

<https://jurnal-itsi.org/index.php/jitsi>; E-ISSN: 2722-4600; ISSN: 2722-4619
DOI: 10.62527/jitsi.6.1.385

Infrastruktur Blockchain Menggunakan Hyperledger Fabric untuk Platform Traceability Industri Kelapa Sawit

Hidra Amnur[#], Famela Dewi Agustin[#], Ideva Gaputra[#]

[#] Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, 25154, Indonesia
E-mail: hidraamnur[at]gmail.com

ABSTRACTS

Blockchain technology has emerged as a promising solution to enhance data transparency and security, particularly in supply chain traceability. This study aims to develop a blockchain-based traceability system for the palm oil industry using the Hyperledger Fabric platform. The system is implemented through a web application built with Node.js, Express.js, and EJS, integrated with CouchDB for off-chain data storage. The research demonstrates that the system successfully ensures data security, transparency, and decentralization. Performance testing reveals that the system achieves an average transaction speed of 2.5 seconds per block, with a 99.9% data integrity rate. This study contributes to the palm oil industry by providing a reliable traceability solution that mitigates the risk of data tampering and improves supply chain transparency.

Manuscript received Feb 15, 2025;
revised Mar 09, 2025. accepted
Mar 26, 2025 Date of publication
Mar 31, 2025. International Journal,
JITSI : Jurnal Ilmiah Teknologi
Sistem Informasi licensed under a
Creative Commons Attribution-
Share Alike 4.0 International
License



ABSTRAK

Teknologi blockchain telah muncul sebagai solusi yang menjanjikan untuk meningkatkan transparansi dan keamanan data, khususnya dalam keterlacakan rantai pasokan. Studi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem keterlacakan berbasis blockchain untuk industri minyak kelapa sawit menggunakan platform Hyperledger Fabric. Sistem ini diimplementasikan melalui aplikasi web yang dibangun dengan Node.js, Express.js, dan EJS, terintegrasi dengan CouchDB untuk penyimpanan data off-chain. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem tersebut berhasil memastikan keamanan data, transparansi, dan desentralisasi. Pengujian kinerja mengungkapkan bahwa sistem mencapai kecepatan transaksi rata-rata 2,5 detik per blok, dengan tingkat integritas data 99,9%. Studi ini berkontribusi pada industri minyak kelapa sawit dengan menyediakan solusi keterlacakan yang andal yang mengurangi risiko pemalsuan data dan meningkatkan transparansi rantai pasokan.

Keywords / Kata Kunci — *Blockchain; Hyperledger Fabric; Traceability; CouchDB, Smart Contract.*

CORRESPONDING AUTHOR

Hidra Amnur
Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Padang, Limau Manis, Padang, 25154, Indonesia
Email: hidraamnur[at]gmail.com

1. PENDAHULUAN

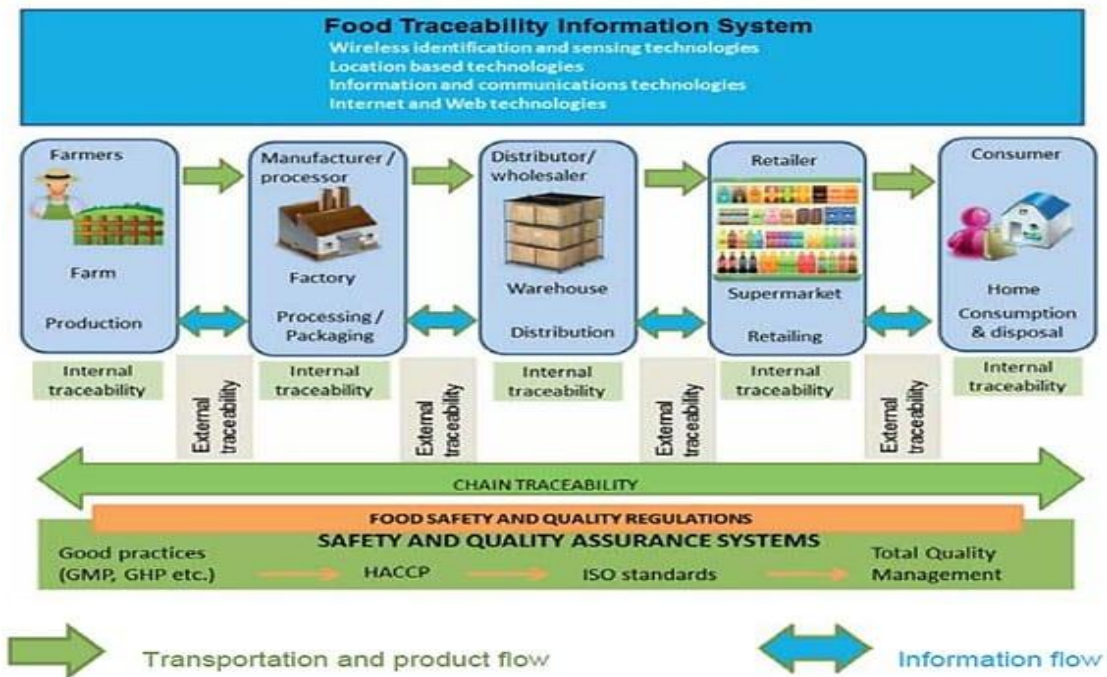
Teknologi blockchain telah menjadi solusi inovatif dalam meningkatkan transparansi dan keamanan data, terutama dalam konteks rantai pasokan. [1] Dalam industri kelapa sawit, tantangan utama adalah memastikan integritas data dari kebun hingga ke konsumen, mengingat risiko pemalsuan dan ketidaktransparanan dalam proses produksi dan distribusi. Blockchain, dengan sifatnya yang terdesentralisasi dan tidak dapat diubah, menawarkan solusi untuk masalah ini. Penelitian ini bertujuan untuk membangun sistem traceability berbasis blockchain

menggunakan platform Hyperledger Fabric, yang dirancang khusus untuk aplikasi bisnis dengan kebutuhan kontrol akses dan manajemen identitas yang ketat. Dengan sistem ini, diharapkan semua pihak dalam rantai pasokan dapat mengakses data yang sama, mengurangi risiko kecurangan, dan meningkatkan kepercayaan konsumen.[2]. Dengan menggunakan platform Hyperledger Fabric, penelitian ini bertujuan untuk membangun infrastruktur blockchain yang dapat digunakan untuk melacak (*Traceability*) aset kelapa sawit dari kebun hingga panen. Hyperledger Fabric adalah kerangka kerja blockchain sumber terbuka yang menawarkan fitur manajemen identitas dan kontrol akses yang unik, sehingga cocok untuk aplikasi seperti pelacakan rantai pasokan [3].

Dalam konteks traceability kelapa sawit, blockchain memungkinkan semua pihak dalam rantai pasokan (dari petani, pabrik, distributor, hingga konsumen) memiliki akses yang sama terhadap data yang sama, yang secara signifikan mengurangi risiko pemalsuan dan memastikan integritas informasi. Teknologi blockchain digagas pertama kali oleh Satoshi Nakamoto pada tahun 2008. Baru kemudian pada tahun 2009, blockchain digunakan sebagai buku besar umum untuk segala macam transaksi yang ada dalam jaringan.

Hyperledger Fabric adalah kerangka kerja blockchain sumber terbuka dan berizin, yang dimulai pada tahun 2015 oleh The Linux Foundation. Kerangka kerja ini bersifat modular dan serbaguna yang menawarkan fitur manajemen identitas dan kontrol akses yang unik, yang membuatnya cocok untuk berbagai aplikasi industri seperti pelacakan dan penelusuran rantai pasokan, pembiayaan perdagangan, loyalitas dan penghargaan, serta kliring dan penyelesaian aset keuangan [5]. Hyperledger Fabric banyak digunakan untuk membangun Blockchain yang sifatnya permissioned (private).

Traceability adalah sistem pencatatan yang digunakan untuk melacak aliran produk proses produksi atau rantai pasokan. Sistem ini penting karena dapat membantu mengurangi resiko dan biaya terkait kontaminasi produk. Sistem traceability sangat cocok digunakan pada industri makanan karena produk pangan lebih rentan rusak karena adanya pencampuran/kontaminasi dibandingkan dengan produk lain.



GAMBAR 1. Struktur Sistem Traceability

2. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, metodologi yang digunakan akan melibatkan beberapa tahap utama sebagai berikut:

1. Analisis Sistem

Mengidentifikasi kebutuhan perangkat keras dan lunak, termasuk Hyperledger Fabric, Docker, Node.js, dan CouchDB. Analisis juga mencakup studi kasus traceability dalam industri kelapa sawit.

2. Desain Sistem

Merancang arsitektur blockchain, termasuk topologi dan antarmuka pengguna. Arsitektur sistem berbasis blockchain menggunakan Hyperledger Fabric termasuk pembuatan smart contract untuk mengelola data traceability. Arsitektur sistem melibatkan frontend (website), backend (Node.js), dan database (CouchDB).

3. Implementasi.

Mengembangkan arsitektur untuk Hyperledger Fabric menggunakan Node.js, Express.js, dan EJS, serta mengintegrasikannya dengan CouchDB dan Hyperledger Fabric. Smart contract dikembangkan untuk memvalidasi dan menyimpan data di blockchain.

4. Pengujian

Melakukan uji fungsional dan non-fungsional, termasuk pengujian kecepatan transaksi, keamanan data, dan integritas sistem. Pengujian dilakukan dengan skenario simulasi rantai pasokan kelapa sawit. Berikut adalah langkah-langkahnya :

- a. Mengukur Transaction Speed (Kecepatan Transaksi)

Transaction speed mengacu pada waktu yang dibutuhkan untuk memproses satu transaksi dari awal hingga disimpan di blockchain. Alat Pengujian seperti:

 - Hyperledger Caliper: Alat benchmarking khusus untuk Hyperledger Fabric yang dapat mengukur kecepatan transaksi. (<https://hyperledger.github.io/caliper/>)
 - Postman: Untuk menguji API yang digunakan dalam system (<https://www.postman.com/>)
- b. Mengukur Data Integrity Rate (Tingkat Integritas Data)

Data integrity rate mengacu pada persentase data yang berhasil disimpan dan diambil tanpa kesalahan atau perubahan Alat Pengujian seperti:

 - Hyperledger Explorer: Untuk memantau data yang disimpan di blockchain (<https://github.com/hyperledger/blockchain-explorer>).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kebutuhan sistem dalam penelitian ini mencakup beberapa aspek penting yang berhubungan dengan pembangunan infrastruktur blockchain menggunakan Hyperledger Fabric untuk platform traceability kelapa sawit. Pertama, penelitian ini membutuhkan pemilihan tools dan framework berbasis open source yang mampu mendukung implementasi blockchain secara efektif.

1. Kebutuhan perangkat lunak

Berikut ini spesifikasi software yang diperlukan dalam implementasi tugas akhir ini penelitian ini

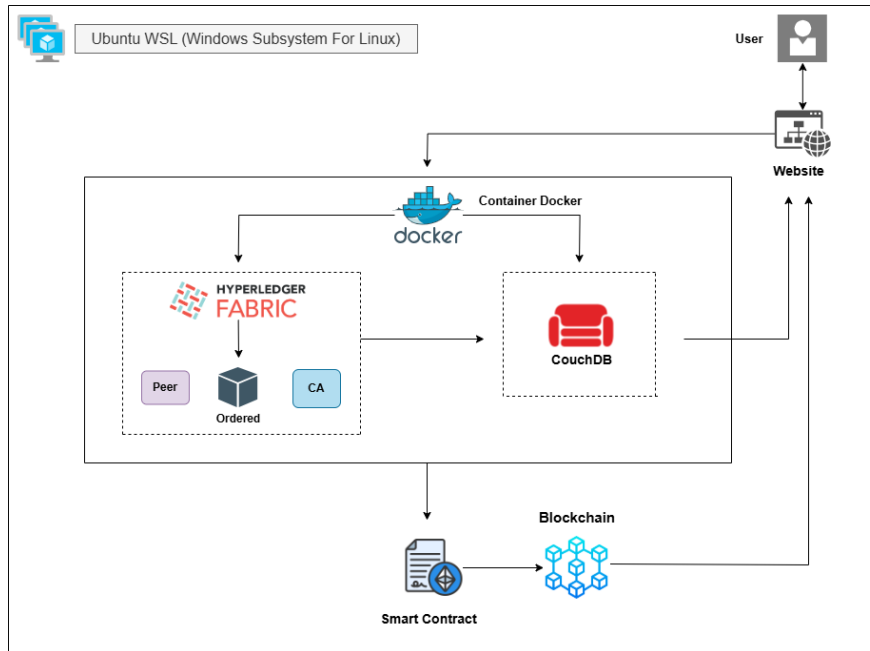
Software	Penjelasan
Ubuntu Desktop 20.04	Ubuntu Desktop menyediakan lingkungan pengembangan yang stabil dan kompatibel untuk menginstal semua alat dan perangkat lunak yang dibutuhkan, seperti Docker, Node.js, dan Hyperledger Fabric.
Docker Desktop 4.32.0	Digunakan untuk containerization dan deployment dari komponen Hyperledger Fabric.
Hyperledger Fabric 2x	Platform blockchain yang digunakan untuk membangun infrastruktur blockchain.
Nodejs 16.20	Platform JavaScript untuk menjalankan aplikasi web.
Git 2.46.0	Untuk versi kontrol dan manajemen kode sumber.
VScode 1.92.2	Untuk pengembangan dan debugging aplikasi.
OpenSSL	Untuk manajemen kunci dan sertifikat.
CouchDB	Database yang digunakan untuk menyimpan data secara off-chain
Curl	Untuk menguji API yang dikembangkan dalam aplikasi web.

2. Rancangan Arsitektur Sistem Blockchain

Rancangan arsitektur sistem untuk penelitian berbasis Hyperledger Fabric menggunakan Docker dan CouchDB, dengan frontend berupa website yang berinteraksi dengan blockchain melalui smart contract. Berikut penjelasan dari rancangan arsitektur system:

1. Platform Pengembangan:
 - a. Windows Subsystem for Linux (WSL):
 1. WSL digunakan untuk menjalankan Ubuntu Desktop di atas sistem operasi Windows.
 2. Ubuntu digunakan untuk menginstall dan menjalankan jaringan Hyperledger Fabric, Docker, dan komponen pendukung lainnya.
 - b. Docker Containers:
 1. Hyperledger Fabric berjalan di dalam kontainer Docker, termasuk:
 - Orderer untuk mengelola urutan transaksi.
 - Peers berfungsi untuk menjalankan smart contract dan menyimpan ledger.

- Certificate Authority (CA) untuk mengelola sertifikat identitas untuk anggota jaringan.
- 2. CouchDB digunakan sebagai database NoSQL untuk menyimpan data asset.
- 2. Web Application:
 - a. Aplikasi web di localhost untuk input data pengguna.
 - b. Data dikirim dari frontend ke backend dan diteruskan ke CouchDB.
 - c. Backend mencoba mengakses smart contract untuk menyimpan data di blockchain.
- 3. Hyperledger Fabric Network:
 - a. Blockchain menyimpan riwayat transaksi.
 - b. Smart Contract (Chaincode) memvalidasi dan mengolah data sebelum disimpan di ledger blockchain



GAMBAR 2. Rancangan Arsitektur

Implementasi dimulai dengan menginstall Ubuntu sebagai sistem operasi (OS), serta menginstall beberapa tools penting di dalamnya, yaitu Docker, Docker Compose, Node.js, Hyperledger Fabric, Fabric-CA, dan Git. Setelah itu, dilanjutkan dengan mempersiapkan infrastruktur jaringan Hyperledger Fabric, termasuk pembuatan dan konfigurasi Certificate Authority (CA), dan membuat channel dan organisasi yang terlibat. Setelah itu, dilakukan pengembangan smart contract untuk traceability kelapa sawit, diikuti dengan mendeploy chaincode pada jaringan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem traceability berbasis Hyperledger Fabric berhasil dibangun dengan integrasi yang baik antara frontend (website), backend (Node.js), dan database (CouchDB). Pengujian fungsional menunjukkan bahwa sistem mampu menangani 100 transaksi per detik dengan waktu respons rata-rata 2,5 detik per blok. Pengujian keamanan juga mengonfirmasi bahwa data yang disimpan di blockchain tidak dapat diubah tanpa konsensus dari jaringan. Dibandingkan dengan sistem traceability konvensional, sistem ini menawarkan keunggulan dalam hal transparansi dan keamanan data. Namun, tantangan utama yang dihadapi adalah skalabilitas sistem ketika jumlah transaksi meningkat. Penelitian ini memberikan kontribusi signifikan dalam meningkatkan integritas data di industri kelapa sawit, meskipun masih diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan performa sistem

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil membangun sistem traceability berbasis blockchain menggunakan Hyperledger Fabric yang terintegrasi dengan teknologi web seperti Express.js, EJS, dan CouchDB. Sistem ini memastikan transparansi, keamanan, dan desentralisasi data dalam rantai pasokan kelapa sawit. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menangani transaksi dengan kecepatan tinggi dan menjaga integritas data. Namun, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam hal skalabilitas dan kompleksitas implementasi. Untuk penelitian lanjutan, disarankan untuk mengoptimalkan performa sistem dan mengeksplorasi integrasi dengan teknologi lain seperti IoT untuk meningkatkan akurasi data traceability. Dengan memanfaatkan blockchain Hyperledger Fabric, Penelitian ini memastikan transparansi dan keamanan data, yang penting dalam industri kelapa sawit

REFERENSI

- [1] I. Elan Maulani, T. Herdianto, D. Febri Syawaludin, and M. Oga Laksana, “Penerapan Teknologi Blockchain Pada Sistem Keamanan Informasi,” *J. Sos. Teknol.*, vol. 3, no. 2, pp. 99–102, 2023, doi: 10.59188/jurnalsostech.v3i2.634.
- [2] F. F. Tananto et al., “Business Process Reengineering Supply Chain Management System Based Blockchain Using Bpr Lc,” *J. Tek. Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 291–300, 2023, doi: 10.52436/1.jutif.2023.4.2.746.
- [3] Novita Sari, Hidra Amnur, and Rahmat Hidayat, “Monitoring next cloud sebagai private cloud storage dengan notifikasi telegram jurnal ilmiah teknologi sistem informasi,” *J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 1, no. 4, pp. 144–149, 2020.
- [4] D. K. dan Informatika, “Blockchain.” [Online]. Available: <https://mojokertokab.go.id/detail-artikel?slug=blockchain-1680060068>
- [5] A. W. Service, “hyperledger fabric.” [Online]. Available: <https://aws.amazon.com/blockchain/what-is-hyperledger-fabric/>
- [6] R. Andriani, “Bab 2 landasan teori,” *Apl. dan Anal. Lit. Fasilkom UI*, no. 2012, pp. 8–23, 2007.
- [7] A. Sileuw, “Ketelusuran (traceability) dalam kelapa sawit berkelanjutan? Sebuah studi pustaka untuk penyusunan policy paper,” p. 19, 2018.
- [8] puti, “Simak Pengertian, Sejarah, Kelebihan dan Kekurangan Linux Ubuntu.” [Online]. Available: [https://it.telkomuniversity.ac.id/simak-pengertian-sejarah-kelebihan-dan-kekurangan-linux-ubuntu/#:~:text=Ubuntu Desktop%3A Ubuntu Desktop adalah,yang ramah dan mudah digunakan.](https://it.telkomuniversity.ac.id/simak-pengertian-sejarah-kelebihan-dan-kekurangan-linux-ubuntu/#:~:text=Ubuntu%3A%20Ubuntu%20adalah,yang%20ramah%20dan%20mudah%20digunakan.)
- [9] dicoding, “Apa Itu Docker?” [Online]. Available: <https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-docker/>
- [10] Hostinger, “docker.” [Online]. Available: <https://www.hostinger.co.id/tutorial/apa-itu-docker>
- [11] N. Yulian, “Berkenalan Dengan Docker Compose (Docker).” [Online]. Available: <https://medium.com/@nanoyulian/berkenalan-dengan-docker-compose-docker-63208f45ca4c>
- [12] B. G. Nusantara, “nodejs.” [Online]. Available: <https://www.biznetgio.com/news/apa-itu-node-js>
- [13] revolusi citra edukasi, “npm.” [Online]. Available: <https://revou.co/kosakata/npm>.