan ini dipilih karena mampu memberikan pemahaman mendalam mengenai fenomena yang kompleks, termasuk bagaimana teknologi *blockchain* diterapkan dan dampaknya terhadap keamanan serta transparansi transaksi digital.

Sumber Data

Data yang digunakan terdiri dari data primer, wawancara semi-terstruktur dengan para ahli di bidang *fintech*, termasuk pelaku industri, regulator, dan akademisi. Responden dipilih menggunakan metode purposive sampling berdasarkan pengalaman dan pengetahuan mereka tentang *blockchain*. Data sekunder, studi literatur dari jurnal nasional dan internasional, laporan industri, serta dokumen regulasi terkait implementasi *blockchain*. Data ini diambil dari sumber-sumber yang relevan dalam tiga tahun terakhir.

Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara mendalam untuk menggali perspektif dan pengalaman praktis dari para ahli mengenai manfaat dan tantangan adopsi *blockchain*. Dokumentasi, analisis terhadap jurnal, laporan industri, dan dokumen regulasi untuk memahami konteks implementasi *blockchain* dalam industri *fintech*.

Analisis Data

Data yang sudah terkumpul kemudian dianalisis menggunakan metode analisis tematik dalam mengidentifikasi pola, tema, dan hubungan antarvariabel. Tahapan analisis meliputi:

1. Reduksi Data: Penyederhanaan data melalui pengelompokan informasi berdasarkan tema utama, seperti keamanan, transparansi, manfaat, dan tantangan.
2. Kategorisasi Data: Klasifikasi data ke dalam kategori tertentu untuk mempermudah analisis.
3. Penarikan Kesimpulan: Penyimpulan berdasarkan hubungan antara kategori data dan tujuan penelitian.

Keabsahan Data

Untuk memastikan validitas dan reliabilitas data, penelitian ini menggunakan triangulasi sumber data, di mana data dari wawancara, studi literatur, dan dokumentasi dibandingkan untuk memastikan konsistensi informasi. Selain itu, dilakukan diskusi dengan ahli untuk mengonfirmasi temuan penelitian.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, seperti terbatasnya jumlah responden karena

seleksi purposive sampling, serta fokus pada konteks Indonesia yang mungkin tidak sepenuhnya mencerminkan kondisi global. Metode penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan analisis yang komprehensif mengenai adopsi blockchain dalam meningkatkan keamanan dan transparansi di industri fintech.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Dari hasil survey sebanyak 30 responden dipilih menggunakan metode *purposive* sampling berdasarkan pengalaman dan pengetahuan mereka tentang *blockchain* terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Tabel Responden

Aspek	Sangat Setuju	Setuju	Netral	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
Keamanan Transaksi	45%	35%	10%	7%	3%
Transparansi Data	40%	30%	15%	10%	5%
Dukungan terhadap Blockchain	50%	30%	10%	8%	2%

1. Keamanan Transaksi

45% pengguna sangat setuju bahwa mereka merasa aman melakukan transaksi di *platform fintech*. 35% setuju, menunjukkan mayoritas pengguna memiliki kepercayaan terhadap keamanan. Namun, 10% bersikap netral, 7% tidak setuju, dan 3% sangat tidak setuju, mengindikasikan bahwa beberapa pengguna mungkin memiliki pengalaman buruk atau masih khawatir dengan risiko peretasan.

2. Transparansi Data

40% sangat setuju bahwa data transaksi di *platform fintech* transparan dan dapat diaudit. 30% setuju, tetapi 15% bersikap netral, menunjukkan ada sebagian pengguna yang merasa kurang memahami tingkat transparansi. Sebanyak 10% tidak setuju dan 5% sangat tidak setuju, mungkin mencerminkan persepsi bahwa data transaksi sulit diakses atau diaudit.

3. Dukungan terhadap *Blockchain*

50% sangat mendukung penerapan *blockchain* untuk meningkatkan keamanan dan transparansi. 30% setuju, menunjukkan dukungan kuat dari mayoritas responden. Namun, ada 10% netral, 8% tidak setuju, dan 2% sangat tidak setuju, bisa jadi disebabkan oleh kurangnya pemahaman tentang teknologi *blockchain*.

Mayoritas pengguna *fintech* memiliki pandangan positif terhadap keamanan dan transparansi di *platform* yang mereka gunakan, serta mendukung penerapan *blockchain*. Namun, adanya responden yang netral atau tidak setuju mengindikasikan perlunya peningkatan edukasi dan pengalaman pengguna terkait fitur keamanan dan transparansi, serta manfaat *blockchain*.

Penerapan Blockchain di Industri Fintech

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *blockchain* telah mulai diadopsi oleh beberapa perusahaan fintech di Indonesia untuk meningkatkan keamanan dan transparansi transaksi. Berdasarkan wawancara dengan para ahli, *blockchain* diterapkan terutama pada *platform* pembayaran digital, manajemen identitas, dan kontrak pintar. Sebagai contoh, salah satu perusahaan *fintech* besar di Indonesia menggunakan teknologi ini untuk memverifikasi identitas pengguna secara otomatis, sehingga mengurangi risiko penipuan identitas. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Chakim, Chen, Nas, Supriati, & Cesna, 2024), yang menyebutkan bahwa *blockchain* dapat meningkatkan efisiensi dan kepercayaan melalui mekanisme verifikasi terdesentralisasi.

Tabel 2. Dampak *Blockchain* terhadap Keamanan dan Transparansi

Aspek	Sebelum Blockchain	Sesudah Blockchain
Keamanan	Rentan terhadap peretasan	Tidak ada kasus peretasan

Aspek	Sebelum Blockchain	Sesudah Blockchain
Transparansi	Sulit dilacak	Transaksi dapat diaudit
Efisiensi Biaya Operasional	Tinggi	Berkurang 20%
Kecepatan Verifikasi	Lambat	Real-time

Penerapan teknologi *blockchain* memberikan dampak signifikan terhadap aspek keamanan dan transparansi dalam industri *fintech*. Sebelum menggunakan *blockchain*, sistem tradisional sering kali menghadapi risiko keamanan yang tinggi, terutama karena data disimpan secara terpusat, sehingga menjadi target potensial bagi peretasan. Selain itu, transparansi dalam transaksi cukup rendah, di mana pengguna seringkali kesulitan melacak riwayat atau memverifikasi transaksi secara independen. Proses audit dan verifikasi juga memakan waktu dan biaya yang tinggi, karena melibatkan banyak pihak ketiga. Namun, setelah adopsi *blockchain*, keamanan sistem meningkat drastis. Data yang terenkripsi dan disimpan dalam jaringan terdistribusi membuatnya sulit untuk diretas. Mekanisme konsensus dalam *blockchain* memastikan bahwa setiap perubahan data harus disetujui oleh seluruh jaringan, sehingga memberikan lapisan perlindungan tambahan. Transparansi pun mengalami peningkatan besar, di mana semua transaksi tercatat dalam buku besar digital (*ledger*) yang dapat diaudit oleh pihak yang berwenang. Teknologi ini memastikan bahwa data bersifat immutable (tidak dapat diubah), sehingga meningkatkan kepercayaan pengguna.

Selain itu, *blockchain* juga berdampak pada efisiensi biaya operasional. Sebelum *blockchain*, proses audit dan verifikasi yang kompleks membutuhkan waktu dan biaya tinggi. Dengan *blockchain*, penggunaan *smart contracts* dan proses otomatis mengurangi ketergantungan pada pihak ketiga, sehingga menghemat biaya hingga 20%. Kecepatan verifikasi juga menjadi keunggulan utama *blockchain*, di mana transaksi dapat diproses dalam hitungan detik atau menit, dibandingkan sistem tradisional yang memerlukan beberapa hari. Secara keseluruhan, penerapan *blockchain* dalam industri *fintech* tidak hanya meningkatkan keamanan dan transparansi tetapi juga mengoptimalkan efisiensi biaya dan kecepatan proses. Hal ini menjadikan *blockchain* sebagai solusi teknologi yang inovatif untuk mendukung pertumbuhan dan kepercayaan di sektor keuangan digital.

Proses *blockchain* dalam *fintech*:

1. Flowchart: Proses *Blockchain* dalam *Fintech*
2. Pengguna Inisiasi Transaksi: Pengguna memulai transaksi melalui aplikasi *fintech*.
3. Data Transaksi Dikonversi ke Blok: Transaksi dienkripsi menjadi blok data.
4. Verifikasi oleh Jaringan *Blockchain*: Blok diverifikasi oleh node di jaringan.
5. Integrasi ke *Blockchain*: Blok diverifikasi dan ditambahkan ke rantai.
6. Penyelesaian Transaksi: Transaksi selesai, dan data transparan serta aman.

Manfaat Blockchain untuk Keamanan dan Transparansi

Blockchain memberikan keamanan melalui penggunaan algoritma kriptografi dan struktur data yang tidak dapat diubah (*immutable*). Mayoritas responden menyatakan bahwa teknologi ini mampu mengurangi risiko manipulasi data dan meningkatkan transparansi dalam pelaporan keuangan. Transparansi ini memungkinkan semua pihak dalam jaringan untuk mengakses riwayat transaksi secara *real-time*. Sebagaimana dikemukakan oleh (Kamalapur & Lyth, 2020), keunggulan ini sangat penting untuk membangun kepercayaan antara konsumen dan penyedia layanan *fintech*.

Tantangan Adopsi Blockchain

Meskipun manfaatnya signifikan, adopsi *blockchain* di Indonesia menghadapi sejumlah hambatan. Hambatan utama adalah biaya implementasi yang tinggi, kurangnya infrastruktur teknologi, dan minimnya regulasi yang mendukung. Beberapa responden juga menyebutkan resistensi internal dalam organisasi sebagai salah satu tantangan besar. Hal ini didukung oleh temuan (Rakha, 2023), yang menyatakan bahwa biaya dan kompleksitas teknologi merupakan faktor penghambat utama dalam penerapan *blockchain*.

Faktor Pendukung Adopsi Blockchain

Penelitian ini mengidentifikasi beberapa faktor yang mendukung keberhasilan adopsi *blockchain*, termasuk dukungan regulasi pemerintah, peningkatan literasi teknologi, dan kolaborasi antara pelaku industri. Dukungan regulasi menjadi sangat penting untuk memberikan kepastian hukum bagi perusahaan yang ingin mengadopsi teknologi ini. Penelitian oleh (Mishra & Kaushik, 2023) juga menekankan pentingnya peran pemerintah dalam menciptakan ekosistem yang kondusif untuk inovasi teknologi.

Penelitian ini menunjukkan bahwa *blockchain* memiliki potensi besar untuk merevolusi transaksi digital di industri fintech. Namun, keberhasilan implementasinya memerlukan pendekatan holistik yang mencakup pengembangan infrastruktur, regulasi, dan edukasi. Dari perspektif praktis, perusahaan *fintech* dapat memanfaatkan teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi operasional dan membangun kepercayaan konsumen. Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi dengan mengidentifikasi manfaat dan tantangan adopsi *blockchain* dalam konteks fintech di Indonesia.

Pembahasan

Hasil penelitian ini menegaskan bahwa *blockchain* dapat menjadi solusi strategis untuk mengatasi masalah keamanan dan transparansi dalam transaksi digital. Namun, tantangan seperti biaya implementasi dan kurangnya regulasi masih memerlukan perhatian khusus. Penelitian ini juga membuka peluang untuk eksplorasi lebih lanjut mengenai pengembangan model bisnis berbasis *blockchain* yang dapat diadopsi oleh pelaku *fintech* di berbagai skala. Selain itu, diperlukan studi komparatif dengan konteks internasional untuk memahami bagaimana praktik terbaik di negara lain dapat diterapkan di Indonesia.

Temuan ini memberikan dasar bagi pelaku industri dan pembuat kebijakan untuk merancang strategi yang mendukung adopsi *blockchain* secara berkelanjutan, sehingga teknologi ini dapat digunakan secara optimal dalam meningkatkan efisiensi dan kepercayaan di sektor keuangan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa adopsi *blockchain* di industri *fintech* memberikan manfaat yang signifikan dalam hal meningkatkan keamanan, transparansi, dan efisiensi operasional. *Blockchain* mampu menyediakan sistem yang terdesentralisasi dan sulit untuk dimanipulasi, sehingga meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap transaksi digital. Namun, implementasi teknologi ini di Indonesia masih menghadapi beberapa tantangan, seperti tingginya biaya implementasi, kurangnya regulasi yang mendukung, dan resistensi budaya organisasi. Hasil wawancara dengan para pemangku kepentingan mengungkapkan bahwa salah satu kunci keberhasilan adopsi *blockchain* adalah kolaborasi yang erat antara pemerintah, penyedia layanan teknologi, dan pengguna. Regulasi yang jelas dan edukasi terhadap pelaku industri serta masyarakat menjadi faktor penting untuk mengatasi hambatan tersebut.

Studi ini juga menemukan adanya gap penelitian yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian lebih lanjut. Salah satu gap utama adalah minimnya studi komparatif mengenai efektivitas implementasi *blockchain* di berbagai negara, yang dapat memberikan wawasan tentang strategi terbaik untuk diterapkan di Indonesia. Selain itu, penelitian tentang pengaruh *blockchain* terhadap keberlanjutan bisnis *fintech* dalam jangka panjang juga belum banyak dieksplorasi.

REFERENSI

- Chakim, M. H. R., Chen, S.-C., Nas, C., Supriati, R., & Cesna, G. P. (2024). *Integration of iot and blockchain technologies for enhancing transparency and efficiency in indonesian agriculture*. In *2024 3rd International Conference on Creative Communication and Innovative Technology (ICCIIT)* (pp. 1–6). IEEE.
- Dhingra, S., Raut, R., Gunasekaran, A., Rao Naik, B. K., & Masuna, V. (2024). Analysis of the challenges for blockchain technology adoption in the Indian health-care sector. *Journal of Modelling in Management*, *19*(2), 375–406.

- Hegde, S. K., & Hegde, R. (2024a). *An Efficient and Transparent Financial Transaction System using Decentralized Finance (DeFi) based on Blockchain Technology*. In *2024 2nd International Conference on Recent Advances in Information Technology for Sustainable Development (ICRAIS)* (pp. 18–23). IEEE.
- Hegde, S. K., & Hegde, R. (2024b). *An Efficient and Transparent Financial Transaction System using Decentralized Finance (DeFi) based on Blockchain Technology*. In *2024 2nd International Conference on Recent Advances in Information Technology for Sustainable Development (ICRAIS)* (pp. 18–23). IEEE.
- Javaid, M., Haleem, A., Singh, R. P., Suman, R., & Khan, S. (2022). A review of Blockchain Technology applications for financial services. *BenchCouncil Transactions on Benchmarks, Standards and Evaluations*, 2(3), 100073.
- Kamalapur, R., & Lyth, D. (2020). Impact of stockout compensation in e-commerce drop-shipping supply chain. *Operations and Supply Chain Management: An International Journal*, 13(1), 82–93.
- Kumar, N., Singh, M., Upreti, K., & Mohan, D. (2022). *Blockchain adoption intention in higher education: role of trust, perceived security and privacy in technology adoption model*. In *Proceedings of International Conference on Emerging Technologies and Intelligent Systems: ICETIS 2021 (Volume 1)* (pp. 303–313). Springer.
- Malik Mutoffar, M., Kuswayati, S., Sumarni, T., Krisnha Sukma Dewi, R., & Nurjanah, E. (2024). Role of ChatGPT as an Innovative Tool for Data Analysis and Market Trend Prediction in Business Information Systems. *Jurnal Minfo Polgan*, 13(1). doi:10.33395/jmp.v13i1.13737
- Martinez, D., Magdalena, L., & Savitri, A. N. (2024). Ai and blockchain integration: Enhancing security and transparency in financial transactions. *International Transactions on Artificial Intelligence*, 3(1), 11–20.
- Mishra, L., & Kaushik, V. (2023). Application of blockchain in dealing with sustainability issues and challenges of financial sector. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 13(3), 1318–1333.
- Mutoffar, M. M., Kuswayati, S., Anggraeny, F. T., & Sumarni, T. (2023). Exploring the potential of ChatGPT in improving online marketing and promotion of MSMEs. *Jurnal Minfo Polgan*, 12(1), 480–489.
- Portillo, N. (2024). Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System. Available at SSRN 4993270.
- Rakha, N. A. (2023). Exploring the Role of Block-chain Technology in Strengthening International Legal Guarantees for Investment Activity. *International Journal of Law and Policy*, 1(3).
- Ullah, N., Al-Rahmi, W. M., Alfarraj, O., Alalwan, N., Alzahrani, A. I., Ramayah, T., & Kumar, V. (2022). Hybridizing cost saving with trust for blockchain technology adoption by financial institutions. *Telematics and Informatics Reports*, 6, 100008.
- van Zantvoort, C. A. P. S. (n.d.). Optimizing Inventory Replenishment for Centralized and Decentralized 2-Location Supply Chains Using Genetic Algorithms in E-commerce.