



Analisis Pengaruh Penggunaan Teknologi Blockchain Pada *Internet of Things*

Alif Rizki Nuryanto¹, Dafa Adi Raharjo¹, Maulana Idris^{1*}, Muhammad Irham Husin¹, Aries Saifudin²

^{1,2}Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pamulang, Kota Tangerang Selatan, Indonesia

Email : ^{1*}maulanaidris110402@gmail.com, ²aries.saifudin@unpam.ac.id

(* : coressponding author)

Abstrak - Penggunaan teknologi blockchain dalam *Internet of Things* (IoT) telah menarik perhatian besar dalam beberapa tahun terakhir. Blockchain menawarkan potensi untuk meningkatkan keamanan, privasi, dan integritas data dalam lingkungan IoT yang semakin terhubung. Studi ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh implementasi teknologi blockchain terhadap ekosistem IoT. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis literatur untuk mengevaluasi implikasi teknologi blockchain terhadap keamanan transaksi, manajemen identitas, dan otomatisasi proses dalam IoT. Hasil analisis menunjukkan bahwa penggunaan blockchain dapat mengurangi risiko keamanan melalui mekanisme konsensus yang terdistribusi, serta memfasilitasi pembayaran dan transaksi antarperangkat secara aman dan efisien. Namun, tantangan seperti skalabilitas, biaya operasional, dan kompleksitas integrasi perlu diatasi untuk memaksimalkan manfaat teknologi ini. Penelitian ini memberikan wawasan tentang potensi dan kendala penggunaan blockchain dalam konteks IoT, serta menyarankan arah penelitian masa depan untuk mengatasi masalah yang ada dan meningkatkan penerapan teknologi ini dalam skala yang lebih luas.

Kata Kunci : Blockchain, *Internet of Things* (IoT), Keamanan Data

Abstract - The use of blockchain technology in the *Internet of Things* (IoT) has attracted great attention in recent years. Blockchain offers the potential to improve security, privacy and data integrity in an increasingly connected IoT environment. This study aims to analyze the influence of blockchain technology implementation on the IoT ecosystem. The research method used is literature analysis to convey blockchain technology to transaction security, identity management, and automation processes in IoT. The analysis results show that the use of blockchain can reduce security risks through a distributed mechanism, as well as facilitate payments and transactions between devices safely and efficiently. However, challenges such as scalability, operational costs and integration complexity need to be overcome to maximize the benefits of this technology. This research provides insight into the potential and pitfalls of using blockchain in an IoT context, as well as suggesting future research directions to address existing issues and increase the application of this technology on a broader scale.

Keywords: Blockchain, *Internet of Things* (IoT), Data Security

1. PENDAHULUAN

Internet of Things (IoT) telah mengubah cara kita berinteraksi dengan lingkungan sekitar melalui konektivitas yang semakin luas antara perangkat elektronik yang terhubung. Namun, seiring dengan keuntungan besar yang ditawarkannya, IoT juga menghadapi tantangan signifikan terkait keamanan dan privasi data. Teknologi blockchain, yang pertama kali dikenal sebagai infrastruktur di balik mata uang digital seperti Bitcoin, kini diakui sebagai solusi potensial untuk mengatasi beberapa masalah kritis dalam implementasi IoT.

Blockchain adalah ledger terdistribusi yang menyimpan transaksi secara terenkripsi dan tidak dapat diubah, menggunakan konsensus di antara pihak-pihak yang terlibat untuk memverifikasi dan memvalidasi data. Dalam konteks IoT, blockchain menawarkan keamanan yang lebih tinggi dengan memastikan integritas data melalui konsensus yang terdistribusi, yang berarti data tidak dapat dimanipulasi oleh pihak yang tidak sah. Ini sangat penting mengingat bahwa perangkat IoT sering kali beroperasi dalam lingkungan yang rentan terhadap serangan cyber.

Selain keamanan, penggunaan blockchain dalam IoT juga dapat memfasilitasi pembayaran dan transaksi antarperangkat tanpa perlu intermediasi dari pihak ketiga, mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi. Dengan menyimpan informasi kunci seperti identitas



perangkat dan riwayat transaksi dalam blockchain, IoT dapat mempercepat proses otomatisasi dan meningkatkan responsivitas sistem secara keseluruhan.

Meskipun potensi blockchain dalam meningkatkan keamanan dan efisiensi IoT sangat menjanjikan, masih ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Skalabilitas blockchain, biaya implementasi, dan kompleksitas integrasi dengan infrastruktur IoT yang sudah ada merupakan beberapa masalah utama yang perlu dipertimbangkan secara cermat.

Dengan mempertimbangkan pentingnya ini, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara mendalam pengaruh penggunaan teknologi blockchain pada ekosistem IoT, mengeksplorasi manfaatnya serta mengidentifikasi hambatan-hambatan yang perlu diatasi untuk mewujudkan potensi penuhnya. Melalui analisis ini, diharapkan dapat memberikan wawasan yang berharga bagi pengembang, pengelola, dan pengguna IoT dalam memilih dan mengimplementasikan solusi blockchain yang tepat untuk aplikasi mereka.

2. METODE

Studi pustaka ini bertujuan untuk mengumpulkan, meninjau, dan menganalisis literatur terkait pengaruh penggunaan teknologi blockchain pada *Internet of Things* (IoT). Pendekatan ini digunakan untuk menyelidiki implikasi teknologi blockchain dalam meningkatkan keamanan, efisiensi transaksi, dan manajemen data dalam ekosistem IoT yang semakin kompleks dan terhubung.

Pertama, proses pengumpulan literatur dilakukan melalui pencarian terhadap database akademik, jurnal ilmiah, konferensi terkait, dan sumber-sumber informasi terpercaya lainnya yang membahas integrasi antara blockchain dan IoT. Kriteria inklusi literatur meliputi publikasi yang menguraikan konsep dasar blockchain, aplikasi blockchain dalam IoT, manfaat keamanan yang ditawarkan, serta tantangan dan solusi yang dibahas untuk mengatasi implementasi teknologi ini dalam skala besar.

Selanjutnya, literatur yang terkumpul dianalisis secara sistematis dengan fokus pada aspek-aspek kunci, seperti mekanisme konsensus dalam blockchain yang relevan untuk keamanan data IoT, manajemen identitas perangkat IoT, dan efektivitas blockchain dalam mendukung otomatisasi proses. Analisis literatur ini tidak hanya mengidentifikasi tren utama dan perkembangan terbaru dalam bidang ini, tetapi juga mengevaluasi kelemahan teknis dan keamanan yang mungkin mempengaruhi implementasi blockchain dalam konteks IoT.

Metode ini juga melibatkan penilaian kritis terhadap relevansi dan validitas literatur yang ditemukan, memastikan bahwa data dan temuan yang disajikan dapat diandalkan sebagai dasar untuk mendukung argumen dan kesimpulan dalam analisis ini. Selain itu, studi pustaka ini memberikan landasan teoretis yang kokoh untuk membangun pemahaman mendalam tentang bagaimana teknologi blockchain dapat mengubah paradigma keamanan dan manajemen data dalam IoT, serta mendorong inovasi dan pengembangan teknologi lebih lanjut di masa depan.

Dengan demikian, metode studi pustaka ini menjadi landasan yang kuat untuk memperluas pengetahuan dan wawasan tentang peran blockchain dalam memperkuat infrastruktur keamanan dan efisiensi operasional IoT, serta memberikan arah bagi penelitian lebih lanjut dalam mengatasi tantangan dan mengoptimalkan potensi teknologi ini di masa mendatang.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penggunaan teknologi blockchain mempengaruhi keamanan data dalam ekosistem *Internet of Things*

Penggunaan teknologi blockchain dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT) memiliki dampak yang signifikan terhadap keamanan data. IoT melibatkan jaringan perangkat yang terhubung secara luas, dari sensor kecil hingga perangkat pintar yang digunakan dalam berbagai konteks seperti rumah pintar, kendaraan otonom, infrastruktur kota cerdas, hingga industri 4.0. Namun, pertumbuhan cepat dan interkoneksi yang luas dalam IoT juga meningkatkan risiko



keamanan terkait dengan kerentanan terhadap serangan cyber seperti manipulasi data, peretasan perangkat, dan akses ilegal.

Teknologi blockchain menawarkan solusi inovatif untuk mengatasi tantangan keamanan ini melalui beberapa mekanisme kunci:

- a. **Desentralisasi dan Konsensus:** Blockchain adalah ledger terdistribusi yang disimpan di banyak komputer (node) di seluruh jaringan. Setiap transaksi atau perubahan data harus diverifikasi dan disetujui oleh mayoritas node dalam jaringan, menggunakan mekanisme konsensus tertentu seperti Proof of Work (PoW) atau Proof of Stake (PoS). Hal ini membuat data yang disimpan dalam blockchain sulit dimanipulasi atau diubah tanpa persetujuan dari mayoritas node, sehingga meningkatkan integritas data dalam IoT.
- b. **Immutabilitas dan Auditabilitas:** Setiap entri data dalam blockchain tidak dapat diubah atau dihapus, hanya bisa ditambahkan. Ini memungkinkan jejak audit yang transparan dan tidak dapat dipalsukan untuk setiap perubahan atau transaksi yang terjadi pada perangkat IoT. Misalnya, sensor lingkungan dapat menggunakan blockchain untuk menyimpan data suhu atau kelembaban dengan jaminan bahwa data tersebut tidak dapat dimanipulasi, memberikan keandalan yang lebih tinggi dalam pengambilan keputusan berbasis data.
- c. **Manajemen Identitas:** Blockchain juga dapat digunakan untuk mengelola identitas digital perangkat IoT dengan aman. Setiap perangkat dapat memiliki identitas unik yang tercatat dalam blockchain, dan akses atau perubahan terhadap identitas ini harus diverifikasi secara kriptografis. Ini membantu mencegah serangan yang melibatkan perangkat palsu atau tidak sah yang mencoba mengakses atau merusak jaringan IoT.
- d. **Keamanan Transaksi:** Blockchain menyediakan lapisan keamanan tambahan untuk transaksi finansial atau data yang sensitif antarperangkat IoT. Dengan menggunakan smart contract, blockchain memungkinkan pelaksanaan otomatis dari perjanjian atau kebijakan berdasarkan kondisi yang telah diprogram sebelumnya, tanpa memerlukan intermediasi dari pihak ketiga yang dapat rentan terhadap serangan.

Meskipun potensi keamanan yang ditawarkan oleh blockchain dalam IoT sangat menjanjikan, ada beberapa tantangan yang perlu diatasi, seperti skalabilitas, biaya transaksi, dan kompleksitas integrasi dengan infrastruktur IoT yang sudah ada. Skalabilitas blockchain saat ini masih menjadi pembatas utama dalam penerapannya dalam lingkungan IoT yang besar dan terdistribusi. Biaya operasional dan konsumsi energi yang tinggi dari beberapa model konsensus blockchain juga perlu dipertimbangkan dalam implementasi skala besar.

Secara keseluruhan, penggunaan teknologi blockchain dalam ekosistem IoT memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan, integritas, dan efisiensi operasional. Namun, untuk mewujudkan potensi penuhnya, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut untuk mengatasi tantangan teknis dan ekonomi yang ada, serta untuk meningkatkan adopsi teknologi ini dalam skala yang lebih luas.

3.2 Tantangan utama yang dihadapi dalam mengintegrasikan teknologi blockchain dengan infrastruktur IoT yang sudah ada

Integrasi teknologi blockchain dengan infrastruktur IoT yang sudah ada menghadapi beberapa tantangan utama yang perlu diatasi untuk mencapai implementasi yang efektif dan berkelanjutan. Berikut adalah beberapa tantangan utama yang sering dihadapi:

- a. **Skalabilitas:** Salah satu tantangan utama dalam mengintegrasikan blockchain dengan IoT adalah skalabilitas. Blockchain seperti Bitcoin atau Ethereum dapat menghadapi batasan dalam hal jumlah transaksi per detik yang dapat diproses, yang mungkin tidak mencukupi untuk kebutuhan IoT yang membutuhkan jaringan besar dengan ribuan bahkan jutaan perangkat yang terhubung secara bersamaan. Solusi seperti pengembangan blockchain khusus untuk kebutuhan IoT atau penggunaan teknologi sidechain atau state channel telah diusulkan untuk mengatasi masalah ini.



- b. **Biaya Transaksi dan Energi:** Biaya transaksi yang tinggi dan konsumsi energi yang besar dari beberapa model konsensus blockchain (seperti Proof of Work) dapat menjadi hambatan signifikan dalam skala besar implementasi IoT. Biaya operasional yang tinggi dapat membuat tidak ekonomis untuk menggunakan blockchain untuk setiap transaksi kecil atau berulang di IoT. Solusi yang sedang dikembangkan termasuk penggunaan model konsensus yang lebih efisien energi atau peningkatan efisiensi dari segi biaya operasional blockchain.
- c. **Kesesuaian dengan Kebutuhan IoT:** Infrastruktur IoT umumnya memiliki karakteristik yang berbeda dengan aplikasi tradisional blockchain. Misalnya, perangkat IoT mungkin memiliki keterbatasan sumber daya seperti daya baterai, kapasitas komputasi terbatas, atau koneksi jaringan yang tidak stabil. Blockchain harus dapat mengakomodasi kebutuhan ini dengan mempertimbangkan tingkat kompleksitas, ukuran data yang disimpan, dan kebutuhan untuk interaksi yang cepat dan responsif antarperangkat.
- d. **Keamanan dan Privasi:** Meskipun blockchain menawarkan keamanan yang tinggi melalui kriptografi yang kuat dan mekanisme konsensus terdistribusi, keamanan IoT juga bergantung pada faktor-faktor seperti pengelolaan kunci yang aman, proteksi terhadap serangan fisik terhadap perangkat, dan perlindungan terhadap ancaman yang berkembang seperti serangan ransomware atau peretasan data. Mengintegrasikan blockchain dengan IoT memerlukan perhatian khusus terhadap layer keamanan tambahan yang diperlukan untuk melindungi infrastruktur yang terhubung secara luas ini.
- e. **Kompleksitas Integrasi:** Integrasi blockchain dengan infrastruktur IoT yang sudah ada bisa menjadi kompleks karena perbedaan dalam arsitektur, protokol komunikasi, dan platform perangkat keras dan lunak yang digunakan. Proses ini memerlukan pengembangan spesifik solusi, interoperabilitas yang baik antara blockchain dan perangkat IoT, serta adaptasi yang tepat terhadap kasus penggunaan dan lingkungan operasional yang berbeda-beda.

Dengan memahami dan mengatasi tantangan-tantangan ini, penggunaan blockchain dalam IoT dapat memberikan manfaat signifikan seperti meningkatkan keamanan, transparansi, dan efisiensi operasional. Solusi-solusi inovatif dan penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengoptimalkan integrasi blockchain dengan infrastruktur IoT yang ada, sehingga dapat mendorong adopsi teknologi ini dalam skala yang lebih besar dan berkelanjutan.

3.3 Efektivitas teknologi blockchain dalam meningkatkan efisiensi transaksi dan manajemen identitas perangkat dalam konteks *Internet of Things*

Teknologi blockchain menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi transaksi dan manajemen identitas perangkat dalam konteks *Internet of Things* (IoT) melalui beberapa mekanisme kunci:

a. Efisiensi Transaksi

Blockchain dapat meningkatkan efisiensi transaksi dalam IoT dengan cara sebagai berikut:

- **Pengurangan Intermediasi:** Dengan menggunakan smart contract, blockchain memungkinkan pelaksanaan otomatis dari perjanjian atau kebijakan antarperangkat IoT tanpa memerlukan intermediasi dari pihak ketiga. Hal ini tidak hanya mengurangi biaya administrasi, tetapi juga mempercepat waktu respon dalam eksekusi transaksi.
- **Transparansi dan Keandalan:** Setiap transaksi yang dilakukan dalam blockchain dicatat secara permanen dan tidak dapat diubah, memberikan transparansi dan keandalan yang tinggi terhadap seluruh sejarah transaksi. Ini sangat penting dalam konteks IoT di mana data transaksi yang akurat dan dapat diandalkan sangat diperlukan untuk analisis, pemantauan, dan pengambilan keputusan yang tepat waktu.
- **Keamanan dan Integritas Data:** Dengan menggunakan kriptografi yang kuat dan mekanisme konsensus terdistribusi, blockchain mengamankan data transaksi IoT dari manipulasi atau serangan yang berasal dari pihak yang tidak sah. Ini memastikan bahwa setiap transaksi yang terjadi dalam jaringan IoT dapat dipercaya dan tidak dapat dimanipulasi.



b. Manajemen Identitas Perangkat

Blockchain juga berperan dalam meningkatkan manajemen identitas perangkat dalam IoT dengan cara berikut:

- **Identitas Digital yang Aman:** Setiap perangkat IoT dapat memiliki identitas digital yang unik yang tercatat dalam blockchain. Identitas ini dapat digunakan untuk otentikasi yang aman dan dapat dipercaya antarperangkat, memastikan bahwa hanya perangkat yang sah yang memiliki akses ke jaringan atau layanan tertentu.
- **Autentikasi dan Otorisasi yang Ditingkatkan:** Blockchain memungkinkan otentikasi yang lebih baik dan otorisasi terhadap transaksi dan interaksi antarperangkat IoT. Dengan menggunakan smart contract, identitas perangkat dapat diverifikasi secara otomatis dan peran atau hak akses perangkat dapat ditetapkan dengan jelas berdasarkan aturan yang telah ditetapkan sebelumnya.
- **Manajemen Siklus Hidup Perangkat:** Blockchain juga memfasilitasi manajemen siklus hidup perangkat IoT, termasuk registrasi, pembaruan perangkat lunak, dan pembaruan status keamanan. Setiap perubahan terkait dengan identitas atau status perangkat dapat ditangani secara aman dan efisien dalam lingkungan blockchain.

Dengan memanfaatkan keunggulan ini, teknologi blockchain dapat membawa dampak positif yang signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional, keamanan, dan manajemen identitas dalam implementasi IoT. Namun, perlu dicatat bahwa tantangan seperti skalabilitas, biaya operasional, dan kompleksitas integrasi masih perlu diatasi untuk memaksimalkan manfaat teknologi blockchain dalam konteks IoT yang semakin terhubung dan kompleks.

4. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, teknologi blockchain menjanjikan untuk mengubah paradigma keamanan, efisiensi transaksi, dan manajemen identitas dalam ekosistem *Internet of Things* (IoT). Penggunaan blockchain dalam IoT menawarkan keuntungan signifikan seperti transparansi yang tinggi, keamanan data yang ditingkatkan, dan pengurangan biaya administratif melalui penghapusan intermediasi. Mekanisme konsensus yang terdistribusi memastikan integritas data yang tidak dapat dimanipulasi, yang krusial dalam konteks di mana perangkat IoT sering beroperasi dalam lingkungan yang rentan terhadap serangan cyber. Selain itu, blockchain memfasilitasi manajemen identitas perangkat dengan menyediakan identitas digital yang aman dan otentikasi yang ditingkatkan, memungkinkan pengelolaan siklus hidup perangkat yang efisien dan terkelola dengan baik.

Namun, implementasi teknologi blockchain dalam IoT tidaklah tanpa tantangan. Skalabilitas tetap menjadi masalah utama karena blockchain saat ini menghadapi batasan dalam jumlah transaksi per detik yang dapat diproses, yang perlu diatasi untuk mengakomodasi jumlah besar perangkat IoT yang terhubung. Biaya operasional dan konsumsi energi yang tinggi dari beberapa model konsensus blockchain juga membatasi penerapannya dalam skala besar. Kompleksitas integrasi dengan infrastruktur IoT yang sudah ada juga menjadi tantangan, mengingat perbedaan dalam arsitektur, protokol komunikasi, dan karakteristik perangkat keras dan lunak yang beragam.

Dengan demikian, untuk mewujudkan potensi penuhnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dan pengembangan solusi teknis yang inovatif. Perbaikan dalam skalabilitas blockchain, pengurangan biaya operasional, dan peningkatan interoperabilitas antara blockchain dan infrastruktur IoT akan mendukung adopsi yang lebih luas dan efektif. Langkah-langkah ini akan membantu mempercepat integrasi blockchain dalam IoT, meningkatkan efisiensi operasional, dan memperkuat keamanan serta manajemen identitas dalam lingkungan yang semakin terhubung dan kompleks.



DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, B. (2023). Implementasi teknologi blockchain untuk keamanan data *Internet of Things*. *Humantech: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia*, 2(9), 1944-1953.
- Prawiyogi, A. G., & Anwar, A. S. (2023). Perkembangan *Internet of Things* (IoT) pada Sektor Energi: Sistematis Literatur Review. *Jurnal MENTARI: Manajemen, Pendidikan dan Teknologi Informasi*, 1(2), 187-197.
- Soelistianto, F. A., Atmadja, M. D., & Khristiana, H. M. (2024). Identifikasi Penelitian yang Menggunakan *Internet of Things* (IoT) dalam Inovasi Teknologi Pariwisata. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 3(02), 214-222.
- Rahmawati, M. I., & Subardjo, A. (2023). *Internet of Things* (Iot) Dan Blockchain Dalam Perspektif Akuntansi. *Jurnal Akuntansi dan Keuangan (JAK)*, 28(1), 28-36.
- Parung, J., Larissa, S., Santoso, A., & Prayogo, D. N. (2021). Penggunaan Teknologi Blockchain, *Internet of Things* Dan Artifial Intelligence Untuk Mendukung Kota Cerdas. Studi Kasus: Supply Chain Industri Perikanan.
- Kadeli, W. Y., Hasanah, M., & Purwanto, M. A. (2024). ANALISIS PENGARUH PERKEMBANGAN TEKNOLOGI TERHADAP ASURANSI SYARIAH. *Jurnal Ilmiah Manajemen Ekonomi Dan Akuntansi (JIMEA)*, 1(3), 200-205.
- Kurniawan, W., Rohman, M., Sudrajat, W., Yana, H. H., Nawawi, M. L., & Najah, S. (2024). Analisis Kompetensi Guru Pendidikan Islam Dalam Pengembangan Kurikulum Merdeka Menuju Local Genius 6.0 Ideas *Internet of Things* (IoT). *An-Nawa: Jurnal Studi Islam*, 6(1), 103-118.