

PENGGUNAAN TEKNOLOGI BLOCKCHAIN DALAM BIDANG PENDIDIKAN

Muhamad Oka Augusta¹⁾, Celline Putriana Oktaviandi Syeira²⁾, Angga Hadiapurwa³⁾

¹⁾ Teknologi Pendidikan FIP Universitas Pendidikan Indonesia

²⁾ Teknologi Pendidikan FIP Universitas Pendidikan Indonesia

³⁾ Perpustakaan dan Sains Informasi FIP Universitas Pendidikan Indonesia

email : oka.augusta@upi.edu¹⁾, cellineputrianaos@upi.edu²⁾, angga@upi.edu³⁾

Abstraksi

Inovasi baru dalam dalam ilmu komputer semakin banyak, salah satunya adalah Blockchain. Blockchain merupakan teknologi yang memiliki ruang lingkup luas mencakup seluruh bidang dalam kehidupan. Blockchain merupakan system penyimpanan informasi pada jaringan internet yang terdistribusi oleh masing-masing node dan memiliki data yang sama. Sistem ini merupakan teknologi yang tidak dikelola oleh pihak ketiga melainkan seluruh pengguna. Masalah-masalah pendidikan seperti transparansi nilai, efisiensi dan keaslian ijazah dapat diatasi dengan blockchain, karena blockchain dapat dimanfaatkan dalam manajemen sertifikat dan identitas dan meningkatkan serta memfasilitasi pembelajaran seumur hidup. Penggunaan Blockchain dalam dunia Pendidikan dapat menguntungkan pelajar, keamanan dan peningkatan efisiensi untuk institusi pendidikan, bisnis, dan pelajar, serta Integrasi kepercayaan dan transparansi. Dengan adanya penelitian ini diharapkan teknologi Blockchain dapat diaplikasikan dalam dunia Pendidikan untuk meningkatkan keefektifan proses belajar dan mengajar. Penelitian ini dilakukan dengan mengkaji berbagai studi pustaka yang tersedia yang berhubungan dengan blockchain pada dunia Pendidikan. Hasil penting dari penelitian ini adalah pengaplikasian blockchain dalam bidang pendidikan dapat meningkatkan motivasi pembelajar dan pengajar, meningkatkan keefektifan proses belajar dan mengajar, mempermudah pencari pekerja untuk mendapatkan pekerjaan dan perekrut dalam mencari pekerja yang cocok dengan kriteria pekerjaan.

Kata Kunci : Blockchain, Pendidikan, Teknologi, Keamanan.

Abstract

There are more and more new innovations in computer science, one of which is Blockchain. Blockchain is a technology that has a broad scope covering all areas of life. Blockchain is an information storage system on the internet network that is distributed by each node and has the same data. This system is a technology that is not managed by third parties but by all users. Educational problems such as grades transparency, efficiency and authenticity of diplomas can be solved with blockchain, because blockchain can be utilized in certificate and identity management, enhancing and facilitating lifelong learning. The use of Blockchain in education can benefit students, security and increased efficiency for educational institutions, business and students, as well as the integration of trust and transparency. With this research, it is hoped that Blockchain can be used in educational field. This research was conducted by examining the various available literature studies about blockchain in the world of education. An important result of this research is that the application of blockchain in education can increase the motivation of learners and teachers, increase the effectiveness of the teaching and learning process, make it easier for job seekers to find jobs and job recruiters in finding workers who match job criteria.

Keywords : Blockchain, Education, Technology, Security.

PENDAHULUAN

Industri 4.0 memunculkan berbagai macam teknologi baru yang dapat memunculkan berbagai macam inovasi teknologi baru. Inovasi teknologi blockchain adalah salah satunya. Teknologi blockchain dikembangkan oleh orang/sekelompok orang dengan nama samaran Satoshi Nakamoto pada tahun 2008. Satoshi Nakamoto menggunakan teknologi blockchain sebagai catatan transaksi digital mata uang kripto (cryptocurrency) Bitcoin [10]. Selain sebagai mata uang kripto, blockchain sudah mulai dibahas untuk digunakan sebagai teknologi penyimpanan data yang memberikan dampak yang signifikan dan menguntungkan dalam industri manufaktur [3], kesehatan[1], dan pendidikan[11]. Penelitian yang menggunakan metode studi pustaka ini berusaha membahas

tentang potensi, tantangan, dan implikasi keseluruhan penggunaan blockchain di sektor pendidikan khususnya pada organisasi pendidikan, pelajar, dan perekrut pekerja.

1. Teknologi Blockchain

Menurut Nugraha [8], blockchain adalah record (basis data) yang terus berkembang, disebut block, yang terhubung dan diamankan menggunakan teknik kriptografi. Setiap blok memuat hash kriptografis dari blok sebelumnya, timestamp, dan data transaksi. Setiap block pada sistem ini saling terkait dan jika ada upaya untuk mengubah data pada satu block, maka harus mengubah data pada block yang lain. Masing-masing block yang dilindungi oleh kriptografi ini saling terhubung dan membuat suatu jaringan. Semua komputer dalam jaringan secara kontinu dan matematis memverifikasi salinan Blockchain dengan semua salinan lain di jaringan. Blockchain merupakan kombinasi dari beberapa teknik yaitu kriptografi, matematika, algoritma dan algoritma konsensus terdistribusi. Blockchain memiliki enam komponen penting yaitu sebagai berikut [11].

1. Terdesentralisasi. Blockchain tidak bergantung dengan satu sistem komputer (node), tetapi semua node yang ada di dalam jaringan blockchain dapat mencatat, menyimpan, dan memperbarui data yang ada. Node yang berhubungan satu sama lain itulah yang disebut blockchain.
2. Transparansi. Data yang ada di dalam blok yang tercatat dan tersebar pada masing-masing node dapat diakses oleh node-node yang terhubung dalam blockchain tersebut.
3. Anonim. Data yang tersebar dalam blockchain bersifat anonim karena data yang masuk akan diproses dengan teknik hashing yang akan menyembunyikan informasi data tersebut.
4. Konsensus Dasar. Perubahan dalam blockchain hanya akan terjadi jika terdapat kesepakatan bersama (konsensus) dari mayoritas node yang terhubung dengan blockchain.
5. Abadi. Semua data tersimpan secara permanen dan tidak bisa diubah kecuali seseorang dapat menguasai lebih dari 51% node dengan serentak.
6. Sumber Terbuka. Kebanyakan dari sistem blockchain terbuka untuk semua orang, seseorang dapat mengubah kode sistem blockchain sesuai dengan kebutuhannya.

Terdapat beberapa jenis blockchain yaitu publik, *permissioned*, dan *private* [16]. Blockchain publik adalah blockchain yang mengizinkan siapapun untuk bergabung dan berkontribusi ke dalam jaringannya. Kelebihan dari blockchain publik adalah blockchain menyediakan sistem yang benar-benar terdesentralisasi, demokratis, dan bebas dari otoritas. *Permissioned* blockchain hanya mengizinkan orang-orang yang telah diizinkan untuk berpartisipasi, misalnya anggota suatu organisasi, yang diundang dan divalidasi sebelum bergabung ke dalam jaringan. Jenis blockchain yang terakhir adalah *private* yang hampir sama dengan blockchain *permissioned*, perbedaannya adalah *private* blockchain dimiliki dan diurus oleh satu organisasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan dengan melakukan metode studi pustaka. Metode studi pustaka merupakan metode yang dilakukan dengan mencari informasi dari berbagai jurnal ilmiah, literatur, buku, dan pendapat ahli mengenai topik yang relevan. Dilakukan dengan analisis jurnal-jurnal yang berkaitan dan dicari dengan kata kunci blockchain dalam pendidikan atau *blockchain in education*. Dilakukan juga pencarian website yang mengaplikasikan teknologi blockchain dalam bidang pendidikan. Dengan metode ini akan memudahkan penulis untuk mencari berbagai informasi yang sesuai dengan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Blockchain pertama kali digunakan dalam pembuatan cryptocurrency Bitcoin oleh seseorang/sekelompok orang dengan nama samaran Satoshi Nakamoto. Harga Bitcoin melambung tinggi hingga mencapai Rp. 936 juta per 1 Bitcoin pada 14 April 2021. Hal tersebut membuat teknologi Blockchain semakin dikenal masyarakat luas. Blockchain merupakan sebuah teknologi yang berawal dari sebuah gagasan tentang data digital yang dapat tersimpan dengan aman dan dikirimkan tanpa resiko peretasan maupun manipulasi data karena sifatnya desentralistik. Banyak aspek dalam kehidupan kita yang dikendalikan oleh suatu entitas, artinya kita harus mempercayai entitas tersebut dalam mengolah data kita. Misalnya seperti Bank yang melakukan berbagai transaksi keuangan termasuk mentransfer uang kita, maka dari itu kita harus percaya pada bank yang mengontrol, menjalankan dan memvalidasi transaksi tersebut. Walau pada hakikatnya bank terikat hukum, namun tetap saja ada resiko pada transaksi. Hal tersebut memunculkan alternatif melakukan transaksi secara langsung, akan tetapi justru resiko yang muncul semakin besar karena tidak adanya validasi dan jaminan keamanan.

Teknologi Blockchain hadir untuk mengatasi masalah tersebut, dimana transaksi divalidasi oleh sistem sebelum disimpan secara permanen dalam catatan data yang saling terkait dan terdesentralisasi. Setiap pengguna dapat mengecek kebenaran suatu data kapan saja. Hal ini menjadikan data yang ada pada Blockchain nyaris tidak dapat dipalsukan. Blockchain dibangun menggunakan teknologi yang sudah ada sebelumnya. Teknologi utama yang digunakan Blockchain adalah *Asymmetric key encryption*, fungsi *hash & hashchain*, dan *peer to peer network* [15]. *Asymmetric key encryption* adalah algoritma yang menggunakan kunci publik (*public key*) sebagai kunci untuk proses enkripsi dan menggunakan kunci pribadi (*private key*) untuk proses dekripsi [9]. Sehingga hanya orang yang memegang kunci pribadi yang bisa mengakses data di dalam blockchain. *Hash* adalah kumpulan huruf dan angka yang menjadi identitas agar dapat diverifikasi validitas informasinya tanpa mengungkapkan informasi dari data yang ada di dalamnya [4]. Transaksi menggunakan teknologi blockchain bersifat peer-to-peer, yang berarti suatu data dapat dipindahkan antar pengguna tanpa bantuan pihak ketiga untuk memprosesnya. Keuntungan yang didapat dengan memanfaatkan teknologi blockchain ini adalah suatu organisasi tidak harus bergantung pada satu peladen (server) karena seluruh data akan tereplikasi ke seluruh jaringan (node) sehingga terhindar dari perubahan/penambahan data tanpa persetujuan anggota lain, *server down*, maupun adanya kejahatan peretasan akun pengguna. Salah satu fokus utama dalam Teknologi Blockchain adalah keamanan datanya, hal ini menjadikan blockchain ideal untuk penyimpanan data yang rentan akan manipulasi. Selain itu, data yang direkam dalam blockchain bersifat permanen, karena jika menghapus satu blok akan mempengaruhi blok setelahnya.

Dalam pendidikan khususnya di Indonesia blockchain sama sekali belum digunakan, padahal menurut Tapscott dan Kaplan dalam studinya menyatakan bahwa dengan menggunakan blockchain, proses belajar dan mengajar dapat ditingkatkan dalam beberapa dimensi [12].

1. Keuntungan untuk pelajar (*self-sovereignty*)

Dengan blockchain, data pelajar (sertifikat, skill yang dikuasai, dsb.) tidak dikuasai oleh lembaga pendidikan seperti universitas atau sekolah, tetapi oleh pelajar itu sendiri. Siswa dapat menyimpan data pembelajaran mereka yang didapatkan dari luar maupun dalam kelas dan dapat mengontrol apa yang bisa diakses dan siapa yang bisa mengakses.

2. Keamanan dan peningkatan efisiensi untuk institusi pendidikan, bisnis, dan pelajar

Blockchain memiliki potensi menjamin identitas, privasi, dan keamanan data murid. Seperti yang disebutkan sebelumnya, data blockchain bersifat permanen dan tidak bisa diubah. Hal tersebut membuat siswa tidak bisa mengubah data sertifikasi yang sudah ada, sementara dengan sertifikat kertas siswa dapat dengan mudah memalsukannya. Data-data yang ada di blockchain juga dienkripsi sehingga memastikan privasi siswa. Dalam hal efisiensi Thayer [13] menyebutkan bahwa blockchain dapat mengefisienkan pencatatan seperti sertifikat digital dan manajemen kekayaan intelektual, verifikasi ijazah, dan pembayaran uang bulanan yang cepat dan dapat diandalkan.

3. Integrasi kepercayaan dan transparansi

Blockchain membuat siswa tidak bisa memalsukan nilai, jurusan, dan sertifikat yang memudahkan perekrut memastikan bahwa pelamar pekerja mempunyai keterampilan yang dibutuhkan dalam pekerjaan. Hal tersebut juga meningkatkan kecocokan antara pencari pekerja dan pelamar pekerja. Secara luas, teknologi blockchain yang merupakan *distributed ledger* dapat meningkatkan transparansi catatan akademik siswa. Hal tersebut dapat meningkatkan hubungan antara universitas, perekrut, dan masyarakat karena kepercayaan dan transparansi yang ada.

Aplikasi Blockchain Dalam Pendidikan

Penelitian sistematis yang dilakukan Alammary, dkk. menunjukkan dua belas kategori pengaplikasian yang dapat disimpulkan menjadi dua pengaplikasian blockchain dalam sektor pendidikan yaitu sebagai berikut.

1. Manajemen sertifikat dan identitas

Devine menyatakan dengan blockchain, catatan akademik siswa dapat dibuat publik dan dibagikan dengan perekrut dan universitas [6]. Hal ini memberikan keuntungan kepada siswa yaitu dapat menyebarkan proses akademiknya dan juga untuk perekrut yang dapat mengandalkan sistem ini sebagai alat yang akurat dalam memverifikasi keterampilan dan keahlian calon pekerja.

Terdapat institusi yang bertujuan untuk membuat infrastruktur internasional untuk sertifikat akademik digital yaitu Digital Credentials Consortium (<https://digitalcredentials.mit.edu>), dibuat pada tahun 2018 dengan bekerja sama dengan universitas-universitas global terkemuka. Mereka mempunyai misi untuk membuat infrastruktur terpercaya untuk sertifikat akademik digital. Mereka menyebutkan keuntungan yang dapat dirasakan oleh pelajar dengan menggunakan teknologi ini yaitu mempertahankan prestasi belajar seumur hidup yang terverifikasi untuk dibagikan kepada perekrut, mendapatkan sertifikat secara digital dan aman, memiliki semua sertifikat selamanya tanpa harus meminta/membayar institusi untuk transkrip, dan mengumpulkan sertifikat yang didapatkan dari

berbagai institusi pendidikan. Sedangkan keuntungan untuk institusi pendidikan yaitu menyimpan dan membagikan berkas pelajar dengan mudah, aman, dan murah, menghilangkan resiko pemalsuan identitas, dan menerbitkan beberapa sertifikat kepada satu individu dengan proses yang mudah.

Diluar dari universitas, terdapat beberapa perusahaan yang menyediakan jasa pengaplikasian blockchain dalam verifikasi sertifikat. Contohnya, BCDiploma (<https://www.bcdiploma.com/en>) yang merupakan perusahaan Eropa yang mengotomasikan penerbitan ijazah dan sertifikat dengan menggunakan Ethereum blockchain dan mempunyai aplikasi dengan yang dapat menunjukkan identitas penerbit yang tidak bisa dipalsukan dengan teknologi *smart contracts*. BCDiploma menawarkan pengematan biaya 90 persen kepada penggunanya dan sudah dipakai secara luas oleh universitas-universitas di Eropa. Menurut Langard, layanan desentralisasi ini menggunakan dasar Ethereum Blockchain Certified Data Token, menggunakan *one-click technology* yang dipatenkan untuk mengakses data yang sudah tersertifikasi [14]. Kemudian, siswa yang sudah lulus menerima URL link yang membuktikan keaslian dari ijazahnya.

2. Meningkatkan dan memfasilitasi pembelajaran seumur hidup

Blockchain juga dapat diaplikasikan dalam proses pembelajaran yang dapat membuat mengajar dan belajar menjadi lebih menarik dan menyenangkan.

Website BitDegree (<https://www.bitdegree.org/>) misalnya, website yang diluncurkan pada tahun 2017 ini adalah platform pembelajaran online pertama yang menggunakan teknologi blockchain. Website ini memiliki tujuan untuk membuat belajar terasa menyenangkan dan menguntungkan dengan memberikan pelajarnya beasiswa berbasis token dan pengalaman belajar seperti bermain game. Seseorang yang ingin berkontribusi untuk mengajar dapat mendaftar sebagai instruktur dan membuat *course*. Token yang didapatkan dapat digunakan untuk membeli *course* yang ada di platform ini, mendukung seseorang untuk membuat *course* baru, dan token juga dapat ditukar menjadi uang. Teknologi blockchain digunakan untuk mencatat pencapaian pengguna dalam pangkalan data blockchain, mempermudah pendistribusian token kepada seluruh individu yang berpartisipasi dalam platform, dan mensponsor *course* yang ada. Blockchain juga dapat digunakan untuk melindungi kekayaan intelektual instruktur secara efisien.

Website berbasis pendidikan lain yang menggunakan teknologi blockchain adalah ODEM.io (<https://odem.cloud/>). Website ini menggunakan ODEM token dalam interaksi antara pelajar dan pengajar profesional dengan menawarkan pengalaman belajar yang dipersonalisasi sesuai dengan kemauan pelajar. ODEM menawarkan solusi untuk pelajar, pengajar, pekerja, dan organisasi pendidikan dengan menghubungkan pihak-pihak ini dengan menghilangkan perantara. Pelajar dapat mencari pekerjaan dalam jaringan pekerjaan yang disediakan ODEM, menemukan mata pembelajaran yang sesuai dengan keterampilan dan minat mereka, dan menyimpan sertifikat mereka dengan aman. Pengajar dapat membuat program, mengajar, dan mendapatkan penghargaan dalam bentuk ODEM token. Perekrut dapat memverifikasi keahlian pelamar pekerja yang menggunakan platform ODEM dengan mudah dan terpercaya. Organisasi pendidikan dapat menggunakan platform ODEM untuk mengelola dan memberikan akreditasi untuk siswanya. Secara keseluruhan, ODEM.io membuat belajar, mengajar, dan merekrut pekerja menjadi lebih mudah dan efektif dengan menggunakan blockchain.

Platform-platform tersebut berusaha membuat proses belajar dan mengajar menjadi lebih efektif dan menyenangkan dengan menggunakan blockchain. Hal ini menunjukkan manfaat yang dapat diberikan blockchain dalam proses belajar dan mengajar dengan memberikan penghargaan dalam bentuk token blockchain yang dapat meningkatkan motivasi dan keterlibatan pelajar dalam platform pendidikan non-formal dan informal.

Tantangan Implementasi Blockchain

Blockchain merupakan teknologi baru yang belum banyak diterapkan pada dalam kehidupan sehari-hari manusia, bahkan implementasi blockchain dalam mata uang kripto masih menerima stigma-stigma negatif dari masyarakat umum. Tantangan pengaplikasian blockchain dalam pendidikan adalah sebagai berikut.

1. Tantangan pengadopsian

Membutuhkan biaya yang besar untuk mengubah sistem yang tradisional ke sistem digital menggunakan blockchain, tenaga pendidik yang sudah terbiasa menggunakan sistem yang ada akan kesulitan untuk beradaptasi menggunakan teknologi blockchain yang masih tergolong baru dan kompleks.

2. Tantangan Skalabilitas;

Alammary, dkk. mengartikan tantangan skalabilitas sebagai tantangan “transaksi blockchain yang lambat” [2]. Sistem pendidikan mempunyai data yang sangat banyak yang akan meningkatkan ukuran block pada blockchain. Dengan bertambah besarnya block akan memperlambat transaksi data yang dilakukan dalam blockchain. Oleh karena itu tantangan skalabilitas dapat menjadi tantangan yang signifikan dalam pengaplikasian blockchain dalam pendidikan dengan skala yang luas.

3. Privasi dan keamanan data

Chowdhury, dkk. menjelaskan bahwa data dalam blockchain tidak terenkripsi secara langsung. Chowdhury menyatakan bahwa “Blockchain adalah *open ledger system*, dimana siapapun dapat bergabung dan memverifikasi

transaksi data yang ada di jaringan”, dimana privasi seseorang yang terlibat dijamin dengan kunci publik kriptografi [5]. Institusi pendidikan harus mengimplementasikan keamanan privasi yang lebih kuat dengan menggunakan *private* atau *permissioned* blockchain.

4. Tantangan inovasi

Kandaswamy dan Furlonger menyatakan bahwa teknologi blockchain merupakan teknologi yang menarik namun masih tergolong teknologi yang belum dewasa yang memiliki resiko untuk gagal [7]. Oleh karena itu perlu kerjasama yang kuat antara pemerintah, institusi pendidikan, dan inovator dalam merancang penerapan teknologi blockchain dalam pendidikan agar inovasi yang dilakukan tidak gagal.

Menurut Yeni, M dan Kumala, D blockchain juga masih memiliki beberapa kelemahan yaitu sebagai berikut [15].

1. Data yang tidak portable; blockchain merupakan suatu teknologi yang disusun dari berbagai macam sistem. Sistem yang digunakan blockchain akan berbeda-beda tergantung kegunaan dari blockchain tersebut. Ketika pengguna ingin menggunakan blockchain lain, akan sulit untuk memindahkan/mengintegrasikan datanya karena penggunaan sistem yang belum tentu sama.
2. Tidak Adanya Regulasi dan Standar; blockchain merupakan teknologi yang masih baru terutama di Indonesia. Hal tersebut menyebabkan belum adanya peraturan perundang-undangan mengenai aplikasi blockchain dalam bidang pendidikan formal.
3. Keamanan Private Key; penerapan public-private key menjadikan data pada blockchain menjadi sangat aman karena tidak ada satu pihak yang memiliki akses mutlak terhadap data. Tetapi ketika pengguna kehilangan *private key*-nya akan mustahil untuk mengakses data yang ada di dalam blockchain.

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi blockchain dalam pendidikan dapat meningkatkan keefektifan proses belajar dan mengajar, meningkatkan keamanan sertifikat dan memudahkan penyebaran ijazah dan sertifikat pencari pekerjaan agar mudah mencari pekerjaan, ditunjukkan dengan platform-platform digital di bidang pendidikan yang menggunakan teknologi blockchain yang sudah digunakan beberapa universitas di luar negeri. Sayangnya dikarenakan teknologi ini masih baru, terdapat beberapa kelemahan yang patut dipertimbangkan jika ingin mengaplikasikannya dalam dunia pendidikan di Indonesia. Seperti belum adanya undang-undang yang mengatur tentang teknologi blockchain dalam bidang pendidikan, masalah biaya pengadopsian, resiko kegagalan teknologi blockchain, dan juga kelemahan-kelemahan teknologi blockchain itu sendiri.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Agbo, C. C., Mahmoud, Q. H., & Eklund, J. M., 2019, *Blockchain technology in healthcare: a systematic review*, In Healthcare (Vol. 7, No. 2, p. 56). Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- [2] Alammary, A., Alhazmi, S., Almasri, M., & Gillani, S., 2019, *Blockchain-based applications in education: A systematic review*, Applied Sciences, 9(12), 2400.
- [3] Angrish, A., Craver, B., Hasan, M., & Starly, B., 2018, *A case study for Blockchain in manufacturing: “FabRec”: A prototype for peer-to-peer network of manufacturing nodes*. Procedia Manufacturing, 26, 1180-1192.
- [4] Bhiantara, I. B. P., 2018, *Teknologi Blockchain Cryptocurrency Di Era Revolusi Digital*. In Seminar Nasional Pendidikan Teknik Informatika (SENAPATI) (Vol. 9, pp. 173-177).
- [5] Chowdhury, M. J. M., Colman, A., Kabir, M. A., Han, J., & Sarda, P., 2018, *Blockchain versus database: a critical analysis*, In 2018 17th IEEE International Conference On Trust, Security And Privacy In Computing And Communications/12th IEEE International Conference On Big Data Science And Engineering (TrustCom/BigDataSE) (pp. 1348-1353). IEEE.
- [6] Devine, P., 2015, *Blockchain learning: can crypto-currency methods be appropriated to enhance online learning?*.
- [7] Kandaswamy, R., & Furlonger, D., 2018, *Blockchain-based transformation: a gartner trend insight report*.
- [8] Nugraha, A. C., 2020, *Penerapan Teknologi Blockchain dalam Lingkungan Pendidikan: Studi Kasus Jurusan Teknik Komputer dan Informatika POLBAN*. Produktif: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknologi Informasi.
- [9] Peniarsih, P., 2020, *Sistem Keamanan Data Dengan Metode Cryptography*, Jurnal Mitra Manajemen, 4(2).
- [10] Rahardja, U., Harahap, E. P., & Christianto, D. D., 2020, *Pengaruh Teknologi Blockchain Terhadap Tingkat Keaslian Ijazah*, Technomedia Journal.
- [11] Saleh, O. S., Ghazali, O., & Rana, M. E., 2020., *Blockchain based framework for educational certificates verification*, In Studies, Planning and Follow-up Directorate. Ministry of Higher Education and Scientific Research, Baghdad, Iraq. School of Computing, University Utara Malaysia.
- [12] Tapscott, D., & Kaplan, A., 2019, *Blockchain revolution in education and lifelong learning. Preparing for disruption, leading the transformation*, A Blockchain Research Institute Big Idea White paper.
- [13] Thayer, T. L., 2018, *Promising and Ambitious Blockchain Initiatives for Higher Education*. Gartner Research, 20.

- [14] V. Langard, 07 Mei 2021, *BCDiploma raises €1.2 million to become the global standard for certifying diplomas and certificates online*, <https://medium.com/bcdiploma/bcdiploma-raises-1-2m-58cdba9b3b85>
- [15] Yeni, M., & Kumala, D., 2020, *Teknologi Blockchain untuk Transparansi dan Keamanan pada Era Digital*.
- [16] Zheng, Z., Xie, S., Dai, H., Chen, X., & Wang, H., 2017, *An overview of blockchain technology Architecture, consensus, and future trends*. In 2017 IEEE international congress on big data (BigData congress) (pp. 557-564). IEEE.

Biodata Penulis

Muhamad Oka Augusta, adalah mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia pada program studi Teknologi Pendidikan.

Celline Putriana Oktaviandi Syeira, adalah mahasiswa Universitas Pendidikan Indonesia pada program studi Teknologi Pendidikan.

Angga Hadiapurwa, adalah Dosen Pada Prodi Perpustakaan dan Sains Informasi Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Pendidikan Indonesia.