

PERANCANGAN ARSITEKTUR DAN IMPLEMENTASI BACKEND SISTEM INFORMASI RANTAI PASOK SUSTAINABLE AVIATION FUEL BERBASIS BLOCKCHAIN

ELMANDA ROMAITO SIHALOHO



**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Perancangan Arsitektur dan Implementasi *Backend* Sistem Informasi Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* Berbasis *Blockchain*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Elmanda Romaito Sihaloho
F3401221005

ABSTRAK

ELMANDA ROMAITO SIHALOHO. Perancangan Arsitektur dan Implementasi *Backend* Sistem Informasi Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* Berbasis *Blockchain*. Dibimbing oleh YANDRA ARKEMAN.

Penerapan *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) memerlukan sistem informasi yang mampu menjamin ketertelusuran data, keamanan transaksi, dan integritas informasi sepanjang rantai pasok. Penelitian ini bertujuan merancang arsitektur serta mengimplementasikan *backend* sistem informasi rantai pasok SAF berbasis *blockchain* menggunakan *Hyperledger Fabric*. Metode yang digunakan adalah *Design Thinking* yang meliputi tahap eksplorasi, pendefinisian masalah, ideasi, pengembangan prototipe, dan validasi. *Backend* dikembangkan menggunakan *Node.js*, *Express.js*, REST API, *MongoDB*, dan *CouchDB* serta diintegrasikan dengan jaringan *Hyperledger Fabric* melalui *smart contract* untuk mendukung pencatatan data, pengelolaan hak akses berbasis *Role-Based Access Control* (RBAC), dan mekanisme *traceability*. Implementasi menghasilkan layanan *backend* yang mampu menghubungkan aplikasi dengan *blockchain*, memproses transaksi secara aman, serta mendukung pencatatan data rantai pasok SAF secara terintegrasi. Pengujian menggunakan *Black Box Testing* dan *Postman* menunjukkan seluruh *endpoint* REST API berjalan sesuai fungsi yang dirancang dan berhasil berkomunikasi dengan jaringan *blockchain*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *backend* yang dikembangkan mampu meningkatkan keamanan, transparansi, dan ketertelusuran data sehingga mendukung pengelolaan rantai pasok SAF yang lebih andal.

Kata kunci: *Backend*, *Hyperledger Fabric*, REST API, *Sustainable Aviation Fuel*, *traceability*.

ABSTRACT

ELMANDA ROMAITO SIHALOHO. Architecture Design and *Backend* Implementation of a *Blockchain* -Based *Sustainable Aviation Fuel* Supply Chain Information System. Supervised by YANDRA ARKEMAN.

The implementation of *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) requires an information System capable of ensuring data *traceability*, *Transaction* security, and information integrity throughout the supply chain. This study aims to design the architecture and implement the *backend* of a *blockchain* -based SAF supply chain information System using *Hyperledger Fabric*. The research employed the Design Thinking approach, consisting of exploration, problem definition, ideation, prototype development, and validation. The *backend* was developed using *Node.js*, *Express.js*, REST API, *MongoDB*, and *CouchDB*, and integrated with the *Hyperledger Fabric network* through *smart contracts* to support data recording, *Role-Based Access Control* (RBAC), and *blockchain traceability*. The implementation produced *backend service* s capable of connecting the application with the *blockchain*, securely processing *Transaction* s, and managing SAF supply chain data in an integrated manner. Functional validation using *Black Box Testing* and *Postman* confirmed that all REST API *endpoint* s operated as expected and successfully communicated with the *blockchain network*. The results indicate that the developed *backend* improves data security, transparency, and *traceability*, thereby supporting a more reliable SAF supply chain management System.

Keywords: *backend*, *Hyperledger Fabric*, REST API, *Sustainable Aviation Fuel*, *traceability*



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

**PERANCANGAN ARSITEKTUR DAN IMPLEMENTASI
BACKEND SISTEM INFORMASI RANTAI PASOK
SUSTAINABLE AVIATION FUEL BERBASIS BLOCKCHAIN**

ELMANDA ROMAITO SIHALOHO

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNIK DAN TEKNOLOGI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:

1. Prof. Dr. Farah Fahma, S.T.P., M.T.
2. Prof. Dr. Ir. Hartrisari Hardjomidjojo, D.E.A.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tugas Akhir : Perancangan Arsitektur dan Implementasi *Backend* Sistem Informasi Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* Berbasis *Blockchain*

Nama : Elmanda Romaito Sihaloho
NIM : F3401221005

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ir. Ono Suparno, S.TP., M.T.
NIP. 197212031997021001



Tanggal Ujian:
8 Juli 2026

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2026 sampai bulan Juni 2026 dengan judul “Perancangan Arsitektur dan Implementasi *Backend* Sistem Informasi Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* Berbasis *Blockchain*”. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng. sebagai dosen penanggung jawab proyek, Prof. Dr. Ir. Illah Sailah, Prof. Dr. Farah Fahma, S.T.P., M.T., Dr. Verry Surya Hendrawan, S.T., M.M., Ibu Deasy Kartika Rahayu Kuncoro, S.T., M.T. dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, bimbingan, serta motivasi selama proses pengerjaan proyek dan penyusunan laporan tugas akhir.
2. Seluruh dosen, laboran, dan tenaga kependidikan Departemen Teknik Industri Pertanian IPB University yang telah memberikan ilmu pengetahuan, pengalaman, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
3. PT Pertamina Patra Niaga sebagai mitra penelitian yang telah memberikan kesempatan, data, serta dukungan dalam pelaksanaan penelitian dan pengembangan sistem.
4. Kedua orang tua dan keluarga penulis yang selalu memberikan doa, dukungan, semangat, serta motivasi selama proses penyusunan tugas akhir.
5. Zakiatu Shabrina, Hanifa Husna Sabila, dan Muhammad Zaidan Sigit Saputra sebagai anggota tim PRODATA yang telah bekerja sama, berdiskusi, saling mendukung dan banyak membantu dalam menyelesaikan tugas akhir.
6. Teman-teman seperjuangan Teknik Industri Pertanian TINITI 59 IPB University yang telah memberikan semangat dan dukungan selama masa perkuliahan.
7. Seluruh pihak lain yang turut membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian proyek dan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Bogor, Juli 2026

Elmanda Romaito Sihaloho

DAFTAR ISI

I	PENDAHULUAN.....	12
1.1	Latar Belakang	12
1.2	Rumusan Masalah	14
1.3	Tujuan	14
1.4	Manfaat	14
1.5	Ruang Lingkup	15
II	TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1	<i>Sustainable Aviation Fuel</i> (SAF)	16
2.2	<i>Blockchain</i>	16
2.3	<i>Hyperledger Fabric</i>	17
2.4	<i>Backend System</i>	18
2.5	<i>Role-Based Access Control</i>	18
III	METODE	20
3.1	Waktu dan Tempat	20
3.2	Spesifikasi Alat	20
3.3	Tahap Desain Keteknikan	21
3.4	Pengumpulan Data	24
IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Analisis Proses Bisnis dan Rantai Pasok SAF	27
4.2	<i>Business Process Model Notation</i> (BPMN)	29
4.3	Analisis Kebutuhan <i>Backend</i>	31
4.4	Analisis Kebutuhan Fungsional	31
4.5	Analisis Kebutuhan Non-Fungsional	34
4.6	Perancangan <i>Backend</i>	35
4.7	Implementasi <i>Backend</i>	44
4.8	Pengujian <i>Backend</i>	50
V	SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1	Simpulan	54
5.2	Saran	54
	DAFTAR PUSTAKA	55
	LAMPIRAN.....	57
	RIWAYAT HIDUP	65

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR TABEL

1	Tabel 1 Spesifikasi <i>Hardware</i> dan <i>Software</i> yang digunakan	20
2	Tabel 2 Tahapan Pengumpulan Data	24
3	Tabel 3 Kebutuhan fungsional <i>backend</i> sistem	32
4	Tabel 4 Kebutuhan non-fungsional <i>backend</i> sistem	35
5	Tabel 5 <i>Endpoint</i> alur data <i>backend</i>	42
6	Tabel 6 RBAC Matrix	44
7	Tabel 7 Hasil <i>Black Box Testing</i> Sistem Informasi Ketertelusuran SAF	50

DAFTAR GAMBAR

8	Gambar 1 Tahapan desain keteknikan	21
9	Gambar 2 Peta proses bisnis dan rantai pasok SAF	27
10	Gambar 3 BPMN Sistem <i>Traceability Sustainable Aviation Fuel</i>	29
11	Gambar 4 Use Case Diagram Sistem <i>Traceability</i> SAF	33
12	Gambar 5 Arsitektur sistem	36
13	Gambar 6 Arsitektur Fisik	37
14	Gambar 7 <i>Framework Backend</i> Sistem	39
15	Gambar 8 Alur data <i>backend</i>	40
16	Gambar 9 Potongan kode <i>submitTransaction()</i>	48
17	Gambar 10 Potongan kode <i>evaluateTransaction()</i>	48

DAFTAR LAMPIRAN

18	Lampiran 1 Kode pengujian <i>endpoint</i> REST API	57
19	Lampiran 2 Kode <i>smart contract (chaincode)</i> untuk <i>mass balance</i>	63