

SKEMA KREDIBILITAS SERTIFIKAT BERBASIS ILEARNING GAMIFIKASI BLOCKCHAIN PADA KAMPUS MERDEKA

Qurotul Aini¹, Nur Azizah², Rahmat Salam³, Nuke Puji Lestari Santoso⁴, Fitra Putri Oganda^{*5}

^{1,2,4,5}Universitas Raharja, Tangerang,

³Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Ichsan Medical Centre Bintaro, Tangerang

Email: ¹aini@raharja.info, ²nur.azizah@raharja.info, ³rahmat.salam@umj.ac.id, ⁴nuke@raharja.info,

⁵fitra.putri@raharja.info

^{*}Penulis Korespondensi

(Naskah masuk: 17 Februari 2022, diterima untuk diterbitkan: 28 Februari 2023)

Abstrak

Pembelajaran luring menjadi daring karena COVID-19 telah membawa gangguan signifikan pada pendidikan di Indonesia. Situasi pandemi menjadi tantangan tersendiri bagi kreativitas Dosen Pendamping Merdeka Belajar Kampus Merdeka (Duta MBKM), mahasiswa, maupun Perguruan Tinggi dalam menggunakan teknologi untuk menciptakan keunggulan kompetitif bangsa secara global. Sehingga berdampak juga pada sertifikasi pembelajaran guna standarisasi kehandalan serta memiliki kompetensi mahasiswa MBKM. Namun, saat ini keamanan dalam sertifikat masih sangat rentan, dan banyak pihak yang menyalahgunakan terhadap akses kredibilitas. Kini teknologi Blockchain menjadi jawaban setiap masalah keamanan karena penyimpanan secara permanen dan peer-to-peer dalam jaringan terdistribusi serta keamanan yang signifikan. Tujuan utama penelitian ini adalah menerapkan teknologi Blockchain untuk meningkatkan kredibilitas sertifikasi autentikasi menggunakan beberapa teknologi enkripsi dan distribusi data terdesentralisasi untuk penyimpanan data menggunakan SHA256 yaitu penggunaan kriptografis yang dipakai dalam Blockchain. Metode penelitian ini menggunakan metode SDLC (System Development Life Cycle) dengan membangun sistem, pengumpulan informasi dibuat melalui observasi serta kuesioner memakai Google Form. Bersumber pada ciri sistem, aspek kepuasan sistem dianalisis memakai rumus Slovin yang diolah dengan hasil $0,795 > 0,6$ berarti jika $\alpha > 0,6$ maka sistem dapat diklasifikasikan sebagai "reliabel". Hasil akhir penelitian yang menjadi temuan penelitian ini untuk membangun normalitas baru dalam mensukseskan pelaksanaan MBKM dan mewujudkan ekosistem jam kegiatan mahasiswa yang interaktif, mengasah soft skill serta membangun cara berpikir kritis dengan mengusung model pembelajaran iLearning berbasis teknik gamifikasi Blockchain (iLearning Gamichain).

Kata kunci: Sertifikat, Autentikasi, Gamifikasi, Blockchain, Merdeka Belajar

CERTIFICATE CREDIBILITY SCHEME BASED ON ILEARNING GAMIFICATION BLOCKCHAIN IN KAMPUS MERDEKA

Abstract

Captivating learning becomes bold as COVID-19 has brought significant disruption to education in Indonesia. The pandemic has become a challenge for the creativity of Independent Lecturers to Learn Independent Campus (MBKM Ambassadors), students, and universities to use technology to create the nation's competitive advantage globally. So that it impacts learning certification to standardize reliability and have the competence of MBKM students. However, currently, the security in the certificate is still very vulnerable, and many parties abuse it to access. Blockchain technology is the answer to every security problem because of the permanent and peer-to-peer storage in a distributed network and significant security. The primary purpose of this research is to apply Blockchain technology to increase the use of several encryption technologies authentication and decentralized data distribution for SHA256 data storage, namely the use of cryptography used in Blockchain. This research method uses the SDLC (System Development Life Cycle) method by building a system, and information collection is made through observation and questionnaires using Google Form. Based on the system's characteristics, the analysis system's satisfaction aspect uses the Slovin formula, which is processed with $0.795 > 0.6$, meaning if $\alpha > 0.6$, then the system is classified as "reliable." The final result of this research is to build new normality in the successful implementation of MBKM and create an ecosystem of interactive student activity hours, hone soft skills, and build critical thinking by carrying out the iLearning learning model based on Blockchain gamification techniques (iLearning Gamichain).

Keywords: Certification, Authentication, Gamification, Blockchain, Kampus Merdeka

1. PENDAHULUAN

Kondisi pandemi ini sangat berdampak bagi dunia pendidikan, khususnya hasil dari pembelajaran tersebut yang menghasilkan sertifikat pembelajaran, tentu ini juga jadi **masalah** karena masih terbatasnya interaksi pribadi antara Dosen Penggerak dan Mahasiswa Kampus Merdeka Belajar (MBKM) menyebabkan 70% penurunan motivasi belajar mahasiswa sehingga sertifikat yang dihasilkan mengalami penurunan. Adanya penurunan yang terjadi perlu pemenuhan beberapa hal untuk menjamin kualitas sertifikat yang ada yaitu terdapat jaminan tertulis bahwa persyaratan produk, layanan, atau proses dapat dipenuhi sesuai standar resmi (Adiyanto & Febrianto, 2020). Pentingnya standar resmi dalam sertifikat pembelajaran perlu adanya perubahan yang terjadi dengan menghadirkan teknik gamifikasi pada sistem pembelajaran untuk meningkatkan motivasi mahasiswa namun saat ini keamanan dalam sertifikat masih sangat rentan, dan banyak pihak teknologi Blockchain mampu dalam menuntaskan permasalahan tersebut. Tidak hanya itu, sertifikasi juga dapat dilaksanakan dengan standarisasi dan kompetensi yang handal di bidang pekerjaan (Agustin et al., 2020).



Gambar 1. Skema MBKM

Dosen atau Mahasiswa Kampus Merdeka yang membutuhkan dapat membawa berbagai jenis sertifikasi (Aini et al., 2020). Salah satunya adalah standarisasi kemampuan yang meliputi pengetahuan profesional seseorang, perilaku kerja, dan tolak ukur pengetahuan yang dimiliki seseorang ketika melakukan suatu pekerjaan yang dianggap memenuhi persyaratan, oleh karena itu untuk memulihkan hal tersebut, tentunya diperlukan langkah terarah agar dapat meningkatkan minat dan motivasi mahasiswa dalam melakukan jam kegiatan. Riset ini juga dilatarbelakangi Rencana Induk Riset Nasional 2017 - 2045 pada Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018 untuk menciptakan masyarakat Indonesia yang inovatif berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi, serta diperkuat dengan Permendikbud No 3 Tahun 2020 pasal 14 ayat 3 mengenai metode pembelajaran

yang dapat dipilih untuk pelaksanaan jam kegiatan seperti pembelajaran kolaboratif dan kreatif dalam mencapai keefektifan capaian lulusan dan sertifikasi yang diberikan mendapatkan tujuan yang jelas (Purnama et al., 2021).

Maraknya sertifikat palsu dan banyak pemegang sertifikat menemukan pekerjaan bergaji tinggi, ada banyak situs web yang memanipulasi judul dan sertifikat, banyak orang menyalahgunakannya untuk keuntungan mereka sendiri, dan kurangnya sistem yang dapat memverifikasi validitas sertifikat (Naik & Gopal, 2016). Ini biasanya mengarah pada manipulasi sertifikat dalam hal data dan pencetakan. Untuk meningkatkan keamanan dan melindungi keaslian sertifikat, mekanisme pengembangan sertifikat yang kompeten ini menggunakan teknologi Blockchain untuk melindungi keamanan dan otentikasi sertifikat (Bist et al., 2021).

Maka dari itu **temuan** penelitian ini mengenai desain autentikasi sertifikat berbasis iLearning Gamifikasi guna meningkatkan kredibilitas sertifikasi menggunakan beberapa teknologi enkripsi dan distribusi data terdesentralisasi untuk penyimpanan data menggunakan hash Secure Hash Algorithm (SHA). Selain itu penelitian ini **berdampak** dengan standarisasi dan kompetensi yang handal di bidang pekerjaan. Salah satunya adalah standarisasi kemampuan yang meliputi pengetahuan profesional seseorang, perilaku kerja, dan tolak ukur pengetahuan yang dimiliki seseorang ketika melakukan suatu pekerjaan yang dianggap memenuhi persyaratan, oleh karena itu untuk memulihkan hal tersebut, tentunya diperlukan langkah terarah agar dapat meningkatkan minat dan motivasi mahasiswa dalam melakukan jam kegiatan (Lutfiani et al., 2022; Sunarya et al., 2021)

2. METODE PENELITIAN

Dalam mensukseskan penelitian yang dilakukan, penelitian ini menggunakan metode observasi atau pengamatan dari penelitian sebelumnya yang sudah ada. Sebuah tinjauan terhadap penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini memberikan kesimpulan kekurangan yang terjadi, dimana dalam hal ini untuk melengkapi kekurangan yang ada pada penelitian sebelumnya akan digunakan 3 tahapan, yaitu tahapan literature review, sampling dan juga metode SDLC (System Development Life Cycle).

2.1 Literature Review

Dalam penelitian ini, akan dilakukan 7 hal untuk menunjang keberhasilan. Studi pertama membahas bahwa atensi yg paling primer ditimbulkan oleh fitur unik yang dimiliki teknologi Blockchain yaitu terkait sistem desentralisasi, keamanan, dan pada membuat data (Aini, Rahardja, et al., 2021). Selanjutnya, penelitian kedua melihat saat ini keamanan sertifikat masih sangat rendah, oleh karena itu diperlukan teknologi Blockchain untuk

melindungi sertifikat dari manipulasi oleh pihak yang tidak bertanggung jawab (Swastika et al., 2022). Penelitian studi ketiga menjelaskan dengan teknologi Blockchain diharapkan dapat memecahkan masalah yang sering muncul dalam dunia pendidikan. Desain pendidikan berbasis Blockchain berharap dapat mengurangi tingkat penipuan yang masih terjadi di dunia pendidikan. Berdasarkan hasil penelitian keempat membahas perancangan sistem yang dibuat dapat disimpulkan bahwa proses pembuatan teknologi Blockchain sebagai media penerbitan sertifikat dan validasinya dapat dibuat menggunakan program milik Ethereum yaitu Geth dan penyimpanan data menggunakan smart contract yang diterbitkan pada jaringan Blockchain (Argani & Taraka, 2020). Menurut Qurotul Aini, Ninda Lutfiani, dan Muhammad Suzaki Zahran, dalam penelitiannya di tahun 2021 dengan judul “Analisis Gamifikasi iLearning Berbasis Teknologi Blockchain” gamifikasi telah diadopsi dan digunakan untuk berbagai tujuan dan aplikasi, dengan berfokus pada peningkatan teknik atau proses konvensional. Tenggat waktu dan stimulasi prioritas, perangkat lunak pelacakan tugas, perangkat lunak pengujian, dan banyak lagi. adalah contoh dari implementasi gamifikasi. Karya dan penelitian serupa telah dianggap dapat mempromosikan penggunaan rekayasa perangkat lunak dan sistem rekayasa perangkat lunak. Hal ini telah ditunjukkan oleh komunitas rekayasa perangkat lunak, yang telah melihat peningkatan luar biasa dalam kombinasi gamifikasi dengan bidang lain (Aini, Lutfiani, et al., 2021). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Edward Guustaaf, Untung Rahardja, Qurotul Aini, Nesti Anggraini Santoso, Nuke Puji Lestari Santoso pada tahun 2021 berjudul “Desain Kerangka Blockchain terhadap pendidikan: A Survey.” Blockchain memiliki sifat yang tidak dapat diubah atau tidak dapat diubah, sehingga kemungkinan penipuan dalam teknologi Blockchain sangat rendah. Tentunya teknologi yang sangat praktis dan aman bagi dunia pendidikan dalam hal sertifikat digital, dan registrasi (Guustaaf et al., n.d.). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Edward Guustaaf, Untung Rahardja, Qurotul Aini, Nesti Anggraini Santoso, Nuke Puji Lestari Santoso pada tahun 2021 berjudul “Desain Kerangka Blockchain terhadap pendidikan: A Survey.” Blockchain memiliki sifat kekal atau tidak dapat diubah, sehingga kemungkinan terjadi kecurangan dalam teknologi Blockchain sangat kecil. Hal ini tentu menjadi teknologi yang sangat praktis dan aman bagi dunia pendidikan dalam melakukan sertifikasi digital, pencatatan, dan lain sebagainya (Guustaaf et al., n.d.). Penelitian yang dilakukan oleh Nathan, dkk (2015) pada jurnalnya yang berjudul “Decentralizing Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data” menggambarkan sistem manajemen terdesentralisasi dimana pengguna dapat memiliki dan mengontrol data mereka sendiri (Nathan et al., 2015).

2.2 Sampling



Gambar 2. Teknik Sampel

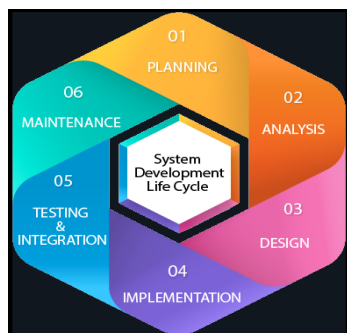
Metode pengambilan ilustrasi ini diambil memakai informasi ilustrasi Kuesioner yang merupakan satu ataupun lebih tata cara yang digunakan guna memastikan jumlah ilustrasi serta anggota. Tiap anggota pastinya ialah perwakilan dari totalitas kelompok yang diseleksi bersumber pada kesamaan kepribadian (Oktaviani et al., 2021). Metode pengambilan ilustrasi yang digunakan pula wajib disesuaikan dengan tujuan riset. Populasi terdiri dari sekelompok orang heterogen yang terbatas (Pambudi et al., 2021). Terdapat banyak alterasi dalam variabel yang menempel pada tiap orang. Perbandingan ini bisa diakibatkan oleh aspek internal serta eksternal orang, semacam tempat tinggal, tingkatan pembelajaran, budaya ataupun style hidup wilayah tertentu. Subjektivitas orang dengan determinan yang kesekian secara universal ialah karakteristik totalitas (Prawiyogi et al., 2021). Bersumber pada karakteristik tersebut hingga bisa disimpulkan kalau pengambilan ilustrasi dari populasi semacam itu tidak membolehkan, tetapi dibutuhkan sesuatu metode supaya ilustrasi yang diambil masih representative (Purnama et al., 2021).

2.3 SDLC

Metode selanjutnya yang digunakan sesuai dengan Gambar 4 adalah metode SDLC (System Development Life Cycle) dengan pendekatan SDLC (System Development Life Cycle) paling awal yang digunakan untuk pengembangan perangkat lunak. Pendekatan ini dilakukan dengan sistematis, mulai dari tahap kebutuhan sistem lalu menuju ke tahap Requirement Analysis, design, Implementation, testing, dan Maintenance (Rahardja, Aini, & Maulana, 2021).

A. Requirement Analysis

Melaksanakan analisa kasus yang terdapat pada pemalsuan sertifikat yang dicoba oleh orang yang tidak bertanggung jawab dengan tujuan meminimalisir efek terbentuknya manipulasi serta penipuan informasi yang sering dicoba oleh oknum tidak bertanggung jawab.



Gambar 3. Metode SDLC (System Development Life Cycle)

B. Design

Perancangan tampilan dalam verify ini dirancang dalam Sistem dapat responsif pada 3 perangkat berbeda (Android, Windows, Apple) yang interaktif dengan tools user friendly untuk menunjang kebutuhan user dalam mengautentikasi dokumen.

C. Implementation

Perancangan perangkat lunak yang direalisasikan pada tahapan ini yaitu sebagai unit program atau serangkaian program. Verifikasi ikut dilibatkan pada pengujian bahwa setiap unit memenuhi spesifikasinya.

D. Testing

Untuk menentukan apakah itu kompatibel dengan perangkat lunak, perlu untuk menguji program gabungan dan unit program individu sebagai sistem yang lengkap. Tahapan ini bisa dikatakan sebagai langkah terakhir dari pembuatan sistem. Setelah pengujian, pengguna dapat menggunakan perangkat lunak dengan benar.

E. Maintenance

Tahapan ini ialah proses yang sangat panjang. Fitur lunak yang sudah di informasikan kepada pengguna dipasang serta digunakan secara nyata. Kesalahan yang tidak ditemui pada tahapan tadinya biasa dicoba revisi pada sesi maintenance ini, tingkatkan sistem bagaikan kebutuhan baru dan bisa tingkatkan implementasi dari unit sistem.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Teknik gamifikasi merupakan pilihan tepat dalam metode pembelajaran melalui platform yang lebih kreatif, inovatif serta interaktif dengan memanfaatkan konsep belajar dan bermain sehingga ketertarikan mahasiswa dalam proses pembelajaran tidak efisien (Cahyadi et al., 2021). Pentingnya aplikasi proses pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dan menerapkan teknik gamifikasi juga keberadaan teknologi Blockchain dapat berdampak positif pada perubahan, yang akan sangat penting di masa depan (Chen & Bellavitis, 2020). Konsep Blockchain sangat sederhana, berpusat pada keamanan, kenyamanan,

dan transparansi, dan dengan aplikasi proses pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dan menerapkan teknik gamifikasi Blockchain merupakan kunci dalam menciptakan ekosistem proses pembelajaran yang sangat merdeka. Proses pembelajaran gamifikasi yang juga disebut dengan Gamichain pada mahasiswa ini bernama Gamichain (Gamifikasi Blockchain). Blockchain menggunakan sistem operasi berbasis data untuk menjalankan aktivitas transaksi secara digital, yang tersebar di buku besar (ledger) yang didistribusikan ke seluruh modul jaringan (Hariguna et al., 2021). Dengan cara ini, Blockchain dapat meminimalkan aktivitas manipulasi data, penipuan data, dan dapat mengontrol masalah verifikasi identitas (Javaid et al., 2021). Blockchain merupakan kunci dalam menciptakan ekosistem proses pembelajaran yang sangat merdeka, salah satunya penerapan gamifikasi pada platform sertifikasi mahasiswa di setiap pembelajaran serta kolaborasi teknologi Blockchain guna menciptakan ekosistem pemanfaatan penyimpanan terdesentralisasi aktivitas mahasiswa tanpa batas dan transparan (Faturahman et al., 2021). Perguruan Tinggi tidak perlu menyediakan On-Premise Server atau infrastruktur yang sangat besar sehingga biaya yang dibutuhkan sangat sedikit dan lebih efisien. Karena semua perangkat yang terhubung ke dalam jaringan Blockchain akan menjadi nodes atau server (Krishnapatria, 2021). Hasil akhir dari **penelitian ini** adalah melahirkan sistem digital terpusat yang akan menjamin keamanan dan memberikan kemudahan dalam menghilangkan duplikasi data, serta dapat menggunakan teknologi Blockchain untuk meningkatkan sistem keamanan sertifikat (Anwar et al., 2022). Penelitian yang menggunakan Qr Code bisa digunakan dalam mengisi data informasi alumni dalam jumlah besar, mempermudah proses verifikasi keaslian data kepemilikan ijazah tersebut lewat bermacam fitur, dan QrCode bisa digunakan dengan kilat buat memverifikasi Ijazah dibanding dengan metode konvensional yang memakan waktu buat memverifikasi suatu ijazah, hingga sistem ini pastinya sangat diperlukan (Naik & Gopal, 2016). Selain itu, teknologi berbasis website serta Qrcode sanggup digunakan bagaikan media verifikasi keaslian ijazah cuma dengan meningkatkan Barcode pada ijazah tersebut. Terdapatnya sistem ini buat meminimalkan pemalsuan ijazah yang sering terjaln pada Akademi Besar (Nevizond et al., 2021). Teknologi Blockchain dimanfaatkan dalam penerbitan e-Transkrip guna mengatasi permasalahan dalam dunia pembelajaran semacam banyaknya permasalahan pemakaian ijazah palsu yang terjadi yang terjaln pada 2017 silam. Para pencari kerja pun kesulitan dalam memvalidasi ijazah serta lembar nilai yang dikeluarkan oleh universitas. Dalam riset tersebut tidak cuma termotivasi dari permasalahan nyata yang terdapat di Indonesia, tetapi pula termotivasi dari salah satu fitur bernama blockcert (Blockchain- certificates) yang diciptakan oleh

Massachusetts Institute of Technology (MIT) pada tahun 2017.

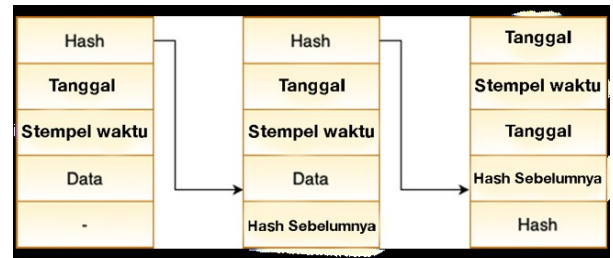
Berdasarkan dari penelitian diatas mengenai ketidak efisienan mahasiswa dalam ketertarikan belajar yang menjadikan teknik Gamifikasi merupakan pilihan yang tepat dalam metode pembelajaran. Dari penelitian di atas yang **mendasari** pentingnya aplikasi proses pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dan menerapkan teknik gamifikasi juga keberadaan teknologi Blockchain yang akan sangat penting di masa depan (Rahardja et al., 2022).

2.1 Smart Contract

Smart Contract dapat disebut kontrak yang dapat dijalankan sendiri, yang mengacu pada kontrak yang persyaratannya ditulis dalam keadaan seperti kode terenkripsi (Nusantoro, Sunarya, et al., 2021). Mereka disimpan dan dikelola secara terdesentralisasi serta syarat dan ketentuan Kontrak diubah menjadi Kode agar komputer dapat mengeksekusi Verifikasi bahwa persyaratan dan perjanjian Telah tercapai, lalu lakukan Proses mengeksekusi isi kontrak sesuai kontrak perlu Transaksi dapat dilakukan dengan menggunakan metode yang dapat dilacak dan transparansi, tanpa perlu perantara untuk memantau setiap transaksi (Widayanti, Purnama Harahap, et al., 2021). Terakhir, informasi transaksi yang sudah di verifikasi akan dimasukkan ke dalam buku besar Blockchain yang bisa diakses oleh siapapun (Upreti et al., 2021). Oleh sebab itu, pada tiap transaksi mata uang kripto mempunyai transparansi serta tingkat keamanan yang tinggi . Dengan bantuan teknologi Blockchain, Pengguna selain pihak yang terlibat langsung melalui isi kontrak dapat memeriksa validitas kontrak dengan meminjam sumber daya komputasi diperlukan untuk menghubungkan proses smart contract selama proses berlangsung (Nusantoro, Supriati, et al., 2021).

2.2 Fungsi Hash

Guna hash merupakan sesuatu yang menerima masukan berbentuk string yang panjangnya sembarang serta mengonversi masukan tersebut membentuk string yang memiliki panjang tetap (fixed) serta biasanya membentuk lebih kecil dari panjang semula (Nusantoro, Sunarya, et al., 2021). Keluaran dari guna hash diutarakan pula sebagai nilai hash ataupun pesan ringkas (message digest). Guna hash ialah guna satu arah (one way function) yang menciptakan karakteristik (signature) dari informasi.

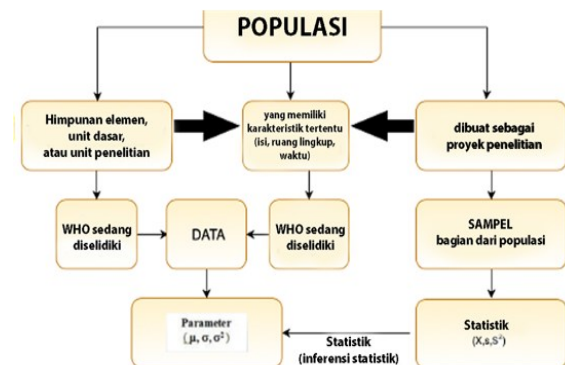


Gambar 4. Fungsi Hash

Proses pembelajaran gamifikasi yang juga disebut dengan Gamichain pada mahasiswa ini bernama Gamichain (Gamifikasi Blockchain). Algoritma SHA- 256 bisa dimanfaatkan dalam menghitung nilai message digest dari suatu pesan, dimana pesan tersebut memiliki jenjang maksimum 264 bit. Algoritma ini memakai suatu pesan terjadwal yang memuat 64 elemen 32- bit word, 8 buah variabel 32- bit, serta variabel menyimpan nilai hash 8 buah word 32- bit. Hasil akhir dari algoritma SHA- 256 merupakan suatu message digest sejauh 256- bit. Preprocessing dicoba dengan meningkatkan bit pengganjal, membagi- bagi pesan dalam block berdimensi 512- bit, serta terakhir menginisiasi nilai hash semula.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bagian ini akan dibahas mengenai autentikasi pada sertifikat. Berdasarkan dari permasalahan **solusi** yang akan dibutuhkan yaitu autentikasi hash pada data, verifikasi Blockchain, dan tampilan data yang telah terverifikasi. Selanjutnya data yang sudah diverifikasi sebelumnya sudah di ambil dari hasil uji yang telah dilaksanakan.



Gambar 5. Alur Populasi

Memastikan besarnya ilustrasi yang digunakan penulis dalam riset. Perihal ini didasarkan pada tata cara Slovin sebagai perlengkapan ukur dalam menghitung dimensi ilustrasi, sebab jumlah populasi yang dilihat melebihi 100 partisipan. Jumlah Partisipan pada Kuesioner sebanyak 663, serta tiap partisipan diberikan 6 persoalan. Sehingga penulis memakai rumus Slovin buat memudahkan riset.

$$n = \frac{N}{1 + Ne^2}$$

Dimana n adalah banyaknya jumlah yang akan ditemukan, N = jumlah populasi, e = batas toleransi. Dari perhitungan yang telah dilakukan didapatkan sampel jumlah partisipan yang benar kemudian, langkah pertama yang dilakukan adalah memasukkan jumlah peserta ke dalam variabel $N = 663$, dan batas toleransi 10%. Oleh karena itu, jumlah sampel partisipan yang diperlukan adalah sebagai berikut:

$$n = \frac{663}{7,63}$$

$$n = 86,8 \rightarrow 87$$

$$X = \frac{(((R1) + (R2) + (R3) + (R4) + (R5) + (R6) + (R7) + (R8) + (R9) + (R10)) * 2.5) * N}{N}$$

$$X = \frac{(((5) + (2) + (2) + (2) + (2) + (2) + (2) + (3) + (4) + (5) + (5)) * 2.5) * 40}{40}$$

$$X = \frac{3600}{40} = 90$$

Berdasarkan perhitungan diatas maka sampel responden dalam penelitian ini disesuaikan sebanyak 100 orang atau terhitung sekitar 12% dari total jumlah partisipan. Hal ini dilakukan untuk memudahkan pengolahan data dan mendapatkan hasil yang lebih baik. Hasil yang diperoleh dari 40 responden akan digunakan untuk mencari nilai reliabilitas dimulai dari mencari nilai varian dari tiap list dengan rumus:

$$\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}$$

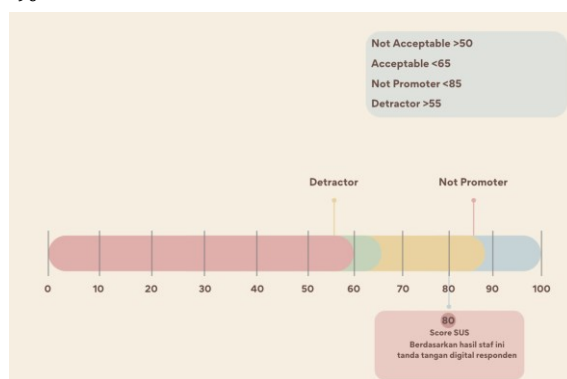
Setelah dilakukan penghitungan, jumlah varian yang diberi nomor 1 hingga 6 akan dihitung ulang untuk mencari hasil total varian 1-6. Dari hasil tabel diatas dapat disimpulkan bahwa alpha cronbach berguna untuk mendapatkan hasil $0,795 > 0,6$ yang berarti jika $\alpha > 0,6$ maka sistem dapat diklasifikasikan sebagai “reliabel”. Uji reliabilitas membuktikan bahwa evaluasi didasarkan pada kuesioner yang disediakan. Niscaya hal ini akan berdampak positif pada sistem Meningkatnya jumlah pengguna sistem di masa mendatang. Hasil yang didapat dari penentuan usability bisa jadi langkah dini dalam mengevaluasi sistem menunjukkan jika tersedianya sistem.

Tabel 1. Input value

Total Item Variants 1-6	12.65
Total Number of Variants 1-40	37.68
Reliability	0.79



Gambar 6. Hasil responden skala likert



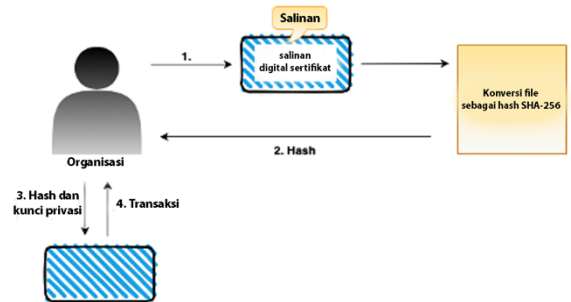
Gambar 7. Hasil Skor

4.1. Pembahasan

Adanya 3 pengguna utama terdapat dalam sistem seperti: Pengguna, Organisasi, industri sebagai memverifikasi. Pengguna merupakan seseorang yang mempunyai sertifikat serta dapat memberi maupun menerima dengan industri. Organisasi bertanggung jawab dalam penerbitan sertifikat. Pemverifikasi dapat mencocokkan kembali atas keaslian sertifikat. Pemberian akses menuju ke rantai dilakukan oleh industri formal (organisasi serta pemverifikasi). Organisasi bisa mengunggah sertifikasi bersama dengan beberapa perinci lain yang dibutuhkan ke rantai serta pemverifikasi bisa memandang informasi di rantai guna mengautentikasi pengguna serta sertifikasi yang diklaimnya. Penerima sertifikat beserta fakta sertifikasi dapat mengirim ke industri lainnya (Rahardja, Aini, Oganda, et al., 2021).

Proses penerbitan, saat sebelum diberikannya akses ke rantai dan public-private key diberikan setelah dimasukkan, tiap organisasi diverifikasi. Setelah pengguna menuntaskan kursus/ diploma ataupun gelar tertentu, organisasi membuat tipe digital dari sertifikat tersebut. Sertifikat ini berisi seluruh data yang relevan dan terperinci bersama dengan id pengguna organisasi yang resmi digunakan dalam rantai. Setelah sertifikat terbit, organisasi

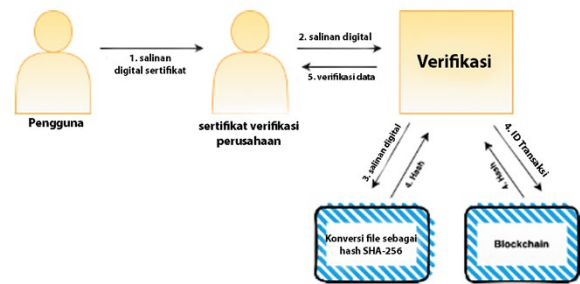
mengubah salinan ke dalam basis-64 string serta hash memakai algoritma SHA-256. Hash ini ditandatangani menggunakan private key organisasi yang dikirimkan ke Blockchain. Secara otomatis Blockchain memverifikasi tanda tangan saat sebelum melanjutkan dalam proses transaksi. Bila tanda tangan diverifikasi, transaksi dijalankan guna meningkatkan hash ke Blockchain. ID transaksi adalah tahap setelah verifikasi sukses (Widayanti, Rahardja, et al., 2021)



Gambar 6. Penerbitan Sertifikat

ID transaksi yang diperoleh serta salinan digital sertifikat dikirim ke pengguna. Bila pengguna terdapat di sistem, mereka diunggah ke portal dibawah account pengguna serta nampak di dasbor mereka. File ini bisa diunduh oleh Sistem Verifikasi Sertifikat Memakai Blockchain (Rahardja et al., 2020) Mengecek. Industri dikirim salinan digital sertifikat oleh pengguna. Bila pengguna memakai sistem sampai seluruh sertifikat yang diterima ditampilkan ke dalam dashboard perusahaan bersama dengan opsi verifikasi (Honesti et al., 2022). Kedatangan pengguna di sistem serta visibilitas sertifikat di profil tiap- tiap telah membuktikan otentikasi sertifikat. Namun bila industri ingin memverifikasi sebuah sertifikat, mereka bisa memilih opsi verifikasi. Bila industri dikirim sebuah sertifikat serta ID transaksi memakai tata cara lain, hingga industri bisa mengunggah file sertifikat saat sebelum memilih opsi verifikasi (Rahardja, Hidayanto, Putra, et al., 2021). Bila pengguna terdapat di sistem serta sistem digunakan untuk mengirim sertifikat, perusahaan tidak perlu takut dalam pencurian identitas. Organisasi sudah menghasilkan sertifikat ke account tertentu serta hanya bisa dipunyai oleh satu user.

Fitur “Blockchain Verification” merupakan suatu fitur untuk melakukan Verifikasi data dapat diakses pada <http://blockchain.alphabetincubator.id/> dan pilih menu “Blockchain Verification”. Blockchain Verification dilakukan oleh pengguna, organisasi, industri. Pengguna merupakan seseorang yang mempunyai sertifikat serta dapat memberi maupun menerima dengan industri.



Gambar 7. Blockchain Verification

Organisasi bertanggung jawab dalam penerbitan sertifikat. Pemverifikasi dapat mencocokkan kembali atas keaslian sertifikat (Rahardja, Hidayanto, Putra, et al., 2021). Pemberian akses menuju ke rantai dilakukan oleh industri formal (organisasi serta pemverifikasi). Organisasi bisa mengunggah sertifikasi bersama dengan beberapa perinci lain, pemverifikasi bisa memandang informasi di rantai guna mengautentikasi pengguna serta sertifikasi yang diklaimnya (Untung Rahardja & Eka Purnama Harahap, 2020).

Pada tahap proses penerbitan, sebelum diberikannya akses ke rantai, public-private key harus diberikan ketika akses dibuka. Setelah sertifikat terbit, organisasi mengubah salinan ke dalam basis-64 string serta hash memakai algoritma SHA-256. Hash ini ditandatangani menggunakan private key organisasi yang dikirimkan ke Blockchain. Secara otomatis Blockchain memverifikasi tanda tangan saat sebelum melanjutkan dalam proses transaksi (Winarno, 2019).

Sistem mesti sanggup menghindari masuknya informasi palsu ke server serta melindungi integritas informasi yang diterima. Hasil uji packet sniffing akan teruji jika rahasia informasi yang dikirim terpelihara dengan baik sebab informasi yang disadap tidak bisa terbaca oleh penyadap. Sehingga sertifikat yang dimiliki mempunyai kredibilitas yang kuat dan diakui keabsahannya.

4.2. Implementasi & Testing

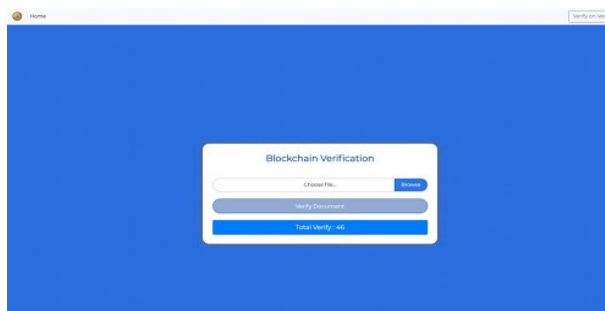
Pada tahapan ini, sistem akan mengautentikasi data yang telah masuk kedalam sistem untuk dilakukan autentikasi hash yang ada pada data legal sistem Blockchain. Selanjutnya dari data autentikasi yang ada ini, sistem akan mengimplementasi Blockchain dengan menampilkan nomor hash yang ada. Di bagian implementasi ini, sistem akan menyatakan bahwa legal tersebut telah terverifikasi dengan memberikan sign warna hijau dan menjelaskan berapa jumlah verifikasi yang ada pada legal diupload di sistem.

Fitur “Blockchain Verification” merupakan suatu fitur untuk melakukan Verifikasi data dapat diakses pada <http://blockchain.alphabetincubator.id/> dan pilih menu “Blockchain Verification”.



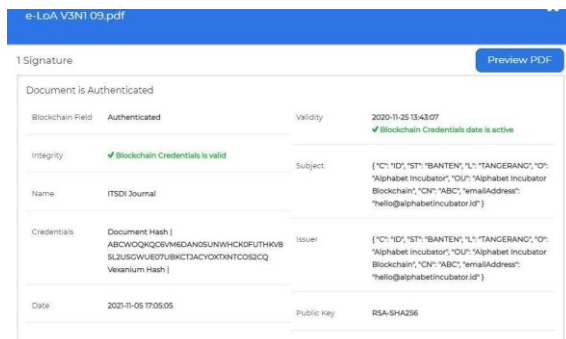
Gambar 8. Blockchain Verification

Untuk memverifikasi dokumen, hal pertama yang dilakukan adalah dengan cara klik “Browser” lalu pilih dokumen yang ingin di verifikasi keabsahannya. Setelah memilih dokumen yang akan di verify, tampilan seperti berikut. Lalu pilih “Verify Document”.

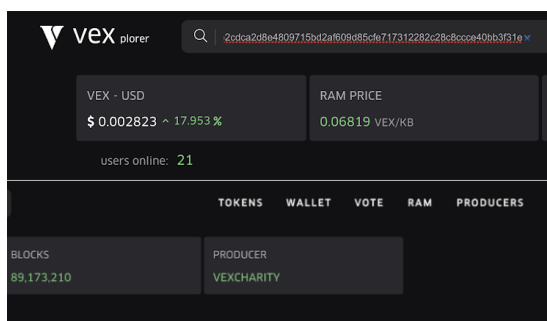


Gambar 9. Blockchain Verifikasi

Dokumen telah ter-autentikasi dan histori dari dokumen akan dapat dilihat pada berikut.



Gambar 10. Tampilan data verifikasi

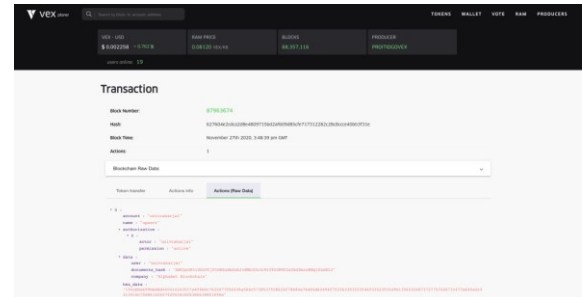


Gambar 11. Tampilan Vexanium Blockchain Explorer

Jika ingin memeriksa apakah benar data itu sudah masuk ke dalam jaringan publik Blockchain dapat di cek pada official site “Vexanium Blockchain Explorer” yang dapat diakses melalui link berikut

<https://explorer.vexanium.com/> dengan cara Copy Vexanium Hash yang tertera di gambar 4 seperti ini: 627604e2cdca2d8e4809715bd2af609d85cfe717312282c28c8ccce40bb3f31e

Hasil pencarian akan menampilkan tampilan seperti ini ada Block Number, Hash, Block Time dan Actions.



Gambar 12. Tampilan data transaksi Vexanium Blockchain Explorer

Tabel 2. Algoritma Verifikasi

```
preg_match_all('/-----BEGIN
CERTIFICATE-----[^\-]*-----END
CERTIFICATE-----/', $result, $certificates);
```

```
$cert_signed =
trim($certificates[0][count($certificates[0])-1]);
```

```
if(file_exists($name_md5.'.pkcs7')) {
    unlink($name_md5.'.pkcs7');
}
```

```
$x509 = new File_X509();
```

```
$cert = $x509->loadX509($cert_signed);
```

```
//echo "Filename : ".$filename."\n";
```

```
//echo "Subject : ".json_encode($x509-
>getDN(true),JSON_UNESCAPED_UNICODE).
"\n";
```

```
//echo "Issues : ".json_encode($x509-
>getIssuerDN(true),JSON_UNESCAPED_UNIC
ODE)."\n";
```

```
//echo "Algorithm :
".$cert['signatureAlgorithm']['algorithm']."\n";
```

```
$time_before =
strtotime($cert['tbsCertificate']['validity']['notBefo
re']['utcTime']);
```



```

    $time_after =
    strtotime($cert['tbsCertificate']['validity']['notAfter']
    ['utcTime']);

    //echo "Validity : ".date('Y-m-d
    H:i:s',$time_before)." - ".date('Y-m-d
    H:i:s',$time_after)." ";

    //echo $x509->validateDate() ? 'Date
    Validity : Valid.'"\\n" : 'Date Validity : Invalid.'"\\n";

    //echo $x509->validateSignature(false) ?
    'Integrity : Signature is Valid.'"\\n" : 'Integrity :
    Signature is Invalid.'"\\n";

    $isValidDate = $x509->validateDate() ? 1
    : 0;

    $isValidSig = $x509->validateSignature(false) ? 1 : 0;

    //echo 'MD5 Fingerprint : '.implode(":",
    str_split( x509_fingerprint($pem,$hash='md5'),
    2))."\\n";

    //echo 'SHA1 Fingerprint : '.implode(":",
    str_split( x509_fingerprint($pem,$hash='sha1'),
    2))."\\n";

    //echo 'SHA256 Fingerprint :
    '.implode(":", str_split(

```

Dari tabel 2 diatas mengenai algoritma verifikasi Blockchain dengan penggunaan fitur verifikasi data dimana data yang sudah di verifikasi merupakan data yang sebelumnya sudah di ambil dari hasil uji yang telah dilaksanakan. Fitur *block certs* ini membuat sertifikat terbit dan dapat di autentikasi serta tidak bisa diduplikat. Teruji jika sistem sanggup menghindari masuknya informasi palsu ke server serta melindungi integritas informasi yang diterima. Serta hasil uji *packet sniffing* ataupun penyadapan informasi yang dikirimkan, teruji jika rahasia informasi yang dikirim terpelihara dengan baik sebab informasi yang disadap tidak bisa terbaca oleh penyadap. Sehingga sertifikat yang dimiliki mempunyai kredibilitas yang kuat dan diakui keabsahannya, pada hal ini juga sertifikat mempunyai sifat mutlak untuk satu orang yang memiliki akses tersebut dan tidak bisa diakui oleh orang yang tidak memiliki akses.

5. KESIMPULAN

Model pembelajaran gamifikasi atau biasa disebut dengan gamichain ini mendukung metode pembelajaran melalui platform yang lebih kreatif,

inovatif serta interaktif dengan **memanfaatkan** konsep belajar dan bermain sehingga ketertarikan mahasiswa dalam proses pembelajaran tidak efisien. Beberapa teknologi enkripsi dan distribusi data terdesentralisasi untuk penyimpanan data. Dengan munculnya Blockchain verifikasi, ini adalah teknologi baru yang memberikan kemudahan dan dapat menyelesaikan masalah tersebut. Oleh karena itu, keuntungan menggunakan teknologi Blockchain adalah menggunakan sistem yang baik bagi verifikator untuk mempublikasikan catatan sertifikat dan mempermudah verifikasi keaslian dan validitas sertifikat. **Kontribusi** sistem ini memberikan bukti keaslian untuk tiga entitas yang sedang beraksi (seperti pengguna, organisasi, dan pemverifikasi). Melalui analisis dengan menggunakan rumus Slovin yang diolah dengan hasil $0,795 > 0,6$ yang berarti jika $\alpha > 0,6$ maka sistem dapat diklasifikasikan sebagai “reliabel”. Uji reliabilitas ini membuktikan bahwa evaluasi didasarkan pada kuesioner.

Temuan penelitian ini adanya fitur verifikasi Blockchain, diambil dari hasil uji yang sudah dilaksanakan, bahwa sistem teruji dan sanggup menanggulangi proses utama dalam otentikasi dokumen dengan signifikan guna membangun normalitas baru dalam meningkatkan jam kegiatan mahasiswa MBKM. Pemanfaatan *blockcerts* ke dalam fitur ini membuat sertifikat terbit dan dapat di autentikasi serta tidak bisa diduplikat. Saat sistem sudah terbukti dan bisa memproteksi masuknya data palsu ke server agar terlindung integritas informasi yang diterima. Serta hasil uji *packet sniffing* ataupun penyadapan informasi yang dikirimkan, teruji jika rahasia informasi yang dikirim terpelihara dengan baik sebab informasi yang disadap tidak bisa terbaca oleh penyadap.

Sehingga menjadi kontribusi dalam penelitian ini mengenai teknologi Blockchain di ruang lingkup dunia Pendidikan, khususnya pengolahan data di perguruan tinggi dan universitas khususnya pada program MBKM (Merdeka Belajar Kampus Merdeka). Teknologi Blockchain di bidang pendidikan, implementasinya belum banyak diterapkan, kecuali Teknologi ini biasanya mengambil contoh dalam pengolahan informasi keuangan yang berkaitan dengan kontrak kerja pengumpulan transaksi keuangan dan e-commerce juga karena kurangnya perhatian pemangku kepentingan di sektor pendidikan, manfaat sosial dan potensi teknologi blockchain.

DAFTAR PUSTAKA

- ADIYANTO, A., & FEBRIANTO, R. 2020. Authentication Of Transaction Process In E-marketplace Based On Blockchain?? technology. *Aptisi Transactions On Technopreneurship (ATT)*, 2(1), 68–74. <https://doi.org/https://doi.org/10.34306/att.v2i1.71>

- AGUSTIN, F., AINI, Q., KHOIRUNISA, A., & NABILA, E. A. 2020. Utilization of Blockchain Technology for Management E-Certificate Open Journal System. *Aptisi Transactions on Management (ATM)*, 4(2), 133–138.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33050/atm.v4i2.1293>
- AINI, Q., BADRIANTO, A., BUDIARTY, F., KHOIRUNISA, A., & RAHARDJA, U. 2020. Alleviate fake diploma problem in education using block chain technology. *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst*, 12(2), 1821–1826.
- AINI, Q., LUTFIANI, N., & ZAHARAN, M. S. 2021. Analisis Gamifikasi iLearning Berbasis Teknologi Blockchain. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 2(1 Juni), 79–85.
- AINI, Q., RAHARDJA, U., SANTOSO, N. P. L., & OKTARIYANI, A. 2021. Aplikasi Berbasis Blockchain dalam Dunia Pendidikan dengan Metode Systematics Review. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(1), 58–66.
- ANWAR, A. S., RAHARDJA, U., PRAWIYOGI, A. G., & SANTOSO, N. P. L. 2022. iLearning Model Approach in Creating Blockchain Based Higher Education Trust. *International Journal of Artificial Intelligence Research*, 6(1).
<https://doi.org/https://doi.org/10.29099/ijair.v6i1.258>
- ARGANI, A., & TARAKA, W. 2020. Pemanfaatan Teknologi Blockchain Untuk Mengoptimalkan Keamanan Sertifikat Pada Perguruan Tinggi. *ADI Bisnis Digit. Interdisiplin J*, 1(1), 10–21.
- BIST, A. S., RAWAT, B., AINI, Q., LUTFIANI, N., & HARDINI, M. 2021. COVID-19 Wave Pattern Analysis: An Exhaustive Survey. *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–4.
<https://doi.org/10.1109/CITSM52892.2021.9588885>
- CAHYADI, D., FATURAHMAN, A., HARYANI, H., & DOLAN, E. 2021. BCS: Blockchain Smart Curriculum System for Verification Student Accreditation. *International Journal of Cyber and IT Service Management*, 1(1), 65–83.
<https://doi.org/https://doi.org/10.34306/ijcitsm.v1i1.20>
- CHEN, Y., & BELLAVITIS, C. 2020. Blockchain disruption and decentralized finance: The rise of decentralized business models. *Journal of Business Venturing Insights*, 13, e00151.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jbvi.2019.e00151>
- FATURAHMAN, A., AGARWAL, V., & LUKITA, C. 2021. Blockchain Technology-The Use Of Cryptocurrencies In Digital Revolution. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 3(1), 53–59.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33050/atm.v6i2.1533>
- GUUSTAAF, E., RAHARDJA, U., AINI, Q., SANTOSO, N. A., & SANTOSO, N. P. L. (n.d.). Desain Kerangka Blockchain terhadap pendidikan: A Survey. *CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science)*, 6(2), 88–92.
- HARIGUNA, T., DURACHMAN, Y., YUSUP, M., & MILLAH, S. 2021. Blockchain Technology Transformation in Advancing Future Change. *Blockchain Frontier Technology*, 1(01), 13–20.
<https://doi.org/https://doi.org/10.34306/bfront.v1i01.4>
- HONESTI, L., AINI, Q., SETIAWAN, M. I., SANTOSO, N. P. L., & PRIHASTIWI, W. Y. 2022. Smart Contract-based Gamification Scheme for College in Higher Education. *APTISI Transactions on Management (ATM)*, 6(2), 102–111.
<https://doi.org/https://doi.org/10.33050/atm.v6i2.1533>
- JAVAIID, M., HALEEM, A., SINGH, R. P., KHAN, S., & SUMAN, R. 2021. Blockchain technology applications for Industry 4.0: A literature-based review. *Blockchain: Research and Applications*, 100027.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100027>
- KRISHNAPATRIA, K. 2021. Merdeka Belajar-Kampus Merdeka (MBKM) curriculum in English studies program: Challenges and opportunities. *ELT in Focus*, 4(1), 12–19.
<https://doi.org/https://doi.org/10.35706/eltinf.v4i1>
- LUTFIANI, N., APRIANI, D., NABILA, E. A., & JUNIAR, H. L. 2022. Academic Certificate Fraud Detection System Framework Using Blockchain Technology. *Blockchain Frontier Technology*, 1(2), 55–64.
<https://doi.org/https://doi.org/10.34306/bfront.v1i2.55>
- NAIK, P. P. S., & GOPAL, T. V. 2016. BNIMS: Block-based Non-iterative Mean-shift Segmentation algorithm for Medical Images. *Aptikom Journal on Computer Science and Information Technologies*, 1(2), 46–56.
<https://doi.org/https://doi.org/10.11591/APTIK.OM.JCSIT.110>
- NATHAN, O., PENTLAND, A., & ZYSKIND, G. 2015. Decentralising Privacy: Using Blockchain to Protect Personal Data. *IEEE Security and Privacy Workshops*.
- NEVIZOND, R. F., RAHARDJA, U., SANTOSO, N. P. L., PURNAMA, S., & PRIHASTIWI, W. Y. 2021. Collaboration Blockchain Technology and Gamification in iLearning systems. *Scientific Journal of Informatics*, 8(2), 213–221.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.15294/sji.v8i2.31889>
- NUSANTORO, H., SUNARYA, P. A., SANTOSO, N. P. L., & MAULANA, S. 2021. Generation Smart Education Learning Process of Blockchain-Based in Universities. *Blockchain Frontier Technology*, 1(01), 21–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.34306/bfront.v1i01.7>
- NUSANTORO, H., SUPRIATI, R., AZIZAH, N., SANTOSO, N. P. L., & MAULANA, S. 2021. Blockchain Based Authentication for Identity Management. *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–8. <https://doi.org/10.1109/CITSM52892.2021.9589001>
- OKTAVIANI, M., ELMANORA, E., & DORIZA, S. 2021. *Students' Self-Directed Learning and Its Relation to the Independent Learning-Independent Campus Program*.
- PAMBUDI, A., PURNAMA, S., AYUNINGGATI, T., SANTOSO, N. P. L., & OKTARIYANI, A. 2021. Legality On Digital Document Using Blockchain Technology: An Exhaustive Study. *2021 Sixth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIC54025.2021.9632860>
- PRAWIYOGI, A. G., AINI, Q., SANTOSO, N. P. L., LUTFIANI, N., & JUNIAR, H. L. J. 2021. Blockchain Education Concept 4.0: Student-Centered iLearning Blockchain Framework. *JTP-Jurnal Teknologi Pendidikan*, 23(2), 129–145.
- PURNAMA, S., AINI, Q., RAHARDJA, U., SANTOSO, N. P. L., & MILLAH, S. 2021. Design of Educational Learning Management Cloud Process with Blockchain 4.0 based E-Portfolio. *Journal of Education Technology*, 5(4), 628–635. <https://doi.org/https://doi.org/10.23887/jet.v5i4.40557>
- RAHARDJA, U., AINI, Q., & MAULANA, S. 2021. Blockchain innovation: Current and future viewpoints for the travel industry. *IAIC Transactions on Sustainable Digital Innovation (ITSDI)*, 3(1), 8–17. <https://doi.org/https://doi.org/10.34306/itsdi.v3i1.499>
- RAHARDJA, U., AINI, Q., OGANDA, F. P., & DEVANA, V. T. 2021. Secure Framework Based on Blockchain for E-Learning During COVID-19. *2021 9th International Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 1–7. <https://doi.org/10.1109/CITSM52892.2021.9588854>
- RAHARDJA, U., DEWANTO, I. J., DJAJADI, A., CANDRA, A. P., & HARDINI, M. 2022. Analysis of Covid 19 Data in Indonesia Using Supervised Emerging Patterns. *APTISI Transactions on Management (ATM)*, 6(1), 91–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.33050/atm.v6i1.1768>
- RAHARDJA, U., HARDINI, M., AL NASIR, A. L., & AINI, Q. 2020. Taekwondo sports test and training data management using blockchain. *2020 Fifth International Conference on Informatics and Computing (ICIC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICIC50835.2020.9288598>
- RAHARDJA, U., HIDAYANTO, A. N., PUTRA, P. O. H., & HARDINI, M. 2021. Immutable Ubiquitous Digital Certificate Authentication Using Blockchain Protocol. *Journal of Applied Research and Technology*, 19(4), 308–321. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/icat.24486736e.2021.19.4.1046>
- SUNARYA, P. A., WILLIAMS, A., KHOIRUNISA, A., BEIN, A. S., & SARI, D. M. 2021. A Blockchain Based Online Business Intelligence Learning System. *Blockchain Frontier Technology*, 1(01), 87–103. <https://doi.org/https://doi.org/10.34306/bfront.v1i01.17>
- SWASTIKA, W., WIRASANTOSA, H., & KELANA, O. H. 2022. Rancang Bangun Website Akademik dengan Penyimpanan Sertifikat Digital Menggunakan Teknologi Blockchain. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 9(1), 33–40.
- UNTUNGRAHARDJA, S. K., & EKAAn PURNAMA HARAHAP, Q. 2020. Authenticity of a diploma using the blockchain approach. *Int. J.*, 9(1. 2).
- UPRETI, M., HARDINI, M., RAHMANIA, R., & ABIANTO, C. 2021. Blockchain Based Registration Model for Higher Education. *Blockchain Frontier Technology*, 1(01), 68–73. <https://doi.org/https://doi.org/10.34306/bfront.v1i01.16>
- WIDAYANTI, R., PURNAMA HARAHAP, E., LUTFIANI, N., PUTRI OGANDA, F., & MANIK, I. S. P. 2021. The Impact of Blockchain Technology in Higher Education Quality Improvement. *J. Ilm. Tek. Elektro Komput. Dan Inform*, 7, 207–216. <https://doi.org/10.26555/jiteki.v7i2.20684>
- WIDAYANTI, R., RAHARDJA, U., OGANDA, F. P., HARDINI, M., & DEVANA, V. T. 2021. Students Formative Assessment Framework (Faus) Using the Blockchain. *2021 3rd International Conference on Cybernetics and Intelligent System (ICORIS)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICORIS52787.2021.9649582>

WINARNO, A. 2019. Desain E-Transkrip dengan Teknologi Blockchain. *Prosiding Seminar Nasional Pakar*, 1–37.