

PENGEMBANGAN SISTEM INFORMASI BERBASIS WEB SMART CONTRACT PADA BLOCKCHAIN BERBASIS NFT

Aji M. Iqbal Fadhilah, Odi Nurdiawan, Fadhil M. Basyisyar

Program Studi Teknik Informatika S1, STMIK IKMI Cirebon

Jl Perjuangan No. 10B Karyamulya, Kesambi, Kota Cirebon, Indonesia

spearheadimz@gmail.com

ABSTRAK

Litedex adalah sebuah perusahaan startup berbasis teknologi *blockchain*. Penerapan *blockchain* dilakukan dengan menciptakan utilitas dari berbagai setor, salah satunya di sektor pendidikan. Rendahnya ketersediaan informasi dan minat pasar serta sulitnya memvalidasi keaslian berkas sertifikat, dimana berkas tersebut ada potensi untuk dimanipulasi menjadi sebuah masalah yang harus diciptakan solusi. Saat ini, ketersediaan informasi mengenai *blockchain* hanya tersedia di laman resmi media informasi global yang hanya berbahasa Inggris, seperti *Coinmarketcap*. Penelitian ini bertujuan untuk mengintegrasikan layanan Sistem Informasi dengan *Blockchain* dan NFT yang dapat memfasilitasi proses pembelajaran yang cepat, data tersimpan secara terdistribusi ke dalam *blockchain* dengan aman, dan bukti keabsahan dari proses penyelesaian studi dapat diakses secara publik dan dapat divalidasi dengan mudah karena NFT memiliki ID parameter yang unik. Metode penelitian menggunakan metode prototype dengan mengimplementasi *Rapid Application Development (RAD)* sehingga aplikasi yang dibuat bisa dikembangkan dan diperbaiki dengan cepat karena kebutuhan dan perkembangan *blockchain* yang super cepat. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah PHP dengan framework Laravel, Solidity, React JS, Javascript, dan MYSQL. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah Sistem Informasi di sektor pendidikan yang dapat terintegrasi dengan *Blockchain* untuk proses penyimpanan dan pendistribusian data yang aman dan penerapan NFT sebagai aset digital yang merepresentasikan identitas dan bukti proses hasil belajar yang dapat divalidasi dengan akurat karena memiliki unik ID dan tidak dapat dimanipulasi. Sistem ini dapat berjalan untuk proses pembelajaran, pemberian soal, pendistribusian bukti proses hasil belajar, laporan statistik pengguna dan dapat terintegrasi dengan utilitas Litedex maupun utilitas pengembang *blockchain* yang lainnya.

Kata kunci: Sistem Informasi, Non-fungible Token, Blockchain, Rapid Application Development, Sertifikat Digital.

1. PENDAHULUAN

Era *Metaverse* yang saat ini sedang terjadi di Indonesia merupakan salah satu fenomena yang menarik untuk dijadikan salah satu bahan penelitian deskriptif kualitatif. Hal itu dikarenakan Era *Metaverse* merujuk pada dunia virtual 3D yang dihuni oleh avatar manusia yang bukan rekayasa. Sehubungan dengan hal tersebut, orang pertama yang menciptakan istilah *Metaverse* adalah Neal Stephenson.

Secara umum, *Metaverse* memudahkan individu untuk melakukan beberapa hal, seperti menghadiri konser virtual, melakukan perjalanan *online*, membuat atau melihat karya seni, dan mencoba pakaian digital untuk dibeli, maupun memperoleh legalitas digital. Selain itu, *Metaverse* merupakan alternatif menghasilkan keuntungan pada pandemik covid-19 karena dapat dilakukan sistem *shift* kerja dari rumah atau *work from home*. Misalnya karyawan bisa bergabung bersama dalam sebuah kantor virtual [7].

Non-Fungible Token (NFT) berbeda dengan *Cryptocurrency* biasa seperti *Bitcoin*. NFT adalah sebutan bagi token yang tidak bisa digantikan dengan token lainnya. Jika di dunia nyata, *bitcoin* bisa dianalogikan sebagai mata uang, dimana 1 *Bitcoin* dengan *Bitcoin* lainnya memiliki nilai tukar yang

sama. Sedangkan NFT adalah bukti atau sertifikat kepemilikan atas benda atau barang yang eksklusif. Bisa berupa karya seni, meme atau item-item dalam *game* [8].

Learning Management System (LMS) atau Sistem Manajemen Pembelajaran merupakan suatu sistem teknologi informasi yang dikembangkan untuk mengelola dan mendukung proses pembelajaran, mendistribusikan materi perkuliahan dan memungkinkan kolaborasi antara dosen dan mahasiswa. Melalui LMS, mahasiswa dapat mengakses materi perkuliahan yang diberikan, melakukan *discussion board* dengan dosen melalui forum diskusi, melakukan chat, serta mengakses tugas yang diberikan oleh dosen. Dosen juga didorong untuk membuat materi pembelajaran lebih kreatif melalui video pembelajaran yang bisa diupload dalam *Learning Management System (LMS)*. LMS memberikan kontribusi dari segi pemanfaatannya. Fleksibilitas *Learning Management System* memungkinkan dosen maupun mahasiswa dapat mengakses LMS kapan saja dan dimana saja serta melalui berbagai *device*, baik melalui PC, tablet, maupun *smartphone* [3].

Learning Management System (LMS) menjadi hal yang perlu dikembangkan untuk menunjang media

pembelajaran secara *online* dan keterhubungan dengan kemajuan teknologi, yaitu penerapan *Blockchain*. Penerapan NFT sebagai solusi atas pengelolaan aset digital di bidang seni, musik, dan media interaktif lainnya bisa dikembangkan kedalam sektor pendidikan. Sistem *Blockchain* yang terdesentralisasi dan menerapkan konsep multi-sign diharapkan dapat mewujudkan sebuah ekosistem yang aman, rapi, dan transparan. LMS yang dirancang berupa sistem yang dikelola menggunakan *Blockchain* sebagai data penyimpanan, konsep *web 3.0* sebagai koneksi antara *website* dengan *Blockchain*, dan NFT sebagai bukti kepemilikan (legalitas digital) pelajar setelah menyelesaikan studi yang disimpan secara aman dan rapi di dalam *Blockchain*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Smart Contract

Smart Contract adalah sekumpulan kode dan digit yang diimplementasikan melalui platform *Ethereum*. Dalam *Smart Contract*, kontrak dimulai jika suatu waktu atau peristiwa dipicu, seperti mengirim pesan, berurusan dengan transaksi, mengakhiri kontrak. Kontrak pintar menggunakan bahasa *Solidity*. *Bytecode* pada *smart contract* diambil dengan format JSON, digunakan untuk menyiarkan data ke semua *node* pada *blockchain* dan menunggu verifikasi. Jika benar, *Smart Contract* diumumkan dengan *Address* dan *JSON Interface* untuk memungkinkan orang lain dapat berinteraksi. Melalui *Ethereum Wallet*, dapat menggunakan *Watch Contract* untuk mengundang orang lain bergabung. Sebelum batas waktu, semua penawar yang sah dapat mengirimkan amplop tertutup untuk memperbaharui harga. Semua amplop tertutup dibuka saat waktunya tiba. *Smart Contract* digunakan untuk menghindari harga penawaran yang dibocorkan oleh *lead bidder*. Beberapa aturan tertulis di dalam *smart deal* yang tidak bisa dibuka sebelum batas waktu [4].

2.2. Blockchain

Blockchain adalah teknologi yang menyerupai buku besar yang didistribusikan aman dan menawarkan peluang untuk perekaman digital dan berbagi informasi melalui jaringan komputer. Eksplorasi teknologi *blockchain* dapat memecahkan masalah yang sering terjadi dan fokus pada aplikasi pembelajaran, dimana bisa sukses jika menampilkan fitur dan keunggulan teknologi *blockchain*. *Blockchain* adalah catatan (basis informasi) yang terus berkembang, yang disebut blok terhubung dan diamankan menggunakan metode kriptografi. di setiap blok berisi hash kriptografi dari blok yang sebelumnya terhubung ke stempel waktu, serta transaksi data. Setiap blok dalam sistem ini terikat satu sama lain dan jika ada perubahan data dalam satu blok, itu wajib untuk mengganti informasi di blok lain [2].

2.3. Solidity

Salah satu bahasa paling terkenal yang digunakan untuk menulis *smart contract* di *blockchain ethereum* adalah *Solidity*; berorientasi objek, bahasa tingkat tinggi. *Solidity* diketik secara statis dan mendukung *inheritance*, *library*, dan *data type* yang telah ditentukan *user*. Kode *solidity* dikompilasi, dioptimalkan dan disebar di jaringan *Ethereum* dalam bentuk *bytecode EVM* [9].

2.4. Non-Fungible Token

NFT adalah sebuah aset autentik di dunia digital yang memiliki keunikan, sehingga tidak memungkinkan NFT untuk ditukar atau setara satu sama lain. Jadi bisa dikatakan NFT merupakan sertifikat digital yang menyatakan pihak yang memiliki arsip digital seperti foto, perjanjian, akta, video, atau bentuk virtual lainnya. Ketika NFT sudah dienkripsi di *blockchain*, maka data tersebut tidak lagi bisa direplikasi atau diduplikasi. Pengertian lain, NFT memiliki sifat unik/autentik sehingga cocok untuk mengidentifikasi sesuatu atau seseorang dengan cara yang unik. Secara spesifik dengan menggunakan NFT pada *smart contract*, seorang dapat dengan mudah membuktikan keberadaan dan kepemilikan aset digital dalam bentuk video, gambar, seni visual, akta, dan lain-lain [7].

2.5. Web Three

Web3 mengacu pada generasi berikutnya dari teknologi dan protokol internet sumber terbuka terdesentralisasi yang memungkinkan pengguna untuk berinteraksi dengan aplikasi terdesentralisasi (*dApps*) dan aset digital dengan cara yang tidak dapat dipercaya, aman, dan transparan. Konsep inti dibalik *Web3* adalah teknologi *blockchain*, jaringan *peer-to-peer*, dan *smart contract*, yang bertujuan memberi pengguna lebih banyak kendali atas data dan aset online mereka, serta distribusi kekuatan yang lebih adil di internet [1].

3. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif dan prototyping. Pendekatan deskriptif adalah suatu cara untuk memperoleh informasi secara rinci mengenai sesuatu, biasanya melalui pengamatan, pengukuran, dan dokumentasi. Prototyping adalah suatu proses pembuatan suatu model atau versi awal dari suatu produk, digunakan untuk menguji konsep dan memvalidasi desain [5].

Pada penelitian ini pendekatan deskriptif digunakan untuk menjelaskan bagaimana sistem harus bekerja dan prototyping digunakan untuk menguji dan memvalidasi desain sebelum memulai pengembangan yang lebih detail.

3.2. Metode Pengumpulan Data

Berikut adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis untuk memperoleh data:

a. Observasi

Dalam tahap ini, penulis terjun langsung ke PT. Litedex Digital Indonesia (Litedex Protocol) untuk mengamati dan mengumpulkan data. Dari pengamatan ini diperoleh permasalahan yang ada di PT. Litedex Digital Indonesia (Litedex Protocol) bahwa media pembelajaran dan edukasi dibidang mata uang kripto dan penerapan *blockchain* masih belum ada di Litedex dan kurangnya edukasi kripto di Indonesia, sehingga sulit untuk menarik pengguna baru dari berbagai kalangan.

b. Wawancara

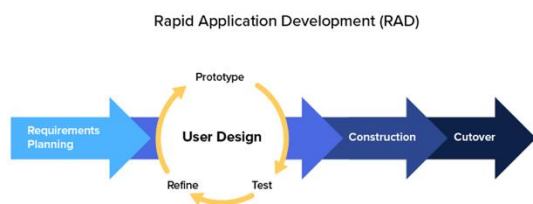
Dalam tahap ini penulis memperoleh data secara langsung melalui tanya jawab dan pertukaran ide serta informasi tentang perkembangan *blockchain* di Indonesia khususnya di sektor pendidikan. Wawancara dilakukan dengan *Chief Executive Officer* dari PT. Digital Indonesia (Litedex Protocol) terkait data yang diteliti. Hasil yang didapatkan dari wawancara ini berupa informasi bahwa PT. Digital Indonesia bekerja sama dengan Asosiasi Cakra untuk memberikan pelatihan terkait *Blockchain*, NFT dan *Game Development* ke 14.000 SMK dan Politeknik. Dari informasi tersebut, penulis berdiskusi mengenai utilitas yang diperlukan untuk bisa mendukung penerapan *Blockchain* di Indonesia dibidang pendidikan.

c. Studi Pustaka

Teknik pengumpulan data dengan mencari kajian informasi dari jurnal, buku, artikel yang terkait dengan topik penelitian untuk membentuk sebuah landasan teori

3.3. Metode Pengembangan Sistem

Metode Penelitian yang digunakan adalah metode prototype untuk mengetahui membuat program dengan cepat dan bertahap yaitu sebuah program *Learning Management System* Berbasis NFT yang bertujuan untuk memvalidasi sertifikat yang terdistribusi dengan aman, mudah dibaca dan transparan karena menerapkan *blockchain* sebagai basisnya. Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan penerapan dari metode *Rapid Application Development* (RAD) yaitu perencanaan kebutuhan, desain pengguna, dan konstruksi [4].



Gambar 1. Rapid Application Development (RAD)

3.4. Requirements Planning (Perencanaan Kebutuhan)

Pada tahap ini perlu menentukan kebutuhan yang ingin dipenuhi serta menentukan analisa dan strategi untuk proses pengembangan *Learning Management System* berbasis NFT. Adapun rencana kebutuhan dari aplikasi yang diteliti adalah:

1. Alur sistem untuk terintegrasi dengan *Smart Contract*.
2. Desain Visual Legalitas Digital yang akan dibuat NFT.
3. Rancangan data yang akan didistribusikan kedalam *Blockchain*.

3.5. User Design Prototype (Membuat Prototype Desain Pengguna)

Pada tahap ini adalah proses pembuatan prototype dari rancangan yang dibuat. Tahap ini bisa dilakukan secara berulang untuk mempelajari error yang mungkin muncul ke depannya. Dengan melewati tahapan ini, penulis memperoleh pengetahuan untuk membuat aplikasi yang mudah dipakai, stabil, dan interaktif.

3.6. Construction (Konstruksi)

Pada tahap ini merupakan tahap pengembangan lanjut untuk *prototype* ke bentuk aplikasi versi beta dengan meneliti dan mempertimbangkan feedback yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Requirements Planning

Perancangan sistem informasi yang diusulkan memiliki beberapa keunikan, yaitu :

1. Memerlukan NFT Asset sebagai *role access auth* untuk menjalankan fitur tertentu.
2. Data dienkripsi menggunakan *Secure Hash Algorithm 3 (SHA 3)*.
3. Sistem berjalan menggunakan *Sepolia Network Layer*.
4. Interaksi menggunakan *Cold Wallet* dan *Web3*.
5. Sertifikat penyelesaian studi dilampirkan menggunakan *Non-Fungible Token*.
6. Adanya peran *validator* untuk mengamankan proses transaksi *blockchain* dengan *smart contract*.

Berikut adalah beberapa *role access auth* yang dibangun, yaitu:

1. Admin

Admin dapat melihat perkembangan *courses*, menambahkan *Instructor* baru, dan mencetak laporan *courses*.

2. Validator

Bertugas untuk memvalidasi transaksi manajemen *courses*, *publish* dan *unpublish NFT Certificate*. Konsensus yang dibangun adalah *Proof of Stake*.

3. *Instructor*
Dapat menambahkan *course* baru dan memonitoring *course* yang dibuat.
4. *Student*
Dapat mengikuti seluruh *course* yang ada.

Kebutuhan perangkat keras yang digunakan untuk pembuatan *Learning Management System* berbasis NFT dan *Blockchain* yaitu terdiri dari :

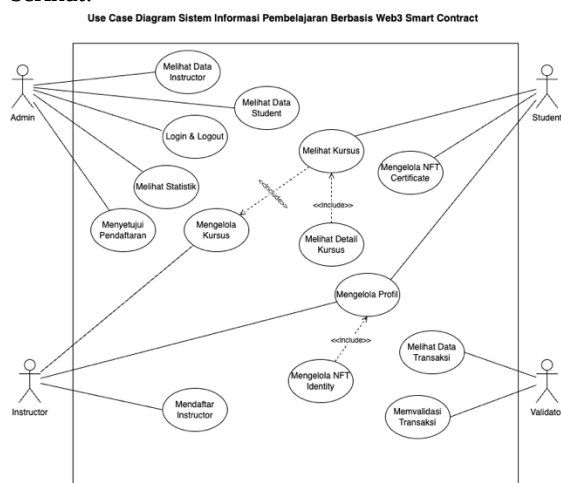
1. Personal Computer atau Laptop
2. Ram yang digunakan minimal 4GB
3. Processor minimum Intel Core I3
4. Penyimpanan Hardisk minimal 500GB
5. Keyboard, Mouse, serta Monitor

Kebutuhan perangkat lunak yang digunakan untuk pembuatan *Learning Management System* berbasis NFT dan *Blockchain* yaitu terdiri dari:

1. Windows 10
2. *Text Editor* Visual Studio Code
3. Bahasa Pemrograman PHP dengan framework Laravel, React JS, Solidity
4. Metamask sebagai *Web3 Wallet Provider*
5. Browser seperti Chrome, Mozilla, Microsoft Edge yang dapat mendukung Javascript Runtime
6. Remix Compiler sebagai *IDE Programming* untuk *Solidity*
7. *Web3.js* sebagai *Web3 Library*

4.2. Use Case Diagram

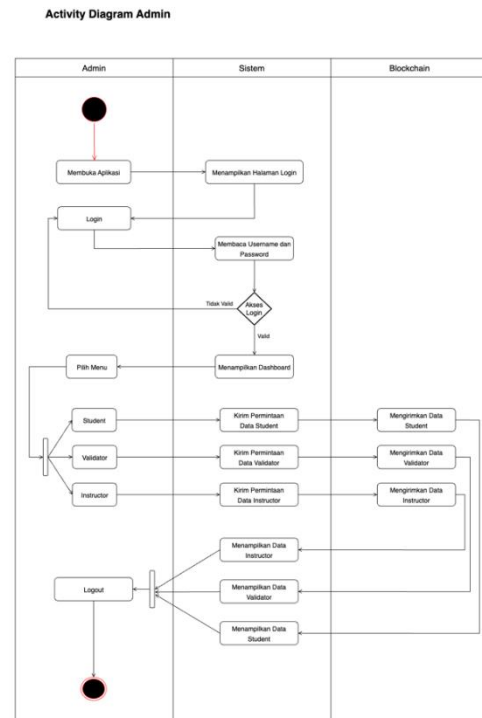
Use case diagram merupakan gambaran pengguna dengan sistem dalam bentuk diagram. *Use case diagram* dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.



Gambar 2. Use Case Diagram

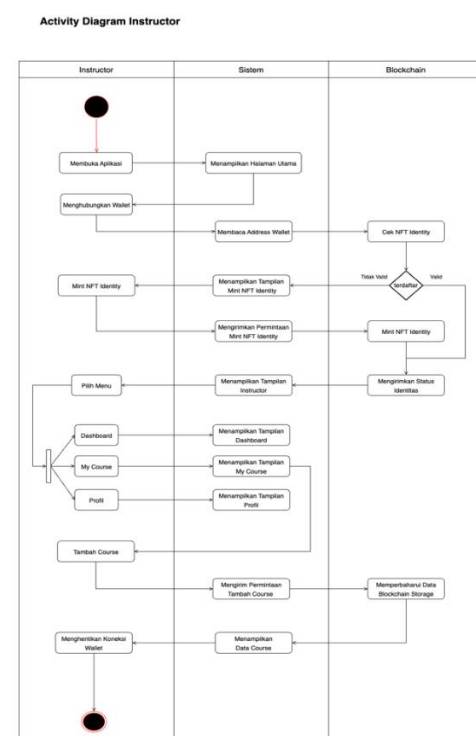
4.3. Activity Diagram

Activity Diagram merupakan gambaran aktivitas pada sistem yang akan berjalan. Desain *activity diagram* dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut.

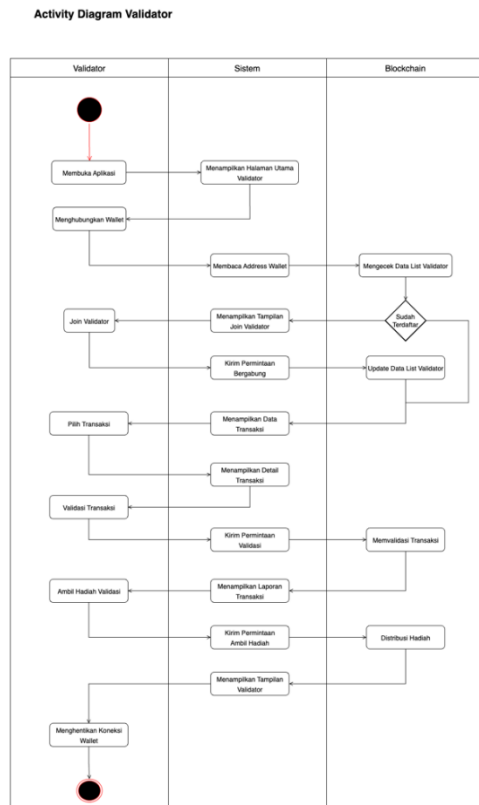


Gambar 3. Activity Diagram Admin

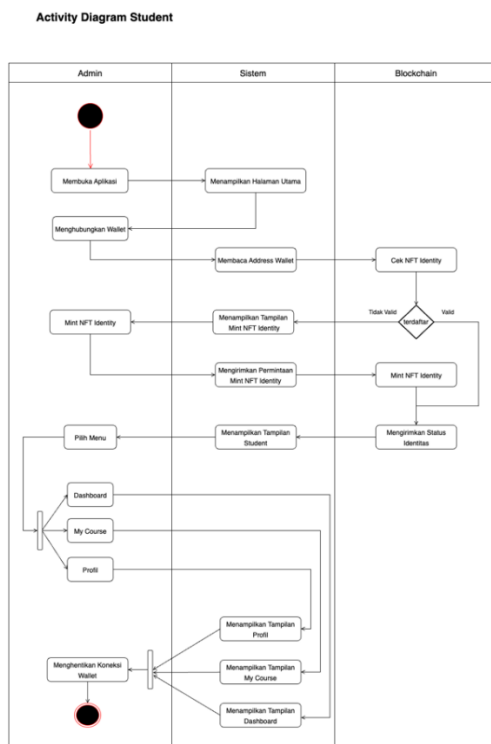
Pada saat membuka aplikasi, admin akan di arahkan pada halaman login. Setelah menyelesaikan input data login *user* akan di arahkan pada tampilan *dashboard*, pada tampilan *dashboard* admin dapat mengakses menu *student*, *instructor*, serta *validator* untuk dikelola.



Gambar 4. Activity diagram instructor



Gambar 5. Activity diagram validator



Gambar 6. Activity diagram student

Pada saat *instructor* membuka aplikasi maka *instructor* harus melakukan koneksi *wallet* terlebih dahulu untuk dapat mengakses aplikasi. Apabila address *wallet* belum tersimpan maka *instructor* harus melakukan register terlebih dahulu. Setelah berhasil

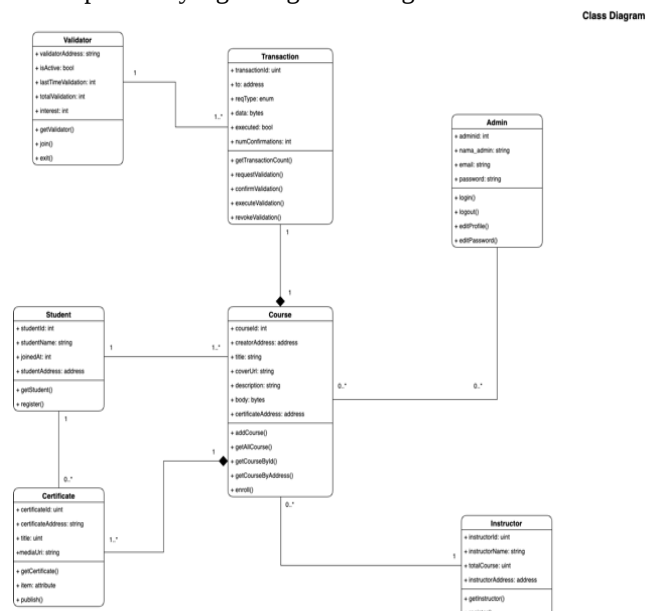
mengoneksikan *wallet instructor* dapat mengakses menu *dashboard*, *my course*, serta profil untuk melihat nft identity.

Saat membuka aplikasi *validator* harus menghubungkan *wallet* terlebih dahulu untuk dilakukan pengecekan data *list validator*. Setelah data sesuai *validator* dapat mengakses menu yang tersedia seperti mengelola transaksi.

Saat mengakses aplikasi *student* harus melakukan koneksi *wallet* terlebih dahulu untuk dapat diinisialisasi data *wallet* dengan data yang tersimpan pada *blockchain*. *Student* dapat mengakses *course* yang tersedia untuk dipelajari dan akan mendapatkan NFT sebagai sertifikat kursus.

4.4. Class Diagram

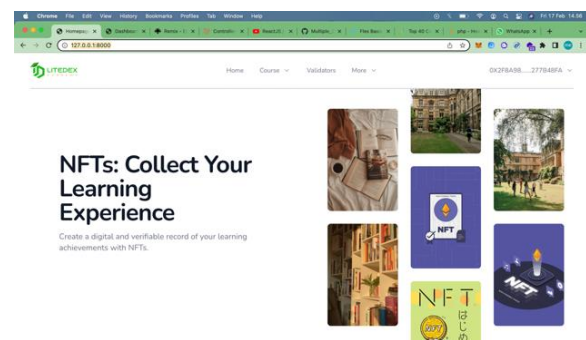
Class diagram atau diagram kelas merupakan penggambaran secara visual mengenai komponen sistem dalam bentuk unit. *Class diagram* terdiri dari beberapa kelas yang saling terhubung.



Gambar 7. Class Diagram

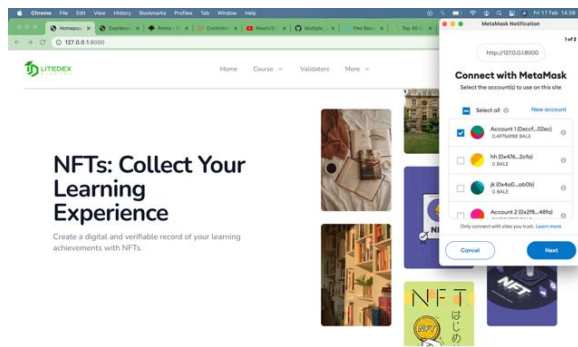
4.5. Construction

Hasil pengembangan sistem pada penelitian ini yaitu sebagai berikut.



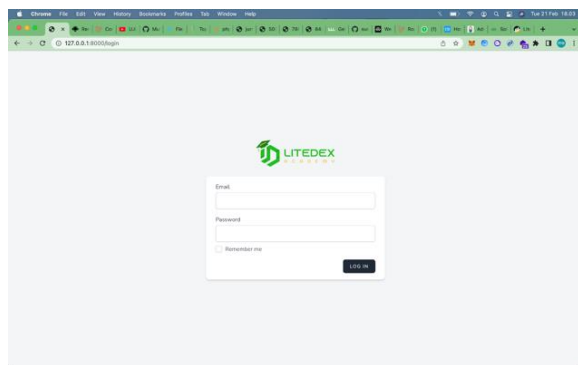
Gambar 8. dashboard utama

Tampilan halaman diatas merupakan tampilan halaman utama pada saat pengguna mengakses website.



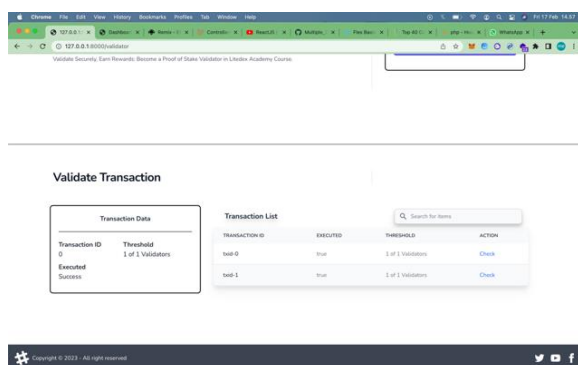
Gambar 9. connect with MetaMask

Tampilan diatas merupakan tampilan untuk melakukan *Connect Wallet* agar pengguna dapat terhubung dengan Learning System yang tersedia.



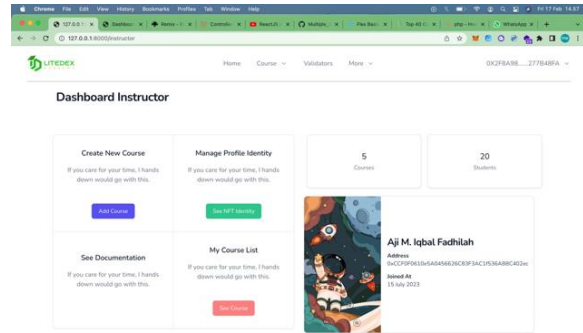
Gambar 10. login admin

Tampilan diatas merupakan tampilan login agar admin dapat mengakses sistem.



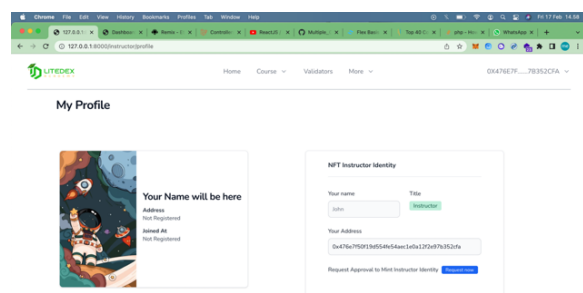
Gambar 11. validasi transaksi

Tampilan diatas merupakan tampilan untuk memvalidasi transaksi yang terjadi pada sistem.



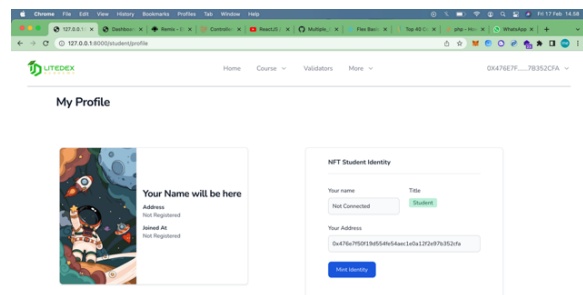
Gambar 12. dashboard instructor

Tampilan diatas merupakan tampilan awal pada saat *Instructor* berhasil melakukan *sign up*.



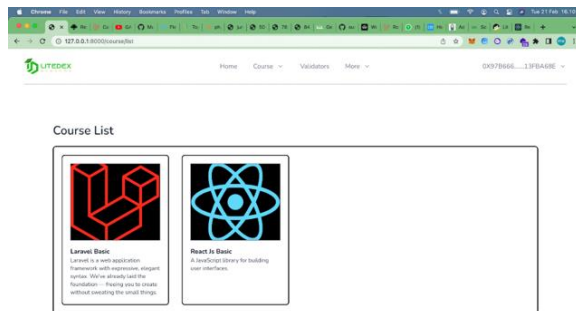
Gambar 13. profil & NFT instructor identity

Tampilan diatas merupakan tampilan profil *Instructor* dan *NFT Identity*.



Gambar 14. profil & NFT student identity

Tampilan diatas merupakan tampilan profil dan *NFT Identity* yang dapat dilihat oleh *student*.



Gambar 15 student course list

Tampilan diatas merupakan tampilan *course list* yang ada pada akun *student*.

4.6. Hasil Pengujian

Berikut ini adalah skor penilaian yang diberikan dengan menggunakan skala likert pada setiap pernyataan.

Tabel 1. Skor Penilaian Skala Likert

Skala Jawaban	Keterangan	Skor
SS	Sangat Setuju	5
S	Setuju	4
N	Netral	3
TS	Tidak Setuju	2
STS	Sangat Tidak Setuju	1

Berdasarkan data hasil kuesioner tersebut, dapat dicari persentase masing masing jawaban dengan menggunakan rumus :

$$Y = \frac{X}{\text{Skor Ideal}} \times 100\%$$

Keterangan:

Y = Nilai persentase yang dicari.

X = Jumlah nilai kategori jawaban dikalikan dengan frekuensi

$$(\sum = N \times R).$$

N = Nilai dari setiap jawaban.

R = Frekuensi.

Skor Ideal = Nilai tertinggi x Jumlah Sampel (5x20=100)

Tabel 2. Hasil Kuisisioner

Responden	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11
1	5	5	4	5	4	4	4	5	5	4	5
2	5	5	4	4	5	5	5	4	5	4	5
3	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	5
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	5
5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
7	4	4	4	4	4	5	4	4	4	4	4
8	3	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3
9	5	4	4	4	4	3	2	4	4	4	4
10	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4
11	5	5	5	5	5	2	2	4	4	5	3
12	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4
13	3	4	4	4	4	4	3	5	5	4	4
14	4	3	4	5	4	4	5	5	4	4	4
15	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
17	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	5
18	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3
19	5	5	3	3	4	3	3	3	3	4	4
20	4	3	4	5	4	3	4	5	4	4	4
Persentase	84%	82%	82%	85%	84%	79%	78%	85%	83%	82%	84%
Total Persentase Final (Total Persentase / Total Pernyataan)											82,55%

Berdasarkan perhitungan pada tabel, maka disimpulkan bahwa Persentase Akhir adalah 82,55%, hasil tersebut menggambarkan bahwa Pengujian Beta dengan menggunakan skala *likert* yang dilakukan memiliki hasil yang baik dan sudah sesuai dengan tujuan yang dicapai.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka kesimpulan yang diperoleh adalah: Sistem informasi

pembelajaran berbasis *blockchain* dan NFT ini berhasil dibangun menggunakan metode *Rapid Application Development* (RAD). Dengan tahapan yaitu Perencanaan Kebutuhan, Membuat Prototipe Desain Pengguna, dan Konstruksi. Melalui penggunaan teknologi *blockchain*, sistem ini mampu memberikan keamanan dan keandalan yang tinggi pada data dan informasi pembelajaran. Selain itu, penggunaan NFT dalam sistem ini memberikan keunikan tersendiri pada setiap sertifikat yang diberikan, sehingga lebih bernilai bagi pemiliknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cao, L., 2022. Decentralized ai: Edge intelligence and smart blockchain, metaverse, web3, and desc. *IEEE Intelligent Systems*, 37(3), pp.6-19.
- [2] Dudhat, A., Lestari Santoso, N.P., Henderi, H., Santoso, S. and Setiawati, R., Blockchain in Indonesia University: A Design Viewboard of Digital TECHNOLOGY Education. *Aptisi Transactions on Technopreneurship*, 3(1), pp.68-80.
- [3] Fitriani, Y., 2020. Analisa pemanfaatan learning management system (LMS) sebagai media pembelajaran online selama pandemi covid-19. *JISICOM (Journal of Information System, Informatics and Computing)*, 4(2), pp.1-8.
- [4] Pham, H.L., Tran, T.H. and Nakashima, Y., 2018, December. A secure remote healthcare system for hospital using blockchain smart contract. In *2018 IEEE globecom workshops (GC Wkshps)* (pp. 1-6). IEEE.
- [5] Putra, A., 2021. Implementasi Metode Rapid Application Development (Rad) Dan Metode Alphabetical Filing Pada E-Arsip Di Fakultas Matematika Dan Ipa Berbasis Web. *JATISI (Jurnal Teknik Informatika dan Sistem Informasi)*, 8(4), pp.1665-1679.
- [6] Saefudin, Y.A. and Andriani-UBSI, A., 2020. Prototipe Sistem Informasi Pengolahan Nilai Dengan Metode Prototype. *SPEED-Sentra Penelitian Engineering dan Edukasi*, 12(1).
- [7] Sari, D.P., 2022. Pemanfaatan NFT Sebagai Peluang Bisnis Pada Era Metaverse. *Akrab Juara: Jurnal Ilmu-ilmu Sosial*, 7(1), pp.237-245.
- [8] Yulia, A., Duana, R. and Herlina, N., 2022. Pengaruh nft terhadap perlindungan hak cipta dan dampaknya terhadap pencemaran lingkungan. *Jurnal Ilmiah Galuh Justisi*, 10(1), pp.92-101.
- [9] Wohrer, M. and Zdun, U., 2018, March. Smart contracts: security patterns in the ethereum ecosystem and solidity. In *2018 International Workshop on Blockchain Oriented Software Engineering (IWBOSE)* (pp. 2-8). IEEE.