

PERANCANGAN *HUMAN-SYSTEM INTERFACE* PADA SISTEM KETERTELUKURAN RANTAI PASOK *SUSTAINABLE* *AVIATION FUEL (SAF)* BERBASIS *BLOCKCHAIN*

ZAKIATU SHABRINA



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

- 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 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 *Human-System Interface* pada Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel (SAF)* 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

Zakiatu Shabrina
F3401221011



ABSTRAK

ZAKIATU SHABRINA. Perancangan *Human-System Interface* pada Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) Berbasis *Blockchain*. Dibimbing oleh YANDRA ARKEMAN.

Sustainable Aviation Fuel (SAF) merupakan bahan bakar pesawat berkelanjutan yang dikembangkan untuk mengurangi emisi karbon pada sektor penerbangan. Penggunaan SAF memerlukan sistem informasi yang mampu menjaga ketertelusuran data keberlanjutan di sepanjang rantai pasok agar klaim keberlanjutan dapat dipertahankan sesuai standar sertifikasi. Pemanfaatan *blockchain* mendukung integritas dan transparansi data, namun kompleksitas mekanismenya memerlukan *Human-System Interface* (HSI) yang mampu memfasilitasi interaksi pengguna sesuai kebutuhan proses bisnis. Penelitian ini bertujuan merancang, mengimplementasikan, dan mengevaluasi HSI pada sistem informasi ketertelusuran rantai pasok SAF berbasis *blockchain*. Perancangan dilakukan menggunakan pendekatan desain keteknikan melalui tahap eksplorasi, pendefinisian kebutuhan, ideasi, pengembangan prototipe, dan validasi. Antarmuka dirancang menggunakan Figma dan diimplementasikan sebagai aplikasi berbasis web yang terintegrasi dengan *backend* melalui *Application Programming Interface* (API) dan *blockchain private* Hyperledger Fabric. Implementasi HSI menghasilkan fitur pencatatan data operasional, *traceability*, *mass balance*, penerbitan *Proof of Sustainability* (PoS), dan *approval* sesuai hak akses pengguna. Pengujian *black box testing* menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan, sedangkan *User Acceptance Test* memperoleh tingkat penerimaan pengguna sebesar 97,73% dengan kategori sangat diterima. Hasil penelitian menunjukkan bahwa HSI mampu menjembatani interaksi pengguna dengan teknologi *blockchain* sehingga proses pencatatan, pengelolaan, dan penelusuran data keberlanjutan SAF dapat dilakukan secara efektif sesuai kebutuhan pengguna dan proses bisnis.

Kata kunci: *blockchain*, *Human-System Interface*, ketertelusuran, *Role-Based Access Control*, *Sustainable Aviation Fuel*



ABSTRACT

ZAKIATU SHABRINA. Design of Human-System Interface for a Blockchain-Based Sustainable Aviation Fuel (SAF) Supply Chain Traceability System by YANDRA ARKEMAN.

Sustainable Aviation Fuel (SAF) is a sustainable aviation fuel developed to reduce carbon emissions. Its implementation requires an information system that ensures the traceability of sustainability data throughout the supply chain to maintain sustainability claims in accordance with certification standards. Blockchain technology provides data integrity and transparency, its complexity requires a Human-System Interface (HSI) that enables users to interact with the system according to business process requirements. This study aimed to design, implement, and evaluate an HSI for a blockchain-based SAF traceability information system. The interface was developed using an engineering design approach consisting of exploration, requirement definition, ideation, prototype development, and validation. It was designed in Figma and implemented as a web-based application integrated with the backend through an Application Programming Interface (API) and a private Hyperledger Fabric blockchain network. The implemented HSI supports operational data recording, traceability, mass balance, Proof of Sustainability (PoS) issuance, and approval based on user access. Black-box testing confirmed that all system functions operated as expected, while User Acceptance Testi achieved a user acceptance rate of 97.73%, indicating that the system was highly accepted. The results demonstrate that the HSI effectively bridges user interaction with blockchain technology for managing and tracing SAF sustainability data.

Keywords: blockchain, Human-System Interface, traceability, Role-Based Access Control, Sustainable Aviation Fuel



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 2026¹
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 atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

PERANCANGAN *HUMAN-SYSTEM INTERFACE* PADA SISTEM KETERTELUKURAN RANTAI *PASOK SUSTAINABLE AVIATION FUEL (SAF)* BERBASIS *BLOCKCHAIN*

ZAKIATU SHABRINA

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 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. Ir. Hartrisari Hardjomidjojo, D.E.A.
2. Prof. Dr. Ir. Illah Sailah, M.S.



Judul Tugas akhir : Perancangan *Human-System Interface* pada Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) Berbasis *Blockchain*
Nama : Zakiatu Shabrina
NIM : F3401221011

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 ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan ridha-Nya sehingga karya ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik. Karya ilmiah ini disusun dengan judul “Perancangan *Human-System Interface* pada Sistem Ketertelusuran Rantai Pasok *Sustainable Aviation Fuel* (SAF) Berbasis *Blockchain*.” sebagai bagian dari kegiatan Proyek Desain Utama Agroindustri di Departemen Teknik Industri Pertanian, IPB University. Penyelesaian tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah Swt. atas segala rahmat, kesehatan, kekuatan, dan kemudahan yang diberikan kepada penulis selama proses penyusunan tugas akhir ini.
2. Bapak, Mamah, Aa, Tete, dan keponakan tersayang yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan, motivasi, serta semangat yang tidak pernah putus kepada penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng., selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, serta motivasi selama proses penelitian dan penyusunan tugas akhir ini, serta seluruh dosen, laboran, dan tenaga kependidikan Departemen Teknik Industri Pertanian IPB University yang telah memberikan ilmu selama penulis menempuh pendidikan.
4. Bapak Verry Surya Hendrawan yang telah membantu penulis sebagai penghubung dengan mitra penelitian sehingga proses pelaksanaan penelitian dapat berjalan dengan baik.
5. PT Pertamina Patra Niaga, khususnya Mas Ibrahim Akbar, Mas Firgha Ali, dan Mas Okky selaku mentor yang telah memberikan kesempatan, arahan, pengalaman, serta data yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian.
6. Rekan satu tim penelitian, yaitu Elmanda R. Sihalo, Hanifa Husna Sabila, dan M. Zaidan Sigit S., atas kerja sama, diskusi, serta dukungan selama proses penelitian berlangsung.
7. Teman-teman seperjuangan Teknik Industri Pertanian TINITI 59 IPB University yang telah memberikan semangat dan dukungan, terkhusus untuk sahabat terkasih yaitu Fareza, Perdana, Bian, Fadhlan, Nurul, Inaya, dan Vanya yang menjadi tempat berbagi cerita selama masa perkuliahan.
8. Seluruh pihak lain yang turut membantu dan berkontribusi dalam penyelesaian proyek dan laporan tugas akhir ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
9. Terakhir, penulis mengucapkan terima kasih kepada diri sendiri yang telah berusaha, bertahan, dan terus melangkah hingga mampu menyelesaikan seluruh proses perkuliahan dan tugas akhir ini.

Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya pada bidang sistem informasi, *traceability* rantai pasok, dan SAF.

Bogor, Juli 2026

Zakiatu Shabrina



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Sustainable Aviation Fuel (SAF)</i>	4
2.2 Sistem Informasi Ketertelusuran	4
2.3 <i>Blockchain</i>	5
2.4 <i>Human-System Interface (HSI)</i>	6
2.5 <i>Role-Based Access Control (RBAC)</i>	7
2.6 <i>Black Box Testing</i>	8
2.7 <i>User Acceptance Test (UAT)</i>	8
III METODE	1
3.1 Waktu dan Tempat	1
3.2 Spesifikasi Alat	1
3.3 Tahapan Desain Keteknikan	2
3.4 Pengumpulan Data	4
3.5 Pengolahan dan Analisis Data	5
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	8
4.1 Hasil Fase Eksplorasi	8
4.2 Analisis Kebutuhan <i>Human-System Interface</i>	13
4.3 Konsep <i>Human-System Interface</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	16
4.4 Perancangan <i>Human-System Interface</i>	20
4.5 Implementasi <i>Human-System Interface</i>	37
4.6 Hasil <i>Black Box Testing</i>	41
4.7 Hasil <i>User Acceptance Test</i>	45
V SIMPULAN DAN SARAN	47
5.1 Simpulan	47
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	50
RIWAYAT HIDUP	59



DAFTAR TABEL

1. Tabel 1 Spesifikasi <i>software</i> yang digunakan	1
2. Tabel 2 Pengumpulan data penelitian	4
3. Tabel 3 Skala penilaian kuesioner <i>User Acceptance Test</i> (UAT)	7
4. Tabel 4 Skala penerimaan hasil <i>User Acceptance Test</i> (UAT)	7
5. Tabel 5 Ringkasan hasil analisis permasalahan ketertelusuran rantai pasok SAF	10
6. Tabel 6 Daftar kebutuhan pengguna (<i>user requirement</i>)	14
7. Tabel 7 Kebutuhan fungsional sistem	15
8. Tabel 8 Kebutuhan non-fungsional sistem	16
9. Tabel 9 Spesifikasi fitur <i>human-system interface</i>	19
10. Tabel 10 Hasil <i>black box testing</i> sistem informasi ketertelusuran SAF	42
11. Tabel 11 Rekapitulasi hasil kuesioner <i>User Acceptance Test</i> (UAT)	45

DAFTAR GAMBAR

1. Gambar 1 Tahapan desain keteknikan	2
2. Gambar 2 Peta proses bisnis rantai pasok SAF	8
3. Gambar 3 BPMN sistem ketertelusuran rantai pasok SAF	11
4. Gambar 4 CRC <i>card</i> sistem ketertelusuran rantai pasok SAF	12
5. Gambar 5 Tampilan halaman login iterasi pertama	21
6. Gambar 6 Tampilan data input produksi	22
7. Gambar 7 Tampilan validasi data input	23
8. Gambar 8 Tampilan data input loading	23
9. Gambar 9 Tampilan data input shipping	25
10. Gambar 10 Tampilan input data terminal	26
11. Gambar 11 Tampilan input data <i>fueling</i>	27
12. Gambar 12 Tampilan halaman <i>dashboard monitoring</i> iterasi pertama	28
13. Gambar 13 Tampilan halaman <i>traceability</i> iterasi pertama	29
14. Gambar 14 Tampilan halaman login iterasi kedua	31
15. Gambar 15 Tampilan halaman <i>dashboard monitoring</i> iterasi kedua	32
16. Gambar 16 Tampilan halaman <i>traceability</i> iterasi kedua	32
17. Gambar 17 Tampilan halaman Generate <i>Proof of Sustainability</i> (PoS)	33
18. Gambar 18 Tampilan <i>preview</i> sertifikat PoS	34
19. Gambar 19 Tampilan My PoS customer	35
20. Gambar 20 Tampilan halaman SAF <i>Public Redemption</i>	36
21. Gambar 21 Tampilan halaman <i>Emission Statement</i> SAF	36

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 <i>Fishbone diagram</i>	51
2. Lampiran 2 Pareto diagram	52
3. Lampiran 3 Tabel hasil analisis CCP (<i>Critical Control Point</i>)	53
4. Lampiran 4 Tahapan pengujian sistem	54
5. Lampiran 5 Daftar pertanyaan kuesioner <i>User Acceptance Test</i> (UAT)	58