

EKSPLORASI TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM PENDIDIKAN

Marhini Anggelina¹⁾, Nurul Rohmi²⁾, Rijal Fahmi³⁾, Rian Abrori⁴⁾

¹ Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Trunojoyo Madura
Email: eliinaanggal@gmail.com

ABSTRAK

Blockchain merupakan sebuah teknologi yang biasanya terkait dengan kripto dan keuangan. Akan tetapi sebenarnya teknologi ini tidak hanya dapat diterapkan dalam lingkup keuangan, tetapi juga dalam lingkup pendidikan. Meskipun teknologi ini dapat diterapkan dalam lingkup pendidikan, tetapi banyak institusi yang belum menerapkannya karena disebabkan banyak hal seperti kurangnya pemahaman mengenai teknologi Blockchain. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi mengenai teknologi Blockchain dalam pendidikan, mulai dari keuntungannya serta tantangan yang harus dihadapi. Metode yang dipakai untuk menjawab permasalahan dalam penelitian ini adalah menggunakan metode kualitatif studi literatur. Metode studi literatur merupakan rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data pustaka, membaca, mencatat serta mengolah semua bahan penelitian. Proses pencarian literatur yang digunakan menggunakan bantuan aplikasi *Publish or Perish* dengan membatasi artikel, jurnal, serta hasil penelitian lain yang terbit dari tahun 2019 sampai dengan 2024. Data yang telah dikumpulkan, kemudian diteliti dan diuraikan secara naratif. Adapun hasil yang diperoleh pada bagian kesimpulan menunjukkan bahwa penerapan teknologi Blockchain dalam pendidikan bukanlah suatu hal yang mustahil. Apabila diterapkan Blockchain memiliki potensi yang sangat besar serta keuntungan yang sangat berdampak baik terhadap kemajuan teknologi dalam pendidikan.

Kata kunci: Blockchain, Pendidikan, Potensi, Tantangan, Teknologi

ABSTRACT

Blockchain is a technology that is usually associated with crypto and finance. However, this technology can not only be applied in the scope of finance, but also in the scope of education. Although this technology can be applied in the scope of education, many institutions have not implemented it due to many reasons such as a lack of understanding of Blockchain technology. This research aims to explore Blockchain technology in education, starting from its benefits and the challenges that must be faced. The method used to answer the problems in this research is to use a qualitative method of literature study. The literature study method is a series of activities related to collecting library data, reading, recording and processing all research materials. The literature search process used uses the help of the Publish or Perish application by limiting articles, journals, and other research results published from 2019 to 2024. The data that has been collected is then researched and described narratively. The results obtained in the conclusion section show that the application of Blockchain technology in education is not impossible. If applied, Blockchain has enormous potential and benefits that have a very good impact on technological advances in education.

Keywords : Blockchain, Education, Potential, Challenges, Technology

1. PENDAHULUAN

Memasuki era digital dimana dunia semakin modern, berkembang berbagai macam teknologi - teknologi terbaru yang tersebar di seluruh dunia, salah satunya adalah teknologi Blockchain. Teknologi Blockchain menjadi sebuah teknologi yang diminati dalam berbagai bidang, sebagai sebuah inovasi yang termasuk baru dalam ilmu komputer. Teknologi Blockchain merupakan sebuah teknologi yang biasanya dikaitkan dengan mata uang kripto dan bitcoin, yang merupakan database catatan transaksi yang didistribusikan, dan divalidasi serta dipelihara oleh jaringan komputer di seluruh dunia. Teknologi Blockchain yang dikenal saat ini, ditemukan oleh Satoshi Nakamoto, ketika menerbitkan

makalah mengenai bitcoin pada tahun 2008, makalah tersebut menjelaskan mengenai sistem pembayaran elektronik berdasarkan konsep kriptografi [1]. Teknologi Blockchain dapat diterapkan dalam berbagai bidang, mulai dari bidang industri, transportasi, komunikasi, kesehatan, pendidikan, dan berbagai bidang lainnya [2].

Teknologi Blockchain dalam bidang pendidikan merupakan sebuah terobosan yang dapat dirancang untuk menghadapi tantangan, sehingga dapat menjaga daya saing dalam pendidikan yang terus mengalami perubahan atau pergerakan [3]. Data pada Blockchain disimpan secara permanen dalam catatan data yang akan di transmisikan melalui jaringan *peer to peer* dalam jaringan internal dan berinteraksi secara aktif [4]. Beberapa contoh pengimplementasian dan pemanfaatan teknologi dalam pendidikan adalah *Learning Management System* (LMS) yang dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan dan pengetahuan sehingga dapat memberikan inspirasi bagi siswa [5].

Pengimplementasian teknologi Blockchain dalam lingkungan pendidikan akan memberikan banyak manfaat, diantaranya adalah untuk sertifikat dan transkrip nilai, identitas dan catatan mahasiswa, serta sistem penilaian pendidikan [6]. Selain itu, penerapan teknologi blockchain dalam pendidikan dapat memberikan solusi yang aman, terpercaya, dan efisien dalam mengamankan data dan kredensial pendidikan [7]. Akan tetapi, meskipun teknologi Blockchain memiliki potensi yang menjanjikan apabila diterapkan, sayangnya pengimplementasian teknologi ini memiliki tantangan serta etika yang harus dipertimbangkan [8], selain itu kurangnya pemahaman mengenai potensi atau manfaat dari teknologi Blockchain dalam pendidikan mengakibatkan teknologi ini jarang diterapkan karena biasanya teknologi ini dikaitkan dengan keuangan.

Hasil penelitian terkait teknologi blockchain dalam pendidikan telah dilakukan di beberapa negara, seperti di Polandia [9] bahwa keberhasilan dalam penggunaan teknologi Blockchain dapat dicapai melalui kolaborasi antara praktisi ekonom dan ilmuwan komputer. Sedangkan dalam penelitian di Indonesia [5] menunjukkan bahwa teknologi Blockchain dapat diimplementasikan dalam pendidikan dengan menggunakan aplikasi pendukung yang sesuai. Namun, kedua penelitian ini lebih terfokus pada pemanfaatan teknologi blockchain dan sedikit mengeksplorasi mengenai potensi dan tantangan dalam implemenasinya. Oleh karena itu, Penelitian ini menggunakan metode studi literature, dengan tujuan untuk mengeksplorasi mengenai teknologi Blockchain dalam pendidikan, potensi dan tantangan teknologi Blockchain secara luas apabila teknologi ini diterapkan dalam lingkup pendidikan.

2. METODE

Penelitian menggunakan metode studi literature (*Literature Study*) dengan pendekatan deskriptif. Metode studi literature merupakan rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan pengumpulan data pustaka, membaca, mencatat serta mengolah semua bahan penelitian. Penelitian dengan menggunakan metode ini sama seperti penelitian lainnya, literatur yang diambil berasal dari data sekunder yang dikumpulkan melalui jurnal, artikel, dan hasil-hasil penelitian terdahulu yang sesuai dengan topik mengenai teknologi Blockchain dalam pendidikan. Pencarian literature dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi *Publish or Perish*. Kata kunci pencarian yang digunakan adalah "*Blockchain in Education*" dan "Teknologi Blockchain dalam Pendidikan". Artikel dibatasi dari tahun 2019 sampai 2024 untuk memastikan hanya data terkini yang digunakan untuk menjaga relevansi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh dari kata kunci pencarian dengan menggunakan *Publish or Perish* sebanyak 224 artikel. Terdapat dari 200 artikel jurnal berbahasa Inggris terdiri dari jurnal internasional, prosiding, buku, dan lainnya serta 24 artikel berbahasa Indonesia juga terdiri dari jurnal nasional, prosiding, serta buku. Kemudian total dari artikel tersebut dipilah kembali yang sesuai dan didapatkan sebanyak 25 artikel yang digunakan sedangkan sisanya dieliminasi karena tidak sesuai.

A. BLOCKCHAIN

Blockchain merupakan teknologi yang sangat umum dikaitkan dengan keuangan. Blockchain berasal dari kata "*Block*" yang berarti berkelompok dan "*Chain*" yang berarti rantai [10]. Blockchain adalah sebuah basis data terdistribusi yang terdiri dari catatan transaksi atau suatu peristiwa digital yang telah dieksekusi dan diberikan diantara pihak-pihak yang berkontribusi [11]. Jadi, teknologi Blockchain ini, biasanya digunakan untuk menyimpan data dalam bentuk "blok" yang tersinkronisasi dan didistribusikan [2].



Gambar 1. *Blockhain* [12]

Blockhain terdiri dari 3 jenis yaitu [13] :

1. Blockchain yang diperbolehkan atau diizinkan, adalah blockchain yang sifatnya akan bekerja sebagai ekosistem tertutup.
2. Blockchain yang tidak diperbolehkan atau diizinkan, adalah blockchain yang sifatnya terbuka untuk semua orang yang ingin mengaksesnya.
3. Hybrid Blockchain, adalah gabungan dari Blockchain umum dan Blockchain untuk privat. Dalam hal ini Blockchain menggunakan hak akses tertentu yang tersimpan.

Selain memiliki jenis yang beragam, Blockchain juga memiliki 6 karakteristik yang melekat dibaliknya [14], yaitu :

1. Blockchain merupakan akuntansi, karena dalam blockchain setiap terjadi transaksi maka akan dicatat.
2. Blockchain merupakan kriptografi, karena setiap transaksi yang dicatat dalam Blockchain terjadi proses enkripsi yang membuat keamanan dan privasi sangat tinggi.
3. Blockchain merupakan terdistribusi, karena Blockchain sebuah buku besar yang terdistribusi yang membuat hal ini sulit untuk diubah isi serta manipulasi data yang terdapat di dalamnya.
4. Blockchain merupakan rantai, karena Blockchain tersusun dari kumpulan block yang tersambung seperti rantai yang disambung memakai *hash*, apabila *hash* tidak sama maka tidak dapat tergabung menjadi rantai.
5. Blockchain merupakan *Smart contract*, karena dalam pengimplementasiannya terdapat kode yang digunakan untuk membelit sebuah janji antara kedua pihak, yang membuat seseorang tidak bisa memanipulasinya
6. Blockchain merupakan mining, karena setiap orang yang berhasil memverifikasi keaslian dan kebenaran transaksi, maka akan mendapat sejumlah bitcoin.

B. BLOCKCHAIN DALAM PENDIDIKAN

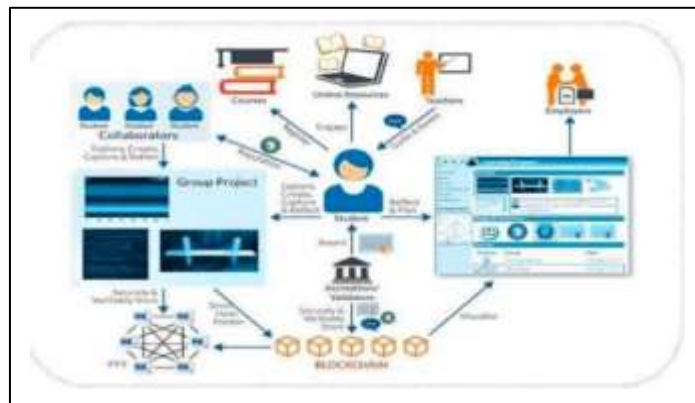
Teknologi Blockchain dapat digunakan dalam berbagai bidang, salah satunya adalah dalam bidang pendidikan. Bidang pendidikan merupakan salah satu yang mencoba mengadaptasi keuntungan dari teknologi *Blockchain*. Banyak universitas ternama, contoh : Harvard, MIT, dan Delft University of Technology yang saat ini mengusahakan untuk menciptakan sejenis konsorium yang dapat membagikan model verifikasi ijazah melewati jaringan Blockchain [15]. Beberapa lembaga penelitian dan pendidikan juga telah meluaskan riset serta edukasi mengenai teknologi Blockchain di Indonesia dalam pemanfaatannya, serta tantangan yang akan dihadapi [16]

Dalam lingkungan pendidikan, Blockchain dapat membantu untuk menurunkan resiko kehilangan atau data dimanipulasi, karena setiap transaksi yang terjadi di Blockchain harus disetujui oleh sebagian peserta dalam jaringan [7]. Apabila diterapkan dalam lingkungan pendidikan, Blockchain akan memberikan keuntungan yang sangat besar, diantaranya [17] :

1. Desentralisasi : merupakan pertimbangan arsitektur terdistribusi *Peer to Peer* dibanding dengan arsitektur terpusat dengan membawa peningkatan koreksi kesalahan, yaitu menghilangkan titik sentral kegagalan.

2. Skalabilitas : yaitu memungkinkan untuk situasi penghapusan, dimana satu atau beberapa entitas mengendalikan penyimpanan serta pemrosesan informasi untuk sejumlah besar pihak.
3. Keandalan : merupakan informasi yang ada dapat bersifat tetap, tidak dapat diubah atau permanen, serta terdistribusi sejalan di Blockchain. Setiap pihak sistem, dapat memverifikasi keaslian data serta memastikan data tidak dapat dimanipulasi
4. Keamanan : Blockchain memberikan keamanan data yang lebih baik dibandingkan dengan teknologi biasa. Data dalam Blockchain disimpan secara terdesentralisasi dan terenkripsi sehingga mengurangi resiko manipulasi [18]. Dengan menggunakan Blockchain, akan dapat membantu untuk meningkatkan potensi keamanan seperti halnya dalam pencatatan gelar.
5. Bidang pendidikan dapat menurunkan biaya. Biaya tersebut mencakup biaya penyimpanan, biaya transaksi terkait, serta biaya pengelolaan dan pemeliharaan catatan pendidikan [19].
6. Dapat meningkatkan penilaian siswa, karena Blockchain diterapkan untuk mengukur kinerja pembelajaran berdasarkan hasil pembelajaran yang dicapai [19]
7. Membatasi atau mengontrol akses catatan yang tersimpan. Hal ini karena teknologi Blockchain hanya mengizinkan institusi bersertifikat berdasarkan aturan tertentu untuk mengakses serta memodifikasi data yang tersimpan [19].

Secara keseluruhan, teknologi blockchain memiliki peluang untuk dapat mengubah sektor pendidikan. Selain keuntungan yang disebutkan diatas, keuntungan lain dari implementasi teknologi ini adalah data pada Blockchain dapat diverifikasi dengan transparansi penuh 24/7, artinya kapanpun dibutuhkan, teknologi ini dapat digunakan. Secara umum biasanya digunakan untuk penerbitan dan verifikasi sertifikat pendidikan seperti gelar, transkrip, kompetensi siswa, serta kemampuan profesional yang bisa diverifikasi oleh pemberi kerja [20].



Gambar 2. Blockchain dalam pendidikan [21]

Gambar tersebut memberikan ilustrasi ketika berbagai fungsi Blockchain diimplementasikan dalam lingkup pendidikan. Teknologi Blockchain melibatkan 3 konsep dasar yaitu transaksi, blok dan rantai. Transaksi merupakan entri atau item yang dihapus yang mengakibatkan perubahan isi buku besar, blok merupakan pencatatan hasil seluruh data transaksi selama suatu periode, dan rantai merupakan urutan kronologis dari blok yang menggambarkan semua perubahan status buku besar [21].

Berdasarkan beberapa hasil penelitian, menyebutkan bahwa teknologi Blockchain sangat berpotensi besar untuk dapat diterapkan dalam proses pendidikan, terutama dalam pendidikan tinggi [22]. Dalam pendidikan tinggi, Blockchain dapat diterapkan dalam banyak hal, contohnya adalah pada sistem kartu rencana studi. Hasil penelitian oleh Gilang [23] disebutkan bahwa penerapan Blockchain dalam sistem KRS akan sangat mempermudah, karena Blockchain menjamin keamanan yang tinggi terhadap data yang tersimpan di dalam sistem, yang membuat data lebih maksimal serta transparan dalam pengelolannya.

C. APLIKASI BLOCKCHAIN DALAM PENDIDIKAN

Dalam beberapa tahun terakhir, terdapat beberapa perkembangan terbaru mengenai aplikasi Blockchain dalam pendidikan [24]. Aplikasi – aplikasi tersebut terdiri dari beberapa kategori yaitu sebagai berikut :

1. Manajemen Sertifikat

Hal ini meliputi segala bentuk penanganan mengenai kredensial akademik, transkrip nilai, bentuk catatan prestasi, serta sertifikat siswa [19]. Blockchain dapat menyimpan serta memverifikasi catatan akademik dengan aman, mencegah penipuan serta kepastian legitimasi. Sehingga dalam hal ini akan menciptakan kemudahan dalam akses transkrip yang terverifikasi [25].

2. Pengelolaan Kompetensi serta Hasil Pembelajaran

Untuk dapat meningkatkan tujuan pembelajaran serta meningkatkan pencapaian kompetensi dalam lingkup pendidikan, diperlukan perhatian yang lebih besar untuk diberikan pada pembangunan aplikasi Blockchain [25]. Penerapan oleh Williams [26] mengusulkan mengenai lingkungan belajar bagi siswa. Hal ini dimaksudkan untuk dapat meningkatkan proses pembelajaran dengan penerapan keterampilan, menciptakan pemikiran kritis, serta penyelesaian masalah melalui kolaborasi dan komunikasi yang lebih baik [19].

3. Pengamanan Lingkungan Belajar Kolaboratif

Blockchain memfasilitasi jaringan terdesentralisasi yang bisa diakses dengan mudah dengan keamanan dan integritas yang tinggi sehingga penggunaan teknologi Blockchain dalam lingkungan pendidikan sangat penting [19]. Dalam penelitian oleh Bdiwi [27] memperkenalkan mengenai sistem *U-Learning* yang menggunakan teknologi Blockchain untuk menciptakan lingkungan belajar kolaboratif yang aman kapanpun dan dimanapun.

4. Biaya Transfer dan Kredit

Mencakup mengenai aplikasi dengan fitur yang sama untuk mentransfer catatan kredensial atau biaya antar institusi karena teknologi Blockchain memiliki tingkat keamanan dan kepercayaan yang tinggi [19]. Contoh yaitu dalam sistem EduCTX menggunakan proses transfer melalui token. Token tersebut dapat berupa digital ataupun unit pembelajaran, seperti sertifikat dan diploma [25].

5. Permohonan terkait dengan Izin Perwalian secara Digital

Blockchain dapat membantu dalam meningkatkan cara lama dalam mengumpulkan persetujuan orang tua secara elektronik. Hal ini dapat terlihat dari kepercayaan akan keamanan yang diberikan oleh teknologi Blockchain. Karakteristik Blockchain yang terdesentralisasi dapat membantu untuk mempercepat pengumpulan persetujuan tanpa mengganggu privasi [19].

6. Manajemen Persaingan

Teknologi Blockchain dapat digunakan untuk memfasilitasi operasi persaingan serta meningkatkan efisiensi dan transparansi [25]. Model kompetisi berdasarkan kotak pasir operasi *e-commerce* yang diperkenalkan oleh Wu dan Li merupakan sistem pengambilan keputusan untuk menguji pengetahuan serta keahlian professional siswa.

7. Evaluasi Kemampuan Profesional Siswa

Hasil studi oleh Zhao [28] mengilustrasikan mengenai program aplikasi yang dikembangkan dengan menggunakan teknologi Blockchain untuk mengevaluasi keterampilan professional siswa berdasarkan prestasi serta kinerja akademik. Sistem tersebut dimaksudkan untuk menilai serta menganalisis kemampuan siswa berdasarkan algoritma pengelompokan dalam Blockchain [25].

8. Manajemen Hak Cipta

Melindungi objek pembelajaran merupakan kategori lain untuk menekankan pentingnya memanfaatkan aplikasi Blockchain untuk melindungi setiap objek pembelajaran yang didapat dari siswa [19].

9. Keterlibatan dalam Pembelajaran

Dengan melibatkan siswa pada sistem *e learning* yang terdaftar kedalam aplikasi, Teknologi Blockchain dapat membantu untuk memecahkan beberapa masalah yang berkaitan dengan interaktivitas siswa dalam lingkungan *e-learning* [25].

10. Tinjauan Ujian

Teknologi Blockchain dapat membantu untuk meningkatkan keamanan dalam audit kertas ujian, karena menggunakan buku besar yang terpercaya. "dAppEr" merupakan aplikasi terdesentralisasi yang dikembangkan oleh Mitchell [29]. Sistem ini dirancang dengan pertimbangan dari standar penjaminan mutu pada saat kertas ujian didistribusikan kepada penguji eksternal.

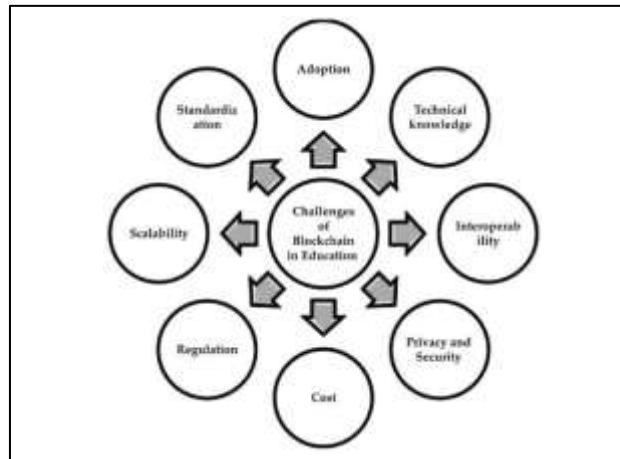
11. Lifelong Learning

Teknologi Blockchain telah memberikan peran penting dalam hal meningkatkan aspek pembelajaran seumur hidup, contoh : peningkatan keterampilan, pengetahuan serta efisiensi

[19]. Banyak perusahaan besar, universitas, serta perusahaan baru yang memfasilitasi proses pemberian kredensial seumur hidup kepada pelajar untuk mengenali serta memastikan keaslian pencapaian baik di dalam kelas atau diluar [25].

D. TANTANGAN PENERAPAN BLOCKCHAIN DALAM LINGKUP PENDIDIKAN

Meskipun memiliki kelebihan yang sangat besar, penting untuk menyadari bahwa setiap teknologi yang ada tidak akan pernah terlepas dengan keterbatasan dan tantangan yang harus dihadapi [30]. Tantangan pertama yang paling menantang adalah bukti kerja (*Proof of Work*) merupakan konsensus untuk verifikasi blok baru. Semakin besar ukuran sebuah Blockchain, maka juga akan semakin besar dan mahal pula biaya bukti kerjanya [31]. Selain itu, berikut merupakan keterbatasan dan tantangan yang harus dihadapi :



Gambar 3. Tantangan yang umum dihadapi [30]

1. Adaptasi

Merupakan tantangan yang muncul karena perlunya kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk lembaga pendidikan, pemerintah, serta penyedia teknologi [32].

2. Pengetahuan Teknis

Merupakan tantangan yang muncul disebabkan karena individu serta organisasi perlu untuk memiliki pertimbangan yang mencukupi mengenai teknologi agar dapat diterapkan secara efektif [30].

3. Interoperabilitas

Teknologi Blockchain merupakan teknologi yang saat ini masih dalam tahap awal pengembangan, hingga saat ini teknologi ini belum ada standar atau interoperabilitas antar Blockchain yang berbeda. Hal tersebut membuat para institusi serta organisasi kesulitan untuk dapat menggunakannya secara konsisten sehingga membuat potensi Blockchain terbatas [30].

4. Keamanan dan Privasi

Meskipun teknologi Blockchain memberikan jaminan keamanan yang sangat tinggi, resiko bahaya terhadap keamanan merupakan sebuah hal yang tidak dapat dipisahkan. Interkoneksi serta kompleksitas Blockchain mungkin saja dapat meningkatkan berbagai masalah keamanan seperti : *cybercrime*, perolehan data tanpa izin, serta peretasan. Tanpa pengimplementasian yang tepat, tentu hal ini akan dapat menimbulkan sebuah resiko mengenai akses yang tidak sah terhadap informasi [25].

5. Biaya

Blockchain merupakan sebuah teknologi baru yang perlu untuk diintegrasikan dengan sistem terdahulu. Akan tetapi, biaya penerapannya bisa sangat tinggi, selain biaya penerapan biaya lain seperti : biaya transaksi atau biaya komputasi dari blockchain juga tinggi [19].

6. Regulasi

Faktor eksternal seperti regulasi juga dapat mempengaruhi penerapan Blockchain dalam pendidikan. Seperti di Indonesia, meskipun ada diskusi terkait dengan regulasi Blockchain dan implementasinya dalam pendidikan [16], tapi untuk dapat memanfaatkan secara sepenuhnya belum ada regulasi spesifik yang mengatur mengenai hal ini.

7. Skalabilitas

Teknologi Blockchain harus dapat menampung data dalam jumlah besar agar dapat efektif dalam lingkup pendidikan. Hal ini membutuhkan pengembangan skalabilitas sistem yang dapat menangani peningkatan jumlah data yang dihasilkan dalam proses pendidikan [30]. Kesulitan skalabilitas Blockchain juga dapat mengakibatkan sentralisasi, ketika jumlah node jaringan bertambah, skala Blockchain akan menjadi buruk [33].

8. Standardisasi

Untuk keberhasilan teknologi Blockchain dalam pendidikan, standardisasi serta konsistensi merupakan suatu hal yang sangat penting. Dalam hal ini membutuhkan pengembangan standar serta protokol yang bisa digunakan oleh institusi di seluruh dunia [30].

9. Tantangan terkait dengan *Hardware*

Tantangan keberhasilan dalam penerapan teknologi Blockchain dalam pendidikan adalah terkait dengan terbatasnya ketersediaan *hardware* serta infrastruktur digital. Kelangkaan infrastruktur digital, contohnya dalam koneksi *broadband* berkecepatan tinggi akan dapat menimbulkan hambatan yang signifikan [25].

10. Ketidakterdediaan Data

Pengelolaan data berada di tangan pengguna sendiri yang membuat data tidak tersedia serta dapat mempengaruhi aplikasi yang mengandalkan data ini. Selain itu, adanya desentralisasi Blockchain, data didistribusikan serta disimpan pada buku besar yang terdistribusikan, mengakibatkan hak kepemilikan data siswa tidak jelas [34]. Oleh karena itu untuk penerapan lebih lanjut, perlu untuk mempelajari serta mengatasi masalah yang terkait dengan hak kepemilikan [34].

Blockchain merupakan teknologi yang aman, akan tetapi dalam penerapannya masih menghadapi berbagai tantangan keamanan. Namun, tantangan – tantangan ini harus dipelajari lebih lanjut secara keseluruhan [35]. Penerapan teknologi Blockchain dalam pendidikan membutuhkan lingkungan yang memadai dan mendukung serta dapat menangani data transaksi kompleks yang terkait dengan teknologi baru ini. Lingkungan yang mendukung ini mencakup mengenai *hardware*, *software*, perangkat, solusi keamanan, serta layanan yang bekerja sama untuk memastikan keberhasilan implementasi Blockchain dalam pendidikan [30].

4. SIMPULAN DAN SARAN

Pengimplementasian teknologi Blockchain dalam pendidikan bukanlah suatu hal yang mustahil untuk diterapkan. Melihat potensi dan keuntungan yang diberikan sangat besar seperti : teknologi Blockchain berpotensi untuk mengubah pendidikan menjadi lebih efisien, transparan, serta andal. Tentunya hal ini juga akan sangat membantu dalam dunia pendidikan untuk semakin maju lagi. Dengan memahami lebih dalam atau mengeksplorasi teknologi Blockchain, akan memberikan sudut pandang lain bahwa teknologi ini tidak hanya terkait dengan masalah keuangan, akan tetapi juga dapat diimplementasikan dalam lingkup pendidikan.

Selain terdapat keuntungan yang sangat besar, setiap teknologi tentunya tidak akan pernah terlepas dari tantangan dalam pengimplementasiannya termasuk teknologi Blockchain. Tantangan yang ada apabila diimplementasikan merupakan tanggung jawab bersama, serta pemerintah perlu untuk lebih dalam mengenalkan serta mengembangkan teknologi ini, untuk dapat menciptakan sebuah kolaborasi yang baru dan cara – cara dalam menghadapi tantangan dalam pengimplementasian teknologi, bukan hanya dalam Blockchain, tetapi juga teknologi – teknologi lainnya yang dapat memudahkan aspek pendidikan untuk lebih maju lagi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. S. Sarmah, "Understanding Blockchain Technology," *Int. J. Technol. Hum. Interact.*, vol. 18, no. 1, pp. 1-14, 2022, doi: 10.4018/ijthi.297617.
- [2] R. Y. Natalie, Y. Yani, A. Ridwan, D. Setyantoro, and N. Hikmah, "Implementation of Blockchain Technology in Schools," *J. Ilm. Glob. Educ.*, vol. 4, no. 4, pp. 2133-2139, 2023, doi: 10.55681/jige.v4i4.1466.
- [3] U. Rahardja, "Penerapan Teknologi Blockchain Dalam Pendidikan Kooperatif Berbasis E-Portfolio," *Technomedia J.*, vol. 7, no. 3, pp. 354-363, 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i3.1957.
- [4] A. C. Nugraha, "PENERAPAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM LINGKUNGAN PENDIDIKAN Abstraksi Keywords : Pendahuluan," vol. 4, no. 1, pp. 302-307, 2020.
- [5] 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.

- [6] Wasriyono, D. Apriliasari, and B. A. P. Seno, "Jurnal Mentari : Manajemen Pendidikan dan Teknologi Informasi Inovasi Pemanfaatan Blockchain dalam Meningkatkan Keamanan Kekayaan Intelektual Pendidikan," vol. 1, no. 1, pp. 68-76, 2022.
- [7] S. R. Azahra, "EXPLORATION OF THE POTENTIAL OF BLOCKCHAIN," vol. 4, no. April, pp. 28-34, 2024.
- [8] A. Kholik, P. Studi, M. Pendidikan, and U. Djuanda, "Tren Penelitian Teknologi Blockchain Dalam Pengelolaan Pendidikan : Analisis Bibliometrik Menggunakan Vosviewer Blockchain Technology Research Trends in Education Management : Bibliometric Analysis Using Vosviewer," vol. 2, no. 1, pp. 15-29, 2023.
- [9] P. Gutowski, J. Markiewicz, P. Niedzielski, and M. Klein, "Blockchain in Education : The Best Teaching Models," vol. XXV, no. 4, pp. 253-266, 2022.
- [10] D. Irawan, "Teknologi blockchain untuk perkembangan internet of things," vol. 3, no. 1, 2009.
- [11] A. Hartoyo, E. G. Sukoharsono, and Y. W. Prihatiningtyas, "Analysing the Potential of Blockchain for the Accounting Field in Indonesia," *J. Akunt. dan Keuang.*, vol. 23, no. 2, pp. 51-61, 2021, doi: 10.9744/jak.23.2.51-61.
- [12] A. S. Rafika *et al.*, "Penerapan Digitalisasi Blockchain Pada Perguruan Tinggi Untuk Mendukung Smart University," vol. 8, no. 2, pp. 140-152.
- [13] E. Gustaaf, U. Rahardja, Q. Aini, N. A. Santoso, and N. P. Lestari, "DESAIN KERANGKA BLOCKCHAIN TERHADAP PENDIDIKAN : A SURVEY," vol. 6, no. 2, pp. 236-245, 2021.
- [14] U. Rahardja, E. P. Harahap, and D. D. Christianto, "Vol.4 No.2 Februari 2020," *Pengaruh Teknol. Blockchain Terhadap Tingkat Keaslian Ijazah*, vol. 4, no. 2, pp. 212-222, 2020.
- [15] M. U. Noor, "KEARSIPAN : PELUANG , TANTANGAN , SOLUSI , ATAU MASALAH BARU ?," *Khazanah al-Hikmah, J. Ilmu Perpustakaan, Informasi, dan Kearsipan*, vol. 8 No.1, pp. 86-96, 2020, doi: 10.24252/kah.v8i1a9.
- [16] T. W. 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.org/10.24252/kah.v8i1a9>.
- [17] C. Turcu, C. Turcu, and I. Chiuchisan, "Blockchain and its Potential in Education (1) Ștefan cel Mare University," vol. 1, no. 1, 2019.
- [18] A. Erica, S. Wulandari, and R. Widayanti, "Data Security Transformation : The Significant Role of Blockchain Technology," *Blockchain Front. Technol. (B-Front)*, vol. 3, no. 2, 2024.
- [19] A. Alammary, S. Alhazmi, M. Almasri, and S. Gillani, "Blockchain-Based Applications in Education : A Systematic Review," *MDPI*, pp. 1-18, 2019.
- [20] P. Bhaskar, "Blockchain in education management : present and future applications," 2020, doi: 10.1108/ITSE-07-2020-0102.
- [21] W. Setyowati, W. N. Wahid, and W. Sejati, "The Implementation of Blockchain Technology in the Education Sector," *Blockchain Front. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 89-94, 2024.
- [22] A. Sakhopov and M. Yermaganbetova, "An educational portal with elements of blockchain technology in higher education institutions of Kazakhstan : opportunities and benefits," vol. 24, no. 2, pp. 149-154, 2022.
- [23] G. Ramanda Purba, "Mengidentifikasi Kebutuhan Sistem Informasi Akademik Krs (Kartu Rencana Studi) Menggunakan Teknologi Blockchain Pada Universitas Bina Darma Palembang," *J. Nas. Ilmu Komput.*, vol. 2, no. 4, pp. 2746-1343, 2021.
- [24] X. Chen, "Explore the Application and Challenges of Blockchain Technology in the Field of Higher Education in China," vol. 664, no. Ichssr, pp. 2612-2616, 2022.
- [25] K. Kaur, "Blockchain Technology in Education : Applications and Challenges," vol. 10, no. 4, pp. 128-133, 2024, doi: 10.36344/ccijhss.2024.v10i04.003.
- [26] P. Williams, "Does competency-based education with blockchain signal a new mission for universities ?," pp. 1-17.
- [27] R. Bdiwi, "A Blockchain Based Decentralized Platform for Ubiquitous Learning Environment A Blockchain based Decentralized Platform for Ubiquitous Learning Environment," *2018 IEEE 18th Int. Conf. Adv. Learn. Technol.*, no. July 2018, pp. 90-92, 2022, doi: 10.1109/ICALT.2018.00028.
- [28] W. Zhao, K. Liu, and K. Ma, "Design of Student Capability Evaluation System Merging Blockchain Technology Design of Student Capability Evaluation System Merging Blockchain Technology," *J. PhysicsConf Ser. 1168*, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1168/3/032123.
- [29] I. Mitchell, S. Hara, and M. Sheriff, "dAppER : Decentralised Application for Examination

- Review dAppER : D ecentralised App lication for E xamination R eview,” no. January 2019, 2020, doi: 10.1109/ICGS3.2019.8688143.
- [30] A. El Koshiry, E. Eliwa, T. A. El-Hafeez, and M. Y. Shams, “Blockchain : Research and Applications Unlocking the power of blockchain in education : An overview of innovations and outcomes,” *Blockchain Res. Appl.*, vol. 4, no. 4, p. 100165, 2023, doi: 10.1016/j.bcra.2023.100165.
- [31] J. Park, “Promises and challenges of Blockchain in education,” *Smart Learn. Environ.*, 2021, doi: 10.1186/s40561-021-00179-2.
- [32] A. D. Samala, D. Mhlanga, L. Bojic, N.-J. Howard, and D. P. Coelho, “Blockchain Technology in Education: Opportunities, Challenges, and Beyond,” *Int. J. Interact. Mob. Technol.*, vol. 18 No.1, no. January, pp. 20-42, 2024, doi: 10.3991/ijim.v18i01.46307.
- [33] A. N. Mufiidah and R. D. Destiani, “The benefits , Challenges , and Future of Blockchain and The Internet of Things,” *Blockchain Front. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 13-25, 2023.
- [34] T. Arndt and A. Guercio, “Blockchain-Based Transcripts for Mobile,” *Int. J. Inf. Educ. Technol.*, vol. 10, no. January, pp. 84-89, 2020, doi: 10.18178/ijiet.2020.10.2.1344.
- [35] A. Mohammad and S. Vargas, “Challenges of Using Blockchain in the Education Sector : A Literature Review,” *MDPI*, pp. 1-27, 2022.