

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi digital yang pesat dalam beberapa dekade terakhir telah membawa perubahan besar dalam berbagai sektor, termasuk ekosistem penelitian ilmiah. Salah satu inovasi yang muncul dari transformasi ini adalah konsep *Decentralized Science* (DeSci), merupakan pendekatan baru dalam dunia penelitian ilmiah yang memanfaatkan teknologi *Distributed Ledger Technology* (DLT), yaitu *blockchain*, untuk menciptakan ekosistem penelitian yang lebih terbuka, transparan, dan dapat diakses oleh semua pihak [1]. Teknologi ini memungkinkan desentralisasi dalam berbagai proses penting, seperti pendanaan, publikasi, dan pengelolaan data penelitian [2], sehingga mengurangi ketergantungan pada otoritas pusat dan meningkatkan partisipasi ilmiah secara transparan [3].

Ekosistem *repository* penelitian ilmiah dan akademik masih sangat bergantung pada infrastruktur terpusat. Ketergantungan ini menciptakan berbagai kerentanan, seperti risiko *single point of failure* akibat gangguan teknis, serangan siber, atau kebijakan institusional yang dapat menyebabkan hilangnya akses terhadap data penelitian secara permanen [4]. Di kutip dari Cso Online Pelanggaran data besar-besaran dilaporkan telah mengekspos sekitar empat miliar catatan yang berisi informasi pribadi ratusan juta pengguna terutama dari China ini menjadi kerentanan *centralized server* [5], Selain itu, struktur yang terpusat memberi wewenang eksklusif kepada pengelola untuk mengatur akses dan publikasi, sehingga membuka peluang terjadinya manipulasi data, dan kurangnya transparansi dalam proses verifikasi ilmiah. Kondisi ini bertentangan dengan prinsip dasar *Open Science*, sebuah gerakan global yang secara resmi didukung oleh UNESCO untuk mendorong akses terbuka terhadap pengetahuan ilmiah, proses yang transparan, dan reproduktibilitas hasil oleh komunitas global [6].

Blockchain yang di pertama kali diperkenalkan oleh Satoshi Nakamoto [7], merupakan teknologi terdesentralisasi yang dirancang khusus untuk mencatat transaksi secara permanen dan transparan dalam struktur data berbentuk rantai blok. Setiap blok berisi sekumpulan data yang telah melalui proses validasi dan

dihubungkan secara kriptografis dengan blok sebelumnya. Proses ini menjamin integritas data dan membuatnya tidak dapat diubah tanpa persetujuan seluruh jaringan. Karena sifatnya yang *immutabel* dan terdistribusi, *blockchain* banyak diimplementasikan dalam sistem yang membutuhkan keamanan tinggi dan auditabilitas, seperti keuangan, logistik, serta manajemen data penelitian.

Solana merupakan platform *blockchain* terdesentralisasi yang dirancang khusus untuk menyediakan infrastruktur transaksi yang cepat, skalabel, dan berbiaya rendah [8]. Teknologi ini menggunakan mekanisme konsensus hibrida yang menggabungkan *Proof of History* (PoH) dan *Proof of Stake* (PoS), sehingga mampu mencapai throughput tinggi dengan latensi rendah tanpa mengorbankan keamanan jaringan. Setiap transaksi yang terjadi di jaringan Solana dicatat secara permanen dalam blok yang saling terhubung secara kriptografis, menjamin integritas dan keabsahan data secara transparan. Berkat efisiensi dan performanya yang tinggi, Solana banyak digunakan dalam pembangunan aplikasi terdesentralisasi (*dApps*), keuangan terdesentralisasi (*DeFi*), serta manajemen data ilmiah berbasis *blockchain* yang membutuhkan kecepatan dan skalabilitas tinggi.

InterPlanetary File System (IPFS) merupakan sistem penyimpanan terdistribusi yang dirancang khusus untuk menyimpan dan mendistribusikan data secara efisien tanpa bergantung pada server pusat [9]. Arsitekturnya menggunakan sistem identifikasi berbasis *hash* untuk setiap *file* yang disimpan, sehingga data dapat diakses melalui alamat unik yang mencerminkan isi *file* tersebut. Pendekatan ini menjamin integritas data dan mencegah terjadinya duplikasi maupun manipulasi informasi. Karena sifatnya yang terdesentralisasi, IPFS banyak digunakan dalam aplikasi yang menuntut keandalan tinggi dalam penyimpanan dan distribusi data digital, termasuk arsip dokumen, konten web, dan data penelitian ilmiah.

Salah satu teknologi utama dalam pembangunan DeSci adalah *InterPlanetary File System* (IPFS) [10], yaitu sistem penyimpanan data terdistribusi berbasis *hash* yang memungkinkan data disimpan secara aman, tidak dapat diubah, dan tidak bergantung pada server pusat [11]. IPFS dapat dikombinasikan dengan *blockchain* Solana, yang dikenal memiliki kecepatan tinggi dan biaya transaksi rendah, untuk menyimpan *hash* unik dari data penelitian. Dengan integrasi Solana dan *framework*

seperti Anchor, *smart contract* dapat digunakan untuk mengatur hak akses, otorisasi, dan verifikasi hasil penelitian mahasiswa secara otomatis.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penggunaan teknologi *blockchain* dan IPFS dapat meningkatkan keterbukaan akses publikasi ilmiah [12] serta memberikan perlindungan terhadap manipulasi data dengan pencatatan yang tidak dapat diubah dan transparan. Selain itu, penggunaan *smart contract* telah terbukti efektif dalam mengatur hak akses dokumen penelitian di berbagai platform terdesentralisasi [13].

Penelitian ini bertujuan untuk membangun sebuah *framework repository* berbasis *blockchain* Solana dan IPFS guna mendukung penyimpanan hasil penelitian mahasiswa secara aman, efisien, dan transparan. *Framework* ini tidak hanya menjamin integritas dan *immutable* data, tetapi juga memungkinkan desentralisasi dalam proses verifikasi dan pengelolaan hak akses melalui smart contract [14] berbasis Anchor.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan sebelumnya, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun sebuah *framework repository* desentralisasi berbasis teknologi *blockchain* yang dapat digunakan untuk memfasilitasi penyimpanan hasil penelitian mahasiswa secara aman, transparan, dan tanpa ketergantungan pada server terpusat?
2. Bagaimana kinerja dari arsitektur hibrida yang mengintegrasikan *blockchain* Solana dan IPFS dalam menangani proses unggah dan pencatatan data penelitian?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini untuk :

1. Membangun prototipe *framework repository* desentralisasi berbasis teknologi *blockchain* yang dapat digunakan untuk memfasilitasi penyimpanan hasil penelitian mahasiswa secara aman, transparan, dan terdesentralisasi dengan menggunakan teknologi Solana *blockchain*, *smart contract*, dan IPFS.

2. Mengetahui kinerja (*throughput* dan efisiensi biaya) dari prototipe yang dikembangkan untuk memvalidasi kelayakan arsitektur hibrida Solana dan IPFS dalam menangani proses unggah dan pencatatan data penelitian.

1.4 Batasan Penelitian

Agar tema pada penelitian ini tidak keluar dari jalurnya, maka diperlukan pembatasan masalah yang di antara adalah sebagai berikut:

- a. *Framework* yang dibangun hanya sebatas *prototype repository* yang dijalankan dalam lingkungan Devnet Solana dan IPFS Pinata *Pinning Service*.
- b. Penelitian ini fokus pada proses penyimpanan *metadata* penelitian (seperti judul, penulis, dan *hash* IPFS) ke dalam *blockchain*, dan tidak mencakup proses peninjauan atau validasi konten ilmiah secara otomatis (*peer review*).
- c. Dokumen penelitian mahasiswa yang disimpan menggunakan IPFS dibatasi pada format PDF dan maksimal ukuran file 10mb.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat seperti yang tercantum di bawah ini:

1) Bagi Pengguna

Penelitian ini bertujuan untuk menyediakan sebuah platform yang aman dan transparan untuk menyimpan karya ilmiah, sehingga integritas data terjamin dan mahasiswa memiliki kedaulatan penuh atas kepemilikan intelektual mereka secara kriptografis.

2) Bagi Penulis

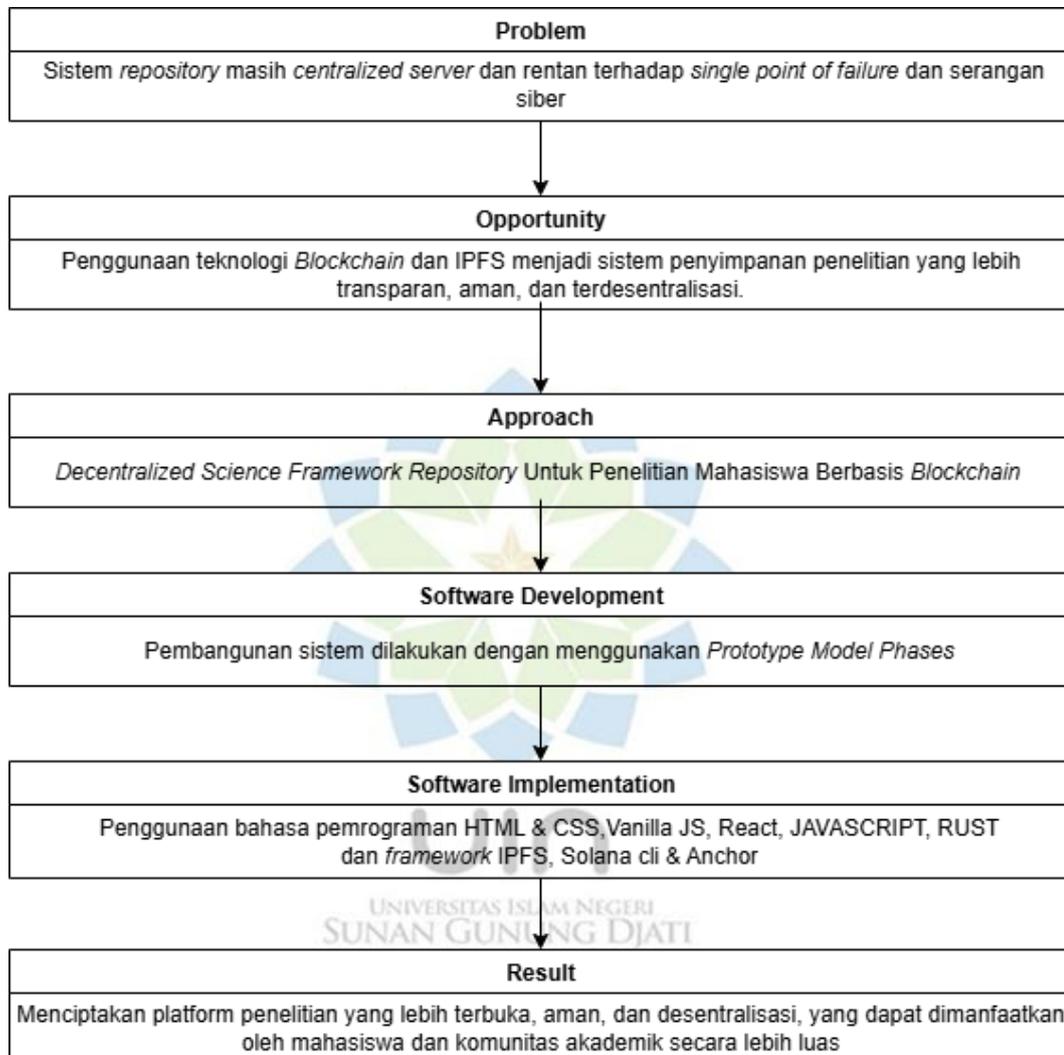
Penelitian ini memberikan kesempatan bagi penulis untuk mendapatkan pengalaman praktis dalam merancang arsitektur sistem terdesentralisasi yang kompleks dengan teknologi seperti *blockchain* Solana dan IPFS. Selain itu, penelitian ini menjadi portofolio berharga dalam menerapkan metodologi Prototype pada proyek Web3.

3) Bagi Akademik

Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai model acuan bagi institusi pendidikan untuk membangun infrastruktur akademik digital yang lebih modern dan terbuka. Penelitian ini juga dapat digunakan sebagai bahan perbandingan atau referensi teknis untuk studi lanjutan yang relevan.

1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian

Kerangka pemikiran yang dijadikan sebagai alur dari penelitian ini dijelaskan melalui Gambar 1.1 berikut.



Gambar 1.1 Kerangka Pemikiran

Pada gambar 1.1 merupakan susunan dari kerangka pemikiran yang dijadikan sebagai alur dari dilakukannya penelitian ini, yang berawal dari mencari fakta dari objek yang akan diteliti, lalu mencari literatur terkait yang dapat mendukung penelitian ini. Selanjutnya terdapat masalah yang akan dibahas pada penelitian ini sehingga muncul solusi dari masalah penelitian.

1.7 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan penelitian ini disusun untuk memberikan gambaran umum tentang proses penulisan yang dilakukan untuk menyelesaikan penelitian ini. Sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, perumusan masalah penelitian, tujuan penelitian, batasan masalah penelitian, kerangka pemikiran penelitian, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II STUDI PUSTAKA

Bab ini terdiri dari pembahasan konsep dasar dan teori-teori yang berkaitan dengan topik masalah yang diambil dan hal-hal yang berguna dalam proses analisis permasalahan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini terdiri dari pembahasan tentang alur metodologi penelitian dari tahap awal sampai akhir yang di dalamnya terdiri dari pembahasan analisa produk dan perencanaan eksekusi aplikasi.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini terdiri dari dua hal utama, pertama pemaparan tentang temuan atau hasil penelitian berdasarkan tahapan penelitian yang dilakukan. Pemaparan hasil penelitian disesuaikan dengan urutan masalah penelitian. Kedua pembahasan hasil atau temuan penelitian untuk menjawab rumusan penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini terdiri dari pembahasan kesimpulan penelitian, kritik, dan saran yang penulis dapatkan selama menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Intisari dari bab ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk pengembangan penulisan selanjutnya.