

Platform Game Menggunakan Smartcontract Polygon Mumbai Testnet dan Opensea Testnet Dalam Ekosistem Jaringan Ethereum

Desi Windisari¹, Puspa Kurniasari², Melia Sari³, Muhammad Deni Fajri⁴
¹²³⁴Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya
Indralaya, Indonesia
Penulis Korespondensi: dswindisari@gmail.com

Abstrak—Dalam era perkembangan teknologi yang pesat saat ini, terutama dengan koneksi internet yang semakin luas, terdapat berbagai inovasi yang signifikan. Salah satu contoh nyata dari perkembangan teknologi ini adalah Blockchain. Blockchain memiliki ciri khas dalam cara penyimpanan data dilakukan. Keunikan utama dari Blockchain adalah tidak memerlukan pengungkapan data pribadi pengguna untuk mengakses aplikasi tertentu. Teknologi ini digunakan untuk memfasilitasi berbagai transaksi di dalam jaringan terdesentralisasi, termasuk mata uang kripto, serta memiliki potensi besar untuk diterapkan di berbagai sektor industri, seperti logistik, kesehatan, dan permainan. Salah satu contoh implementasi Blockchain adalah dalam industri permainan, yang bertujuan untuk meningkatkan keamanan data transaksi di dalam permainan. Penelitian ini melibatkan penggunaan smart contract dari blockchain Polygon Mumbai Testnet sebagai alat pencatatan transaksi dan OpenSea Testnet sebagai apresiasi kepada pengguna selama permainan. Penelitian ini membutuhkan dua komponen utama, yaitu sistem blockchain sebagai backend dan sistem permainan sebagai antarmuka pengguna (frontend). Metode pengembangan yang digunakan adalah extreme programming Kedua sistem tersebut dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman JavaScript untuk pembuatan sistem permainan dan integrasi antara sistem blockchain dan permainan, sementara bahasa Solidity digunakan untuk membangun smart contract dalam blockchain. Pengujian sistem dilakukan dengan metode black box, dan hasilnya menunjukkan bahwa fungsi-fungsi sistem telah diuji secara valid. Data yang telah divalidasi digunakan untuk menguji kepadatan jaringan berdasarkan zona waktu aktifitas Asia dan Eropa. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem blockchain yang diimplementasikan dalam permainan berhasil berjalan dengan baik. Pengguna dapat dengan mudah melacak data transaksi dan hadiah yang mereka terima dalam permainan tanpa risiko kebocoran data pribadi

Kata kunci—*Game, Blockchain, Smartcontract, Polygon mumbai testnet, Opensea tesnet, Metode Extreme programming, privasi*

Abstract—*Currently, technology is advancing rapidly, particularly in its integration with the internet. An illustrative example of this technological progress is the emergence of blockchain technology. Each instance of data storage within blockchain is inherently unique. What sets blockchain apart is its independence from the need for user data privacy when accessing an application. Blockchain serves as a facilitator for transactions within decentralized networks, such as cryptocurrencies, and boasts potential applications across a spectrum of industries, including logistics, healthcare, and gaming. In the gaming sector, blockchain implementation plays a vital role in safeguarding the security of in-game transaction data. This research harnesses the capabilities of the smart contract on the Polygon Mumbai testnet blockchain, serving as a transaction ledger, while the OpenSea testnet is utilized to reward users during gameplay. The study necessitates the development of two core systems: the blockchain system, which functions as the backend, and the gaming system, serving as the user-facing frontend. The research adopts the Extreme Programming development methodology, encompassing five stages: planning, design, coding, testing, and software increment. The system's construction draws on the JavaScript language for building the game system and establishing the connection between blockchain and the gaming platform. Additionally, the Solidity language is employed for the creation of the blockchain's smart contract system. Testing is conducted using the black box method, with results affirming the validity of the system's functionalities. Based on the validated data, further examinations are performed to assess network density within the Asian and European activity time zones. The blockchain system integrated into this game has been effectively deployed. Users can seamlessly track transaction data and the rewards they have earned within the game, all without concerns about potential breaches of their data privacy.*

Keywords—*Game, Blockchain, Smartcontract, Polygon mumbai testnet, Opensea tesnet, Metode Extreme programming, privacy*

I. Pendahuluan

Saat ini, teknologi berkembang dengan sangat cepat, terutama dengan koneksi internet yang semakin merajalela. Salah satu implementasi teknologi ini adalah blockchain, sebuah teknologi digital terdesentralisasi yang memungkinkan pencatatan transaksi dalam bentuk blok yang saling terhubung dan tidak dapat dimodifikasi. Blockchain sering digunakan untuk memfasilitasi transaksi dalam jaringan terdesentralisasi seperti mata uang kripto, dan juga memiliki potensi aplikasi dalam berbagai industri, termasuk logistik, kesehatan, dan permainan. Penerapan blockchain dapat berguna dalam industri permainan untuk memastikan keamanan permainan tersebut. Sebagian besar permainan online saat ini masih menggunakan jaringan terpusat dan mencoba meningkatkan privasi pada server game mereka. Untuk mengatasi masalah kecurangan dan pencurian dalam permainan online yang menggunakan jaringan terpusat, kita dapat beralih ke sistem jaringan terdesentralisasi. Ini berarti setiap pemain dapat terhubung dan melihat transaksi yang terjadi dalam sebuah *smart contract* tanpa perlu pihak ketiga.

Dalam konteks komputasi, arsitektur jaringan terdesentralisasi mendistribusikan beban kerja di antara beberapa mesin daripada mengandalkan satu server pusat. Pemain dapat melakukan transaksi data secara langsung tanpa intervensi pihak ketiga. Proses pencatatan transaksi dengan enkripsi dalam jaringan terdesentralisasi dikenal sebagai blockchain. Setiap transaksi dicatat dalam bentuk blok, dan setiap blok berisi data seperti waktu transaksi, validasi oleh, ukuran, penggunaan gas, dan imbalan blok, serta data lainnya. Setiap transaksi yang tercatat dalam blok baru akan terhubung dengan blok sebelumnya, sehingga perubahan data transaksi akan dengan cepat terdeteksi oleh pengguna atau pemain lainnya.

Pengguna merasa lebih aman saat permainan menggunakan rekam jejak dari blockchain karena teknologi ini memastikan bahwa informasi yang disimpan di dalamnya tidak dapat dimodifikasi atau dipalsukan oleh pihak yang tidak berwenang

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Game

Game yang merupakan sebuah kata yang berasal dari bahasa Inggris dan diterjemahkan ke bahasa Indonesia yang berarti permainan. "Permainan adalah sesuatu yang dapat dimainkan dengan aturan tertentu sehingga ada pihak yang menang dan ada pihak yang kalah, biasanya *game* dilakukan dengan tidak serius atau dengan tujuan menghibur".[1]

B. Game Online

Game online adalah jenis permainan yang umumnya dimainkan melalui jaringan internet atau media serupa dan selalu mengandalkan teknologi yang tersedia saat ini, seperti modem dan koneksi kabel. Dalam bahasa Indonesia, istilah "game online" sering disebut sebagai "permainan daring." Permainan daring dibagi menjadi dua jenis utama, yaitu server-side dan client-side[2]

C. Game Platform

Game platform adalah jenis permainan aksi di mana pemain harus mengendalikan karakter dan menghindari rintangan yang telah disusun, sering disebut sebagai permainan "jump and run". *Game platform* ini memiliki desain berupa medan atau rintangan tertentu, serta pemberian poin sebagai penghargaan. Pemain yang berhasil melewati rintangan akan menerima reward berupa non fungible token (NFT) sesuai dengan aturannya.[3]

D. Blockchain

Blockchain adalah sebuah catatan besar digital yang bersifat terbuka dan terus diperbarui oleh pengguna yang tidak dapat dihitung jumlahnya. *Blockchain* terdiri dari dua jenis catatan, yaitu transaksi dan blok. [4]

E. Ethereum

Ethereum adalah salah satu jenis blockchain selain Bitcoin. Ethereum adalah *platform* blockchain yang menggunakan *smart contract* untuk menciptakan blok data transaksi. *Smart contract* ini memudahkan penulisan transaksi keuangan dengan pengguna lain dalam suatu sistem. Menurut Vitalik Buterin, pencipta Ethereum, komponen kunci dari Ethereum adalah konsep blockchain itu sendiri.[5]

- 1) *Proof Of Work* merupakan sebuah protokol yang memiliki tujuan untuk menghindari serangan cyber. Contoh serangan yang biasa terjadi di jaringan internet yaitu distributed denial-of-service (DdoS), yang membuat habis tenaga sumber daya dari suatu sistem komputer karena mengirim beberapa permintaan palsu.
- 2) *Proof Of Stake* atau PoS adalah metode lain untuk memvalidasi sebuah transaksi berdasarkan kesepakatan bersama secara hasil. PoS masih berupa algoritma yang bertujuan sama dengan proof-of-work, namun cara kerja untuk mencapai tujuan sangat berbeda.
- 3) *Smartcontract* adalah perjanjian otomatis dimana persyaratan perjanjian komersial antara pembeli dan penjual dimasukkan langsung ke dalam baris kode. Kode ini disimpan di setiap node di seluruh jaringan blockchain. Program berikut memberikan kontrol yang lengkap dan transparan atas semua transaksi menggunakan teknologi blockchain.
- 4) *Polygon (matic)* adalah protokol yang berfungsi sebagai penghubung beberapa jaringan blockchain dan semuanya telah kompatibel dengan Ethereum. Produk ini mampu memberikan solusi atas lambatnya kecepatan maupun tingginya gas fee tanpa mengesampingkan keamanan pengguna.
- 5) *E-wallet* didefinisikan sebagai mata uang digital, di mana terdapat kemudahan dalam berbelanja tanpa perlu membawa uang dalam bentuk fisik (nontunai) dan dapat disalurkan pada saat melakukan kegiatan lain
- 6) *Quicknode* merupakan jasa penyedia untuk membangun aplikasi blockchain dan meningkatkannya seiring pertumbuhan. Quicknode berinteraksi langsung dengan Ethereum blockchain dan menjalankan node sesuai kepentingan pengguna. QuickNode juga membuat host untuk *platform* infrastruktur Web3, membantu pengembang & bisnis membangun, meluncurkan, dan menskalakan aplikasi bertenaga blockchain (dApps).
- 7) Metamask merupakan wallet yang diciptakan menggunakan jaringan ethereum yang nantinya memudahkan user untuk melakukan komunikasi seperti transaksi dan juga kegiatan dalam sebuah *platform*, metamask akan memberikan address yang berbeda beda dan juga user bisa membuat beberapa wallet dalam metamask.[5]

F. *Web 3.0*

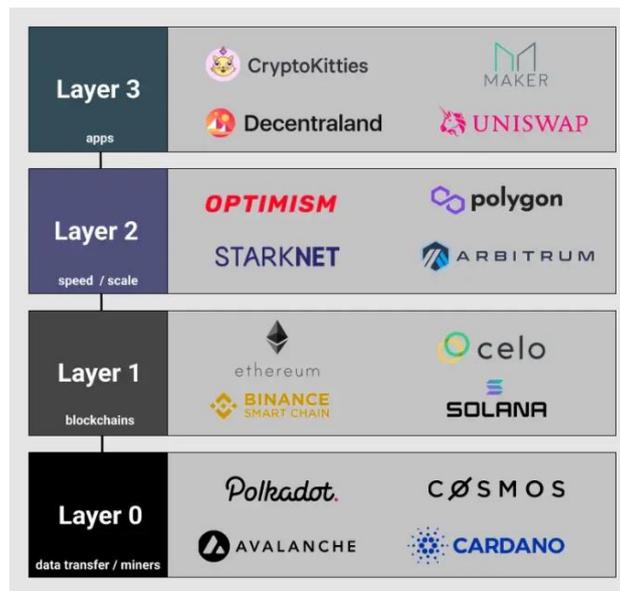
Konsep Web 3.0 pertama kali diperkenalkan pada tahun 2001 ketika Tim Berners-Lee, pencipta World Wide Web, mempublikasikan artikel ilmiah yang memvisualisasikan Web 3.0 sebagai suatu sarana di mana mesin dapat membaca halaman web. Dalam konteks ini, mesin akan memiliki kemampuan membaca web sebagaimana yang dapat dilakukan oleh manusia saat ini. Web 3.0 digunakan untuk menghubungkan jaringan lokal dan jarak jauh ke jaringan Ethereum dengan menggunakan protokol koneksi HTTP dan IPC.[6]

G. *Non Fungible Token (NFT)*

Non Fungible Token (NFT) adalah jenis aset dalam dunia *cryptocurrency*. NFT berbeda dari *cryptocurrency* lainnya, seperti Bitcoin, yang memiliki sifat fungibilitas. Fungibilitas adalah kemampuan suatu aset untuk ditukar atau diganti dengan aset serupa yang memiliki nilai yang sama. Sebagai contoh, menukar 1 Bitcoin dengan 1 Bitcoin lainnya nilainya tetap sama. Sebaliknya, NFT memiliki sifat non-fungibilitas yang berarti bahwa setiap karya yang dikeluarkan dalam bentuk NFT akan memiliki catatan transaksi unik di dalam blockchain, dan tidak dapat ditukar dengan NFT lain secara satu lawan satu.[4]

H. *Jaringan Polygon*

Polygon, sebelumnya dikenal sebagai jaringan Matic, adalah sebuah sidechain atau blockchain *Layer-2* yang menyediakan solusi untuk mengatasi permasalahan skala (*scaling solution*) dalam jaringan utama Ethereum (*mainchain*). Polygon bertujuan untuk meningkatkan kapasitas dan kecepatan transaksi Ethereum. Ini berfungsi sebagai lapisan tambahan di atas Ethereum dan memungkinkan aplikasi terdesentralisasi (dApps) untuk berjalan lebih efisien, dengan biaya yang lebih rendah, dan waktu konfirmasi yang lebih cepat, tanpa mengorbankan keamanan pengguna.[5]



Gambar 1 *Layer Blockchain*

Layer blockchain terdiri dari 4 *Layer* seperti pada gambar 1, dengan fungsinya masing-masing sebagai berikut:

Layer 0 adalah fondasi dari seluruh ekosistem internet, mencakup infrastruktur fisik seperti perangkat keras dan konektivitas yang memungkinkan *Layer 1*, seperti Bitcoin, untuk beroperasi dengan efisien. Lapisan 0 memungkinkan beberapa hal, termasuk pengiriman data melalui internet.

Layer 1, yang terdiri dari blockchain seperti Bitcoin dan Ethereum, bertanggung jawab untuk memproses dan mencatat transaksi di dalam blockchain mereka sendiri. Di sini, aspek-aspek teknis seperti konsensus (Proof of Work atau Proof of Stake) dan rincian seputar waktu blok dan penyelesaian sengketa ditentukan. Trilemma blockchain, yang terdiri dari desentralisasi, keamanan, dan skalabilitas, adalah tiga elemen kunci yang harus diperhatikan. Sampai saat ini, belum ada satu pun blockchain yang berhasil mengatasi semua tiga aspek ini secara bersamaan.

Layer 2, yang biasanya disebut sebagai side chain, merupakan integrasi dari pihak ketiga yang bekerja sama dengan *Layer 1* untuk meningkatkan skalabilitas dan throughput transaksi sistem. Hal ini membantu mengatasi keterbatasan jumlah transaksi per detik yang dapat ditangani oleh *Layer 1*.

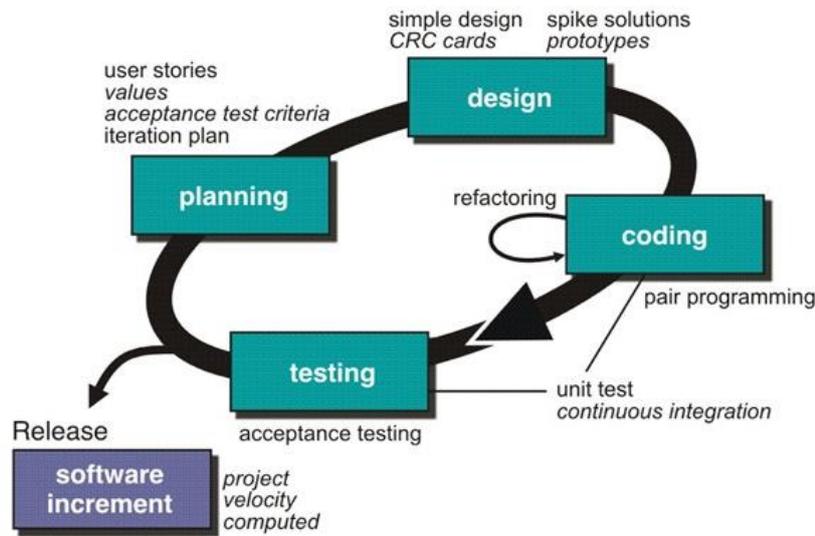
Layer 3 adalah lapisan aplikasi yang merupakan antarmuka pengguna yang sebenarnya yang digunakan oleh kita sebagai pengguna akhir. [5]

Pada konteks yang berbeda, perbedaan antara Centralized Network dan Decentralized Network juga dijelaskan. Centralized Network adalah jenis jaringan yang berpusat di sekitar satu server atau kelompok server yang mengendalikan semua operasi inti dalam jaringan. Server pusat ini menjalankan aplikasi yang mengelola komunikasi di seluruh jaringan, dan peserta harus berinteraksi melalui sumber pusat ini. Jika sumber pusat mengalami masalah, maka seluruh jaringan dapat terganggu. [5]

Sebaliknya, Decentralized Network adalah jenis jaringan yang mendistribusikan data, informasi, dan beban kerja ke berbagai komputer yang berpartisipasi dalam jaringan. Ini memungkinkan tingkat toleransi kesalahan yang lebih tinggi karena komponen utama jaringan didistribusikan di beberapa mesin. Jika satu mesin dalam jaringan mati, jaringan secara keseluruhan masih dapat berfungsi. [5]

III. Metodologi Penelitian

Model Pengembangan pengembangan yang dipakai pada penelitian ini adalah menggunakan Metode Extreme Programming, dengan urutan seperti yang dilustrasikan pada gambar 2.



Gambar 2. Metode Extreme Programming

Tahapan Model Pengembangan (Extreme Programming)

- Perencanaan (*Planning*) Tahap ini dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan sistem agar pengguna dapat memahami bagaimana sistem akan beroperasi dan mendapatkan pemahaman yang jelas tentang fitur, fungsionalitas, dan output yang diinginkan. Dalam pengembangan game berbasis web, tahap ini melibatkan pengidentifikasian masalah yang sering terjadi dalam lingkungan permainan dan analisis kebutuhan pengguna terhadap sistem yang akan dibangun.
- Perancangan (*Design*) Pada tahap perancangan, sistem direncanakan berdasarkan hasil analisis kebutuhan yang telah diperoleh. Selain itu, desain untuk permainan yang akan dijalankan atau diuji juga dibuat. Pemodelan sistem melibatkan pembuatan flowchart untuk permainan, perancangan sistem transaksi dalam blockchain, dan arsitektur pencatatan data pada blockchain Ethereum.
- Implementasi (*Coding*) Tahap implementasi melibatkan pembuatan prototipe perangkat lunak berdasarkan desain sistem yang telah dibuat. Dalam pengembangan game berbasis web, bahasa pemrograman JavaScript digunakan bersama dengan HTML dan CSS. Untuk bagian implementasi blockchain dan NFT, bahasa Solidity dari blockchain Ethereum digunakan, sementara NFT menggunakan API dari Pinata untuk menghubungkan sistem ke dompet pengguna.
- Pengujian (*Testing*) Tahap ini melibatkan pengujian aplikasi yang telah dibangun oleh pengguna sistem, dengan fokus pada fitur dan fungsionalitas sistem secara keseluruhan. Metode pengujian yang digunakan untuk game berbasis web dengan blockchain adalah Black-Box Testing. Pengujian blackbox berfokus pada fungsionalitas, khususnya pada input dan output aplikasi untuk memastikan bahwa mereka sesuai dengan harapan. Ini melibatkan pengujian masukan dan keluaran sistem. Hasil pengujian diamati melalui data uji dan pemeriksaan fungsional perangkat lunak. Beberapa aspek yang diuji menggunakan metode blackbox meliputi:
 - Masukan dan keluaran sistem untuk memastikan kesesuaian dengan yang diharapkan.
 - Fungsionalitas perangkat lunak dalam berbagai situasi.
 - Kinerja sistem dan responsnya terhadap beban kerja yang berbeda.

Tabel 1. Rencana pengujian transaksi menggunakan *blockchain ethereum* pada game *platform*

| Requirement yang diuji | Butir yang diuji |
|--|---|
| <i>Login</i> | Melakukan login sesuai dengan <i>wallet</i> yang telah dimiliki |
| <i>Game skor</i> | Pemain mendapatkan poin sesuai dengan apa yang diperoleh |
| <i>Trigger Button Connect Metamask</i> | Menghubungkan antara <i>game</i> dengan <i>wallet metamask</i> |
| <i>Transaction Trigger Claim Token</i> | Membuat request transaksi ketika pemain ingin menukarkan poin dengan token |
| <i>Transaction Trigger Claim NFT</i> | Membuat request transaksi ketika pemain ingin menukarkan poin <i>NFT</i> dengan item <i>NFT</i> di <i>opensea testnet</i> |
| <i>Trigger Button Check My NFT</i> | Mengarahkan <i>user</i> ke dalam <i>opensea testnet</i> |
| Data Transaksi | Menambahkan seluruh data transaksi yang terjadi dalam buku <i>blockchain</i> |
| Data <i>NFT</i> | Menambahkan data <i>NFT</i> ke <i>opensea testnet</i> sesuai jumlah item yang diperoleh pemain. |

Peningkatan Perangkat Lunak (*Software Increment*)

Tahap ini adalah tahap di mana aplikasi dirilis dan sistem yang telah dibangun secara bertahap dievaluasi setelah diimplementasikan dalam organisasi. Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap kinerja sistem yang berjalan dalam program tersebut. Selanjutnya, dilakukan penambahan layanan atau konten yang akan meningkatkan kemampuan fungsionalitas sistem tersebut

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

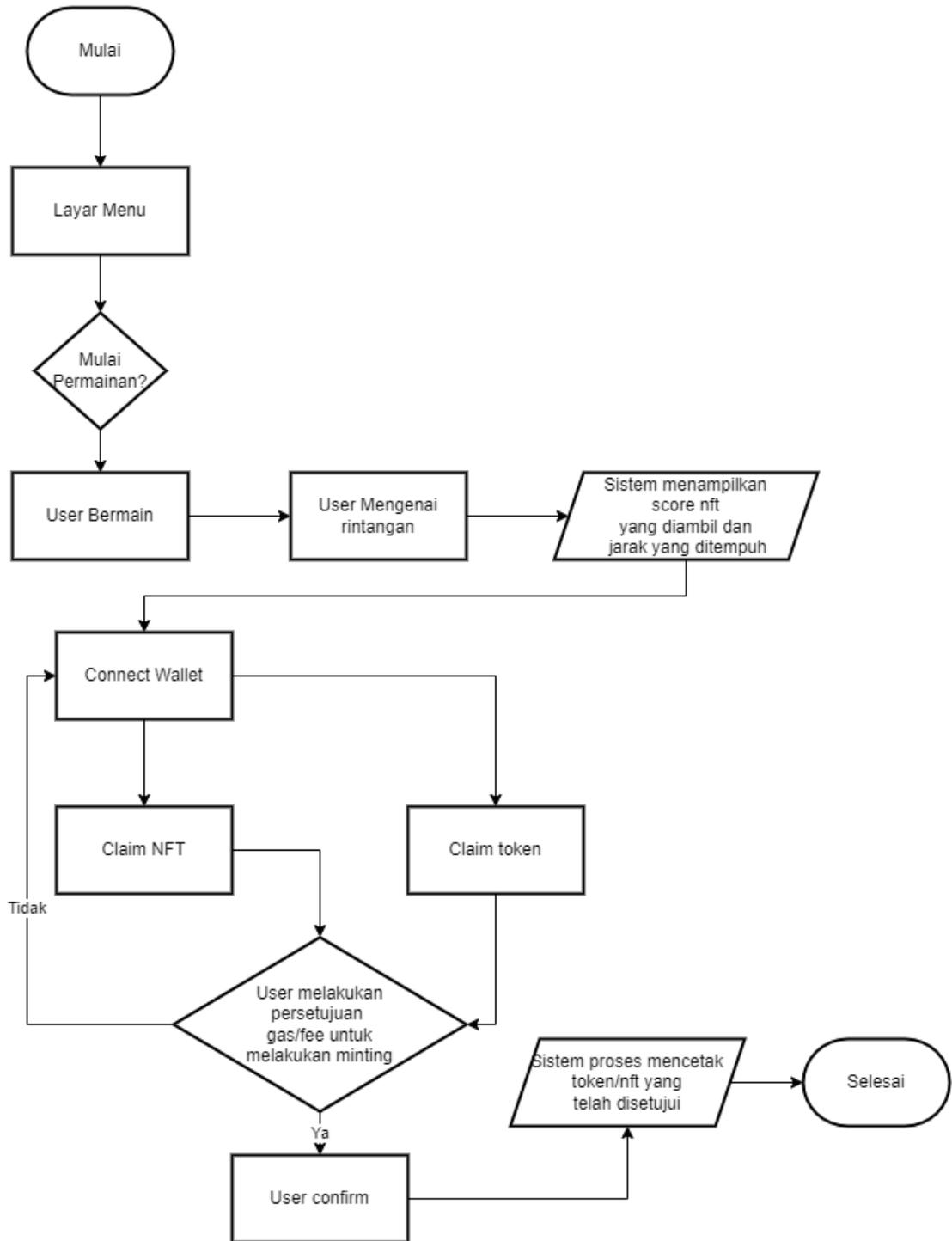
Pada tahap awal penelitian ini, perencanaan dimulai dengan merancang kebutuhan untuk mengembangkan sebuah game dalam lingkup blockchain. Data penelitian diperoleh dari penelitian Newzoo [18], yang mengindikasikan minat pengguna terhadap kategori game tertentu, termasuk game *arcade/platform*. Tujuan pengguna dalam menggunakan game berbasis blockchain adalah untuk menghasilkan keuntungan atau sekadar bersenang-senang.

Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem game berbasis blockchain memiliki potensi pasar yang menarik bagi pengguna. Perencanaan untuk *platform* game dimulai dengan pengembangan game yang akan digunakan sebagai dasar. Selanjutnya, akan dilakukan pengembangan dengan memanfaatkan teknologi blockchain.

Berdasarkan data yang menunjukkan bahwa "Prospect Ask For Lower Cost of Entry" (Prospek Menginginkan Biaya Masuk yang Lebih Rendah), elemen-elemen yang diperlukan dalam game meliputi pemahaman tentang *cryptocurrency* (crypto) dan *NFT* (Non-Fungible Token), serta integrasi teknologi yang mudah diakses oleh pengguna dengan lebih banyak aspek kesenangan dan kegembiraan dalam game.

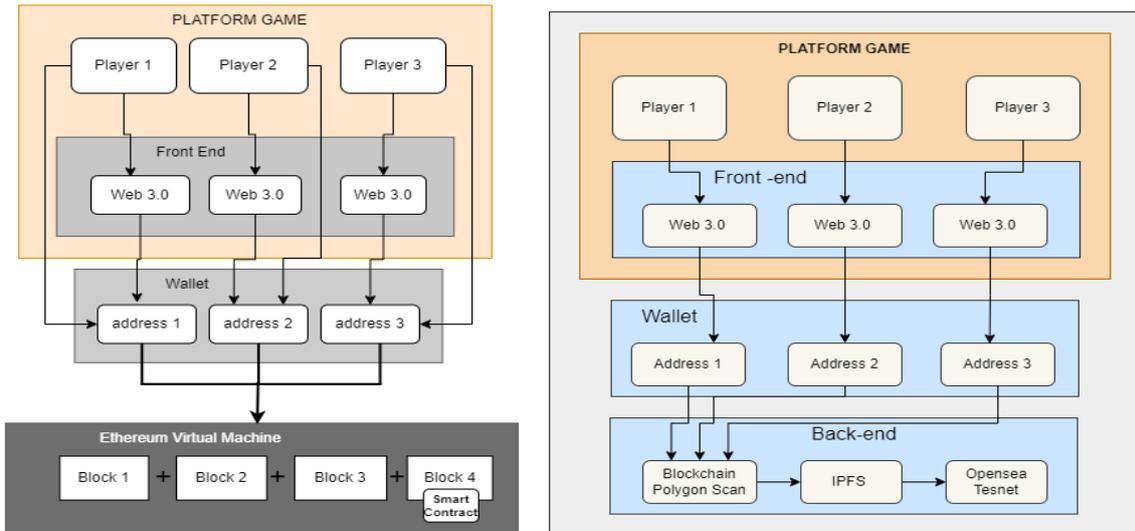
Dengan mempertimbangkan elemen-elemen yang dibutuhkan ini, peneliti kemudian merancang fitur-fitur dalam game yang melibatkan penggunaan blockchain dan *NFT* sebagai bagian integral dari pengalaman bermain game tersebut.

- Tahap Perancangan Sistem Game



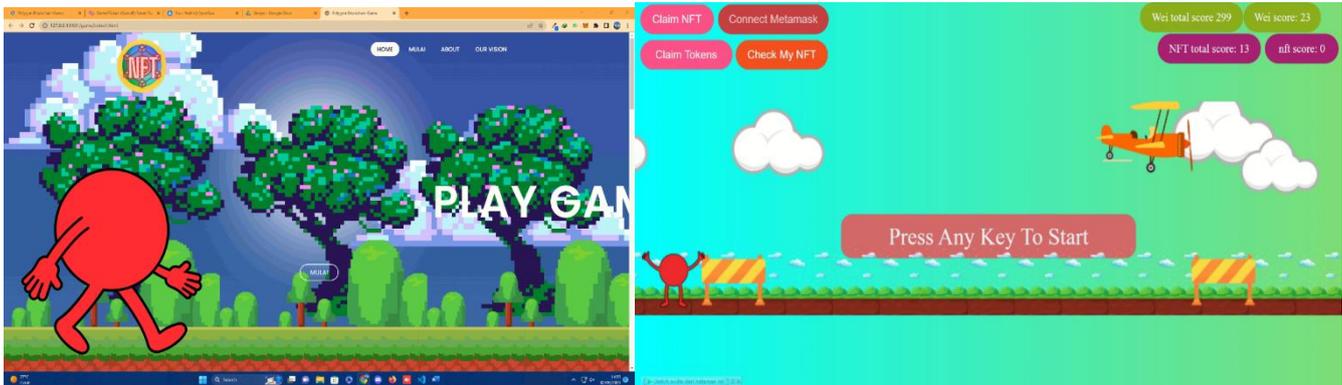
Gambar 3. Diagram Alir game

- Tahap Perancangan Sistem Blockchain dan Opensea testnet



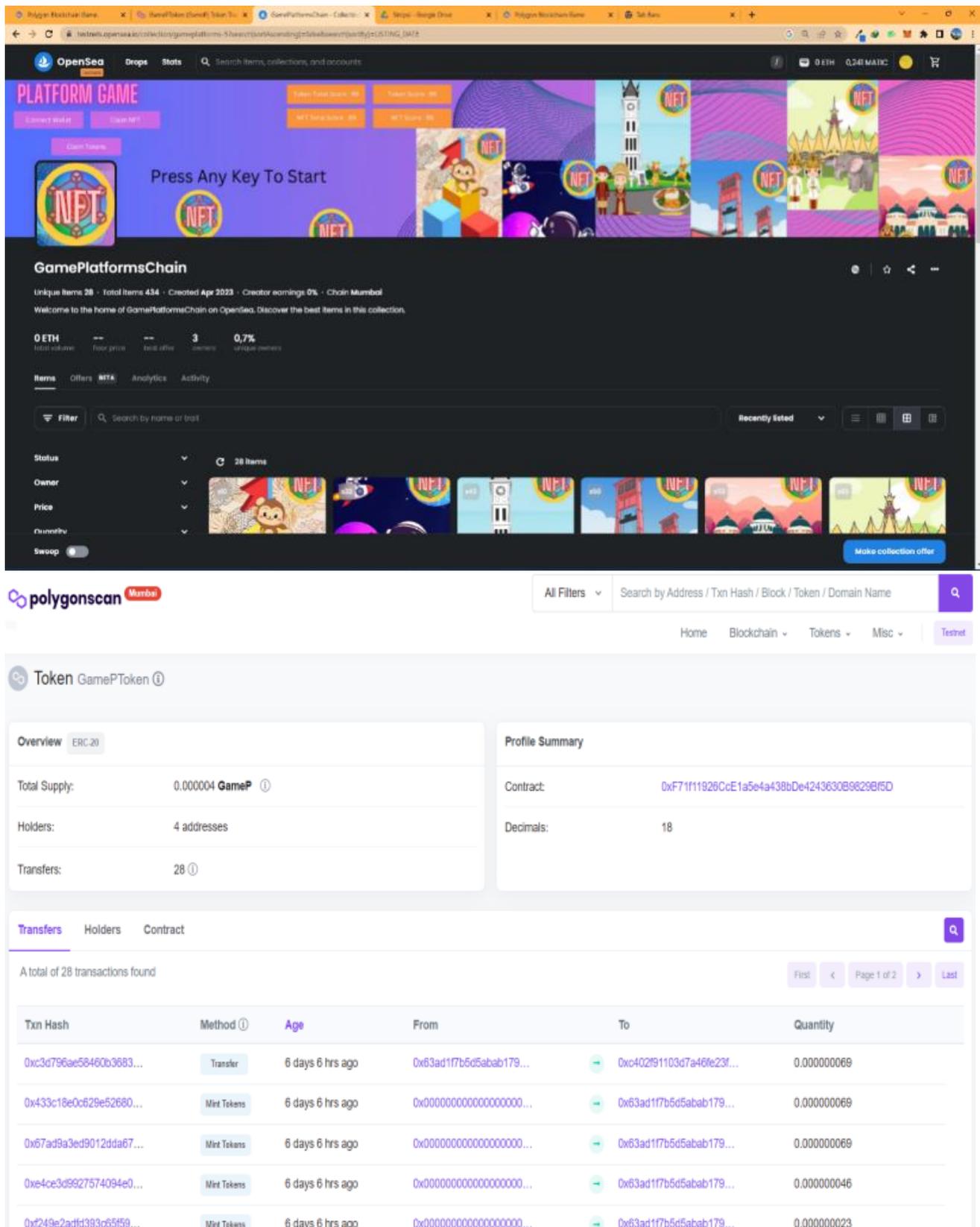
Gambar 4 Perancangan Sistem Blockchain dan Opensea Testnet

Perencanaan sistem untuk game ini melibatkan dua komponen utama. Komponen pertama adalah sistem blockchain yang bertugas mencatat semua transaksi pengguna saat mereka bermain game, termasuk pencapaian mereka dalam menaklukkan berbagai rintangan. Sementara itu, komponen kedua adalah sistem NFT yang berperan dalam memberikan hadiah berupa gambar di jaringan uji Opensea, sejalan dengan jumlah poin yang berhasil dikumpulkan oleh pengguna



Gambar 5 Halaman Utama Game

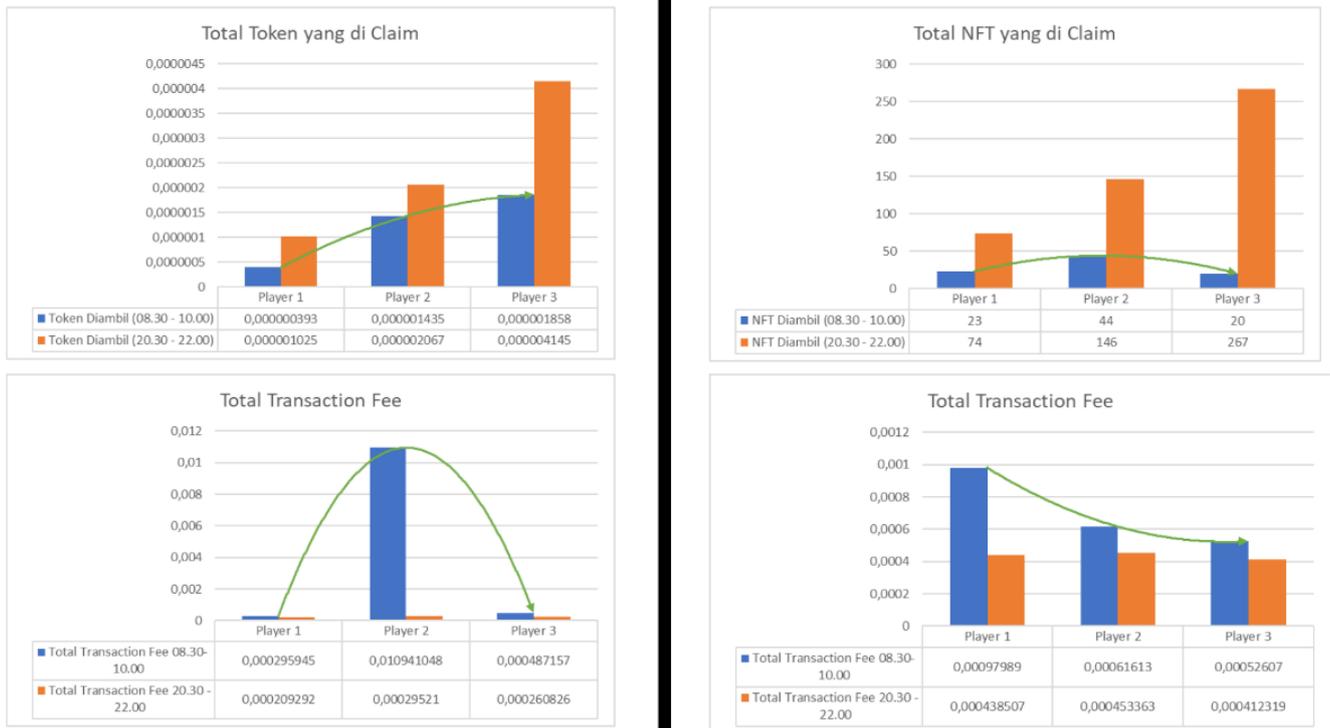
Pengguna dapat dengan mudah mengakses halaman ini dan mulai bermain game tanpa harus mengungkapkan identitas pribadi apa pun. Mereka hanya perlu memiliki alamat wallet yang dapat mereka hasilkan melalui Metamask. Alamat wallet ini berfungsi sebagai pengenal unik bagi pengguna dan digunakan untuk mencatat semua kejadian yang terjadi selama mereka bermain game.



Gambar 6 Halaman Pencatatan Sistem

Di halaman ini, pengguna memiliki kemampuan untuk mengakses informasi terkait peristiwa yang terjadi dalam game. Mereka dapat melihat semua transaksi yang terjadi di antara pengguna lain, yang mana hal ini dapat membantu dalam mengurangi potensi kecurangan dan anomali transaksi dalam game. Pengguna dapat

memantau dengan cermat apakah transaksi yang dilakukan telah sesuai dengan proses penukaran yang seharusnya terjadi.



Gambar 7 Indikator kepadatan jaringan dari *transaction fee*

Berdasarkan data grafik dalam Gambar 7, kita dapat melihat informasi tentang total biaya transaksi. Besar biaya transaksi ini mencerminkan tingkat lalu lintas yang tinggi dalam jaringan blockchain saat transaksi dilakukan. Tingkat lalu lintas jaringan ini dapat dipantau melalui Metamask, yang memberikan notifikasi mengenai tingkat lalu lintas yang sedang berlangsung.

Tingkat lalu lintas jaringan biasanya ditandai oleh biaya transaksi yang tinggi saat seseorang membuat transaksi. Data menunjukkan bahwa biaya transaksi klaim token tertinggi terjadi pada rentang waktu antara pukul 08.30 hingga 10.00 WIB, dan pada saat itu, *Player 2* memiliki biaya transaksi tertinggi. Sementara itu, untuk klaim NFT, biaya transaksi tertinggi juga terjadi pada rentang waktu yang sama, yaitu antara pukul 08.30 hingga 10.00 WIB, dengan *Player 1* memiliki biaya transaksi tertinggi.

Dari data tersebut, kita dapat menganalisis bahwa rentang waktu antara pukul 08.30 hingga 10.00 WIB adalah saat terjadi tingkat lalu lintas yang tinggi dalam jaringan. Hal ini mungkin disebabkan oleh aktivitas yang tinggi dalam wilayah Asia pada jam-jam tersebut

V.KESIMPULAN DAN SARAN

Untuk membangun sebuah *smart contract* dalam game, diperlukan sebuah *wallet* yang berisi *cryptocurrency Matic*. Setelah *smart contract* dibangun, kontrak tersebut digunakan untuk mencatat seluruh transaksi yang terjadi. Untuk membangun NFT dalam game, diperlukan sebuah *smart contract* yang akan terhubung ke *Opensea testnet* dengan menggunakan bahasa JSON dan Pinata IPFS, sehingga pencatatan NFT dapat berjalan di *Opensea testnet*. Tahapan dalam membangun sistem game di jaringan Polygon Mumbai testnet melibatkan perencanaan, perancangan antarmuka pemain, pemrograman, dan pengujian. Perencanaan ini termasuk dalam memprogram *smart contract* menggunakan bahasa JavaScript untuk menghubungkan sistem game dengan sistem pencatatan blockchain di jaringan Polygon Mumbai testnet, yang kemudian diuji.

Penulis menggunakan pendekatan ini agar proyek yang dihasilkan terstruktur. Pengujian sistem game dan blockchain menggunakan metode blackbox, yang dilakukan oleh peneliti sendiri, dengan tujuan untuk memastikan bahwa sistem game dapat berjalan di dalam blockchain jaringan Polygon Mumbai testnet.

Saran untuk penelitian berikutnya adalah agar sistem game ini dapat diintegrasikan dengan jaringan blockchain lainnya. Ini akan membantu dalam menentukan biaya yang diperlukan untuk memproses transaksi, yang dapat menjadi indikator kepadatan jaringan di ekosistem yang berbeda. Selanjutnya, pengembangan dapat melibatkan hosting game dan blockchain untuk memungkinkan pengguna nyata yang memiliki dompet mereka masing-masing untuk bermain. Mengembangkan game blockchain dalam *platform* mobile juga dapat meningkatkan jumlah pengguna. Metode peta empati dapat digunakan untuk memahami pengalaman pengguna dalam mengatasi masalah yang mungkin muncul dalam sistem game blockchain.

Daftar Pustaka

- [1] A. Suryadi, "Perancangan Aplikasi Game Edukasi Menggunakan Model Waterfall," *J. Petik*, vol. 3, no. 1, p. 8, 2018, doi: 10.31980/jpetik.v3i1.352.
- [2] G. Sakul, D. Wonggo, and ..., "Perancangan Game Edukasi Matematika Dasar Untuk Anak Sd Kelas 1 Berbasis 3D," ... *Educ. Journal-E2J*, vol. 6, no. 2, 2018, [Online].
- [3] G. G. Study, "How consumers engage with video games today," 2023.
- [4] Q. Wang, R. Li, Q. Wang, and S. Chen, "Non-Fungible Token (NFT): Overview, Evaluation, Opportunities and Challenges," 2021, [Online]
- [5] J. Kanani, A. Arjun, S. Nailwal, and M. Bjelic, "Ethereum's Internet of Blockchain." pp. 1–16, 2021
- [6] M. Wohrer and U. Zdun, "Smart contracts: Security patterns in the ethereum ecosystem and solidity," *2018 IEEE 1st Int. Work. Blockchain Oriented Softw. Eng. IWBOSE 2018 - Proc.*, vol. 2018–Janua, pp. 2–8, 2018, doi: 10.1109/IWBOSE.2018.8327565.