

Faktor Kunci Keberhasilan Implementasi *Blockchain* dalam Identitas Berdaulat untuk Mendukung Target Pembangunan Berkelanjutan

Ega Pameza Putra, Farisya Setiadi

^aIlmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, ega.pameza@ui.ac.id

^bIlmu Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Indonesia, farisyasetiadi@ui.ac.id

Submitted: 29-07-2024, Reviewed: 19-08-2024, Accepted 29-01-2025

<https://doi.org/10.47233/jteksis.v7i2.1582>

Abstract

The development of information technology has entered an era of rapid digital transformation, where resource efficiency and data integration are key factors. Blockchain, with its characteristics of decentralization and high security, offers great potential in various innovative applications, including digital identity management that influences business industries to sustainable development goals. A blockchain-based identity management system has emerged as a solution to privacy, security and control problems in digital identity management which have recently become the focus of problems in terms of data security and authenticity. Well-managed digital identity can accelerate the achievement of this goal. The launch of the Digital Indonesia Vision 2045 shows the government's commitment to encouraging the adoption of digital technology, including blockchain. This research aims to explore the potential of blockchain implementation in improving digital identity management as part of sustainable development efforts in Indonesia. The research method of this review study adopts a "mixed methods approach", which consists of literature mapping and literature searches as well as systematic literature reviews which are useful for producing critical success factor (CSF) points. The research results show that blockchain has great potential in solving the problem of data silos and data fragmentation in Indonesia, with its decentralized and transparent nature. It is hoped that this research can improve practice and further research related to blockchain in digital identity in Indonesia.

Keywords: Blockchain, Self-Sovereign Identity, CSF

Abstrak

Perkembangan teknologi informasi telah memasuki era transformasi digital yang pesat, di mana efisiensi sumber daya dan integrasi data menjadi faktor kunci. Blockchain, dengan karakteristik desentralisasi dan keamanan tinggi, menawarkan potensi besar dalam berbagai aplikasi inovatif, termasuk manajemen identitas digital yang mempengaruhi industri bisnis hingga tujuan pembangunan berkelanjutan. Sistem manajemen identitas berbasis blockchain muncul sebagai solusi untuk masalah privasi, keamanan, dan kontrol dalam pengelolaan identitas digital yang belakangan ini menjadi fokus permasalahan yang terjadi dari segi keamanan dan keaslian data. Identitas digital yang dikelola dengan baik dapat mempercepat pencapaian tujuan ini, peluncuran Visi Indonesia Digital 2045 menunjukkan komitmen pemerintah dalam mendorong adopsi teknologi digital, termasuk blockchain. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi implementasi blockchain dalam meningkatkan manajemen identitas digital sebagai bagian dari upaya pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Metode penelitian kajian tinjauan ini mengadopsi "pendekatan metode campuran", yang terdiri dari pemetaan literatur dan pencarian literatur serta tinjauan literatur sistematis yang berguna untuk menghasilkan poin-poin critical success factor (CSF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa blockchain memiliki potensi besar dalam menyelesaikan masalah data silo dan fragmentasi data di Indonesia, dengan sifat desentralisasi dan transparansinya yang dimiliki. Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan praktik dan penelitian lanjutan terkait blockchain dalam identitas digital di Indonesia.

Keywords: Blockchain, Self-Sovereign Identity, CSF, Faktor Kunci Keberhasilan

This work is licensed under Creative Commons Attribution License 4.0 CC-BY International license



PENDAHULUAN

Teknologi belakangan ini mengalami perkembangan yang sangat pesat, munculnya istilah transformasi digital menjadi daya tarik tersendiri dari perkembangan dunia teknologi saat ini. Efisiensi sumber daya dan integrasi data dinilai menjadi salah satu faktor utama dari keuntungan transformasi digital, banyak instansi dan organisasi berbondong-bondong melakukan transformasi digital untuk bisnisnya, mereka menilai dengan melakukan proses transformasi digital ini dapat memberikan keunggulan bagi bisnisnya dan dapat memperluas kapabilitas dalam menentukan strategi

ke depannya. Potensi transformasi digital tidak hanya terjadi pada industri bisnis, namun sudah mulai dilirik untuk tujuan pembangunan berkelanjutan demi mendukung isu-isu global.

Perkembangan yang terjadi juga ditandai dengan munculnya teknologi-teknologi terbaru dan penerapannya dalam masalah yang ada, sebut saja dua teknologi yang menjadi topik hangat belakangan ini yaitu AI dan DLT atau yang biasa disebut dengan *blockchain*. Blockchain merupakan rangkaian blok blok yang terhubung secara kronologis dan terenkripsi yang menyimpan catatan transaksi secara permanen [43]. Dalam

implementasi teknologi *Blockchain* yang tidak terbatas ini, coba dimanfaatkan oleh para peneliti dan praktisi, menyebabkan membeludaknya inovasi teknologi terbaru saat ini, seperti semakin banyaknya implementasi koin kripto yang muncul saat ini, dimana blockchain merupakan teknologi inti yang digunakan untuk menciptakan mata uang kripto tersebut [42]. Inovasi yang dapat dilakukan dengan basis *Blockchain* menjadi sangat luas, dengan kemungkinan yang muncul para peneliti dan praktisi mulai banyak mengembangkan teknologi ini untuk kebutuhan membantu dalam isu pembangunan berkelanjutan atau pembangunan berkelanjutan. Salah satu penerapan teknologi dalam membantu isu pembangunan berkelanjutan adalah penerapan identitas digital.

Manajemen identitas digital yang baik dapat menjadikan proses pencapaian target pembangunan berkelanjutan lebih cepat. Banyak permasalahan yang muncul karena kurang baik manajemen data yang ada, sebut saja permasalahan dalam pemberian layanan publik kepada Masyarakat seperti kesehatan dan bantuan sosial. Permasalahan yang muncul dapat menghambat target-target yang ada pada tujuan Pembangunan berkelanjutan seperti pada poin nomor SDG 1: Tidak Ada Kemiskinan, SDG 5: Kesetaraan Gender dan SDG 16: Perdamaian, Keadilan, dan Institusi yang Kuat.

Dalam lanskap digital yang berkembang pesat, kemunculan teknologi *blockchain* telah mengantarkan era baru pemberdayaan, mengubah cara individu mengelola data pribadi dan identitas mereka. Sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk tantangan privasi, keamanan, dan kontrol yang telah berlangsung lama di ranah identitas digital disebabkan karena dirancang dan diimplementasikan untuk menjamin keamanan data. [44] Kemunculan teknologi *blockchain* juga dapat menjadi solusi dari permasalahan yang muncul yang dapat menghambat pencapaian terget pembangunan berkelanjutan, hal ini disebut dengan konsep identitas berdaulat.

Konsep identitas berdaulat, di mana individu memiliki otonomi untuk mengelola identitas digital mereka sendiri, telah mendapatkan daya tarik yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir [1]. Sifat *blockchain* yang terdesentralisasi dan tahan terhadap gangguan [46] menjadikannya platform yang ideal untuk mengimplementasikan solusi identitas berdaulat mandiri, menawarkan cara yang aman dan transparan bagi individu untuk mempertahankan kendali atas informasi pribadi mereka selain itu Proses audit berjalan secara otomatis melalui proses validasi blockchain dapat menambahkan keamanan serta keaslian data pribadi [45].

Indonesia merupakan negara yang cukup aktif dalam mendorong implementasi teknologi digital,

hal ini ditandai dengan peluncuran Visi Indonesia Digital VID 2045 sebagai konsep, visi, dan arah strategi nasional dalam mendorong terwujudnya Indonesia Digital 2045 [2]. Dengan adanya peta jalan VID 2045 ini menjadikan Proses transformasi digital di Indonesia lebih terstruktur dan memiliki dukungan penuh dari pemerintah. Dalam VID terdapat 5 Future Technologies yang menjadi yang dinilai dapat mendisrupsi supply chain pada sektor-sektor konvensional [3], Hal ini memiliki arti bahwa kelima teknologi tersebut berpotensi mengubah kerja ratai pasok yang saat ini ada menjadi lebih baik.



Gambar 1. Visi Indonesia Digital 2045

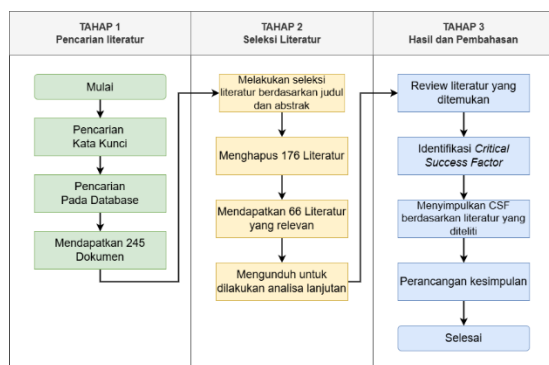
Blockchain di Indonesia saat ini cukup mendapatkan perhatian, di kementerian sendiri, sudah ada 7 kementerian yang menjajaki penggunaan *blockchain* untuk mencatat berbagai informasi secara terstruktur dan aman. [4]. Di Indonesia tantangan yang besar merupakan silo data dan data terfragmentasi yang sudah menjadi permasalahan yang belum terpecahkan, dengan menggunakan *blockchain* isu ini dipercaya dapat diselesaikan karena desentralisasi dan transparansi yang ditawarkan oleh *blockchain*. Luasnya potensi implementasi yang dapat dilakukan *blockchain*, sangat menantang jika dapat diimplementasikan terhadap isu pada pembangunan keberlanjutan khususnya pada sektor identitas berdaulat, karena inovasi teknologi umumnya tidak hanya teknologi yang berperan sukses namun terdapat unsur pendukung lainnya seperti infrastruktur, regulasi, tata kelola dan lain-lain.

Dengan besarnya potensi penerapan *blockchain* dalam digital identity, Penelitian ini akan membahas potensi implementasi dari teknologi *blockchain* dalam membantu mengatasi isu keberlanjutan khususnya digital identity dalam konteks Indonesia dengan melakukan tinjauan terhadap faktor kunci keberhasilan yang dibutuhkan dalam proses implementasinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi implementasi *blockchain* dalam meningkatkan manajemen identitas digital

sebagai bagian dari upaya pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Dalam penelitian ini dilakukan tinjauan terhadap penelitian terdahulu yang telah dilakukan untuk mendapatkan hasil kesimpulan yang sesuai konteks Indonesia dan keterbaruan dari permasalahan yang ada saat ini.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian kajian tinjauan ini mengadopsi “pendekatan metode campuran”, yang terdiri dari pemetaan literatur dan pencarian literatur serta tinjauan literatur sistematis. Metode pada penelitian ini menghasilkan poin-poin critical success factor (CSF) yang dapat menjadi rekomendasi fokus strategi bagi para pemangku kepentingan atau pihak yang terlibat. Dalam penelitian ini dibagi menjadi tiga tahapan yaitu pencarian literatur, seleksi literatur, hasil dan pembahasan. Gambaran tahapan metode penelitian pada kajian ada dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tahapan Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pencarian Literatur

Proses mengambil artikel yang relevan melibatkan melakukan pencarian kata kunci di dua sumber pustaka yaitu IEEE dan Science direct,. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian ini adalah (“Blockchain”) AND (“Self-Sovereign Identity”) AND (“Critical” OR “success” OR “factor” OR “impact” OR “influence”) dengan melimitasi publikasi dalam 5 tahun terakhir (2019-2024). Dalam proses pencairan dokumen ini dilakukan pada bulan juni 2024 ditemukan sebanyak 245 dokumen. Selanjutnya dokumen tersebut akan disaring lebih lanjut berdasarkan judul serta abstrak untuk mendapatkan dokumen yang lebih relevan.. Setelah dilakukan penyaringan artikel didapatkan 66 dokumen yang disimpan untuk evaluasi lebih lanjut.

3.2. Diskusi

CSF juga merupakan alat manajemen proyek yang ampuh untuk meminimalkan kegagalan proyek. CSF untuk implementasi blockchain demi mendukung target pembangunan berkelanjutan khususnya dalam identitas berdaulat dapat

digambarkan sebagai serangkaian faktor yang mendorong kemajuan dalam bidang tersebut. Dalam penelitian ini, ditemukan 10 poin faktor yang menjadi faktor pendorong utama kesuksesan implementasi blockchain, namun terdapat 6 poin yang menjadi fokus dikarenakan paling sering dikutip dan memiliki konteks erat dengan Indonesia yaitu (1) Skalabilitas dan Efisiensi, (2) Standar dan Interoperabilitas, (3) Privasi dan Keamanan, (4) Desentralisasi dan Kontrol, (5) Regulasi dan Kepatuhan dan (6) Teknologi dan Infrastruktur. CSF yang ditemukan dalam penelitian ini dapat menjadi gambaran serta referensi bagi para pemangku kepentingan dalam implementasi blockchain khususnya dalam sektor identitas berdaulat. CSF yang ditemukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Critical success factor blockchain dalam identitas berdaulat

Item	Referensi
Skalabilitas dan Efisiensi	[5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12]
Standar dan Interoperabilitas	[13], [6], [11], [12], [15],
Privasi dan Keamanan	[14], [16], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24]
Desentralisasi dan Kontrol	[14], [15], [18], [20], [21], [22], [24], [25], [26]
Regulasi dan Kepatuhan	[16], [25], [27], [28], [29]
Teknologi dan Infrastruktur	[15], [21]
Pengalaman Pengguna	[15], [25]
Identitas dan Kredensial	[16], [18], [30]
Transparansi dan Kepercayaan	[18], [21], [22]
Kolaborasi dan Inklusi	[31]

Tabel 1 di atas menyajikan faktor-faktor kunci keberhasilan dalam implementasi blockchain untuk identitas berdaulat. Setiap faktor yang terdaftar berperan penting dalam memastikan implementasi teknologi blockchain yang efektif dan efisien, serta mendukung tercapainya target pembangunan berkelanjutan di Indonesia. Berikut ini penjelasan masing-masing CSF tersebut:

A. Skalabilitas dan Efisien

Munculnya teknologi blockchain telah memicu minat yang signifikan di bidang manajemen identitas, khususnya dalam konteks identitas berdaulat mandiri (SSI) [1]. Sistem identitas berdaulat mandiri bertujuan untuk memberdayakan individu dengan memberi mereka kontrol yang lebih besar atas data pribadi mereka, yang memungkinkan mereka untuk mengelola dan membagikannya sesuai keinginan mereka sendiri. Namun, keberhasilan implementasi sistem manajemen identitas berbasis blockchain bergantung pada

penanganan beberapa faktor keberhasilan yang penting, dengan fokus pada skalabilitas dan efisiensi.

Salah satu tantangan utama dalam mengimplementasikan sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* adalah memastikan skalabilitas [32]. Arsitektur *blockchain* tradisional, seperti yang digunakan dalam mata uang kripto seperti Bitcoin, sering kali kesulitan menangani volume transaksi tinggi yang diperlukan untuk aplikasi manajemen identitas skala besar. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan komputasi dan sumber daya perangkat IoT yang dapat digunakan untuk mengakses dan mengelola identitas digital [33]. Untuk mengatasi tantangan ini, para peneliti telah mengusulkan berbagai solusi skalabilitas, seperti penggunaan *blockchain* yang diizinkan, teknik sharding, dan solusi penskalaan di luar rantai [34].

Selain itu, efisiensi sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* sangat penting untuk adopsi yang meluas. [34] Algoritma konsensus *proof-of-work*, yang umum digunakan dalam jaringan *blockchain* publik, dapat membutuhkan komputasi intensif dan menyebabkan penundaan tinggi, yang mungkin tidak cocok untuk aplikasi manajemen identitas waktu nyata. [33] Untuk meningkatkan efisiensi, mekanisme konsensus alternatif, seperti Proof-of-Authority atau Proof-of-Stake, telah dieksplorasi, karena dapat mengurangi persyaratan komputasi dan meningkatkan kecepatan pemrosesan transaksi. [35].

Selain itu, interoperabilitas dan integrasi sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* dengan infrastruktur dan layanan identitas yang ada merupakan faktor penting lainnya. [35] Integrasi yang mulus dengan sistem lama dan kemampuan untuk berinteraksi dengan beberapa platform *blockchain* dapat sangat meningkatkan adopsi dan utilitas sistem ini.

Meskipun skalabilitas dan efisiensi masih menjadi tantangan bagi *blockchain* di Indonesia, berbagai solusi sedang dikembangkan untuk mengatasi masalah ini. Dengan terus dilakukannya penelitian dan pengembangan, teknologi *blockchain* dapat menjadi lebih scalable dan efisien, sehingga memungkinkan adopsi yang lebih luas di berbagai sektor. Terdapat potensi luas penelitian lanjutan terkait feasibility assesment terkait pengembangan *blockchain* dan keuntungan serta kebutuhan yang diperlukan untuk menentukan di mana titik yang ideal dalam penerapan teknologi ini.

Sebagai kesimpulan, keberhasilan implementasi sistem identitas mandiri berbasis *blockchain* memerlukan penanganan tantangan utama yang terkait dengan skalabilitas dan efisiensi. Para peneliti dan pengembang harus terus mengeksplorasi solusi inovatif untuk tantangan ini, seperti arsitektur *blockchain* yang dapat diskalakan

dan mekanisme konsensus yang efisien, untuk membuka jalan bagi adopsi teknologi transformatif ini secara luas.

B. Standards and Interoperability

Penerapan teknologi *blockchain* dalam sistem identitas kedaulatan diri (SSI) adalah upaya kompleks yang memerlukan pertimbangan cermat terhadap berbagai faktor penentu keberhasilan. Dua faktor kunci yang memiliki dampak signifikan terhadap keberhasilan integrasi *blockchain* dan identitas kedaulatan diri adalah standar dan interoperabilitas.

Kurangnya standar yang jelas dalam ekosistem *blockchain* merupakan tantangan besar yang harus diatasi agar bisa diadopsi secara luas. Karena *blockchain* adalah teknologi yang relatif baru, persyaratan dan spesifikasi penerapannya belum sepenuhnya ditetapkan, sehingga menyebabkan masalah inkonsistensi dan kompatibilitas di berbagai platform dan solusi. Kurangnya standarisasi ini dapat menghambat integrasi sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* dengan sistem yang ada, sehingga menciptakan hambatan terhadap interoperabilitas.

Interoperabilitas adalah faktor penting lainnya yang harus diprioritaskan ketika menerapkan *blockchain* dalam identitas kedaulatan diri. Interoperabilitas memungkinkan banyak pengguna untuk bertukar data dan transaksi dalam jaringan tanpa memerlukan perantara, namun sering kali diabaikan dalam terburu-buru mengembangkan solusi *blockchain*. Bisnis harus mengadakan atau mengembangkan solusi berbasis *blockchain* yang kompatibel dengan sistem lama mereka atau mengubah sistem mereka saat ini agar kompatibel dengan *blockchain*. [36].

Selain itu, industri kesehatan, yang merupakan kandidat utama penerapan manajemen identitas berbasis *blockchain*, menghadapi tantangan signifikan dalam hal portabilitas data, keamanan kunci, dan keselamatan pengguna. Kekhawatiran ini harus diatasi melalui pengembangan standar yang kuat dan kerangka kerja interoperabilitas untuk memastikan keberhasilan penerapan *blockchain* dalam identitas kedaulatan diri.

Di Indonesia belum memiliki standar nasional untuk *blockchain*, namun dengan ada perkembangan positif yang sedang berlangsung. Dengan terus dilakukannya pengembangan standar dan peningkatan interoperabilitas, teknologi *blockchain* dapat berkembang lebih pesat dan memberikan manfaat yang lebih besar di Indonesia. Dengan bantuan dari asosiasi serta organisasi swasta dan juga dukungan pemerintah dalam VIDI 2024

pengembangan standar *blockchain* di Indonesia akan sangat mungkin dilakukan dalam waktu dekat.

Kesimpulannya, faktor penentu keberhasilan penerapan *blockchain* dalam identitas berdaulat berkisar pada penetapan standar yang jelas dan pencapaian interoperabilitas yang lancar. Badan-badan federal dan pemimpin industri harus berkolaborasi untuk mengembangkan dan menegakkan standar-standar ini, memastikan bahwa sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* dapat diintegrasikan secara mulus dengan sistem yang ada dan menyediakan fitur keamanan, privasi, dan portabilitas data yang diperlukan oleh berbagai sektor [37], [38].

C. *Privacy dan Keamanan*

Teknologi *blockchain* disebut-sebut sebagai solusi menjanjikan untuk sistem identitas kedaulatan diri (SSI), menawarkan potensi untuk meningkatkan privasi dan keamanan data [38] (Axon et al., 2018). Identitas kedaulatan diri mengacu pada konsep individu yang memiliki kendali dan kepemilikan penuh atas identitas digital mereka, tanpa bergantung pada otoritas terpusat [1] (Liu et al., 2020). Dalam makalah penelitian ini, kami akan mengeksplorasi faktor penentu keberhasilan penerapan sistem identitas kedaulatan mandiri berbasis *blockchain*, dengan fokus pada privasi dan keamanan data.

Salah satu manfaat utama penggunaan *blockchain* untuk identitas kedaulatan diri adalah kemampuan untuk menyediakan catatan data terkait identitas yang terdesentralisasi dan transparan [34]. Hal ini dapat membantu memitigasi risiko pelanggaran data terpusat dan akses tidak sah, karena data didistribusikan ke seluruh jaringan [39] (Shuhan et al., 2023). Selain itu, sifat *blockchain* yang tidak dapat diubah dapat memastikan integritas data identitas, mengurangi risiko gangguan atau pemalsuan [39] (Shuhan et al., 2023).

Faktor keberhasilan penting lainnya adalah kemampuan untuk memanfaatkan fitur teknologi *blockchain* yang meningkatkan privasi. Penelitian yang ada telah menyoroti potensi *blockchain* untuk mengatasi masalah privasi, seperti penggunaan bukti tanpa pengetahuan dan kontrak pintar yang menjaga privasi [38]. Namun, penting untuk mempertimbangkan *trade-off* antara keamanan dan privasi, karena pendekatan tertentu yang mendukung privasi dapat berdampak pada keuntungan keamanan *blockchain* secara keseluruhan.

Selain itu, keberhasilan penerapan sistem identitas kedaulatan mandiri berbasis *blockchain* memerlukan pertimbangan interoperabilitas dan skalabilitas. Sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* harus dirancang untuk berintegrasi

secara mulus dengan sistem dan proses yang ada, memastikan transisi yang lancar bagi pengguna [1]. Selain itu, platform *blockchain* yang mendasarinya harus mampu menangani persyaratan volume dan throughput manajemen identitas, tanpa mengorbankan keamanan dan privasi sistem.

Terlepas dari potensi *blockchain* yang menjanjikan untuk kedaulatan identitas, ada juga tantangan yang perlu diatasi. Salah satu tantangan utama adalah perlunya manajemen kunci yang kuat dan mekanisme pemulihan, karena hilangnya kunci privat dapat menyebabkan hilangnya akses identitas seseorang secara permanen [40]. Tantangan lainnya adalah potensi implikasi hukum dan peraturan, khususnya terkait undang-undang perlindungan data dan privasi, seperti Peraturan Perlindungan Data Umum (GDPR) [31].

Kesimpulannya, penerapan sistem identitas kedaulatan diri berbasis *blockchain* untuk meningkatkan privasi dan keamanan data memerlukan pertimbangan faktor penentu keberhasilan, termasuk desentralisasi, integritas data, fitur pelestarian privasi, interoperabilitas, dan skalabilitas.

D. *Desentralisasi dan Kontrol*

Teknologi *blockchain* telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk manajemen identitas berdaulat, menawarkan pendekatan identitas digital yang terdesentralisasi dan aman [1] [39]. Sifat *blockchain* yang terdesentralisasi memastikan bahwa individu memiliki kendali lebih besar atas data pribadi mereka, mengurangi risiko pelanggaran data terpusat dan meningkatkan privasi [39].

Salah satu faktor penentu keberhasilan penerapan *blockchain* dalam identitas kedaulatan diri adalah kemampuan untuk mencapai tingkat desentralisasi dan kontrol pengguna yang tinggi. Sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* harus memberdayakan individu untuk mengelola identitas digital mereka tanpa bergantung pada otoritas pusat [34]. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan buku besar terdistribusi dan mekanisme konsensus yang melekat pada teknologi *blockchain*, yang memungkinkan pengelolaan data terkait identitas secara aman dan transparan [39].

Faktor kunci lainnya adalah skalabilitas dan kinerja jaringan *blockchain*. [34]. Perangkat IoT, yang merupakan bagian integral dari aplikasi identitas kedaulatan diri, seringkali memiliki sumber daya komputasi yang terbatas dan mungkin kesulitan untuk berpartisipasi dalam algoritma konsensus *blockchain* yang intensif sumber daya [32]. Mengatasi tantangan skalabilitas ini sangat penting untuk keberhasilan penerapan solusi identitas kedaulatan mandiri berbasis *blockchain*.

Selain itu, interoperabilitas sistem identitas berbasis *blockchain* sangat penting untuk adopsi

secara luas. [1], [34] Individu harus dapat mengelola identitas digital mereka dengan lancar di berbagai platform dan aplikasi, tanpa terjebak dalam suatu ekosistem *blockchain* tertentu.

Terakhir, keamanan dan privasi solusi identitas kedaulatan diri berbasis *blockchain* adalah yang terpenting [1], [32]. Teknologi *blockchain* menawarkan fitur keamanan yang melekat, seperti kekekalan dan verifikasi kriptografi, tetapi tambahan tindakan mungkin diperlukan untuk memastikan kerahasiaan dan integritas data pribadi.

E. Regulasi dan Kepatuhan

Seiring dengan terus berkembangnya teknologi *blockchain*, penerapannya dalam bidang manajemen identitas berdaulat menjadi semakin menonjol. Salah satu faktor penting untuk keberhasilan implementasi adalah penanganan lanskap peraturan dan kepatuhan.

Sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* menawarkan janji peningkatan keamanan, privasi, dan kontrol pengguna atas data pribadi [1]. Namun, sifat terdistribusi dari *blockchain* menimbulkan kekhawatiran mengenai perlindungan data lintas batas dan kemampuan untuk menegakkan peraturan di berbagai yurisdiksi. Badan pengatur perlu mempertimbangkan secara hati-hati implikasi penyimpanan data berskala besar pada *blockchain* dan potensi pelanggaran keamanan.

Untuk mengatasi permasalahan ini, pembuat kebijakan dan pemangku kepentingan industri harus bekerja sama untuk menetapkan pedoman dan kerangka kerja yang jelas yang menyeimbangkan inovasi dengan upaya perlindungan yang tepat. Beberapa lembaga federal sudah menjajaki penggunaan teknologi *blockchain* untuk meningkatkan manajemen identitas dan kontrol data [37] dan menyoroti perlunya pengawasan peraturan yang proaktif.

Selain itu, sistem identitas berbasis *blockchain* harus mematuhi undang-undang perlindungan data yang ada. Di Indonesia regulasi terhadap perlindungan data terdapat pada UU PDP, di mana dalam regulasi ini dijelaskan bagaimana tanggung jawab setiap orang yang mengendalikan data. Dalam implementasi teknologi baru regulasi menjadi fondasi yang dapat menyukseskan implementasi yang ada, karena dengan regulasi dorongan serta petunjuk implementasi yang dilakukan dapat sesuai dengan peraturan serta kode etik yang berlaku. Seiring dengan semakin berkembangnya adopsi sistem manajemen identitas berbasis *blockchain*, faktor peraturan dan kepatuhan yang diperlukan harus diperhatikan untuk memastikan penerapan teknologi ini berhasil dan aman [34].

F. Teknologi dan Infrastruktur

Teknologi *Blockchain* telah muncul sebagai solusi menjanjikan untuk identitas berdaulat diri (SSI), sebuah konsep yang memberdayakan individu untuk memiliki kendali atas identitas digital mereka sendiri [34]. Integrasi *blockchain* dengan sistem manajemen identitas dapat meningkatkan keamanan, integritas, dan desentralisasi data [39]. Agar berhasil menerapkan *blockchain* dalam identitas kedaulatan diri, ada beberapa faktor penentu keberhasilan yang perlu dipertimbangkan. [34].

Faktor pertama dan terpenting adalah keandalan, keamanan, dan skalabilitas platform *blockchain* yang mendasarinya [34]. Sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* sangat bergantung pada karakteristik *blockchain* itu sendiri, dan setiap masalah kerentanan atau skalabilitas dalam *blockchain* dapat membahayakan keseluruhan sistem manajemen identitas [34].

Faktor penting lainnya adalah keterbatasan sumber daya dan persyaratan komputasi [32]. Mekanisme konsensus *Blockchain*, seperti bukti kerja, dapat memerlukan komputasi yang intensif, sehingga menyulitkan perangkat dengan sumber daya terbatas untuk berpartisipasi dalam jaringan. Mengembangkan algoritma konsensus yang efisien dan mengoptimalkan persyaratan komputasi *blockchain* sangat penting untuk keberhasilan implementasi dalam sistem identitas kedaulatan mandiri [33], [41].

Interoperabilitas dan integrasi dengan sistem manajemen identitas yang ada juga merupakan pertimbangan utama. Integrasi yang mulus dengan solusi manajemen identitas tradisional, serta platform identitas berbasis *blockchain* lainnya, sangat penting untuk adopsi secara luas dan untuk memastikan pengalaman pengguna yang kohesif [33], [41].

Selain itu, skalabilitas sistem identitas berbasis *blockchain* sangat penting, karena sistem ini perlu mengakomodasi sejumlah besar pengguna dan transaksi [33], [41]. Mengatasi masalah skalabilitas, seperti throughput, latensi, dan persyaratan penyimpanan, sangat penting untuk menerapkan sistem manajemen identitas berbasis *blockchain* dalam skenario dunia nyata.

Di Indonesia, keterbatasan infrastruktur dan pengenalan teknologi *blockchain* masih menjadi tantangan tersendiri namun Implementasi *blockchain* saat ini masih dalam tahap awal, namun potensinya sangat besar. Dengan dukungan pemerintah, investasi dari sektor swasta, dan edukasi publik yang berkelanjutan, *blockchain* dapat memainkan peran penting dalam mendorong inovasi dan meningkatkan efisiensi di berbagai sektor di Indonesia. Penyediaan infrastruktur teknologi menjadi sangat penting dalam pengimplementasian *blockchain* di Indonesia terutama dari sisi identitas

digital, dikarenakan terdapat lebih dari 200 jt penduduk di Indonesia sehingga hal ini perlu menjadi perhatian utama pemerintah jika ingin fokus terhadap implementasi teknologi ini.

3.3. Implikasi Penelitian

Penerapan teknologi *blockchain* dalam industri konstruksi dapat berhasil dengan mengidentifikasi CSF yang diperlukan untuk adopsi oleh praktisi, peneliti, pembuat kebijakan, dll. Tidak diragukan lagi, teknologi *blockchain* memainkan peran penting dalam konstruksi di industri dalam merangkul inovasi dan transformasi digital tingkat lanjut.

Akibatnya, studi tinjauan ini dilakukan untuk mengidentifikasi serangkaian CSF umum, mengembangkan kerangka kerja tahap, dan mengusulkan arahan penelitian masa depan untuk menerapkan teknologi *blockchain* dalam industri konstruksi. Hasilnya melaporkan lima rangkaian CSF umum, kerangka kerja tahap yang menunjukkan bagaimana CSF yang diidentifikasi dapat diimplementasikan dalam berbagai tahap siklus hidup suatu proyek dan merekomendasikan empat arah penelitian masa depan. Bagian berikut membahas implikasi teoritis dan praktis, keterbatasan, dan studi lebih lanjut.

Penerapan teknologi *blockchain* dalam membantu isu pembangunan berkelanjutan terutama dalam Identitas berdaulat menjadi hal yang menarik, dengan mengidentifikasi CSF yang diperlukan dalam proses adopsi teknologi ini. *Blockchain* memiliki potensi memainkan peran penting dalam isu data terutama dalam sifatnya yang desentralisasi dan kekal, hal ini dapat menjadikan proses pencapaian pembangunan berkelanjutan menjadi lebih lancar dengan memanfaatkan teknologi. Sebagai bagian dari penelitian terhadap adopsi *blockchain* dalam pembangunan berkelanjutan khususnya di sektor identitas berdaulat. Penelitian ini menghasilkan faktor-faktor yang perlu dijadikan perhatian sehingga dalam implementasinya para penanggung jawab dapat fokus kepada peningkatan faktor-faktor yang ada.

3.4. Keterbatasan dan Rekomendasi Penelitian

Selanjutnya

Seperti kajian lainnya, kajian ini memiliki beberapa keterbatasan. Pertama, kajian ini mungkin tidak menyertakan beberapa kajian terbaru yang diterbitkan setelah Juli 2024 dan kajian relevan lainnya yang diterbitkan dalam prosiding konferensi. Oleh karena itu, kajian mendatang sebaiknya menyertakan artikel konferensi dan artikel yang baru diterbitkan. Kedua, artikel yang disertakan hanya diambil dari dua sumber jurnal yaitu IEEE dan Science direct. dengan demikian, temuan kajian ini masih memiliki potensi untuk hasil yang lebih luas dan beragam dengan

memperluas sumber pencarian jurnal. Ke depannya dibutuhkan memvalidasi CSF ini dengan data empiris yang diperoleh melalui pengamatan, pengalaman langsung, atau eksperimen.

SIMPULAN

Blockchain sebagai teknologi yang berkembang pesat belakangan ini, berpotensi menjadi game changer dari permasalahan yang dimiliki dalam mendorong pembangunan berkelanjutan. Desentralisasi dan transparansi menjanjikan peningkatan proses, peningkatan kepercayaan hingga *cost efficient* bagi industri. Berjalan bersamaan dengan potensi yang ditawarkan tentu tantangan juga muncul, infrastruktur dan regulasi menjadi yang terdepan dalam hal ini, kesiapan infrastruktur menjadi poin penting bagi setiap teknologi baru, *Blockchain* berpotensi diadopsi dalam skala besar tantangan energi dari infrastruktur juga perlu menjadi pertimbangan. Diperlukan regulasi yang baik dalam mendukung setiap transformasi yang terjadi, diperlukan regulasi dalam bagaimana mengintegrasikan teknologi dan norma yang berlaku.

Indonesia menjadikan *Blockchain* sebagai 5 Future Technologies dalam Visi Indonesia Digital 2045, dengan target panjang yang ditentukan pemerintah, tentu dukungan sudah ada ditangan dengan mengedepankan lima tahapan dalam Visi Indonesia digital yaitu: fase penguatan fondasi digital (2025-2029), fase pengembangan ekosistem digital berdaya saing (2030-2034), Fase Pengembangan Inovasi Berkelanjutan (2035-2039), dan Fase Pemimpin Teknologi Global (2040-2045) VID. Yang perlu ditunggu adalah bagaimana proses dan pendekatan yang dilakukan Indonesia dalam adopsi teknologi ini. Dengan dukungan pemerintah tantangan yang muncul sudah sewajarnya dapat diselesaikan dengan baik.

Tantangan serta faktor penentu keberhasilan terhadap identitas berdaulat menjadi referensi bagi para pemangku kepentingan dan studi lanjutan untuk menggali lebih dalam potensi *blockchain* dalam membantu proses adopsi, mengatasi permasalahan yang ada, serta meningkatkan akselerasi terhadap tujuan yang telah ditetapkan. Dalam penelitian ini, ditemukan beberapa keterbatasan untuk analisis yang lebih mendalam, sehingga diperlukan studi lanjutan untuk membahas potensi dari DLT dalam konteks pembangunan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Liu, D. He, M. S. Obaidat, N. Kumar, M. K. Khan, and K.-K. Raymond Choo, "Blockchain-based identity management systems: A review," *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 166, p. 102731, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102731>.

- [2] “Kementerian Komunikasi dan Informatika.” Accessed: Jun. 06, 2024. [Online]. Available: https://www.kominfo.go.id/content/detail/53953/siaran-pers-no-05hmkominfo012024-tentang-menkominfo-ajak-kolaborasi-wujudkan-visi-indonesia-digital-2045/0/siaran_pers
- [3] “Ditjen Aptika Kemkominfo siap mendukung Pengembangan Ekosistem Blockchain di Indonesia – Ditjen Aptika.” Accessed: Jun. 06, 2024. [Online]. Available: <https://aptika.kominfo.go.id/2024/02/ditjen-aptika-kemkominfo-siap-mendukung-pengembangan-ekosistem-blockchain-di-indonesia/>
- [4] “(Digital) Buku Visi Indonesia Digital 2045 (1)”.
- [5] J. Mišić, V. B. Mišić, and X. Chang, “Scalable Self-Sovereign Identity Architecture,” *IEEE Netw*, vol. 36, no. 3, pp. 114–121, May 2022, doi: 10.1109/MNET.012.2000672.
- [6] E. Bandara, X. Liang, P. Foytik, and S. Shetty, “Blockchain and Self-Sovereign Identity Empowered Cyber Threat Information Sharing Platform,” in 2021 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), Aug. 2021, pp. 258–263. doi: 10.1109/SMARTCOMP52413.2021.00057.
- [7] K. Miyachi and T. K. Mackey, “hOCBS: A privacy-preserving blockchain framework for healthcare data leveraging an on-chain and off-chain system design,” *Inf Process Manag*, vol. 58, no. 3, p. 102535, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ipm.2021.102535>.
- [8] S. Guerreiro, J. F. Ferreira, T. Fonseca, and M. Correia, “Integrating an academic management system with blockchain: A case study,” *Blockchain: Research and Applications*, vol. 3, no. 4, p. 100099, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100099>.
- [9] Z. Li, Y. Chu, X. Liu, Y. Zhang, J. Feng, and X. Xiang, “Physical Unclonable Function Based Identity Management for IoT with Blockchain,” *Procedia Comput Sci*, vol. 198, pp. 454–459, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.269>.
- [10] M. S. Ferdous, F. Chowdhury, and M. O. Alassafi, “In Search of Self-Sovereign Identity Leveraging Blockchain Technology,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 103059–103079, Jun. 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2931173.
- [11] L. Stockburger, G. Kokosioulis, A. Mukkamala, R. R. Mukkamala, and M. Avital, “Blockchain-enabled decentralized identity management: The case of self-sovereign identity in public transportation,” *Blockchain: Research and Applications*, vol. 2, no. 2, p. 100014, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100014>.
- [12] S. Srivastava, D. Agarwal, and B. Chaurasia, “Secure Decentralized Identity Management using Blockchain,” in 2023 IEEE 22nd International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), Nov. 2023, pp. 1355–1360. doi: 10.1109/TrustCom60117.2023.00185.
- [13] R. Soltani, U. T. Nguyen, and A. An, “Decentralized and Privacy-Preserving Key Management Model,” in 2020 International Symposium on Networks, Computers and Communications (ISNCC), Oct. 2020, pp. 1–7. doi: 10.1109/ISNCC49221.2020.9297294.
- [14] S. Srivastava, D. Agarwal, and B. Chaurasia, “Secure Decentralized Identity Management using Blockchain,” in 2023 IEEE 22nd International Conference on Trust, Security and Privacy in Computing and Communications (TrustCom), Nov. 2023, pp. 1355–1360. doi: 10.1109/TrustCom60117.2023.00185.
- [15] A. Ling and S. Butakov, “Trust Framework for Self-Sovereign ID in Metaverse Health Care Applications,” *Data Science and Management*, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.dsm.2024.04.003>.
- [16] M. S. Ferdous, F. Chowdhury, and M. O. Alassafi, “In Search of Self-Sovereign Identity Leveraging Blockchain Technology,” *IEEE Access*, vol. 7, pp. 103059–103079, Jun. 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2931173.
- [17] E. T. K. Lim, J. J. Yu, S. Cai, and V. Tuunainen, “Blockchain innovations: Technological applications and management challenges,” *Information & Management*, vol. 61, no. 3, p. 103756, 2024, doi: <https://doi.org/10.1016/j.im.2023.103756>.
- [18] E. Bandara, X. Liang, P. Foytik, and S. Shetty, “Blockchain and Self-Sovereign Identity Empowered Cyber Threat Information Sharing Platform,” in 2021 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP), Aug. 2021, pp. 258–263. doi: 10.1109/SMARTCOMP52413.2021.00057.
- [19] B. Boi, M. De Santis, and C. Esposito, “Enhancing Security in User-Centered Authentication Using KERI,” in 2024 32nd EuroMicro International Conference on Parallel, Distributed and Network-Based Processing (PDP), Mar. 2024, pp. 161–166. doi: 10.1109/PDP62718.2024.00030.
- [20] S. L. Ribeiro and I. A. de Paiva Barbosa, “Risk Analysis Methodology to Blockchain-based Solutions,” in 2020 2nd Conference on Blockchain Research & Applications for Innovative Networks and Services (BRAINS), Sep. 2020, pp. 59–60. doi: 10.1109/BRAINS49436.2020.9223309.
- [21] A. De Salve, D. Di Francesco Maesa, P. Mori, L. Ricci, and A. Puccia, “A multi-layer trust framework for Self Sovereign Identity on blockchain,” *Online Soc Netw Media*, vol. 37–38, p. 100265, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.osnem.2023.100265>.
- [22] M. S. Ferdous, U. Cali, U. Halden, and W. Prinz, “Leveraging self-sovereign identity & distributed ledger technology in renewable energy certificate ecosystems,” *J Clean Prod*, vol. 422, p. 138355, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138355>.
- [23] Š. Čučko and M. Turkanović, “Decentralized and Self-Sovereign Identity: Systematic Mapping Study,” *IEEE Access*, vol. 9, pp. 139009–139027, Jun. 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3117588.
- [24] L. Stockburger, G. Kokosioulis, A. Mukkamala, R. R. Mukkamala, and M. Avital, “Blockchain-enabled decentralized identity management: The case of self-sovereign identity in public transportation,” *Blockchain: Research and Applications*, vol. 2, no. 2, p. 100014, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100014>.
- [25] S. Guerreiro, J. F. Ferreira, T. Fonseca, and M. Correia, “Integrating an academic management system with blockchain: A case study,” *Blockchain: Research and Applications*, vol. 3, no. 4, p. 100099, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2022.100099>.
- [26] A. Peláez-Repiso, P. Sánchez-Núñez, and Y. García Calvente, “Tax Regulation on Blockchain and Cryptocurrency: The Implications for Open Innovation,” *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 7, no. 1, p. 98, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/joitmc7010098>.
- [27] Y. Liu, D. He, M. S. Obaidat, N. Kumar, M. K. Khan, and K.-K. Raymond Choo, “Blockchain-based identity management systems: A review,” *Journal of Network and Computer Applications*, vol. 166, p. 102731, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jnca.2020.102731>.
- [28] M. Sroor, N. Hickman, T. Kolehmainen, G. Laatikainen, and P. Abrahamsson, “How modeling helps in developing self-sovereign identity governance framework: An experience report,” *Procedia Comput Sci*, vol. 204, pp. 267–277, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.08.032>.
- [29] L. Weigl, T. Barbereau, and G. Fridgen, “The construction of self-sovereign identity: Extending the interpretive flexibility of technology towards institutions,” *Gov Inf Q*, vol. 40, no. 4, p. 101873, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.giq.2023.101873>.
- [30] A. Salem Balobaid, Y. H. Alagrash, A. Hussein Fadel, and J. N. Hasoon, “Modeling of blockchain with encryption based secure education record management system,” *Egyptian Informatics Journal*, vol. 24, no. 4, p. 100411, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2023.100411>.

- [31]N. R. Veeragavan and K. Zhang, "A position paper on GDPR compliance in sharded blockchains: rehash of old ideas or new interesting challenges?," Nov. 2020, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2011.01367>
- [32]S. Meisami, S. Meisami, M. Yousefi, and M. R. Aref, "Combining Blockchain and IoT for Decentralized Healthcare Data Management," *International Journal on Cryptography and Information Security*, vol. 13, no. 1, pp. 35–50, Mar. 2023, doi: 10.5121/ijcis.2023.13102.
- [33]F. Restuccia, S. D. and Salil S. Kanhere, T. Melodia, and S. K. Das, "Blockchain for the Internet of Things: Present and Future," Mar. 2019, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/1903.07448>
- [34]L. Lesavre, "A Taxonomic Approach to Understanding Emerging Blockchain Identity Management Systems," Gaithersburg, MD, Jan. 2020. doi: 10.6028/NIST.CSWP.01142020.
- [35]D. Choi, C. Y. Chung, T. Seyha, and J. Young, "Factors affecting organizations' resistance to the adoption of blockchain technology in supply networks," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 21, pp. 1–37, Nov. 2020, doi: 10.3390/su12218882.
- [36]H. S. Ullah and S. Aslam, "Blockchain in Healthcare and Medicine: A Contemporary Research of Applications, Challenges, and Future Perspectives A PREPRINT."
- [37]C. Jaikaran, "Blockchain: Background and Policy Issues," 2018. [Online]. Available: www.crs.gov
- [38]L. Axon, M. Goldsmith, and S. Creese, "Chapter Eight - Privacy Requirements in Cybersecurity Applications of Blockchain," in *Blockchain Technology: Platforms, Tools and Use Cases*, vol. 111, P. Raj and G. C. Deka, Eds., in *Advances in Computers*, vol. 111, Elsevier, 2018, pp. 229–278. doi: <https://doi.org/10.1016/bs.adcom.2018.03.004>.
- [39]M. K. B. Shuhan, S. Md. Hasnayeem, T. K. Das, Md. N. Sakib, and M. S. Ferdous, "Decentralised Identity Federations using Blockchain," Apr. 2023, [Online]. Available: <http://arxiv.org/abs/2305.00315>
- [40]S. Verreydt, K. Yskout, and W. Joosen, "Security and Privacy Requirements for Electronic Consent: A Systematic Literature Review," *ACM Trans. Comput. Healthcare*, vol. 2, no. 2, Mar. 2021, doi: 10.1145/3433995.
- [41]S. Iyer et al., "Survey on Internet of Things enabled by 6G Wireless Networks a."
- [42]Q. Aini, U. Rahardja, M. R. Tangkaw, N. P. L. Santoso, and A. Khoirunisa, "Embedding a Blockchain Technology Pattern Into the QR Code for an Authentication Certificate," *Jurnal Online Informatika*, vol. 5, no. 2, p. 239, Dec. 2020, doi: 10.15575/join.v5i2.583.
- [43]M. F. Nur Adillah and N. I. Utama, "Optimisasi Infrastruktur Cloud: Memanfaatkan Keunggulan Serverless dan Blockchain," *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Bisnis*, vol. 6, no. 3, pp. 480–487, Jul. 2024, doi: 10.47233/jteksis.v6i3.1416.
- [44]P. Purwono, A. Ma'arif, W. Rahmiani, Q. M. ul Haq, D. Herjuno, and M. Naseer, "Blockchain Technology," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 8, no. 2, p. 199, Jul. 2022, doi: 10.26555/jiteki.v8i2.24327.
- [45]R. F. Sari, M. R. Herdiawan, M. Hamzah, M. Aljundi, and J. H. Windiatmaja, "TOWARDS PUBLIC VACCINATION DATA RESILIENCE DURING NATURAL DISASTER USING BLOCKCHAIN-BASED DECENTRALIZED APPLICATION," *Smart City*, vol. 2, no. 1, Aug. 2022, doi: 10.56940/sc.v2.i1.2.
- [46]T. G. Adhitama, A. L. Prasasti, and A. F. P. Negara, "Saving Product Using Blockchain for E-BMT Platform," *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro Komputer dan Informatika*, vol. 8, no. 4, p. 565, Dec. 2022, doi: 10.26555/jiteki.v8i4.24753.