

---

# A BLOCKCHAIN SYSTEM FOR DIGITAL CERTIFICATE VERIFICATION ON E-LEARNING

**Dewi Setiowati, M. Udin Harun Al Rasyid 2, Iwan Syarif3**

<sup>1,2,3</sup>Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, INDONESIA

Kampus PENS Jl. Raya ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

Email: <sup>1</sup>dewisetiowati12@gmail.com, <sup>2</sup>udinharun@pens.ac.id, <sup>3</sup>iwanarif@pens.ac.id

## **Abstract**

*The process of educational informatization in the digital era of big data is one of the significant changes in the transformation of the educational model from traditional classrooms (face to face) to online teaching and learning based, which brings innovations from various e-learning. E-Learning is distance learning that uses computer technology, computer networks and the internet. The E-Learning system in higher education in Indonesia which is still centralized is a problem in developing E-Learning in this research in implementing the Independent Campus Policy, one of the manifestations of student-centered and decentralized learning launched by the Ministry of Education and Culture (Kemdikbud). This research takes advantage of blockchain technology to achieve breakthrough E-Learning in Higher Education that is not centralized or decentralized. Blockchain technology provides the advantages of decentralized digital certificate issuance as well as secure storage using the Ethereum blockchain. The results show blockchain technology to solve weaknesses in the field of online education based on Merdeka Campus, namely the issuance of certificates as evidence of student learning outcomes in the form of a formal digital certificate in decentralized E-Learning and insecurity in storage for verification using the Ethereum blockchain. The digital certificate from the transaction will identify block hash, gas usage, block number and block time as different private keys.*

**Keywords:** E-Learning, Independent Campus, Blockchain, Digital Certificate Verification

## **Abstrak**

*Proses informatisasi pendidikan di era digital data besar (big data) merupakan salah satu perubahan signifikan transformasi model pendidikan dari kelas tradisional (tatap muka) menjadi berbasis belajar-mengajar secara online, yang membawa inovasi dari berbagai e-learning. E-Learning adalah pembelajaran jarak jauh yang menggunakan teknologi komputer, jaringan komputer, dan internet. Sistem E-Learning pada Pendidikan tinggi di Indonesia yang masih terpusat menjadi permasalahan pengembangan E-Learning penelitian ini dalam menerapkan Kebijakan Kampus Merdeka salah satu perwujudan pembelajaran berpusat pada mahasiswa (student centered learning) dan terdesentralisasi yang diluncurkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemdikbud). Penelitian ini mengambil keunggulan teknologi blockchain agar dicapai terobosan E-Learning pada Pendidikan Tinggi yang tidak terpusat atau terdesentralisasi. Teknologi blockchain memberikan keunggulan penerbitan sertifikat digital terdesentralisasi serta penyimpanan aman menggunakan Ethereum blockchain. Hasil penelitian menunjukkan teknologi blockchain menyelesaikan kelemahan di bidang pendidikan online berbasis Kampus Merdeka yaitu penerbitan sertifikat digital sebagai bukti hasil belajar mahasiswa berupa sertifikat digital secara legal formal pada E-Learning secara terdesentralisasi dan ketidakamanan*

dalam penyimpanan untuk verifikasi sertifikat digital menggunakan Ethereum blockchain. Sertifikat digital hasil transaksi tersebut akan teridentifikasi block hash, gas usage, block number dan block time sebagai private key yang berbeda satu dengan lainnya.

**Kata kunci:** E-Learning, Kampus Merdeka, Blockchain, Verifikasi Sertifikat Digital

## 1. PENDAHULUAN

Proses informatisasi pendidikan di era digital data besar (*big data*) merupakan salah satu perubahan signifikan transformasi model pendidikan dari kelas tradisional (tatap muka) menjadi berbasis belajar-mengajar secara online, yang membawa inovasi dari berbagai *e-learning* (pembelajaran elektronik) atau online platform pendidikan (seperti MOOC, Coursera dan XuetangX ) [1]. Beberapa kelebihan pendidikan secara online atau e-learning adalah tidak ada batasan dalam waktu dan ruang serta bentuk-bentuk yang beragam pembelajaran sehingga mendorong pembelajaran mandiri di masyarakat. Namun, tantangan yang masih ada dalam *e-learning* tidak dapat diabaikan, seperti kompleksitas penilaian e-learning, standar penilaian terpadu serta ketidakamanan sertifikat digital.

Secara terminologis, para ahli mendefinisikan belajar sebagai proses pengubahan tingkah laku melalui latihan atau pengalaman. "*learning is the process by which behavior (in the broader sense) is originated or changed through practice or training.*" (Sigit Priatmoko, 2020) [2]. Kebijakan Merdeka Belajar - Kampus Merdeka diharapkan dapat menjadi jawaban atas tuntutan tersebut. Kampus Merdeka merupakan wujud pembelajaran di perguruan tinggi yang otonom dan fleksibel sehingga tercipta kultur belajar yang inovatif, tidak mengekang, dan sesuai dengan kebutuhan mahasiswa. Mahasiswa diberikan kebebasan mengambil SKS di luar program studi, tiga semester yang di maksud berupa satu semester kesempatan mengambil mata kuliah di luar program studi dan dua semester melaksanakan aktivitas pembelajaran di luar perguruan tinggi [3]. Program Merdeka Belajar yaitu berupa program nasional yang telah disiapkan oleh Kementerian maupun program yang disiapkan oleh perguruan tinggi yang didaftarkan pada Pangkalan Data Pendidikan Tinggi.

Pembelajaran seringkali berpusat pada pendidik sehingga dibutuhkan kesadaran tentang hubungan pendidik dan mahasiswa selama proses pembelajaran. Peningkatan penggunaan praktik yang berpusat pada mahasiswa dengan membangun forum dialog tentang fasilitasi yang berpusat pada mahasiswa, memasukkan lebih banyak praktik fasilitasi yang berpusat pada mahasiswa, dan mempertimbangkan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa (*student centered learning*) [4]. Pelaksanaan kebijakan Merdeka Belajar - Kampus Merdeka, yaitu program "hak belajar tiga semester di luar program studi", yang menuntut proses pembelajaran secara online dan diakui legalitas hasil belajar berupa sertifikat digital yang terdesentralisasi karena kampus bekerja sama dengan banyak mitra kampus dan saling terhubung, teknologi *blockchain* menjadi salah satu teknologi sistem yang terdesentralisasi dimana dapat membantu Kebijakan Kampus Merdeka merealisasikan program utama wujud pembelajaran di perguruan tinggi.

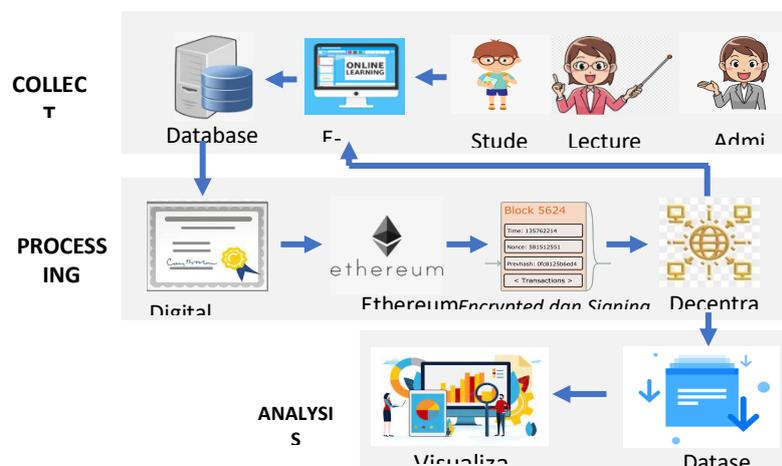
*Blockchain* adalah suatu teknologi sistem yang terdesentralisasi dimana ada entitas disebut sebagai *miner* yang bekerja hampir seperti server untuk mencatat dan menyimpan file. Ada banyak *miner* yang bekerja dalam *blockchain* sehingga sangat menyulitkan bagi seorang *hacker* untuk membobol suatu file, karena sebelumnya *hacker* harus membobol sekian banyak server *miner* [5].

*Blockchain* adalah teknologi yang mendasari Bitcoin. *Blockchain* merupakan buku besar terdistribusi berdasarkan database terdistribusi dan rantai *hash* yang bekerja pada jaringan *Peer-to-Peer* (P2P) untuk memberikan lebih banyak privasi dan keamanan dalam pembangunan desentralisasi topologi [5]. *Blockchain* dapat dikatakan sebagai basis data terdistribusi yang tidak memerlukan otoritas pusat sehingga menghilangkan perlunya verifikasi dari pihak ketiga. *Blockchain* terdiri atas sekumpulan blok yang terhubung satu dengan lainnya dengan metode *hash*, sehingga membentuk sebuah rantai dari kumpulan blok.

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan teknologi *blockchain* untuk mencapai terobosan dalam aplikasi pendidikan online, menyelesaikan masalah terkait sertifikat hasil belajar dan penerbitan sertifikat digital serta penyimpanan yang aman, sertifikat terverifikasi secara digital tanpa perantara yang berpusat pada salah satu kampus. Sistem teknologi *blockchain* yang diusulkan telah ditunjukkan sebagai solusi revolusioner untuk melindungi data serta kemampuan mendesentralisasikan penyimpanan data, memungkinkan imunitas data terhadap serangan, dan memberikan peningkatan keamanan data hasil belajar mahasiswa secara legal-formal mata kuliah baik yang diambil pada perguruan tinggi sendiri maupun mitra kampus di lingkungan pendidikan online, hasil belajar yang berupa sertifikat digital.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Berikut merupakan perancangan sistem yang akan dibangun dapat dilihat pada gambar 1 Sistem terdiri dari 3 bagian utama yaitu proses pengumpulan data (*Collect Data*), *Processing Data* dan *Analysis Data*.



Gambar 1. Desain Sistem

## 2.1. Pengumpulan Data (Collect Data)

Langkah pertama adalah proses pengumpulan data. Untuk menggunakan teknologi *blockchain* diperlukan data hasil belajar mahasiswa pada pembelajaran menggunakan *E-Learning*. Hasil belajar mahasiswa berupa sertifikat digital di Kampus Akademi Farmasi Surabaya.

*E-Learning* dirancang dengan *Learning Management System* (LMS) adalah teknologi aplikasi untuk membuat sistem pelatihan yang terintegrasi dan sistem manajemen pengetahuan yang memungkinkan sebuah organisasi membagi pengetahuan mereka dan merubah pengetahuan menjadi sebuah sistem pelatihan dengan kata lain, LMS adalah pusat penghubung untuk pembelajaran, manajemen pengetahuan, manajemen prestasi, dan sebagainya [6]. *E-Learning* tersebut dapat saja bersumber dari suatu universitas atau lembaga pendidikan, *E-Learning* tersebut dapat diakses dari tempat yang berbeda tanpa batasan waktu dengan hanya mengandalkan koneksi dari internet. *E-Learning* ini menyediakan tiga hak akses yang memiliki fungsi sesuai kebutuhan masing masing yaitu admin, dosen dan mahasiswa.

Komponen *E-Learning* yang digunakan yaitu :

### 1. Student Learning

Mahasiswa berpartisipasi secara online melakukan pembelajaran yang disediakan yaitu daftar mata kuliah, data pertemuan perkuliahan, melihat Satuan Acara Perkuliahan (SAP), Materi (format video, pdf/portable document format), Mengunggah tugas, mengerjakan soal ujian sebagai hasil rapor mahasiswa berupa sertifikat digital.

### 2. Lecturer Learning

Komponen untuk menambahkan konten dokumen digital data Satuan Acara Perkuliahan/SAP (data kompetensi, data indikator), Materi Pertemuan (dokumen digital berformat word; pdf; ppt), Tugas (menu untuk melihat dan memberikan nilai data tugas mahasiswa dari setiap pertemuan mata kuliah), Soal Ujian ( menu untuk memberikan soal ujian mata kuliah).

### 3. Admin Learning

Komponen yang mencatat administrasi perkuliahan data user (admin, mahasiswa, dosen), data master (jurusan, prodi, angkatan, semester dan kelas), data mata kuliah (mata kuliah, masa kuliah/setting aktif mahasiswa, data mengajar dosen).

4. Database untuk menyimpan semua data pada *E-Learning*.

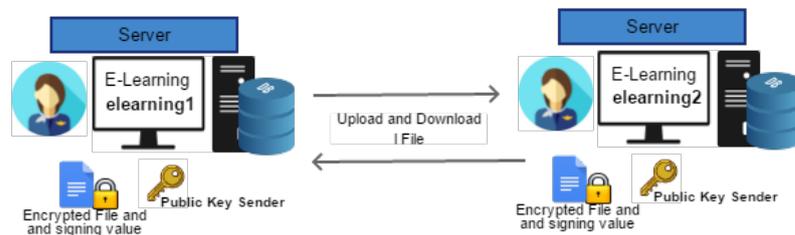
## 2.2. Processing Data

Merupakan proses untuk mengolah data mentah menjadi data yang berkualitas. Penelitian ini menggunakan *Ethereum blockchain* publik untuk verifikasi sertifikat digital. *Ethereum* bekerja melalui jaringan *Blockchain* publik dan berfokus menjalankan kode pemrograman dari aplikasi apa pun yang terdesentralisasi [7]. *E-Learning* sebagai aplikasi pembelajaran yang mengimplementasikan *blockchain* atau *decentralized application* (DApps) diperlukan untuk memantau transaksi pada halaman transaksi, dimungkinkan untuk memeriksa rincian setiap transaksi dan mengetahui jumlah transaksi dilihat

dari *ETH (Ethereum)* [8]. Setiap transaksi akan divalidasi dengan kode *Encrypted* dan *Signing Value* yang digunakan untuk menyetujui transaksi dan menentukan siapa yang memiliki transaksi tersebut. *Publik Key* kunci rahasia yang digunakan untuk mendekripsi setiap transaksi sertifikat digital [9]. Setelah proses *Encrypted* dan *Signing Value* akan memberikan informasi secara detail mengenai *block hash* transaksi (fungsi matematis yang mengubah data ke dalam bentuk data lain dengan jumlah tetap), *gas usage* (biaya transaksi), *block number* (nomor urutan transkasi) dan *block time* (keterangan waktu transaksi). Sertifikat digital akan terdesentralisasi antar *E-Learning* yang terhubung.

*Processing Data* menggunakan terbagi dari 2 desain sistem yaitu struktur sistem jaringan dan desain sistem sertifikat digital.

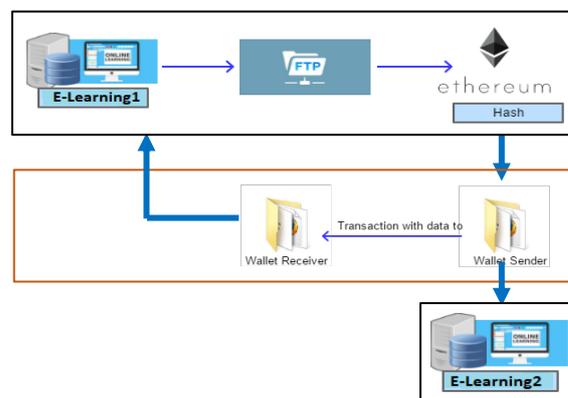
### 1. Stuktur sistem jaringan



Gambar 2. Struktur Sistem Jaringan

Gambar 2 menunjukkan struktur sistem jaringan penelitian menggunakan dua server yaitu E-Learning 1 dan E-Learning 2, dimana setiap server telah berisi media pembelajaran online berbasis website dengan model pembelajaran sama. Media pembelajaran E-Learning dapat melakukan transaksi upload dan download serta setiap transaksi akan divalidasi dengan kode Encrypted dan Signing Value digunakan untuk menyetujui transaksi dan menentukan siapa yang memiliki transaksi tersebut. *Publick Key* kunci rahasia yang digunakan untuk mendekripsi setiap transkasi sertifikat digital.

### 2. Desain sistem sertifikat digital



Gambar 3. Desain Sistem sertifikat Digital

Gambar 3 menunjukkan desain sistem sertifikat digital. Teknologi *Blockchain* terdiri dari dua jenis *record* yaitu transaksi dan *block*. Hal yang unik dari *Blockchain* adalah setiap blok berisi algoritma kriptografi sehingga membentuk jaringan. Fungsi algoritma *kriptografi* melakukan pengambilan data dari blok sebelumnya dan mengubahnya menjadi *Compact String*. *String* ini memungkinkan sistem bisa mudah mendeteksi adanya sabotase [10]. Transaksi (TX) merupakan ID transaksi, *Sender Address* yaitu sebagai alamat pengirim (dompet pengirim) dan *To Contact Address* yaitu sebagai alamat kontrak penerima (dompet penerima), *Value* (nilai *ETH/Ethereum*) adalah jumlah *Ether* yang dikirim ke dompet penerima, sedangkan *Gas usage* digunakan untuk menghitung nilai yang dipakai transaksi, *Gas Price* sebagai nilai yang perlu dikeluarkan seseorang dalam melakukan transaksi dan *Gas Limit* untuk mengatur berapa jumlah maksimum gas sebagai pembayaran untuk memproses sebuah transaksi. Terakhir yang terdapat paling bawah, TX Data mewakili data yang dikirim dalam transaksi [11]. Penelitian menggunakan *Ethereum Blockchain* publik untuk file sertifikat digital yang mana sistem *Blockchain* tidak terbatas, sehingga setiap orang yang terhubung dengan koneksi internet dapat melakukan transaksi pencatatan di dalamnya. File yang ditransaksikan dirancang dengan *File Transfer Protocol* (FTP) [12], File yang ditransaksikan akan mendapatkan *block hash* dari *Ethereum Blockchain* sehingga ketika E-Learning1 memasukan sebuah data file, pengguna E-Learning1 akan menerima file (sebagai *Wallet Receiver*) dan mengirim file (sebagai *Wallet Sender*) ke E-Learning2. Setiap transaksi file akan teridentifikasi dengan *block hash* (fungsi matematis yang mengubah data ke dalam bentuk data lain dengan jumlah tetap), *gas usage* (jumlah nilai yang dipakai transaksi), *block number* (nomor urutan transaksi) dan *block time* (keterangan waktu transaksi) sehingga antar data yang telah ditransaksikan berbeda.

### 2.3. Analysis Data

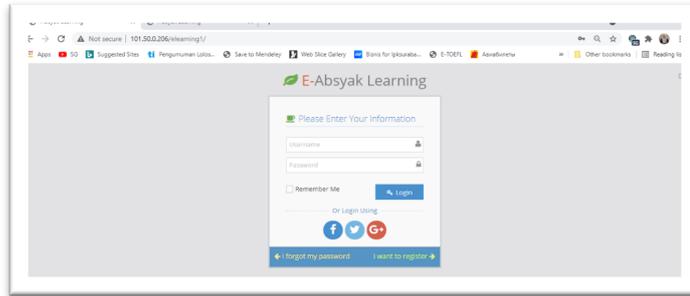
Dari processing data sertifikat digital dengan *Ethereum blockchain* akan di dapatkan dataset kemudian diproses berupa visualisasi grafik analisis pada transaksi sertifikat digital *Ethereum Blockchain* dibagi menjadi 3 yaitu *Transaction Chart*, *Chart of Ethereum Price* dan *Chart of Ethereum Value*.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dalam penelitian e-learning ini dibagi menjadi beberapa bagian yaitu Desain website e-learning, Pengunggahan situs website e-learning pada *Virtual Private Server* (VPS), Menentukan hak akses pengguna, Menentukan prosedur untuk implementasi *Ethereum Blockchain*, Penerbitan sertifikat digital terdesentralisasi pada *E-Learning* dan analisa tampilan grafik hasil transaksi yaitu *Ethereum Transaction Chart*.

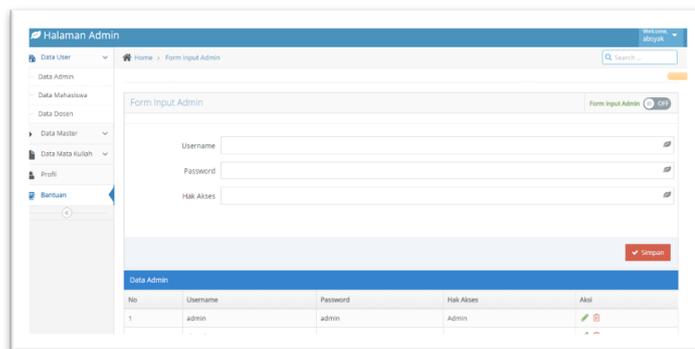
### 3.1. Desain website *E-Learning*

Desain *E-Learning* dirancang untuk menjalankan proses implementasi blockchain (file sharing). *E-Learning* memiliki beberapa hak akses sesuai dengan kebutuhan setiap pengguna baik admin, dosen dan mahasiswa.



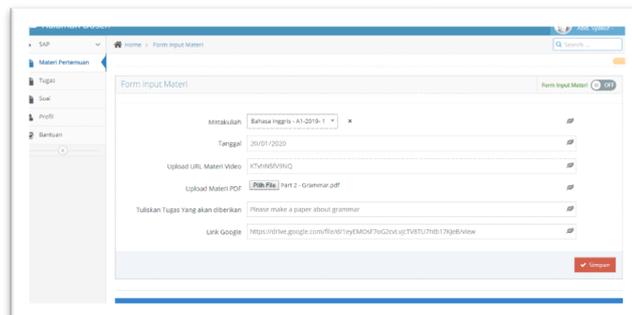
Gambar 4. Tampilan Login *E-Learning*

Gambar 4 menunjukkan tampilan Login *E-Learning* dimana pengguna dapat login sesuai hak akses. *E-Learning* dapat diakses pada dua situs yaitu <http://101.50.0.206/elearning1/> dan <http://101.50.0.206/elearning2>. Berikut dijelaskan beberapa tampilan antarmuka website E-learning sesuai dengan kebutuhan pengguna (admin, mahasiswa dan dosen).



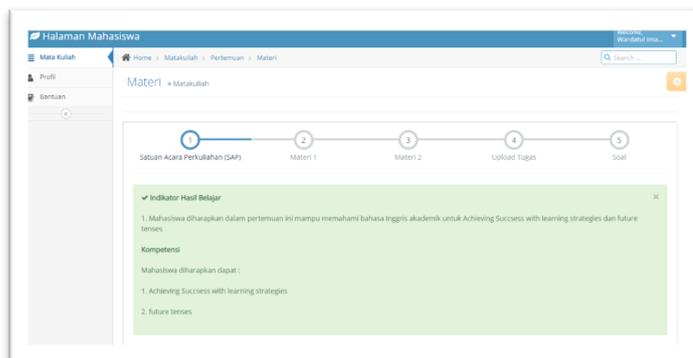
Gambar 5. Tampilan Admin

Gambar 5 menunjukkan tampilan admin yang menampilkan komponen-komponen pengguna merekam data administrasi perkuliahan (admin, mahasiswa, dosen), data master (jurusan, program studi, angkatan, semester dan kelas), data mata kuliah (mata kuliah, masa kuliah atau setting aktif mahasiswa, data mengajar dosen).



Gambar 6. Tampilan Dosen

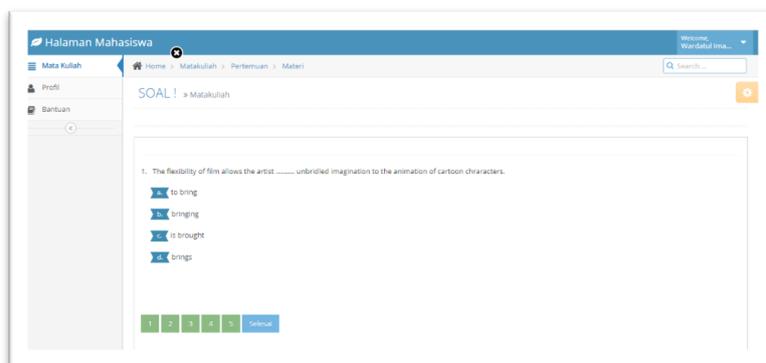
Gambar 6 menunjukkan tampilan dosen menampilkan komponen penambahan konten dokumen digital yaitu Unit Program Perkuliahan (data kompetensi, data indikator), materi/modul perkuliahan (dokumen digital berformat word; pdf/portable document format; ppt/powerpoint), penugasan (mahasiswa mengunggah tugas sesuai pertemuan perkuliahan), soal ujian setiap mata kuliah sebagai rapor mahasiswa berupa sertifikat hasil belajar setiap mata kuliah.



Gambar 7. Tampilan Mahasiswa

Gambar 7 menunjukkan tampilan menu mahasiswa yang berpartisipasi secara online melakukan pembelajaran yang disediakan menu Daftar mata kuliah, Detail pertemuan mata kuliah, Satuan Acara Perkuliahan (SAP), Materi ke-1 dengan format tampilan video, Materi ke-2 dengan format pdf/portable document format, Mengunggah tugas setiap pertemuan mata kuliah, soal ujian setiap mata kuliah sebagai rapor mahasiswa berupa sertifikat hasil belajar  
Tampilan E-Learning mahasiswa akan muncul sebagai berikut:

1. Tampilan mata kuliah (Kartu Rencana Mahasiswa).
2. Materi kuliah dengan format video (yang terhubung dengan link youtube).
3. Materi perkuliahan dengan format file seperti word, pdf yang dapat diunduh oleh mahasiswa.
4. Menyediakan untuk mengunggah tugas mahasiswa pada setiap pertemuan mata kuliah.
5. Soal ujian setiap mata kuliah yang wajib dijawab oleh setiap mahasiswa di setiap pertemuan perkuliahan mata kuliah sebagai rapor mahasiswa berupa sertifikat hasil belajar.



Gambar 8. Tampilan Soal Ujian

Gambar 8 menunjukkan tampilan soal ujian menyediakan halaman mahasiswa untuk mengerjakan soal dari setiap pertemuan materi mata kuliah. Soal yang wajib dijawab oleh setiap mahasiswa di setiap pertemuan perkuliahan mata kuliah yang dijadikan sebagai hasil belajar (rapor) mahasiswa berbentuk sertifikat digital sebagai bukti legalitas mahasiswa telah lulus mata kuliah tersebut. Sertifikat digital yang mana menerapkan Ethereum blockchain dalam penerbitannya secara terdesentralisasi.

### 3.2. Mengunggah situs website *E-Learning* di VPS

Desain website *E-Learning* setelah selesai diunggah pada Virtual Private Server (VPS) dengan dua alamat situs untuk mengaplikasikan blockchain yang membutuhkan lebih dari satu yang dijadikan sebagai server yaitu <http://101.50.0.206/elearning1/> dan <http://101.50.0.206/elearning2> siap diakses secara online oleh setiap pengguna termasuk admin, mahasiswa dan dosen.

### 3.3. Hak Akses User

*E-Learning* membutuhkan pembagian hak akses setiap pengguna. Terdapat tiga hak akses yang memiliki fungsi sesuai kebutuhan masing masing yaitu admin, dosen dan mahasiswa.

### 3.4. Menentukan Prosedur untuk implementasi Ethereum Blockchain

Sistem ini menggunakan *Ethereum blockchain*. Aplikasi yang digunakan adalah perangkat lunak *E-Learning* untuk membuat dan mengirim data melalui transaksi, sehingga untuk mengirim transaksi dan menerima data hasil transaksi dari server 1 ke server 2 akan memberikan informasi secara detail mengenai *block hash* transaksi (fungsi matematis yang mengubah data ke dalam bentuk data lain dengan jumlah tetap), *gas usage* (biaya transaksi), *block number* (nomor urutan transaksi) dan *block time* (keterangan waktu transaksi).



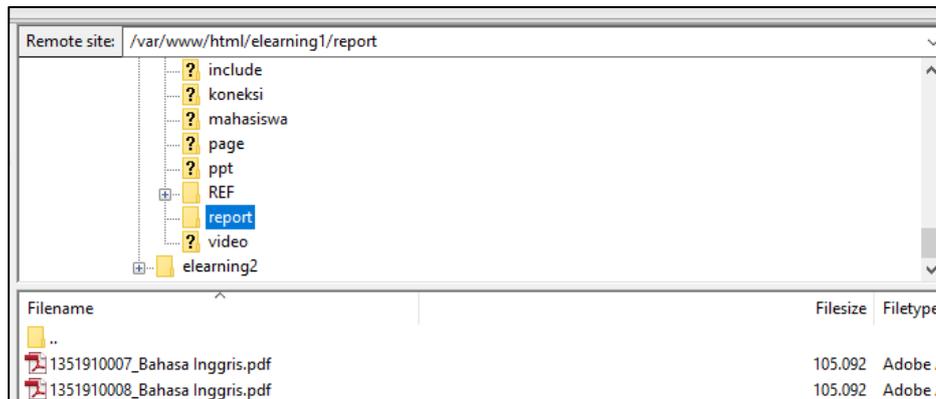
Gambar 9. Tampilan Implementasi *Ethereum Blockchain*

Tabel 1. Transaksi Sertifikat Digital

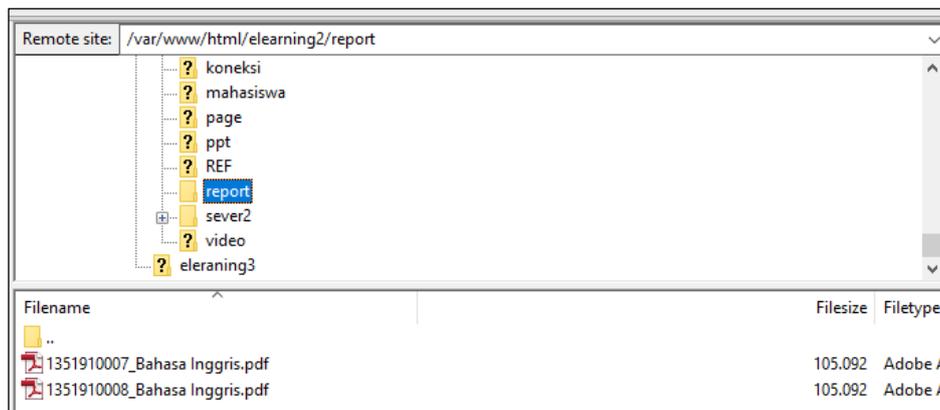
No	File (Sertifikat Digital)	Transaction (Block Hash)	Gas Usage	Block Number	Block Time
1.	1351910007_Bahasa Inggris.pdf	0x46ec555de0b4da345bd3ccf6b5836936a5dd0d19f2b236ceb9101054f04977db	21000	131	Mon Jan 18 2021 08:19:02 GMT+0000
2.	1351910008_Bahasa Inggris.pdf	0xca0fed91be665e941aa23d6b5191b2711ec53305ed1d38f2f664b947f425ddcc	21000	132	Mon Jan 18 2021 11:51:19 GMT+0000

### 3.5. Penerbitan sertifikat digital terdesentralisasi

Penerbitan sertifikat digital dirancang dengan layanan *Ethereum Blockchain*, yang mana internet service dirancang untuk membuat sambungan ke server internet tertentu atau komputer, jika pengguna elearning1 (server sebagai pengirim) melakukan transaksi mengunggah file penerbitan sertifikat digital secara otomatis akan terdesentralisasi atau data akan terkirim ke komputer server elearning2 (server sebagai penerima file).



Gambar 10. Penerbitan sertifikat digital terdesentralisasi (server 1 : elearning1)

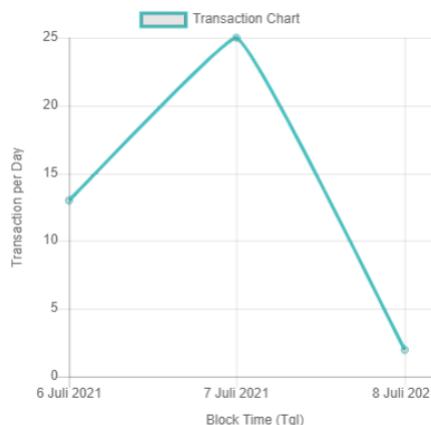


Gambar 11. Penerbitan sertifikat digital terdesentralisasi (server 2 : elearning2)

### 3.5. Analysis Data

Grafik analisis pada transaksi sertifikat digital *Ethereum Blockchain* dibagi menjadi 3 yaitu *Transaction Chart*, *Chart of Ethereum Price* dan *Chart of Ethereum Value*.

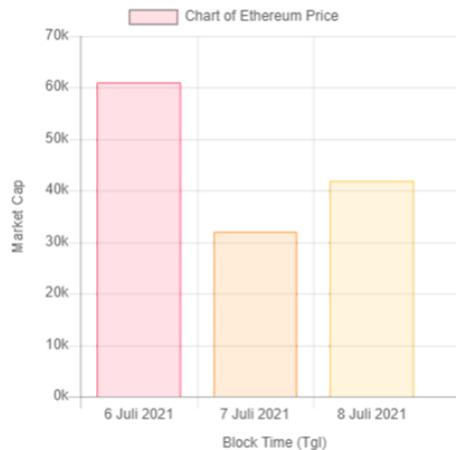
#### 1. Transaction Chart



Gambar 12. Transaction Chart

Setelah pengiriman di *Ethereum Blockchain* telah dilakukan, kemudian perlu untuk membaca data yang berada di dalam transaksi dan mengaturnya sehingga analisis data dapat diproses menjadi grafik. Jadi, Gambar 12 menunjukkan grafik jumlah Transaksi pada *Ethereum Blockchain* dan *block time* (keterangan waktu transaksi)

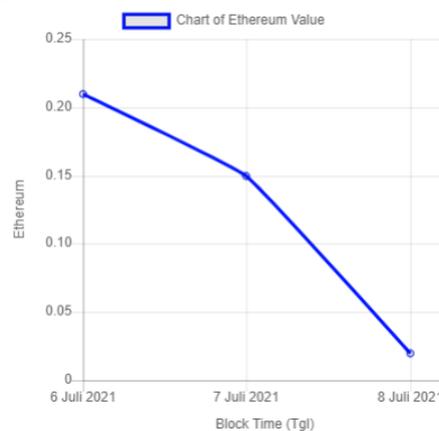
## 2. Chart of Ethereum Price



Gambar 13. Chart of Ethereum Price

Gambar 13 menunjukkan grafik nilai *gas usage* yang dipakai pada saat transaksi file memberikan informasi *gas usage* (biaya transaksi) dan *block time* (keterangan waktu transaksi).

## 3. Chart of Ethereum Value



Gambar 14. Chart of Ethereum Value

Gambar 14 menunjukkan grafik *value Ethereum (ETH)* yang dipakai pada saat transaksi file memberikan informasi *value* dan *block time* (keterangan waktu transaksi).

#### 4. SIMPULAN

Pesatnya perkembangan teknologi ini turut mempengaruhi dunia pendidikan. Proses pendidikan yang sebelumnya dilakukan secara langsung melalui tatap muka, kini telah berkembang sistem pendidikan yang disebut dengan *E-Learning*. Teknologi *Blockchain* memberikan terobosan dalam aplikasi pendidikan online, menyelesaikan masalah terkait sertifikat hasil belajar dan sekaligus mengeluarkan sertifikat digital dan memberikan penyimpanan yang aman, sertifikat digital terverifikasi tanpa perantara pihak ketiga dan terdesentralisasi dengan kampus mitra. Penelitian ini berhasil mengimplementasi teknologi *Blockchain* untuk penerbitan sertifikat digital yang menjadi bukti hasil belajar mahasiswa secara legal formal pada *E-Learning* secara terdesentralisasi dan menjaga ketidakamanan dalam penyimpanan adanya verifikasi sertifikat digital karena setiap transaksi file akan teridentifikasi *block hash, gas usage, block number* dan *block time* sehingga semua file yang akan ditransaksikan akan memiliki kode yang berbeda-beda. Penelitian juga menampilkan Analisa tampilan grafik hasil transaksi yaitu *Ethereum Transaction Chart*. Penulis berharap adanya pembaharuan konsep model pembelajaran *E-Learning* yang dipakai dengan menyesuaikan perkembangan dan kebutuhan masa yang akan datang.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Li. Chuyang, Junqi Guo, Guangzhi Zhang, and Yunchuan Sun, "A Blockchain System for E-Learning Assessment and Certification", IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT), vol: pp. 212-219, China. 2019.
- [2] Priatmoko. Sigit, Nilna Iqbal Dzakiyyah, "Relevansi Kampus Merdeka Terhadap Kompetensi Guru Era 4.0 dalam Perspektif Experiential Learning Theory", Jurnal Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah, vol: 4, no. 1, pp. 1-15, 2020.
- [3] Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, "Buku Panduan Merdeka Belajar - Kampus Merdeka", Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kemdikbud RI, Edisi 1, pp. 2-33, Jakarta, 2020.
- [4] Estes, C. A, "Promoting student-centered learning in experiential education", Journal of Experiential Education, vol: 27, no. 2, pp. 141-160, 2004.
- [5] Bdiwi. Rawia, Cyril de Runz, dkk., "Towards a new Ubiquitous Learning Environment Based on Blockchain Tehnology", IEEE 17th International Conference on Advanced Learning Technologies, vol: pp. 101-102, 2017.
- [6] K. A. Laksitowening, Y. F. A. Wibowo, and H. Hidayati., "An assessment of E-Learning readiness using multi-dimensional model", IEEE Conf. e-Learning, e-Management e-Services, vol: pp. 128-132, 2017.
- [7] Bigini. Gioele, Valerio Freschi and Emanuele Lattanzi, "A Review on Blockchain for the Internet of Medical Things: Definitions, Challenges, Applications, and Vision", Future Internet, vol: pp. 2-16, 2020.
- [8] Sofia. Daniele, Nicoletta Lotrecchiano, dkk., "Novel Air Pollution Measurement System Based on Ethereum Blockchain", Jurnal of Sensor and Actuator

- Networks, vol: pp. 1-21, 2020.
- [9] Sun. Hun, Xiaoyue. Wang, and Xinge. Wang, "Application of Blockchain Technology in Online Education", International Journal of Emerging Technologies in Learning, vol. 13, no. 10, 2018.
  - [10] Bodkhe. Umesh, Pronaya. Bhattacharya, dkk., "BloHost: Blockchain Enabled Smart Tourism and Hospitality Management", IEEE International Conference on Internet of Things (iThings), China, 2019.
  - [11] Manzoor. Ahsan, Madhsanka. Liyanage, dkk., "Blockchain based Proxy Re-Encryption Scheme for Secure IoT Data Sharing", IEEE International Conference on Blockchain and Cryptocurrency (ICBC), pp. 99-103, 2019.
  - [12] Gong. Xiaoyan, Xiwei Liu, dkk., "Parallel-Education-Blockchain Driven Smart Education : Challenges and Issues", IEEE, China, 2018.