

Analisis Penggunaan Teknologi *Blockchain* Dalam Pengelolaan Data Siswa Di Sekolah Dasar

Mutiara Mentari Rambu Hana^{1*}, Penidas Fiodinggo Tanaem²
Sistem Informasi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga. Indonesia
**E-Mail Corresponding Author:* 682020080@student.uksw.edu

Abstract

The use of blockchain technology in the management of student data in the field of education offers solutions to improve security, trust, and transparency. This technology protects students' personal data from the threat of hacking and manipulation through strong encryption and a system that is difficult to forge. Blockchain gives students greater control over their data, such as certificates and skill achievements, as well as ensuring the integrity of information through immutable record-keeping. However, challenges such as scalability, privacy, adoption costs, and data availability need to be addressed for effective implementation. The study recommends concrete steps to address these challenges and encourages further research to improve the application of blockchain technology in education

Keywords: *Blockchain Technology; Student data management; Data security*

Abstrak

Penggunaan teknologi blockchain dalam pengelolaan data siswa di bidang pendidikan menawarkan solusi untuk meningkatkan keamanan, kepercayaan, dan transparansi. Teknologi ini melindungi data pribadi siswa dari ancaman peretasan dan manipulasi melalui enkripsi yang kuat dan sistem yang sulit dipalsukan. Blockchain memberikan kontrol yang lebih besar kepada siswa atas data mereka, seperti sertifikat dan pencapaian keterampilan, serta memastikan integritas informasi melalui pencatatan yang tidak dapat diubah. Namun, tantangan seperti skalabilitas, privasi, biaya pengadopsian, dan ketersediaan data perlu diatasi untuk implementasi yang efektif. Penelitian ini merekomendasikan langkah-langkah konkret untuk mengatasi tantangan tersebut dan mendorong penelitian lebih lanjut guna meningkatkan penerapan teknologi blockchain dalam pendidikan.

Kata Kunci: *Teknologi Blockchain; Pengelolaan data siswa; Keamanan data*

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi sangat diperlukan dalam kehidupan manusia, salah satunya dalam bidang Pendidikan karena dapat mempermudah dalam menjalankan proses pembelajaran. Bidang pendidikan saat ini masih menghadapi banyak masalah dalam hal kredibilitas, kredit, sertifikasi, privasi siswa, dan berbagai kursus. Sehingga penggunaan teknologi saat ini sangat penting dalam membantu memudahkan masalah – masalah yang dihadapi salah satunya teknologi blockchain. Solusi yang diusulkan untuk mengatasi masalah dalam model pendidikan saat ini adalah dengan memanfaatkan teknologi blockchain [1]. Blockchain merupakan ledger terdistribusi yang memverifikasi serta menyimpan data dan informasi [2]. Blockchain terdiri dari tiga komponen utama, yaitu blok (block), rantai (chain), dan jaringan (network) [3]. Blockchain memiliki peran penting sebagai fondasi bagi prinsip-prinsip desentralisasi, transparansi, dan keamanan data yang sangat penting. Dengan menggunakan teknologi blockchain, kontrak transaksi dapat didokumentasikan secara terdesentralisasi dan terenkripsi secara matematis, mengurangi risiko manipulasi dan kebocoran data yang dapat terjadi dalam sistem konvensional [4]. Penggunaan blockchain saat ini sangat membantu karena terdapat berbagai opsi aplikasi, seperti sertifikasi produk dan layanan, asuransi, penyimpanan data, pendidikan, dan sains [5]. Dengan menerapkan teknologi ini, kita dapat meningkatkan kredibilitas, kredit, serta sertifikasi dalam sistem pendidikan. Selain itu, blockchain dapat membantu menjaga privasi siswa dengan memberikan kontrol lebih besar kepada individu terkait data pribadi mereka. Dengan demikian, teknologi blockchain memiliki potensi besar untuk

memperbaiki banyak aspek dalam model pendidikan saat ini. Namun belum semua bidang pendidikan dapat menggunakan teknologi blockchain dengan benar, karena penggunaan blockchain dalam pendidikan saat ini masih dalam tahap awal, sehingga akses dan kualitas penelitian yang tersedia masih terpisah.

Blockchain menggunakan teknologi utama seperti enkripsi kunci asimetris, fungsi *hash*, dan jaringan *peer-to-peer*. Enkripsi kunci asimetris melibatkan penggunaan kunci publik untuk mengenkripsi dan kunci pribadi untuk mendeskripsi, menjaga keamanan data sehingga hanya pemegang kunci pribadi yang dapat mengakses data di dalam blockchain. Fungsi *hash* merupakan serangkaian huruf dan angka yang berfungsi sebagai identitas untuk memverifikasi validitas informasi tanpa mengungkapkan detail informasi yang terkandung didalamnya [9]. Transaksi dalam teknologi blockchain menggunakan model *peer-to-peer*, dimana data dapat dipindahkan antar pengguna tanpa perlu intervensi pihak ketiga untuk pemrosesan. Hal ini memungkinkan penyimpanan dan pengelolaan data secara terdistribusi tanpa adanya otoritas pusat. Teknologi Blockchain memiliki potensi besar dalam berbagai unsur, dan memiliki peluang yang luas untuk memecahkan masalah dalam berbagai sektor [10]. Penggunaan blockchain di SDN Laihobu saat ini masih kurang sempurna dikarenakan skalabilitas, dimana jaringan blockchain melambat dan tidak efisien karena membutuhkan banyak sumber daya untuk memvalidasi transaksi, sehingga kemampuan jaringan blockchain untuk memproses data menjadi terbatas.

Skalabilitas Blockchain adalah tantangan yang pertama, karena ada batasan jumlah transaksi yang dapat diproses oleh teknologi blockchain dalam jangka waktu tertentu. Ketika digunakan untuk mengelola data siswa di suatu institusi pendidikan yang besar, jumlah transaksi dan subjek yang terlibat dapat menjadi sangat besar, sehingga diperlukan solusi untuk mengelola data dengan lebih efisien dan cepat [12]. Permasalahan tersebut dapat diatasi dengan menggunakan proses jembatan rantai silang. Solusi ini menggunakan blockchain terpisah sebagai jembatan untuk memfasilitasi pertukaran data, aset, dan pesan antara jaringan blockchain yang berbeda. Sehingga saat penggunaan blockchain tidak melambat dan proses penyimpanan data tidak tertunda.

Fokus dari penelitian ini adalah menganalisis sistem pengarsipan yang efisien dan efektif di lingkungan sekolah, terutama didalam mengelola dan melindungi keamanan data terkait nilai siswa, sertifikat, dan dokumen penting lainnya dengan menggunakan teknologi blockchain. Tujuan utamanya adalah manajemen dokumen-dokumen yang memiliki tingkat keamanan tinggi, sulit untuk dipalsukan, dan mudah dilacak, sehingga integritas dan otentikasinya dapat lebih kredibel. Secara khusus, penelitian ini bertujuan untuk melindungi data pribadi siswa dari ancaman peretasan atau manipulasi dengan menerapkan enkripsi yang kuat, sehingga data siswa tetap aman. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan transparansi dalam pengelolaan data siswa dengan mencatat semua transaksi data, yang dapat diakses oleh pihak berkepentingan seperti orang tua, guru, dan staf sekolah.

2. Tinjauan Pustaka

Teknologi Blockchain merupakan inovasi yang membawa solusi untuk mengatasi tantangan dalam menjaga daya saing di sektor pendidikan. Data yang tercatat dalam blockchain disimpan secara permanen dan dijalankan melalui jaringan *peer-to-peer* internal. Keberadaan ledger terdistribusi dalam blockchain memungkinkan informasi direkam dan dibagikan oleh anggota komunitas, dengan setiap anggota menyimpan salinan informasi mereka sendiri, dan setiap transaksi terjadi didalamnya [13]. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Raharja U. menyatakan penggunaan teknologi Blockchain sebagai sarana alternatif penyimpanan dokumen digital dapat menjadi solusi yang relevan dalam konteks perkembangan digital dalam dunia pendidikan. Terdapat pergeseran dari metode konvensional dengan keterbatasan waktu dan proses pembelajaran yang kurang efisien. Selain itu, terungkap bahwa sistem penilaian siswa tidak transparan karena pembatasan waktu dan kurangnya jejak penilaian. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan rancangan Learning Management System (LMS) yang memungkinkan dosen untuk mengelola materi pembelajaran, E-Portofolio berbasis blockchain dan E-Assessment guna mencatat data informasi secara lebih rinci [13].

Penggunaan teknologi Blockchain dalam sektor pendidikan serupa dengan implementasinya dalam ranah bisnis ataupun transaksi keuangan terdapat berbagai dokumen dalam dunia pendidikan yang dapat dianggap sebagai aset berharga, yang dapat digunakan

sebagai modal dalam transaksi dengan aman, memenuhi semua pihak yang terlibat. Sebuah penelitian dari Nugraha bertujuan untuk memberikan peran pada sosio teknologi dalam menerapkan teknologi Blockchain. Oleh karena itu, penerapan sosio teknologi sangat layak dalam dunia pendidikan terutama dalam mengelola dokumen digital, sertifikat, dan portofolio sivitas akademika [14].

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Iswanto mengungkapkan bahwa blockchain memiliki potensi besar dan mempunyai manfaat untuk pendidikan. Oleh karena itu teknologi blockchain digunakan dalam kegiatan pembelajaran, monitoring proses pembelajaran dan evaluasi hasil, serta peningkatan kualitas pendidikan [7]. Selanjutnya A. Putra juga melakukan penelitian mengenai penggunaan teknologi blockchain dalam meningkatkan keamanan data dimasa era digital. Penelitian tersebut dapat memberikan solusi bagi tantangan keamanan data yang sangat kompleks di era digital, teknologi ini mampu membantu organisasi, lembaga, ataupun individu dalam melindungi data mereka secara lebih efektif dan efisien [9].

Penelitian yang dilakukan F. A. Saputra mengatakan keamanan informasi menjadi aspek yang sangat penting dalam perkembangan teknologi informasi saat ini. Dengan peningkatan lalu lintas data yang signifikan, terkadang pihak yang tidak bertanggung jawab mencoba melakukan intervensi pada aliran data dengan maksud mengakses data atau informasi untuk kepentingan kelompok atau individu tertentu. Penggunaan teknologi blockchain muncul sebagai solusi untuk menjaga keamanan data, dimana smart contract digunakan untuk membatasi akses terhadap data yang tersimpan. Tujuan penelitian ini adalah memberi pemahaman tentang bagaimana blockchain dapat meningkatkan keamanan informasi dan menjaga integritas data yang disimpan secara digital [15].

Penelitian selanjutnya oleh Samlan dkk mengungkapkan bahwa teknologi blockchain hadir sebagai solusi atas permasalahan yang dialami dunia pendidikan. Blockchain memiliki metode terpercaya serta terdistribusi dalam menyimpan catatan pendidikan. Penyimpanan informasi blockchain menggunakan database terdistribusi, dan sebagai pencatat blok data. Penerapan teknologi blockchain dalam sektor pendidikan memiliki potensi untuk meningkatkan efektivitas proses belajar mengajar. Tujuan dari penelitian ini mendeskripsikan pembelajaran yang lebih spesifik membahas tentang teknologi blockchain, blockchain dalam pendidikan, aplikasi blockchain pendidikan, dan manfaat yang diperoleh blockchain dalam dunia pendidikan [16]. Teknologi blockchain memiliki keterbatasan dalam skalabilitas. Hal ini menjadi tantangan jika digunakan dalam implementasi transformasi digital yang besar dan kompleks [17].

Berdasarkan pada penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini berfokus pada analisis penggunaan teknologi blockchain dalam pengelolaan data siswa sekolah dasar. Dengan tujuan melindungi data pribadi siswa dari ancaman peretasan atau manipulasi dengan menerapkan enkripsi yang kuat, sehingga data siswa tetap aman.

3. Metodologi

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kualitatif. Analisis kualitatif melibatkan evaluasi pengguna terhadap kemudahan penggunaan, kenyamanan, dan tingkat kepercayaan terhadap solusi blockchain. Teknik pengumpulan data melalui proses wawancara kepada Kepala Sekolah SDN Laihobu, Kabupaten Sumba Timur pada bulan Mei 2024. Hasil wawancara yang diperoleh akan diidentifikasi setiap permasalahan dan akan dikelompokkan dalam tema-tema yang sudah dibuat. Kemudian akan dianalisis menggunakan Uji Keabsahan data dengan cara triangulasi yaitu pengecekan data yang dilakukan dari berbagai sumber. Pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengecek data yang diperoleh melalui beberapa sumber, seperti bawahan yaitu guru kelas SDN Laihobu.

4. Hasil dan Pembahasan

Teknologi Blockchain lahir dari konsep untuk menyimpan dan mentransfer data digital dengan keamanan yang tak tertandingi serta tanpa resiko manipulasi, karena didasari oleh prinsip desentralisasi. Dalam banyak aspek kehidupan, kita bergantung pada entitas tertentu dan mempercayainya mengelola untuk mengelola data kita, seperti halnya Sistem Informasi Sekolah yang merupakan perangkat lunak, yang menyimpan informasi penting seperti catatan akademik dan absensi. Meskipun demikian, resiko terhadap keamanan data tetap ada. Blockchain hadir sebagai solusi dengan proses validasi transaksi sebelum disimpan secara permanen dalam catatan terdesentralisasi, yang dapat diverifikasi oleh individu setiap saat. Ini menjadikan data

dalam blockchain sangat sulit dipalsukan. Keamanan data adalah salah satu keunggulan utama Blockchain, menjadikannya pilihan ideal untuk menyimpan data yang rentan terhadap manipulasi, karena penghapusan atau perubahan suatu blok akan memengaruhi blok-blok yang terkait.

Rancangan teknologi blockchain untuk pengelolaan data siswa di sekolah dasar dirancang dengan fokus pada keamanan, transparansi, dan efisiensi. Dalam arsitektur blockchain, sistem ini akan menggunakan jaringan terdesentralisasi, memungkinkan setiap pihak, seperti guru, orang tua, dan staf, untuk memiliki salinan data yang aman dan mengurangi risiko serangan terpusat. Enkripsi yang kuat akan diterapkan untuk melindungi data pribadi siswa, dengan akses berbasis hak untuk memastikan hanya pihak berwenang yang dapat melihat atau mengubah informasi tertentu. Selain itu, smart contracts akan digunakan untuk mengotomatisasi proses, seperti pendaftaran dan pembaruan data, sekaligus menciptakan jejak audit yang transparan. Antarmuka pengguna yang ramah akan memungkinkan akses mudah bagi semua pihak berkepentingan, sementara integrasi dengan sistem manajemen sekolah yang sudah ada akan memastikan transisi data yang lancar. Untuk mendukung transparansi, dashboard akan disediakan untuk menampilkan statistik dan laporan tanpa mengakses data pribadi langsung. Rancangan ini juga memperhatikan kepatuhan terhadap regulasi perlindungan data yang relevan, dengan pengujian sistem yang ketat dan pengumpulan umpan balik dari pengguna awal untuk perbaikan berkelanjutan. Dengan pendekatan ini, diharapkan pengelolaan data siswa akan menjadi lebih aman dan transparan, meningkatkan kepercayaan antara semua pihak yang terlibat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, terdapat beberapa temuan dari hasil yang didapatkan di lapangan bahwa proses pengumpulan, penyimpanan, dan pengelolaan data sering kali mengandalkan metode manual atau sistem terpusat yang rentan terhadap kesalahan, manipulasi, atau bahkan kehilangan. Staf administrasi sekolah harus menghabiskan waktu dan upaya yang signifikan untuk mengelola beragam dokumen, mulai dari catatan kehadiran hingga pencapaian akademik siswa, yang seringkali tersebar di berbagai sistem atau file terpisah. Masalah privasi dan keamanan data juga menjadi perhatian serius, dengan risiko akses yang tidak sah atau penggunaan data yang tidak diotorisasi. Kurangnya integrasi antar sistem dan kurangnya transparansi dalam aliran informasi juga dapat menghambat kemampuan sekolah dalam mengambil keputusan yang didasarkan pada data yang akurat dan terpercaya. Maka dari itu, penelitian ini menyarankan untuk menggunakan Teknologi Blockchain dalam pengelolaan data siswa guna mengatasi masalah efisiensi, kekurangan transparansi, dan risiko keamanan data yang sering dihadapi sebelumnya.

Penggunaan blockchain dalam bidang pendidikan memiliki potensi untuk meningkatkan tingkat keamanan dan kepercayaan, yang mencakup perlindungan data, privasi, dan keutuhan informasi. Dengan menerapkan Teknologi Blockchain yang memiliki tingkat keamanan dan integritas yang tinggi, ada kesempatan besar untuk merevolusi cara pengelolaan data siswa dalam era pendidikan modern. Teknologi ini tidak hanya memberikan platform yang aman untuk menyimpan dan mengelola informasi sensitif siswa, tetapi juga menawarkan sistem yang transparan dan dapat diverifikasi secara publik. Dengan setiap transaksi data yang dicatat secara permanen dan terdistribusi di seluruh jaringan, keaslian dan keakuratan data siswa dapat dijamin tanpa resiko manipulasi atau perubahan yang tidak diinginkan. Selain itu, dengan memberikan akses terbuka kepada pihak-pihak berkepentingan seperti siswa, guru, orang tua, dan staf sekolah Blockchain membuka peluang untuk keterlibatan yang lebih besar dalam proses pendidikan. Dengan demikian, penggunaan Teknologi Blockchain tidak hanya memperkuat keamanan dan integritas data siswa, tetapi juga mempercepat aliran informasi, meningkatkan transparansi, dan memperkuat kepercayaan dalam keseluruhan sistem pendidikan.

Dalam mengelola data siswa di sektor pendidikan, seringkali timbul kendala dalam menjaga tingkat keamanan dan integritas data yang memadai. Proses manajemen data siswa yang bergantung pada sistem konvensional seringkali rentan terhadap berbagai risiko, termasuk kemungkinan kebocoran data, pelanggaran privasi, dan manipulasi informasi. Mengingat data siswa seringkali mencakup informasi sensitif dan penting seperti hasil akademik, dan data pribadi lainnya, pentingnya melindungi data dengan sangat kuat. Tanpa kehadiran teknologi yang tepat, sistem manajemen data siswa rentan terhadap berbagai resiko keamanan, seperti kemungkinan akses yang tidak sah atau manipulasi data oleh pihak yang tidak berwenang. Disamping itu, integritas informasi siswa juga dapat terancam karena potensi kesalahan manusia dalam proses pencatatan dan pemeliharaan data secara manual. Kurangnya transparansi dalam sistem

konvensional juga dapat mengakibatkan kurangnya kepercayaan dari berbagai pihak yang terlibat, termasuk siswa, guru, orang tua, dan staf administratif. Oleh karena itu, sebelum adopsi teknologi blockchain, pengelolaan data siswa dalam dunia pendidikan seringkali dihadapkan pada tantangan yang signifikan dalam menjaga keamanan, privasi, dan integritas data. Oleh karena itu, penggunaan teknologi blockchain dalam pendidikan dapat mengatasi sebagian besar tantangan yang dihadapi dalam mengelola data siswa. Dengan menerapkan teknologi blockchain, keamanan data siswa dapat ditingkatkan secara signifikan. Setiap informasi yang dimasukkan ke dalam blockchain akan dienkripsi dan tersimpan secara terdesentralisasi, sehingga mengurangi risiko kebocoran data, pelanggaran privasi, dan manipulasi informasi. Selain itu, blockchain juga memungkinkan pencatatan data yang lebih akurat dan transparan. Setiap transaksi atau perubahan data akan dicatat secara permanen dalam rantai blok yang tidak dapat diubah, sehingga meningkatkan integritas informasi siswa. Hal ini juga membantu mengurangi potensi kesalahan pengguna dalam proses pencatatan dan pemeliharaan data.

Dengan menggunakan teknologi blockchain, kepercayaan dari berbagai pihak yang terlibat dalam pendidikan, seperti siswa, guru, orang tua, dan staf administratif, dapat ditingkatkan. Mereka dapat memverifikasi keaslian dan keakuratan data secara langsung melalui blockchain, meningkatkan transparansi dan mengurangi keraguan terhadap integritas data. Secara keseluruhan, penerapan teknologi blockchain dalam pendidikan memiliki potensi besar untuk meningkatkan keamanan, privasi, integritas data, dan kepercayaan dari semua pihak yang terlibat.

5. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan Teknologi Blockchain untuk pengelolaan data siswa dapat meningkatkan keamanan data, kepercayaan, transparansi, dan kontrol atas data siswa. Dengan adanya teknologi ini, data pribadi siswa dapat dilindungi dari ancaman peretasan atau manipulasi melalui penggunaan enkripsi yang kuat dan sistem yang sulit dipalsukan. Dalam pendidikan Teknologi Blockchain memiliki keuntungan, yaitu yang pertama memberikan kontrol yang lebih besar kepada siswa atas data mereka sendiri seperti sertifikat dan pencapaian keterampilan. Yang kedua, meningkatkan keamanan data dengan memastikan integritas data siswa melalui sistem yang tidak dapat dipalsukan.

Tetapi dalam pendidikan Teknologi Blockchain juga memiliki beberapa tantangan, seperti skalabilitas, privasi dan keamanan data, biaya pengadopsian, kepercayaan, dan ketersediaan data. Oleh karena itu diperlukan upaya-upaya untuk mengatasi tantangan-tantangan ini agar implementasi Teknologi Blockchain dapat dilakukan secara efektif dan efisien. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, maka perlu untuk dilakukan penelitian lebih lanjut terkait fokus pada pengembangan solusi untuk mengatasi tantangan dalam menerapkan teknologi blockchain dalam pendidikan. identifikasi langkah-langkah konkret untuk meningkatkan skalabilitas, privasi, keamanan data, dan mengurangi biaya pengadopsian

Daftar Referensi

- [1] M. O. Augusta, C. P. Oktaviandi Syeira, and A. Hadiapurwa, "Penggunaan Teknologi Blockchain Dalam Bidang Pendidikan," *Produktif J. Ilm. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 437–442, 2022, doi: 10.35568/produktif.v5i2.1259.
- [2] L. Arief and T. A. Sundara, "Studi atas Pemanfaatan Blockchain bagi Internet of Things (IoT)," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, vol. 1, no. 1, pp. 70–75, 2017, doi: 10.29207/resti.v1i1.26.
- [3] M. U. Noor, "Implementasi Blockchain di Dunia Kearsipan: Peluang, Tantangan, Solusi atau Masalah Baru?," *Khazanah al-Hikmah J. Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, vol. 8, no. 1, p. 81, 2020, doi: 10.24252/kah.v8i1a9.
- [4] L. Megawati, C. Wiharma, and A. Hasanudin, "Peran Teknologi Blockchain Dalam Meningkatkan Keamanan Dan Kepastian Hukum Dalam Transaksi Kontrak Di Indonesia," *J. Huk. Mimb. Justitia*, vol. 9, no. 2, p. 410, 2023, doi: 10.35194/jhmj.v9i2.3856.
- [5] W. Swastika, H. Wirasantosa, and O. H. Kelana, "Rancang Bangun Website Akademik dengan Penyimpanan Sertifikat Digital Menggunakan Teknologi Blockchain," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, p. 33, 2022, doi: 10.25126/jtiik.2021863645.
- [6] S. Kosasi, "Karakteristik Blockchain Teknologi Dalam Pengembangan Edukasi," *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J.*, vol. 1, no. 1, pp. 87–94, 2020, doi: 10.34306/abdi.v1i1.113.

-
- [7] Iswanto, N. I. Putri, Z. Munawar, R. Komalasari, and Dandun Widhiantoro, "Pemanfaatan Teknologi Blockchain di Bidang Pendidikan," *Tematik*, vol. 9, no. 2, pp. 171–181, 2022, doi: 10.38204/tematik.v9i2.1082.
- [8] Wasriyono, D. Apriliasari, and Bayu Ajie Putra Seno, "Inovasi Pemanfaatan Blockchain dalam Meningkatkan Keamanan Kekayaan Intelektual Pendidikan," *J. MENTARI Manajemen, Pendidik. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 1, pp. 68–76, 2022, doi: 10.34306/mentari.v1i1.142.
- [9] A. Putra, "PENGUNAAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM UPAYA MENINGKATKAN KEAMANAN DATA DI MASSA ERA DIGITAL."
- [10] Z. Munawar, N. Indah Putri, I. Iswanto, and D. Widhiantoro, "Analisis Keamanan Pada Teknologi Blockchain," *Infotronik J. Teknol. Inf. dan Elektron.*, vol. 8, no. 2, p. 67, 2023, doi: 10.32897/infotronik.2023.8.2.2062.
- [11] Hendriyati Haryani, S. M. Wahid, A. Fitriani, and M. faris Ariq, "Analisa Peluang Penerapan Teknologi Blockchain dan Gamifikasi pada Pendidikan," *J. MENTARI Manajemen, Pendidik. dan Teknol. Inf.*, vol. 1, no. 2, pp. 163–174, 2023, doi: 10.34306/mentari.v1i2.250.
- [12] Q. Aini, U. Rahardja, N. P. L. Santoso, and A. Oktariyani, "Aplikasi Berbasis Blockchain dalam Dunia Pendidikan dengan Metode Systematics Review," *CESS (Journal Comput. Eng. Syst. Sci.)*, vol. 6, no. 1, p. 58, 2021, doi: 10.24114/cess.v6i1.20107.
- [13] U. Rahardja, "Penerapan Teknologi Blockchain Dalam Pendidikan Kooperatif Berbasis E-Portfolio," *Technomedia J.*, vol. 7, no. 3 Februari, pp. 354–363, 2023.
- [14] A. C. Nugraha, "Penerapan Teknologi Blockchain dalam Lingkungan Pendidikan," *Produktif J. Ilm. Pendidik. Teknol. Inf.*, vol. 4, no. 1, pp. 302–307, 2022, doi: 10.35568/produktif.v4i1.386.
- [15] F. A. Saputra, "TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM MENJAGA KEAMANAN DATA."
- [16] S. H. Ahmad, M. Yaumi, and M. Faruk, "BLOCKCHAIN DALAM PEMBELAJARAN ABAD 21," *Aksara Kawanua J. Ilm. Multidisiplin*, vol. 2, no. 2, pp. 65–73, 2023.
- [17] T. Wira and E. Suryawijaya, "Memperkuat Keamanan Data melalui Teknologi Blockchain: Mengeksplorasi Implementasi Sukses dalam Transformasi Digital di Indonesia Strengthening Data Security through Blockchain Technology: Exploring Successful Implementations in Digital Transformation in ," *J. Stud. Kebijak. publik*, vol. 2, no. 1, pp. 55–67, 2023, [Online]. Available: <https://doi>.