

INTEGRASI *BLOCKCHAIN* PADA SISTEM ERP UNTUK *TRACEABILITY* PRODUK DAGING SAPI HALAL

ADHI KUSNADI



PROGRAM STUDI ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

- 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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

@Hak cipta milik IPB University

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Integrasi *Blockchain* Pada Sistem ERP untuk *Traceability* Produk Daging Sapi Halal” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi manapun. 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 disertasi ini.

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

Bogor, Agustus 2024

Adhi Kusnadi
G6601201002



RINGKASAN

ADHI KUSNADI. Integrasi *Blockchain* Pada Sistem ERP untuk *Traceability* Produk Daging Sapi Halal. Dibimbing oleh YANDRA ARKEMAN, KHASWAR SYAMSU, SONY HARTONO WIJAYA

@Hak cipta milik IPB University

Produk halal memiliki potensi ekonomi yang besar, terutama di negara dengan populasi Muslim mayoritas seperti Indonesia, di mana masih banyak produk halal yang diimpor, termasuk daging sapi. Keabsahan produk halal tidak hanya bergantung pada bahan baku dan pelaku produksi, tetapi juga pada proses produksi dan rantai pasoknya. Masalah seperti pencampuran daging sapi dengan daging babi dan pemalsuan sertifikat halal sering terjadi karena kurangnya kemampuan *traceability* dalam rantai pasok. Di Indonesia, kehalalan suatu produk saat ini dijamin oleh sertifikat halal yang dikeluarkan oleh Badan Penyelenggara Jaminan Produk Halal (BPJPH) yang lebih diandalkan daripada identifikasi berbasis fisik yang sering memiliki banyak kelemahan. Syarat untuk mendapatkannya adalah penerapan Sistem Jaminan Halal (SJH) dari BPJPH, salah satu kriterianya adalah kemampuan *traceability*. Sistem *traceability* bisa menjadi solusi atas masalah masalah yang terjadi pada produk halal. Oleh karena itu dibangunlah sistem *traceability* yang dapat menelusuri kehalalan produk halal khususnya daging sapi halal berdasarkan jaminan halal berupa sertifikat halal yang dimiliki oleh para aktor yang terlibat dalam rantai pasok.

Penelitian penelitian sistem *traceability* telah dilakukan sebelumnya. Namun, tinjauan literatur menunjukkan bahwa dalam periode antara tahun 2015 hingga 2023, belum ada studi yang secara khusus mengeksplorasi integrasi antara ERP dan teknologi *blockchain* dalam konteks pelacakan kehalalan daging sapi. Berdasarkan celah penelitian ini, studi ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *traceability* yang menggabungkan teknologi *blockchain* dan ERP untuk memastikan kehalalan produk. Teknologi *blockchain* dapat meningkatkan *traceability* dan transparansi dengan memastikan data tidak dapat diubah setelah diproses oleh kontrak pintar. Integrasi teknologi *blockchain* dengan aplikasi *Enterprise Resource Planning* (ERP) yang telah dimodifikasi untuk memasukkan elemen *traceability* menawarkan solusi inovatif. ERP menawarkan pengelolaan proses bisnis secara *enterprise*, sehingga integrasi dengan *blockchain* membuat proses bisnis semakin aman. Sistem ERP ini juga dilengkapi dengan Algoritma *Certainty Factor* untuk membedakan antara daging sapi dan babi, memperluas fungsionalitasnya melalui teknologi kecerdasan buatan sebagai awal mengembangkan ERP cerdas.

Pengembangan sistem ini mengikuti tahapan-tahapan yang terdapat dalam Model Siklus Hidup Pengembangan Sistem (SDLC). Model yang digunakan dalam adalah Model *Prototyping*. Prototipe sistem dikembangkan dan diuji di Perusahaan UUTBeef, sebuah perusahaan industri daging sapi di Cirebon. Penggunaan *library* web3.py dalam ERP memungkinkan koneksi dengan jaringan BSC-Testnet untuk transaksi. Setelah melalui serangkaian pengujian, sistem ini menunjukkan tingkat akurasi sistem pakar mencapai 90% dan evaluasi performa *blockchain* menunjukkan biaya transaksi rata-rata Rp. 3.208 dengan kecepatan transaksi tiga detik.

Penelitian ini memberikan kontribusi pada peningkatan kepercayaan konsumen terhadap produk halal, efisiensi operasional perusahaan, dan inovasi

dalam manajemen rantai pasok. Hasilnya juga menunjukkan bahwa integrasi teknologi *blockchain* dalam ERP dapat meningkatkan keamanan dan transparansi data dalam rantai pasok produk halal secara *enterprise*.

Kata kunci : *Blockchain*, daging sapi halal, ERP, sistem pakar, *traceability*.

@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.



SUMMARY

ADHI KUSNADI. Integration of Blockchain in ERP System for Traceability of Halal Beef Products. Supervised by YANDRA ARKEMAN, KHASWAR SYAMSU, SONY HARTONO WIJAYA

Halal products have significant economic potential, especially in countries with a majority Muslim population like Indonesia, where many halal products, including beef, are still imported. The authenticity of halal products relies not only on the raw materials and producers but also on the production processes and supply chain. Issues such as mixing beef with pork and the falsification of halal certificates often occur due to a lack of traceability capabilities within the supply chain. In Indonesia, the halal status of a product is currently ensured by a halal certificate issued by BPJPH (Halal Product Assurance Organizing Agency), which is more reliable than physical identification, which often has many weaknesses. To obtain this certification, the implementation of BPJPH's Halal Assurance System (SJH) is required, one criterion of which is traceability capability. A traceability system can be a solution to the problems faced by halal products. Therefore, a traceability system was developed to track the halal status of halal products, especially halal beef, based on halal certificates held by the actors involved in the supply chain.

Previous research on traceability systems has been conducted. However, a literature review indicates that from 2015 to 2023, no studies have specifically explored the integration of ERP and blockchain technology in the context of halal beef traceability. Addressing this research gap, this study aims to develop a traceability system that combines blockchain technology and ERP to ensure product halalness. Blockchain technology can enhance traceability and transparency by ensuring that data cannot be altered once processed by smart contracts. Integrating blockchain technology with an Enterprise Resource Planning (ERP) application modified to include traceability elements offers an innovative solution. ERP manages business processes at an enterprise level, and integration with blockchain makes these processes more secure. This ERP system is also equipped with a Certainty Factor algorithm to differentiate between beef and pork, expanding its functionality through artificial intelligence technology as a step towards developing intelligent ERP.

The development of this system follows the stages outlined in the System Development Life Cycle (SDLC). The model used is the Prototyping Model. The system prototype was developed and tested at UUTBeef, a beef industry company in Cirebon. The use of the web3.py library in the ERP allows for connections with the BSC-Testnet network for transactions. After a series of tests, the system showed an expert system accuracy rate of 90% and the blockchain performance evaluation showed an average transaction cost of Rp. 3,208 with a transaction speed of three seconds. This research contributes to increasing consumer trust in halal products, improving company operational efficiency, and innovating supply chain management. The results also indicate that the integration of blockchain technology in ERP can enhance the security and transparency of data within the halal product supply chain at an enterprise level.

Keywords: Blockchain, ERP, expert system, halal beef, traceability.

INTEGRASI *BLOCKCHAIN* PADA SISTEM ERP UNTUK *TRACEABILITY* PRODUK DAGING SAPI HALAL

ADHI KUSNADI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Ilmu Komputer

**ILMU KOMPUTER
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

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

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Irman Hermadi S.Kom., M.S., Ph.D.
- 2 Dr. Wisnu Uriawan S.T., M.Kom.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Irman Hermadi S.Kom., M.S., Ph.D.
- 2 Dr. Wisnu Uriawan S.T., M.Kom.

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 Disertasi: Integrasi *Blockchain* Pada Sistem ERP untuk *Traceability* Produk
Daging Sapi Halal

Nama : Adhi Kusnadi
NIM : G6601202002

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Khaswar Syamsu, M.Sc.

Pembimbing 3:

Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom., M.Kom.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Imas Sukaesih Sitanggang, S.Si., M.Kom.
NIP 19750130 199802 2 001

Dekan FMIPA IPB:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M.Si.
NIP 19780723 200701 1 001

Tanggal Ujian: 16 Mei 2024

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Agustus 2020 sampai bulan Mei 2024 ini adalah teknologi *blockchain* dengan judul “Integrasi *Blockchain* Pada Sistem ERP untuk *Traceability* Produk ”.

Ungkapan terima kasih yang sangat besar penulis sampaikan kepada Ayahku Tercinta Sunaryo Prasetya, Ibundaku tercinta Sudarmi, serta Istriku Tercinta Tanty Apriani dan Anak-anakku Tercinta, serta Kakakku tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya. Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Prof. Dr. Ir. Yandra Arkeman, M.Eng, Prof. Dr. Ir. Khaswar Syamsu, M.Sc, Dr. Sony Hartono Wijaya, S.Kom, M.Kom yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Ir. H. Bastoni pemilik RM.Hj.Dian dan UUT Beef yang telah memberi izin usahanya dijadikan tempat penelitian dan Yaman Khairuzzaman, M.Sc yang telah banyak membantu proses penelitian ini

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Adhi Kusnadi

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	4
1.6 Kebaruan	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Manajemen Rantai Pasok	9
2.3 Rantai Pasok <i>Traceability</i>	10
2.4 Sertifikat Halal	11
2.5 Sistem Jaminan Produk Halal	11
2.6 Undang-undang Nomor 33 Tahun 2014	12
2.7 Daging Sapi Halal	13
2.8 Perbedaan Ciri Daging Babi dan Daging Sapi	14
2.9 Kecerdasan Buatan	14
2.10 <i>Enterprise Resource Planning (ERP)</i>	16
2.11 <i>Blockchain</i>	19
2.12 Web3	21
2.13 Kontrak Pintar (<i>Smart Contract</i>)	23
2.14 Teknik Uji Sistem	23
III METODE	25
3.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	25
3.2 Metode Penelitian	25
3.3 Kerangka Pemikiran	28
3.4 Pemodelan Konseptual Sistem	29
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Hasil Penelitian	30
4.2 Pembahasan	65
V SIMPULAN DAN SARAN	70
5.1 Simpulan	70
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	73

DAFTAR TABEL

1	Jumlah publikasi terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND halal”	6
2	Penelitian-penelitian terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND halal”	7
3	Jumlah publikasi terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND ERP”	8
4	Penelitian-penelitian terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND ERP”	9
5	Penelitian-penelitian di bidang identifikasi daging sapi halal	13
6	Penelitian-penelitian di bidang implementasi AI pada ERP	19
7	Penelitian-penelitian terkait kata “ <i>Smart Contract</i> AND Halal”	23
8	Kebutuhan fungsional sistem	31
9	Kode kategori produk	42
10	Kode jenis produk	42
11	Kode produksi/pembelian	43
12	Kode <i>lot/serial number</i> produk jadi	43
13	Kode <i>lot/serial number</i> bahan mentah	43
14	Perbedaan daging sapi dan daging babi	44
15	Ciri daging dan pembobotan nilai CF	44
16	Nilai jawaban pengguna	45
17	Mendaftarkan semua aktor pada modul kontak	62
18	Membuat <i>purchase order</i> (PO)	62
19	Input data para aktor	62
20	Membuat QR Code	62
21	<i>Traceability</i> atau pindai QR Code	63
22	Pembuatan konektor <i>blockchain</i>	63
23	Pembuatan akun <i>blockchain</i>	64
24	Kontrak pintar <i>blockchain</i>	64

DAFTAR GAMBAR

1	Grafik jumlah publikasi terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND halal”	7
2	Grafik jumlah publikasi terkait kata “ <i>Blockchain</i> AND ERP”	8
3	Struktur sederhana rantai pasok	9
4	Komponen utama sistem pakar	15
5	Konsep dasar ERP	17
6	Perbandingan antar aplikasi ERP	18
7	Struktur blok dalam <i>blockchain</i>	20
8	Model <i>Prototyping</i>	25
9	Kerangka pemikiran	28
10	Pemodelan konseptual	29
11	Proses bisnis berjalan untuk rantai pasok daging	32
12	<i>Business Process Improvement</i> (BPI)	33
13	<i>Use case diagram</i>	34
14	<i>Activity diagram</i> melakukan manajemen produk	35
15	<i>Activity diagram</i> melakukan manajemen vendor	36

16 Activity Diagram membuat koneksi dengan <i>blockchain</i>	37
17 Activity diagram menggunakan sistem pakar	37
18 Activity diagram melihat profil produk	38
19 Sequence diagram manajemen produk	39
20 Sequence diagram manajemen vendor	39
21 Sequence diagram membuat koneksi dengan <i>blockchain</i>	40
22 Sequence diagram sistem pakar	41
23 Sequence diagram lihat profil produk	41
24 Class diagram	42
25 Arsitektur tiga lapis Odoo sebelum integrasi	45
26 Arsitektur sistem pakar	47
27 Arsitektur empat lapis Odoo setelah integrasi dengan <i>blockchain</i>	48
28 Arsitektur Odoo	49
29 Arsitektur <i>blockchain</i>	50
30 Antarmuka sistem pakar	53
31 Aliran proses data sistem pakar	53
32 Tampilan konektor	55
33 Pembuatan akun <i>blockchain</i>	56
34 Kontrak pintar di Odoo	57
35 Sistem integrasi <i>blockchain</i> dan ERP	58
36 Contoh QR Code	60
37 Situs hasil pemindaian	60
38 Hasil uji koneksi <i>blockchain</i>	63
39 Hasil uji penyebaran kontrak pintar	64

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.