

OPTIMALISASI SMART CONTRACT UNTUK SISTEM SERTIFIKASI DIGITAL PADA PUBLIC BLOCKCHAIN

Arif Rohman Febriansyah¹, Nazulasari², Nova Ramadhona³

arif.febriansyah@raharja.info¹, nazulasari@raharja.info², nova.ramadhona@raharja.info³
Universitas Raharja

ABSTRAK

Era digital yang berkembang pesat telah menyebabkan fenomena merajalelanya pemalsuan dokumen digital, seperti e-sertifikat akibat minimnya keamanan di dunia digital. Dalam konteks ini, teknologi informasi yang terus maju dalam Revolusi Industri 4.0 menawarkan solusi sistem yang lebih modern untuk mengatasi masalah tersebut. Penelitian ini berfokus pada keamanan dokumen digital, khususnya sertifikat dengan mempertimbangkan pemanfaatan teknologi blockchain sebagai metode efektif. Berlandaskan pada Grand Design Rencana Induk Riset Raharja (RIRR) 2021-2025 yang menyoroti potensi teknologi blockchain, penelitian ini mencari pengoptimalan penggunaan smart contract dalam lingkungan Alphabet Blockchain (ABC), sistem penyimpanan data digital berbasis blockchain. Metode Indicator Measurement Factor Analysis (IMF) digunakan dalam penelitian ini dengan fokus pada perencanaan, pengorganisasian, pelaksanaan, dan pengendalian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan memanfaatkan teknologi blockchain dengan integrasi smart contract dalam DApss Alphabet Blockchain (ABC), pengarsipan data menjadi lebih efisien, cepat, dan terjamin integritasnya. Penggunaan Enkripsi SHA-256 dalam tanda tangan digital smart contract memberikan identitas unik pada setiap dokumen. Verifikasi dokumen pada DApss Alphabet Blockchain (ABC) membuktikan keberhasilan smart contract dalam mengamankan dan mengautentikasi dokumen sudah bekerja secara optimal.

Kata Kunci : Smart Contract, Blockchain, Sertifikat.

ABSTRACT

The rapidly growing digital era has led to the rampant phenomenon of digital document forgery, such as e-certificates due to the lack of security in the digital world. In this context, information technology that continues to advance in the Industrial Revolution 4.0 offers a more modern system solution to overcome the problem. This research focuses on the security of digital documents, especially certificates, by considering the utilization of Blockchain Technology as an effective method. Grounded in the Grand Design of the Raharja Research Master Plan (RIRR) 2021-2025, which highlights the potential of blockchain technology, this research seeks to optimize the use of smart contracts in the Alphabet Blockchain (ABC) environment, a blockchain-based digital data storage system. The Indicator Measurement Factor Analysis (IMF) method was used in this research with a focus on planning, organizing, implementing, and controlling. The results showed that by utilizing blockchain technology with the integration of smart contracts in the DApss Alphabet Blockchain (ABC), data archiving becomes more efficient, faster, and its integrity is guaranteed. SHA-256 Encryption in smart contract digital signatures gives each document a unique identity. Document verification on DApss Alphabet Blockchain (ABC) proves that the success of smart contracts in securing and authenticating documents has worked optimally.

Keywords: Smart Contract, Blockchain, Certificate.

PENDAHULUAN

Dalam era digital yang semakin berkembang, fenomena merajalelanya pemalsuan dokumen digital berupa e-sertifikat oleh minimnya keamanan dalam dunia digital yang mendukung, sehingga transaksi digital dan dokumen digital lainnya dapat menciptakan kesenjangan dalam keaslian suatu dokumen tersebut (1). Oleh karena itu, kemajuan teknologi informasi yang luar biasa dalam Revolusi Industri 4.0 telah memungkinkan

hadirnya solusi sistem yang lebih baik dan modern dalam mengatasi berbagai masalah yang dihadapi. Dilatarbelakangi oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perizinan Berusaha Berbasis Risiko berdasarkan Pasal 149 ayat (5) mengenai yang memuat tentang pengembangan teknologi blockchain (2). Penelitian ini berfokus untuk mengoptimalkan kepentingan keamanan dokumen digital berupa sertifikat dalam hal ini teknologi block chain dipertimbangkan sebagai metode yang efektif.

Berdasarkan Grand Design Rencana Induk Riset Raharja (RIRR) 2021-2025 yang didalamnya terdapat fishbone Raharja berisikan topik penelitian mengenai blockchain. Penggunaan teknologi ini diharapkan dapat mengembangkan manajemen dokumen digital e-sertifikat (3). Teknologi inovatif ini telah diterapkan dalam berbagai industri, termasuk dalam bidang keamanan. Salah satu pemanfaatan teknologi ini adalah memberikan hash atau tanda tangan digital pada sertifikat yang dapat meningkatkan keamanan dokumen (4).

Permasalahan yang telah terjadi, yaitu rendahnya tingkat keamanan dan transparansi yang terdapat pada sertifikat fisik saat ini, proses meminta tanda tangan basah secara langsung seringkali sulit dan tidak efisien sehingga memperlambat penyerahan sertifikat, dan merajalelanya sertifikat palsu dan penyalahgunaan sertifikat oleh pihak yang tidak bertanggung jawab menjadi urgensi dari penelitian ini.

Pendekatan Pemecahan Masalah

Pendekatan pemecahan masalah dalam penelitian ini melibatkan tiga langkah utama. Dengan meningkatkan keamanan dan transparansi sertifikat fisik secara menyeluruh. Mengadopsi solusi keamanan yang canggih, seperti verifikasi ganda atau sistem autentikasi yang kuat akan menghilangkan kebutuhan tanda tangan basah, mempercepat proses, dan meningkatkan efisiensi e-sertifikat serta melawan merajalelanya sertifikat palsu dan penyalahgunaan sertifikat oleh pihak yang tidak bertanggung jawab.

Pendekatan ini diimplementasikan dengan sederhana namun efektif, karena konsep blockchain menempatkan fokus pada keamanan, kemudahan, dan transparansi yang terdesentralisasi pada Ledger (buku besar) yang terdistribusi di seluruh jaringan blok (5). Dengan langkah-langkah ini, diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam memperkuat integritas data dan meningkatkan kepercayaan pada sertifikat yang dihasilkan.

Alphabet Blockchain (ABC) adalah sebuah sistem penyimpanan data digital yang terdiri dari beberapa server atau multi-server. Data yang dihasilkan oleh satu server dalam teknologi blockchain ini dapat diverifikasi dan direplikasi oleh server lain dalam jaringan blockchain (6). Dengan menggunakan teknologi blockchain dan smart contract pada Alphabet Blockchain (ABC), pengarsipan data menjadi lebih mudah, cepat, dan integritasnya terjaga. Sistem ini menyajikan informasi secara kualitas dan kuantitatif ketepatan yang akurat berkat teknologi blockchain yang digunakannya. Smart contract dalam teknologi blockchain juga berperan penting dalam memastikan otomatisasi dan keandalan eksekusi berbagai transaksi dan proses data di dalam jaringan (7). Karena itu, kehadiran platform ABC sebagai dokumen keamanan yang berbasis blockchain menjadi sangat relevan mengingat peran teknologi yang krusial dalam zaman digital ini. Dengan kolaborasi ABC dan International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (JICRO) diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan dan transparansi e-sertifikat berbasis teknologi blockchain bagi lembaga pendidikan, pemerintahan dan masyarakat Indonesia.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, digunakan pendekatan Indicator Measurement Factor Analysis

(IMF), sebuah metode penyelesaian proyek teknologi informasi yang menekankan penerapan Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling (POAC). Di masa Revolusi Industri 4.0 saat ini, semakin umum ditemukan implementasi Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling (POAC) yang diintegrasikan dengan berbagai aplikasi digitalisasi (24).

Penelitian ini menawarkan metode baru yang disebut IMF (Indicator Measurement Factor Analysis) sebagai strategi untuk mengatasi tantangan pendidikan. IMF (Indicator Measurement Factor Analysis) adalah metode implementasi yang sederhana dan berbiaya rendah untuk manajemen proyek yang memungkinkan pemantauan dan pelaksanaan kontrol POAC (Perencanaan, Pengorganisasian, Penggerakan, dan Pengendalian) yang efektif (25).

Model penelitian ini tercermin dalam prosedur baru yang dikenal dengan Indicator Measurement Factor Analysis (IMF), yang memiliki karakteristik untuk menjawab kebutuhan penggunaan manajerial seperti Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling (POAC) agar lebih informatif, aktual, efisien, efektif, dan real time (26).

Kombinasi sederhana antara vasT mind dan spreadsheet menjadikan Indicator Measurement Factor Analysis (IMF) sebagai inovasi untuk menjawab kebutuhan pengguna yang masih belum terpenuhi dari segi fitur perangkat lunak yang berbiaya tinggi, kurangnya deskripsi sistem, dan hasil analisis Planning, Organizing, Actuating, dan Controlling (POAC) yang hanya bersifat deskriptif sehingga memunculkan anggapan bahwa hal tersebut kurang mencerminkan hasil yang diharapkan oleh manajemen tingkat atas (27).

Dalam konteks penelitian ini, telah diberikan penetapan terhadap target capaian yang diarahkan untuk autentikasi sertifikat pada seminar International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (IICRO) 2023. Selama proses penelitian berlangsung, yang dimulai sejak tanggal 21 September 2023 dan berakhir pada tanggal 30 September 2023, berhasil terdokumentasikan sebanyak 245 pencapaian yang telah berhasil diwujudkan. Semua pencapaian ini dapat dengan jelas terlihat pada Gambar 1.

IMF Pudu 1.5 - ABC									
안녕하세요 여러분, Biomilah dengan adanya IMF Pudu 1.5 - ABC ini Nova berjuang sukseskan 245 luaran. Dimana tujuan yang akan dicapai adalah Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Best IICRO Award, Best ADI Award, Participant, Panitia, dan Panitia Acara. InshaAllah akan dimulai dari Sep 21 2023 hingga Oct 4 2023 selama 13 hari. Jinja Saranghaw ☺									
Hello ☺ Alhamdulillah, Jinja Daebak ini merupakan hasil tanda cinta dari Pudu untuk mensukseskan 245 luaran dari target luaran 245 dimana terdapat 0 Xtra Luaran yang diselesaikan dalam IMF Pudu 1.5 - ABC. Dari Target 100% selama 2 minggu yang dimulai sejak Sep 21 2023 hingga Oct 4 2023, luar biasanya telah berhasil mencapai 100%. Dimana pencapaian super tersebut telah diselesaikan 5 Lebih Cepat dari yang ditentukan.									
Luaran Target	Xtra Luaran	Total Luaran	Done	Tujuan	Start	Due	Countdown	Closing/No	Capaian
245	0	245	Sep 29, 2023	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Best IICRO Award, Best ADI Award, Participant, Panitia, dan Panitia Acara	Sep 21, 2023	Oct 4, 2023	5 Lebih Cepat	CLOSING	100%
No	Lovecode	To Do	Checklist	Status Capaian	Notes				
245	Pudu Job#203	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #203	☑	100%	Done				
244	Pudu Job#202	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #202	☑	100%	Done				
243	Pudu Job#201	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #201	☑	100%	Done				
242	Pudu Job#200	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #200	☑	100%	Done				
241	Pudu Job#199	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #199	☑	100%	Done				
240	Pudu Job#198	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #198	☑	100%	Done				
239	Pudu Job#197	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #197	☑	100%	Done				
238	Pudu Job#196	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #196	☑	100%	Done				
237	Pudu Job#195	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #195	☑	100%	Done				
236	Pudu Job#194	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #194	☑	100%	Done				
235	Pudu Job#193	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #193	☑	100%	Done				
234	Pudu Job#192	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #192	☑	100%	Done				
233	Pudu Job#191	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #191	☑	100%	Done				
232	Pudu Job#190	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #190	☑	100%	Done				
231	Pudu Job#189	Autentikasi E-Sertifikat IICRO 2023 Participant #189	☑	100%	Done				

Gambar 1. IMF Alphabet Blockchain (ABC)

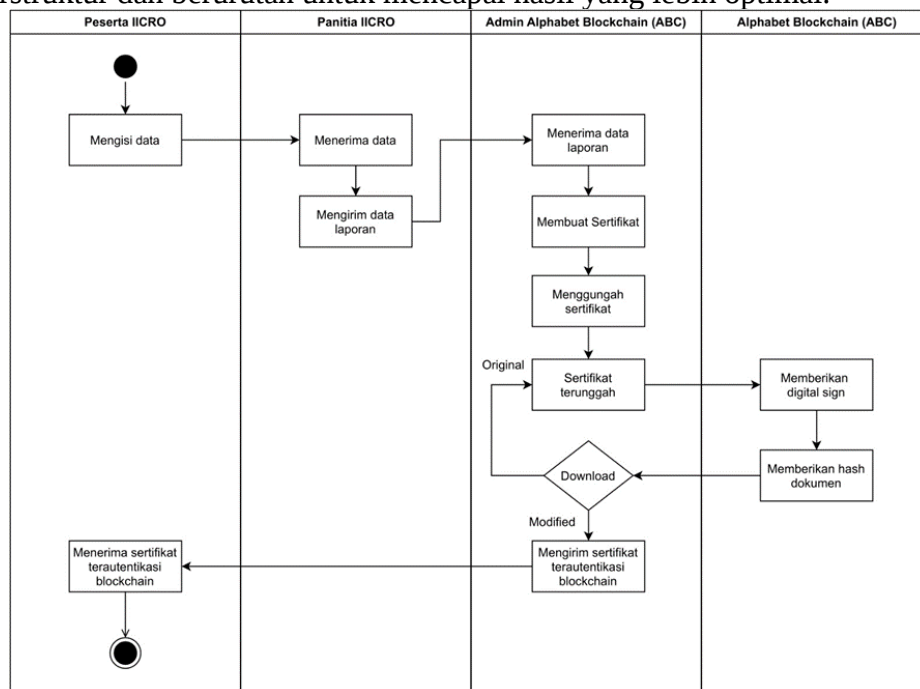
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Tahapan Perencanaan

Fungsi smart contract mirip dengan kontrak konvensional, tetapi dieksekusi secara otomatis tanpa perlu perantara manusia setelah kondisi terpenuhi yang berjalan di atas teknologi blockchain. Kode dan logika smart contract diintegrasikan ke dalam blockchain,

memastikan keamanan, keterlacakan, dan tidak dapat dimanipulasi. Dengan memanfaatkan blockchain, smart contract mendapatkan keandalan dan integritas dari rantai blok, sementara smart contract memberikan dimensi otomatisasi dan pengeksekusian berdasarkan kode. Hal ini menciptakan lingkungan yang aman, transparan, dan efisien di mana bisnis dan transaksi dapat berjalan tanpa memerlukan pihak ketiga atau otoritas sentral. Dengan kolaborasi ABC dan International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (IICRO) diharapkan dapat membantu meningkatkan keamanan dan transparansi e-sertifikat berbasis teknologi blockchain bagi lembaga pendidikan, pemerintahan dan masyarakat Indonesia.

Tahapan perencanaan penelitian untuk autentikasi e-sertifikat International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (IICRO) yang akan dilakukan secara terstruktur dan berurutan untuk mencapai hasil yang lebih optimal.

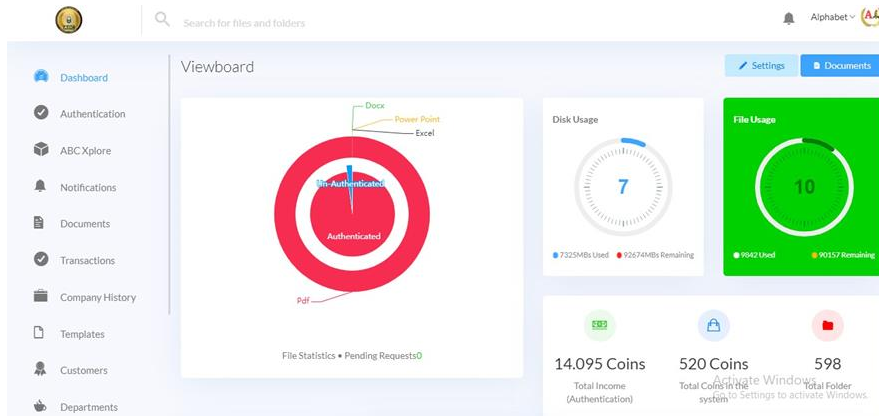


Gambar 2. Activity Diagram Tahapan Penerapan Autentikasi Sertifikat IICRO

Gambar 2 menggambarkan Activity Diagram tahapan penerapan autentikasi e-sertifikat International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (IICRO). Diagram tersebut mencakup empat aktor, yaitu peserta IICRO, panitia IICRO, admin Alphabet Blockchain (ABC) dan DApps Alphabet Blockchain (ABC). Aktivitas dimulai dengan peserta IICRO melakukan pengisian data, jika semua data telah diterima kemudian data tersebut akan dikirim kepada Admin Alphabet Blockchain (ABC) untuk dibuatkan sertifikat setelah selesai akan diunggah ke dalam DApps Alphabet Blockchain (ABC) untuk autentikasi sertifikat dengan memberikan digital sign dan hash. Selanjutnya, admin Alphabet Blockchain (ABC) dapat download sertifikat yang telah terautentikasi dan mengirimkannya kepada peserta IICRO.

2. Hasil Pembahasan

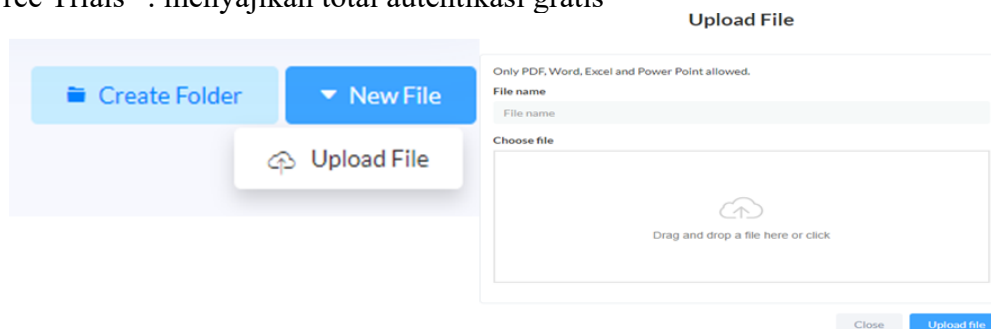
Hasil Pembahasan akan membahas mengenai langkah demi langkah autentikasi e-sertifikat International Interdisciplinary Conference on Research & Opportunities (IICRO) dan juga membuktikan kevalidan smart contract apakah sudah bekerja secara optimal atau belum.



Gambar 3. Dashboard Alphabet Blockchain (ABC)

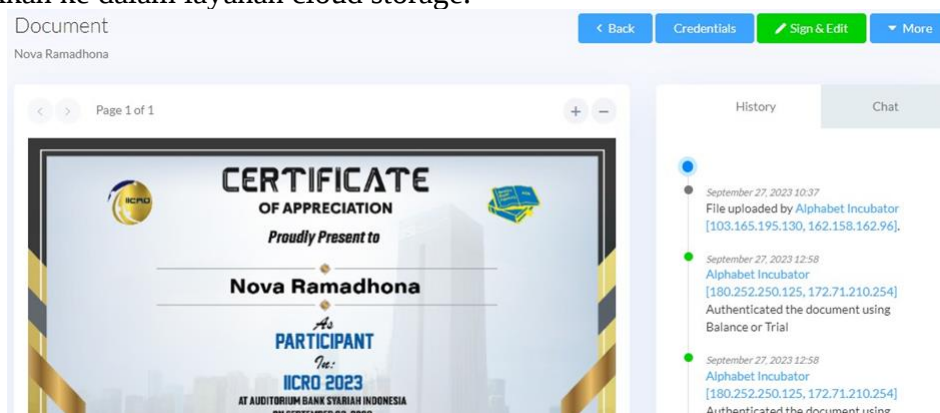
Langkah pertama yaitu mengunjungi DApps Alphabet Blockchain (ABC) (<https://abc.alphabetincubator.id/>) dan melakukan login. Gambar 5 memperlihatkan tampilan dashboard dari DApps Alphabet Blockchain ABC yang didalamnya terdapat:

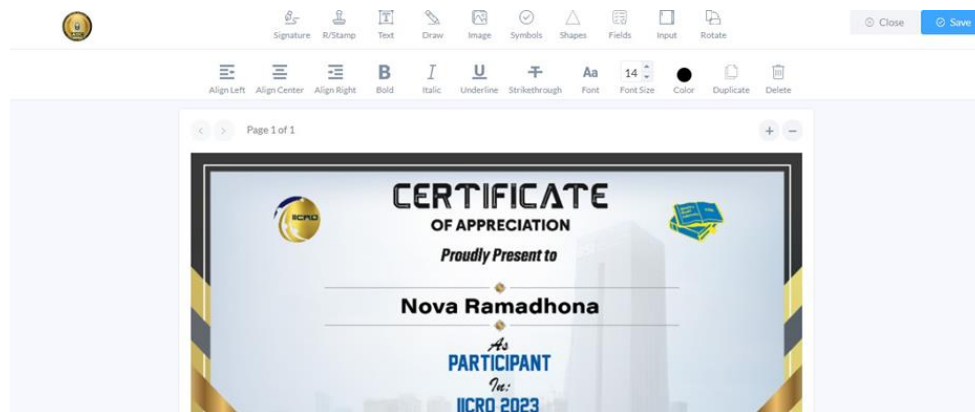
- “File Statistics” menampilkan statistik dokumen - dokumen yang dapat di autentikasi dan belum di autentikasi. Format Dokumen yang dapat di autentikasi seperti Pdf, Docx, Power Point dan Excel.
- “Disk Usage” : memperlihatkan kapasitas penyimpanan
- “File Usage” : menyajikan status file yang digunakan
- “Total Balance” : menampilkan total saldo
- “Enjoy more benefits” : memperlihatkan paket langganan
- “Free Trials” : menyajikan total autentikasi gratis



Gambar 4. Upload E-sertifikat

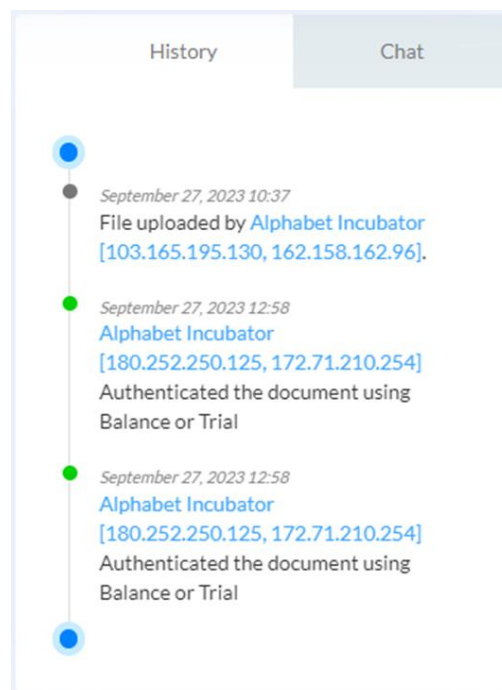
Apabila e-sertifikat yang ingin di autentikasi sudah diunggah, maka akan dimasukkan ke dalam layanan cloud storage.





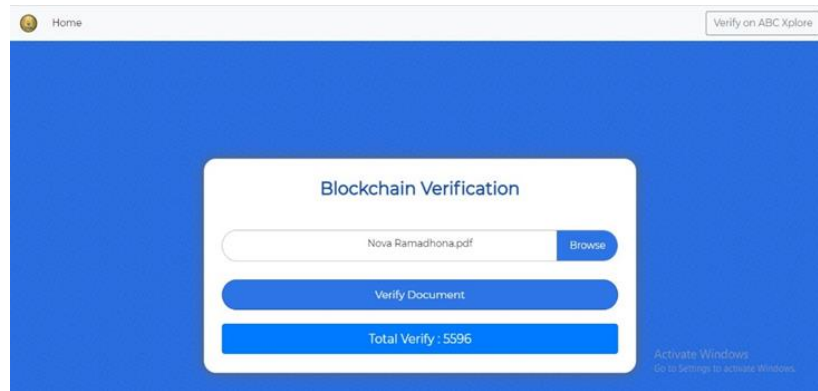
Gambar 5. Sign and Edit E-Sertifikat

Setelah e-sertifikat diunggah, klik dua kali pada e-sertifikat tersebut dan pilih opsi "Sign & Edit". Selanjutnya berikan tanda tangan digital sebagai penanda hash dan klik "Save". Alphabet Blockchain (ABC) menggunakan Enkripsi SHA-256 untuk menciptakan hash dalam proses tanda tangan digital, sehingga setiap dokumen yang telah ditandatangani memiliki identitas yang unik dan khas. Proses enkripsi data akan mencakup informasi mengenai pihak yang menandatangani, waktu penandatanganan, lokasi, serta alamat IP address.



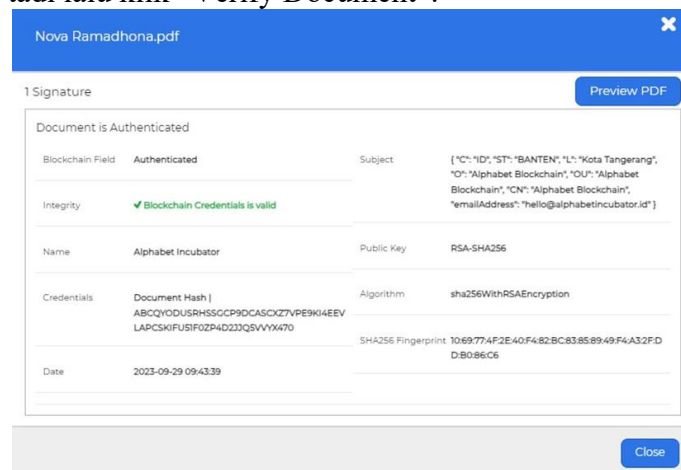
Gambar 6. E-Sertifikat Terautentikasi Blockchain

Setelah langkah tersebut akan ada notifikasi yang menunjukkan bahwa e-sertifikat telah terautentikasi. Dokumen yang telah dienkripsi akan bersifat irreversible yang artinya dokumen tidak dapat dimodifikasi setelah ditandatangani. Hal ini bermanfaat untuk mencegah pemalsuan dokumen serta tindakan kriminal lainnya. Setelah proses enkripsi selesai, hasil hash dari tanda tangan akan disimpan dalam jaringan blockchain yang terhubung dengan informasi dalam smart contract.



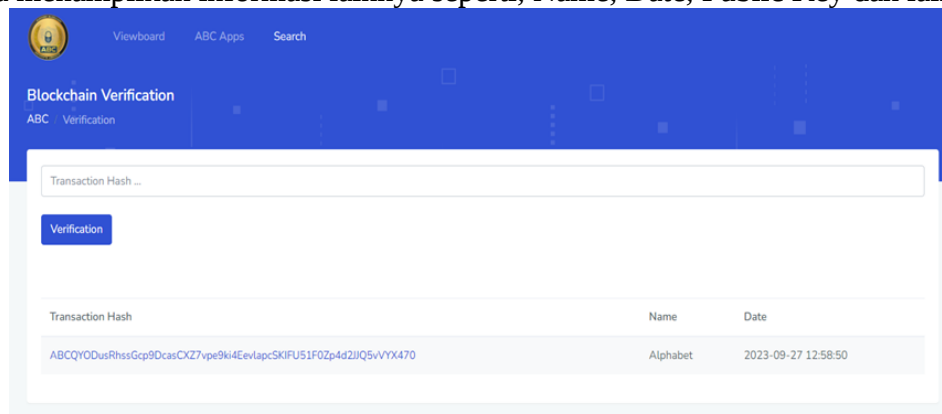
Gambar 7. Verifikasi ABC

Untuk membuktikan kevalidan smart contract apakah sudah bekerja secara optimal atau belum dengan cara verifikasi dokumen. Download e-sertifikat yang telah terautentikasi selanjutnya pilih “Authentication” pada bagian menu atau mengunjungi website <https://authentication.alphabetincubator.id/> kemudian unggah e-sertifikat yang telah di download tadi lalu klik “Verify Document”.



Gambar 8. Verifikasi dengan Upload Document E-Sertifikat IICRO

Pada Gambar 8, terlihat bahwa e-sertifikat IICRO telah berhasil terautentikasi oleh Blockchain. Hal ini ditandai dengan pesan "Blockchain Credentials is valid" dengan hash unik dari ABC dengan huruf Kode ABC di awal hash, yaitu: ABCa9BG7lptWwvsLYCfI0INE5vk7K6LSkRk9Dmy9rpGL1PYn8QWTpznjxD331p2K dan juga menampilkan informasi lainnya seperti, Name, Date, Public Key dan lain-lain.



Gambar 9. Verifikasi dengan Input Transaction Hash E-Sertifikat IICRO

Selain itu, ada juga opsi lain untuk melakukan verifikasi dokumen melalui tautan <https://abcscan.alphabetincubator.id/search.php> dengan cara input Transaction Hash pada

kolom “Search” lalu klik “Verification” maka akan tampil Transaction Hash, Name dan Date. Dapat dilihat pada Gambar 8 dan Gambar 9 mengindikasikan bahwa verifikasi yang dilakukan

pada dua tautan, yaitu <https://authentication.alphabetincubator.id/> dan <https://abcscan.alphabetincubator.id/search.php> telah berhasil dan dianggap valid. Hal ini menunjukkan bahwa proses verifikasi yang dilakukan pada kedua tautan tersebut telah menghasilkan hasil yang sesuai dengan standar yang ditetapkan. Verifikasi ini melibatkan berbagai informasi, seperti pemeriksaan keabsahan informasi, validasi data, atau konfirmasi identitas. Keberhasilan dalam memvalidasi tautan-tautan ini menunjukkan bahwa smart contract telah berjalan dengan optimal. Sebagai hasilnya, informasi atau data yang dapat diakses melalui tautan-tautan tersebut dianggap memiliki keandalan dan keabsahan yang telah terverifikasi.

KESIMPULAN

Penggunaan teknologi blockchain dalam pengembangan e-sertifikat IICRO menghadirkan inovasi dalam dunia pendidikan dengan mentransformasi sertifikat fisik menjadi e-sertifikat. Penelitian ini menciptakan e-sertifikat IICRO berbasis teknologi blockchain dengan tiga keunggulan, yaitu tingkat keamanan yang tinggi, meningkatkan efisiensi, dan ketahanan terhadap manipulasi. Verifikasi dokumen pada DApss Alphabet Blockchain (ABC) membuktikan keberhasilan smart contract dalam mengamankan dan mengautentikasi dokumen sudah bekerja secara optimal. Berdasarkan hal tersebut, terdapat tiga kesimpulan sebagai berikut:

1. Meningkatkan keamanan dan transparansi dalam pengelolaan e-sertifikat.
2. Membantu menghilangkan kebutuhan akan tanda tangan basah, mempercepat proses, dan meningkatkan efisiensi e-sertifikat.
3. Penelitian ini memberikan kontribusi yang signifikan dalam memperkuat integritas sertifikat dan mengatasi permasalahan merajalelanya sertifikat palsu dan penyalahgunaan sertifikat oleh pihak yang tidak bertanggung jawab.

DAFTAR PUSTAKA

- Thamrin RM, Harahap EP, Khoirunisa A, Faturahman A, Zelina K. Blockchain-based land certificate management in indonesia. *ADI journal on recent innovation*. 2021 Feb 16;2(2):232-52.
- P. P. Nomor, “Tahun 2021 tentang penyelenggaraan perizinan berusaha berbasis risiko,” Diunduh dari: https://jdih.setkab.go.id/PUUdoc/176386/PP_Nomor_5_Tahun_2021.pdf.
- Purnama S, Aini Q, Rahardja U, Santoso NP, Millah S. Design of educational learning management cloud process with blockchain 4.0 based e-portfolio. *Journal of Education Technology*. 2021 Nov 26;5(4):628-35.
- Rahardja U, Aini Q, Oganda FP, Devana VT. Secure framework based on blockchain for e-learning during covid-19. In *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM) 2021 Sep 22 (pp. 1-7)*. IEEE.
- Nurhaeni T, Nirmalasari L, Faturahman A, Avionita S. Transformation framework design on digital copyright entities using blockchain technology. *Blockchain Frontier Technology*. 2021 Jul 15;1(01):35-43.
- Cahyadi D, Faturahman A, Haryani H, Dolan E. Bcs: Blockchain smart curriculum system for verification student accreditation. *International Journal of Cyber and IT Service Management*. 2021 Apr 30;1(1):65-83.
- Zou W, Lo D, Kochhar PS, Le XB, Xia X, Feng Y, Chen Z, Xu B. Smart contract development: Challenges and opportunities. *IEEE Transactions on Software Engineering*. 2019 Sep 24;47(10):2084-106.
- Fauziah Z, Latifah H, Omar X, Khoirunisa A, Millah S. Application of blockchain technology in

- smart contracts: A systematic literature review. *Aptisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*. 2020 Aug 7;2(2):160-6.
- Yusup M, Aini Q, Apriani D, Nursaputri P. Pemanfaatan teknologi blockchain pada program sertifikasi dosen. In *SENSITif: Seminar Nasional Sistem Informasi dan Teknologi Informasi* 2019 Dec 16 (pp. 365-371).
- Lutfiani N, Apriani D, Nabila EA, Juniar HL. Academic certificate fraud detection system framework using blockchain technology. *Blockchain Frontier Technology*. 2022 Jan 4;1(2):55-64.
- Guustaaf E, Rahardja U, Aini Q, Santoso NA, Santoso NP. Desain Kerangka Blockchain terhadap pendidikan: A Survey. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*. 2021 Jul;6(2):236-45.
- Cahyadi D, Faturahman A, Haryani H, Dolan E. Bcs: Blockchain smart curriculum system for verification student accreditation. *International Journal of Cyber and IT Service Management*. 2021 Apr 30;1(1):65-83.
- Rahardja U, Harahap EP, Christianto DD. Pengaruh Teknologi Blockchain Terhadap Tingkat Keaslian Ijazah. *Technomedia J*. 2021 Feb 3;4(2):211-22.
- Rakhmansyah M, Rahardja U, Santoso NP, Khoirunisa A, Faturahman A. Smart Digital Signature berbasis Blockchain pada Pendidikan Tinggi menggunakan Metode SWOT. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*. 2021 Jun 16;2(1 Juni):39-47.
- Rahardja U, Lutfiani N. The strategy of improving project management using indicator measurement factor analysis (imf) method. In *Journal of Physics: Conference Series* 2020 Mar 1 (Vol. 1477, No. 3, p. 032023). IOP Publishing.
- Khandelwal H, Mittal K, Agrawal S, Jain H. Certificate verification system using blockchain. *Advances in Cybernetics, Cognition, and Machine Learning for Communication Technologies*. 2020:251-7.
- Setiowati D, Al Rasyid MU, Syarif I. A Blockchain System For Digital Certificate Verification On E-Learning. *Klik-Kumpulan Jurnal Ilmu Komputer*. 2021 Oct 29;8(3):265-78.
- Manimurgan S, Anitha T, Divya G, Latha GC, Mathupriya S. A survey on blockchain technology for network security applications. In *2022 2nd International Conference on Computing and Information Technology (ICCIT)* 2022 Jan 25 (pp. 440-445). IEEE..
- Dutta P, Choi TM, Somani S, Butala R. Blockchain technology in supply chain operations: Applications, challenges and research opportunities. *Transportation research part e: Logistics and transportation review*. 2020 Oct 1;142:102067.
- Saberi S, Kouhizadeh M, Sarkis J, Shen L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. *International journal of production research*. 2019 Apr 3;57(7):2117-35.
- Shen B, Dong C, Minner S. Combating copycats in the supply chain with permissioned blockchain technology. *Production and Operations Management*. 2022 Jan;31(1):138-54.
- Siddiqui ST, Ahmad MO, Khamruddin M, Gupta AK, Singha AK. Blockchain and IoT for educational certificates generation and verification. In *2022 2nd international conference on computing and information technology (ICCIT)* 2022 Jan 25 (pp. 298-303). IEEE.
- Bhaskar P, Tiwari CK, Joshi A. Blockchain in education management: present and future applications. *Interactive Technology and Smart Education*. 2021 May 19;18(1):1-7.
- Rahardja U, Lutfiani N. The strategy of improving project management using indicator measurement factor analysis (imf) method. In *Journal of Physics: Conference Series* 2020 Mar 1 (Vol. 1477, No. 3, p. 032023). IOP Publishing.
- N. Lutfiani, "Why IMF?- Untung Rahardja" <https://untungrahardja.ilearning.me/2019/06/26/why-imf> (accessed Mar 25, 2022).
- Anoesyirwan A, Madiistriyatno H, Mutmainnah S. Peningkatan Kualitas Manajemen Publikasi Ilmiah Menggunakan Metode Agile. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*. 2020 Nov 19;1(2 Desember):31-9.
- Ramadan A. Pemanfaatan Metode Indicator Measurement Factor Analysis Untuk Mencapai Akreditasi Jurnal Internasional Bereputasi Skripsi