

**PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF
PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA
KATOLIK ASSUMPTA KLATEN**

Skripsi



PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2023

**PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF
PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA
KATOLIK ASSUMPTA KLATEN**

Skripsi



Diajukan kepada Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana
Sebagai Salah Satu Syarat dalam Memperoleh Gelar
Sarjana Komputer

Disusun oleh

**YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA
71180308**

**PROGRAM STUDI INFORMATIKA FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
2023**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA
NIM : 71180308
Program studi : Informatika
Fakultas : Teknologi Informasi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

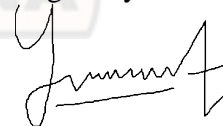
**“PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN
DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA
KLATEN”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 15 Mei 2023

Yang menyatakan



(Yosafat Adi Christian Putra)

NIM.71180308

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA KLATEN

yang saya kerjakan untuk melengkapi sebagian persyaratan menjadi Sarjana Komputer pada pendidikan Sarjana Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Kristen Duta Wacana, bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi keserjanaan di lingkungan Universitas Kristen Duta Wacana maupun di Perguruan Tinggi atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya dicantumkan sebagaimana mestinya.

Jika dikemudian hari didapati bahwa hasil skripsi ini adalah hasil plagiasi atau tiruan dari skripsi lain, saya bersedia dikenai sanksi yakni pencabutan gelar keserjanaan saya.

Yogyakarta, 29 Januari 2023



YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA
71180308

DUTA WACANA

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi : PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI
ALTERNATIF PENYIMPANAN DATA SENSITIF
UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA
KLATEN

Nama Mahasiswa : YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA

NIM : 71180308

Mata Kuliah : Skripsi (Tugas Akhir)

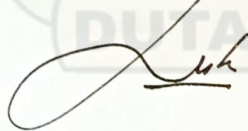
Kode : TIW276

Semester : Genap

Tahun Akademik : 2021/2022

Telah diperiksa dan disetujui di
Yogyakarta,
Pada tanggal 12 Desember 2022

Dosen Pembimbing I



Lukas Chrisantyo A.A., S.Kom., M.Eng.

Dosen Pembimbing II



Willy Sudiarto R., S.Kom., M.Cs.



Program Studi Informatika
Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta
Dr. Wahidin Sudirahusada 5-25 Yogyakarta, 55224. Telp. (0274)563929

FORMULIR PERBAIKAN (REVISI) SKRIPSI

Strata-1 Program Studi Informatika

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA
N I M : 71180308
Judul Skripsi : PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN
DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA KLATEN
Tanggal Pendadaran : 12 Januari 2023 13:00 WIB

Telah melakukan perbaikan tugas akhir dengan lengkap.

Demikian pernyataan kami agar dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 28 Januari 2023

Dosen Pembimbing I

Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.

Dosen Pembimbing II

Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.

UTA WACANA

HALAMAN PENGESAHAN

PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA KLATEN

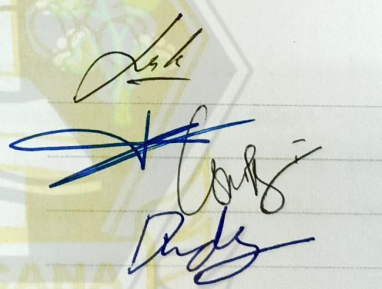
Oleh: YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA / 71180308

Dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi
Program Studi Informatika Fakultas Teknologi Informasi
Universitas Kristen Duta Wacana - Yogyakarta
Dan dinyatakan diterima untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Komputer
pada tanggal 12 Januari 2023

Yogyakarta, 29 Januari 2023
Mengesahkan,

Dewan Penguji:

1. Lukas Chrisantyo, S.Kom., M.Eng.
2. Willy Sudiarto Raharjo, S.Kom., M.Cs.
3. Gani Indriyanta, Ir. M.T.
4. I Kadek Dendy S., S.T., M.Eng.

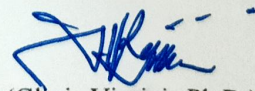


Dekan



(Restyandito, S. Kom., MSIS., Ph.D.)

Ketua Program Studi



(Gloria Virginia Ph.D.)

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS
SECARA ONLINE
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

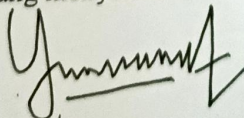
NIM : 71180308
Nama : Yosafat Adi Christian Putra
Prodi / Fakultas : Teknologi Informasi / Informatika
Judul Tugas Akhir : Penerapan Blockchain Sebagai Alternatif
Penyimpanan Data Sensitif Umat Paroki Gereja
Katolik Assumpta Klaten

bersedia menyerahkan Tugas Akhir kepada Universitas melalui Perpustakaan untuk keperluan akademis dan memberikan **Hak Bebas Royalti Non Eksklusif** (*Non-exclusive Royalty-free Right*) serta bersedia Tugas Akhirnya dipublikasikan secara online dan dapat diakses secara lengkap (*full access*).

Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Perpustakaan Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk *database*, merawat, dan mempublikasikan Tugas Akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Yogyakarta, 29 Januari 2023

Yang menyatakan,



(71180308 – Yosafat Adi Christian Putra)



Karya sederhana ini dipersembahkan
kepada Tuhan, Keluarga Tercinta,
dan Kedua Orang Tua



Segala sesuatu indah pada waktu-Nya

Anonim

Perjalanan ribuan mil dimulai dari langkah satu mil

(Pepatah Kuno)

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Tuhan yang maha kasih, karena atas segala rahmat, bimbingan, dan bantuan-Nya maka akhirnya Skripsi dengan judul PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA KLATEN ini telah selesai disusun.

Penulis memperoleh banyak bantuan dari kerja sama baik secara moral maupun spiritual dalam penulisan Skripsi ini, untuk itu tak lupa penulis ucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan yang maha kasih,
2. Orang tua yang selama ini telah sabar membimbing dan mendoakan penulis tanpa kenal untuk selama-lamanya,
3. Dekan selaku Dekan FTI, yang mendukung kegiatan perkuliahan saya,
4. Kaprodi selaku Kaprodi Informatika, yang mendukung kegiatan perkuliahan saya,
5. Dosen Pembimbing 1 selaku Dosen Pembimbing 1, yang telah memberikan ilmunya dan dengan penuh kesabaran membimbing penulis,
6. Dosen Pembimbing 2, selaku Dosen Pembimbing 2 yang telah memberikan ilmu dan kesabaran dalam membimbing penulis, dan
7. Keluarga tercinta: yang selalu mendukung saya dan mendoakan Kesehatan dan keberhasilan saya.

Laporan skripsi ini tentunya tidak lepas dari segala kekurangan dan kelemahan, untuk itu segala kritikan dan saran yang bersifat membangun guna kesempurnaan skripsi ini sangat diharapkan. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca semua dan lebih khusus lagi bagi pengembangan ilmu komputer dan teknologi informasi.

Yogyakarta, 12 Desember 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS SECARA ONLINE.....	vi
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA YOGYAKARTA	vi
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
INTISARI.....	xv
ABSTRACT.....	xvi
BAB I	1
PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan Penelitian.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
1.6. Sistematika Penulisan.....	2
BAB II.....	4
TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Landasan Teori	4
2.2.1 Blockchain.....	4
2.2.2 Kriptografi.....	6
2.2.3 Integritas Data	8

2.2.4	<i>Concurrency</i>	9
2.2.2	Hyperledger Fabric.....	9
2.2.3	CouchDB.....	10
BAB III		11
METODOLOGI PENELITIAN.....		11
3.1	Analisis Kebutuhan Sistem	11
3.1.1	Kebutuhan Software.....	11
3.1.2	Kebutuhan Hardware	11
3.1.3	Konfigurasi Security Group.....	12
3.2	Perancangan Penelitian.....	13
3.3	Diagram Alir.....	13
3.4	Use Case Diagram	14
3.5	Perancangan Basis Data	15
3.6	Perancangan Pengujian Sistem.....	16
3.6.1	Percobaan Pertama.....	16
3.6.2	Percobaan Kedua.....	17
3.6.3	Percobaan Ketiga	17
BAB IV		19
IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN.....		19
4.1	Implementasi Awal.....	19
4.1.1	Implementasi Perancangan Sistem.....	19
4.1.2	Implementasi Konfigurasi Port	19
4.2	Implementasi Sistem	20
4.2.1	Implementasi Perancangan Sistem.....	20
4.2.2	Implementasi Chaincode.....	22
4.2.3	Implementasi REST API.....	27
4.3	Pengujian dan Analisis	41
4.3.1	Pengujian dan Hasil Percobaan Pertama.....	41

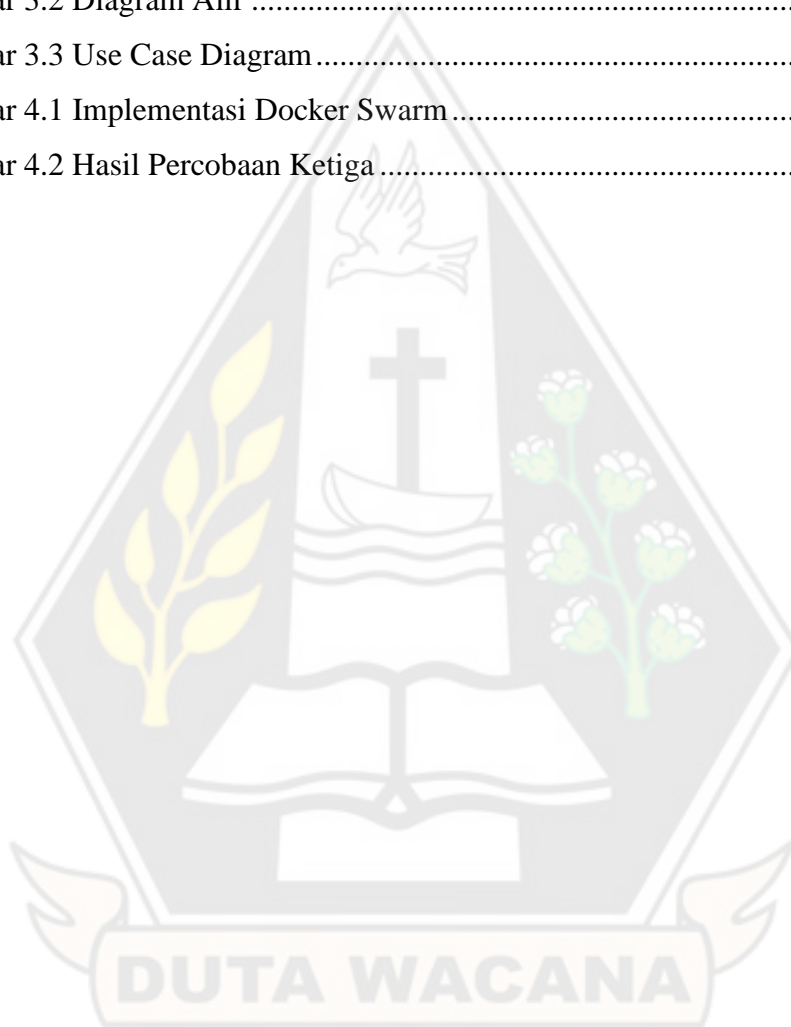
4.3.2	Pengujian dan Hasil Percobaan Kedua	56
4.3.3	Pengujian dan Hasil Percobaan Ketiga	67
4.4	Pembahasan	71
BAB V	.....	74
KESIMPULAN DAN SARAN	.....	74
5.1	Kesimpulan.....	74
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA	.....	76
LAMPIRAN A	.....	78
A.1	app.js	78
A.2	AppUtils.js	79
A.3	buildCPP.js.....	81
A.4	CAUtils.js.....	82
A.5	dockerfile.....	84
A.6	package.json	84
A.7	query.js	85
A.8	registerUser.js.....	85
A.9	stack.yaml.....	86
A.10	tx.js	87
A.11	main.go.....	88
A.12	smart-contract.go.....	88
LAMPIRAN B	.....	94
KARTU KONSULTASI DOSEN 1	.....	94
LAMPIRAN C	.....	95
KARTU KONSULTASI DOSEN 2	.....	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Tabel Kebutuhan Fungsional	11
Tabel 3.2 Tabel Kebutuhan Non-Fungsional	12
Tabel 3.3 Konfigurasi Port (Inbound Rules).....	12
Tabel 3.4 Konfigurasi Port (Outbound Rules).....	12
Tabel 3.5 Perancangan Penyimpanan Data	16
Tabel 4.1 Detail Instance EC2	19
Tabel 4.2 Detail Security Group	19
Tabel 4.3 Daftar <i>service</i> pada <i>Docker Container</i>	20
Tabel 4.4 Tabel Konfigurasi <i>Postman</i>	41
Tabel 4.5 Detail <i>block</i> transaksi pemasukan data umat A	44
Tabel 4.6 Tabel transaksi pemasukan data umat A.....	44
Tabel 4.7 Tabel detail <i>block</i> pemasukan data umat B.....	45
Tabel 4.8 Detail <i>transaksi</i> pemasukan data umat B	45
Tabel 4.9 <i>Detail block</i> pada transaksi perubahan status pernikahan umat B	46
Tabel 4.10 <i>Detail</i> transaksi pada perubahan status pernikahan umat B.....	47
Tabel 4.11 <i>Detail block</i> perubahan status pernikahan umat A.....	48
Tabel 4.12 <i>Detail</i> transaksi perubahan status pernikahan umat A	48
Tabel 4.13 <i>Detail block</i> perubahan status pernikahan, alamat, dan nomor KK pada umat B	50
Tabel 4.14 <i>Detail</i> transaksi perubahan status pernikahan, alamat, dan nomor KK umat B	50
Tabel 4.15 <i>Detail block</i> pemasukan data umat untuk skenario kedua	57
Tabel 4.16 <i>Detail</i> transaksi pemasukan data untuk skenario kedua.....	58
Tabel 4.17 <i>Detail block</i> pembaharuan data pada skenario kedua	59
Tabel 4.18 <i>Detail</i> transaksi pertama pembaharuan data pada skenario kedua.....	60
Tabel 4.19 <i>Detail</i> transaksi kedua pembaharuan data pada skenario kedua	60
Tabel 4.20 <i>Detail</i> transaksi ketiga pembaharuan data pada skenario kedua.....	61
Tabel 4.21 <i>Detail block</i> dari transaksi pembaharuan tiga data berbeda.....	63
Tabel 4.22 Hasil percobaan transaksi konkuren 15 transaksi	64
Tabel 4.23 Hasil percobaan transaksi konkuren 30 transaksi	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Blockchain.....	5
Gambar 2.2. Contoh Merkle Tree	8
Gambar 3.1 Perancangan Arsitektur Sistem	13
Gambar 3.2 Diagram Alir	14
Gambar 3.3 Use Case Diagram.....	15
Gambar 4.1 Implementasi Docker Swarm.....	20
Gambar 4.2 Hasil Percobaan Ketiga.....	68



INTISARI

PENERAPAN BLOCKCHAIN SEBAGAI ALTERNATIF PENYIMPANAN DATA SENSITIF UMAT PAROKI GEREJA KATOLIK ASSUMPTA KLATEN

Oleh

YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA

71180308

Pada era digital sekarang ini, data merupakan aset yang paling berharga. Setiap lembaga dan industri digital menghasilkan data dalam jumlah yang besar. Orang yang bertanggung-jawab untuk mengatur data tersebut disebut database administrator. Menjadi database administrator adalah pekerjaan yang menantang dan kompleks karena setiap data memiliki arti dan kegunaannya sendiri. Data gereja memiliki kegunaan dan artinya sendiri pada lembaga gereja dan jemaatnya. Oleh karena itu, integritas data menjadi salah satu perhatian kritis untuk lembaga gereja, terkhususnya Gereja Katolik.

Penelitian ini menjelaskan tentang perancangan sistem *blockchain* yang difokuskan untuk menjaga integritas data umat paroki yang sudah disimpan pada *database*. Sistem dirancang menggunakan *Hyperledger Fabric* dengan *CouchDB* sebagai *database* untuk penyimpanan data dengan replikasi ke dalam tiga node.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang diciptakan mampu menjaga integritas data umat paroki dengan baik, dikarenakan *smart contract* yang diciptakan berjalan dengan baik. Sistem juga mampu menangani konkurensi dengan menampung semua transaksi konkuren ke dalam satu *block*. Jika transaksi konkuren melebihi jumlah batas penyimpanan *block*, maka transaksi akan membuat *block* baru untuk menyimpan sisanya. Sistem yang dibangun hanya mampu menangani maksimal 500 transaksi konkuren dalam satu waktu.

Kata-kata kunci : *blockchain*, integritas data, *database*, konkurensi.

ABSTRACT

APPLICATION OF BLOCKCHAIN AS ALTERNATIVE FOR STORAGE OF SENSITIVE DATA FOR ASSUMPTA KLATEN CATHOLIC CHURCH

By

YOSAFAT ADI CHRISTIAN PUTRA

71180308

In this digital age, data is the most valuable asset. Every digital institution and industry generates a large amount of data. The person responsible for managing this data is called a database administrator. Being a database administrator is a challenging and complex job because every piece of data has its own meaning and use. Church data has its own use and meaning in the church institution and congregation. Therefore, data integrity is a critical concern for church institutions, particularly the Catholic Church.

This study explains the design of a blockchain system focused on preserving the integrity of parishioner data stored in the database. The system was designed using Hyperledger Fabric with CouchDB as the database for data storage with replication into three nodes.

The results of the research show that the created system is capable of preserving the integrity of parishioner data effectively, due to the well-functioning smart contract. The system is also able to handle concurrency by storing all concurrent transactions into one block. If the number of concurrent transactions exceeds the block storage limit, the transactions will create a new block to store the rest. The system built can only handle a maximum of 500 concurrent transactions at one time.

Keywords : *blockchain*, data integrity, *database*, concurrency

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada era digital sekarang ini, data merupakan aset yang paling berharga. Setiap lembaga dan industri digital menghasilkan data dalam jumlah yang besar. Orang yang bertanggung-jawab untuk mengatur data tersebut disebut database administrator. Menjadi database administrator adalah pekerjaan yang menantang dan kompleks karena setiap data memiliki arti dan kegunaannya sendiri. Data gereja memiliki kegunaan dan artinya sendiri pada lembaga gereja dan jemaatnya. Dengan maraknya kasus cyber-attack sekarang, banyak oknum tidak bertanggung jawab berusaha untuk mengambil, merusak, dan mengubah data tersebut. Contohnya adalah kasus pemalsuan dokumen di GMIH Lamban yang terjadi di Ternate, Maluku Utara (Mujair, 2022).

Oleh karena itu, integritas data menjadi salah satu perhatian kritis untuk lembaga gereja, terkhususnya Gereja Katolik. Gereja Katolik menyimpan data umat yang berjumlah sekitar lima ribu untuk satu paroki. Jika semua data tersebut dikalikan seratus, yang masing-masing untuk jumlah paroki pada satu keuskupan, maka ada sekitar lima ratus ribu data dalam satu keuskupan. Jika terjadi pembobolan integritas data pada lembaga tersebut, hal ini bisa mengakibatkan masalah yang serius tidak hanya untuk umat, tetapi juga untuk lembaga gereja.

Blockchain dapat menjadi solusi untuk masalah tersebut. Salah satu karakteristik yang unik dari blockchain adalah *tamper proof*, dimana data yang sudah disambungkan kedalam *block* tidak dapat dirubah lagi, blockchain bisa menjadi solusi yang tepat untuk permasalahan ini. Adapun karakteristik lainnya yaitu desentralisasi, dimana data disimpan pada semua perangkat yang terhubung pada jaringan tersebut. Blockchain juga melindungi data yang sudah dimasukkan ke dalam sistem dengan kriptografi sehingga keamanan dari data terjamin. Selain itu, blockchain juga menyediakan sistem *membership* untuk jaringannya, sehingga hanya orang tertentu saja yang bisa mengaksesnya. Dengan prinsip-prinsip tersebut,

diharapkan bahwa *blockchain* bisa menjadi solusi yang tepat untuk permasalahan ini.

1.2. Perumusan Masalah

Jika dilihat dari sisi Database Administrator, maka rumusan masalah untuk penelitian ini adalah seberapa jauh *blockchain* dapat menjaga integritas data umat paroki Gereja Katolik Assumpta Klaten.

1.3. Batasan Masalah

Batasan masalah untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah *data dummy* umat paroki dari Gereja Katolik Santa Maria Assumpta Klaten.
2. Platform *blockchain* yang digunakan untuk penelitian ini adalah Hyperledger Fabric.

1.4. Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa jauh sistem *blockchain* yang dibangun mampu mempertahankan integritas data umat paroki.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian ini untuk pihak gereja adalah integritas data pada gereja menjadi lebih terjaga.

1.6. Sistematika Penulisan

Laporan skripsi ini disusun dengan sistematika bagian pertama, terdiri dari empat bab: Bab 1 yaitu Pendahuluan yang berisi tentang latar belakang masalah, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika laporan. Bab 2 yaitu Tinjauan Pustaka dan Landasan Teori yang berisi tinjauan pustaka tentang penelitian-penelitian terkait, dan berbagai tinjauan pustaka spesifik. Bab 3 yaitu Metodologi Penelitian yang berisi analisis kebutuhan *software* dan *hardware*, perancangan penelitian, seperti sistem yang akan dibangun dan

pengujiannya. Bab 4 yaitu Implementasi dan Pembahasan akan berisi tentang bagaimana sistem yang dirancang diimplementasikan, dan hasil dari pengujian sistem serta pembahasannya. Bab 5 yaitu Kesimpulan dan Saran berisi tentang kesimpulan yang diperoleh untuk penelitian ini, serta saran untuk penelitian jika ada orang yang ingin melanjutkan penelitian ini.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sistem *blockchain* yang dibangun mampu melindungi integritas data umat paroki dengan cukup baik. *Smart contract* yang diterapkan mampu menyimpan semua data umat dengan baik, dan transaksi juga sudah disimpan dalam *blockchain*, sehingga integritas data tersebut terjamin. *Smart contract* juga mampu mendeteksi adanya data yang *invalid* dalam transaksi pemasukan dan pembaharuan data, sehingga sistem mampu menanganinya dengan baik, dengan cara hanya memasukkan atribut yang sudah dicantumkan dalam *smart contract*, atau dengan menolak transaksi dan mengirimkan pesan *error*. Tetapi, sistem masih belum bisa mengatasi kesalahan yang disebabkan oleh manusia atau *human error*, seperti misalnya transaksi pemasukan data dengan atribut tambahan, yang bisa menyebabkan terjadinya misinformasi.

Sistem yang dibangun juga mampu mengatasi *concurrency* dengan cukup baik, yaitu dengan memasukkan semua transaksi yang terjadi pada satu waktu ke dalam satu *block* sekaligus. Dikarenakan *REST API* bersifat *asynchronous*, data yang dikirim awal, belum tentu data yang datang paling awal juga. Jika transaksi konkuren dilakukan terhadap data yang sama, maka data terakhir yang masuk ke dalam *block* yang akan digunakan pada *database*. Selain itu, sistem juga bisa melakukan transaksi konkuren terhadap data yang berbeda. Penyimpanan data pada *block* yang sama ini bisa terjadi dikarenakan oleh pengaturan transaksi pada Hyperledger Fabric. Jika transaksi konkuren yang dilakukan melebihi batas maksimal yang ditentukan pada pengaturan, maka *block* akan memisah transaksi sesuai batas yang ditentukan, dan membuat *block* baru untuk menampung sisanya. Oleh karena itu, untuk memenuhi kebutuhan sistem, pihak *administrator* bisa mengubah konfigurasi transaksi sesuai kebutuhan sistem.

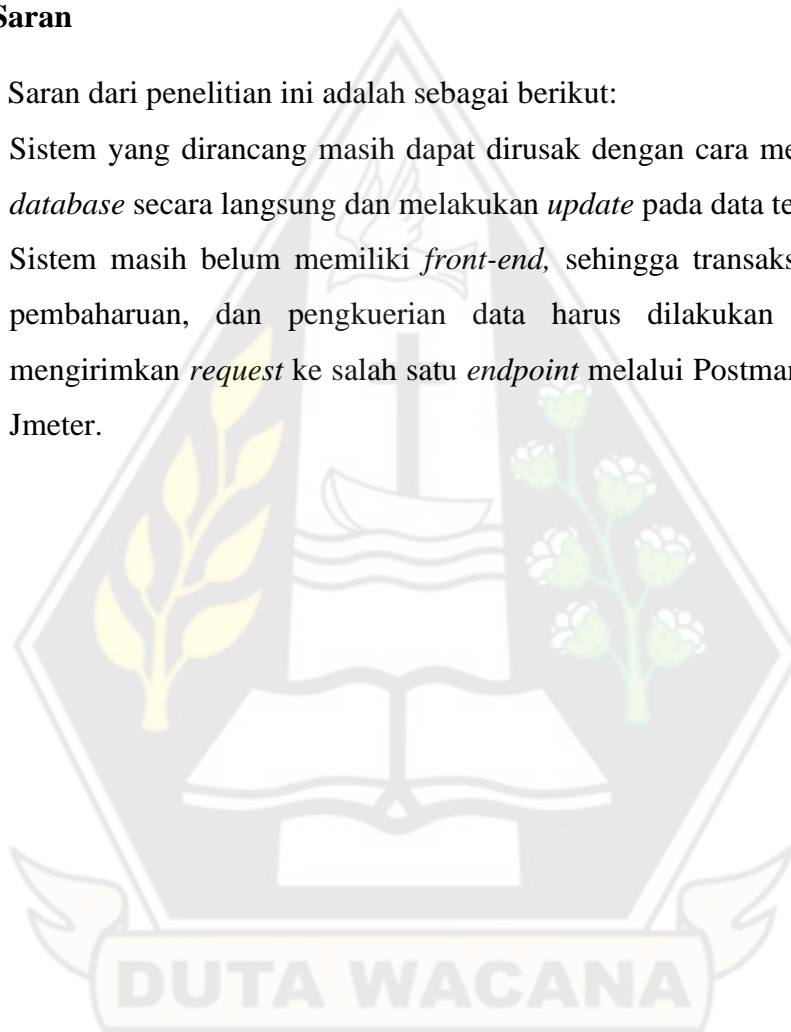
Sistem yang dirancang hanya mampu menjalankan maksimal 500 transaksi konkuren dalam satu waktu. Jika sistem menjalankan transaksi lebih dari 500, maka akan terjadi *error*. Berdasarkan hasil percobaan ketiga skenario pertama, dapat

disimpulkan bahwa ada korelasi antara spesifikasi sistem yang dirancang dengan kemampuan sistem menangani konkurensi. Dan sistem tidak bisa mencegah *tampering data* yang terjadi di *world database* secara langsung. Oleh karena itu, *endorsement policy* dan keamanan pada *world database* harus lebih ditingkatkan lagi.

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sistem yang dirancang masih dapat dirusak dengan cara mengakses *state database* secara langsung dan melakukan *update* pada data tersebut.
2. Sistem masih belum memiliki *front-end*, sehingga transaksi pemasukan, pembaharuan, dan pengkuerian data harus dilakukan dengan cara mengirimkan *request* ke salah satu *endpoint* melalui Postman atau Apache Jmeter.



DAFTAR PUSTAKA

- Amazon Web Services Inc. (2022). *What is Decentralization in Blockchain?*
Amazon Web Service. <https://aws.amazon.com/blockchain/decentralization-in-blockchain/>
- Antwi, M., Adnane, A., Ahmad, F., Hussain, R., Habib ur Rehman, M., & Kerrache, C. A. (2021). The case of HyperLedger Fabric as a blockchain solution for healthcare applications. *Blockchain: Research and Applications*, 2(1), 100012. <https://doi.org/10.1016/j.bcra.2021.100012>
- Chitty, T. (2020). *The Mathematics of Bitcoin — SHA-256*. Medium.
<https://medium.com/swlh/the-mathematics-of-bitcoin-74ebf6cefbb0>
- CouchDB. (2012). Apache CouchDB Documentation. In *CouchDB*.
- Gao, K., Liu, Y., Xu, H., & Han, T. (2020). Design and implementation of food supply chain traceability system based on Hyperledger Fabric. *Int. J. Computational Science and Engineering*, 23(2), 185–193.
<https://doi.org/10.1504>
- Gupta, V. (2022). *What is Blockchain Cryptography?* GeeksforGeeks | A Computer Science Portal for Geeks. <https://www.geeksforgeeks.org/what-is-blockchain-cryptography/>
- Hyperledger Project. (2020). *HyperLedger Fabric whitepaper. 2*.
https://www.hyperledger.org/wp-content/uploads/2020/03/hyperledger_fabric_whitepaper.pdf
- Lukita, C. (2020). Penerapan Sistem Pendataan Hak Cipta Content Menggunakan Blockchain. *ADI Bisnis Digital Interdisiplin Jurnal*, 1(2 Desember), 40–45.
<https://doi.org/10.34306/abdi.v1i2.120>
- Mujair, Y. (2022, March 22). Penanganan Kasus Pemalsuan Dokumen GMIH Lamban, Karo Hukum Datangi Kejati Maluku Utara. *Tandaseru*.
- Pfeiffer, M. (2017). Data Integrity. *Pharmazeutische Industrie*, 79(5), 736–741.
<https://doi.org/10.1201/noe1420052756.ch92>
- Rahardja, U., Aini, Q., Yusup, M., & Edliyanti, A. (2020). Penerapan Teknologi Blockchain Sebagai Media Pengamanan Proses Transaksi E-Commerce.

CESS (Journal of Computer Engineering, System and Science), 5(1), 28.

<https://doi.org/10.24114/cess.v5i1.14893>

Rawal, B. S., Manogaran, G., & Poongodi, M. (2022). *Implementing and leveraging blockchain programming*.

Suretno, M., & Ranggadara, I. (2022). Pengembangan Aplikasi Waste Bank Berbasis Blockchain. *Teknika*, 11(1), 8–13.

<https://doi.org/10.34148/teknika.v11i1.425>

Thakkar, P., Nathan, S., & Vishwanathan, B. (2018). *Performance Benchmarking and Optimizing Hyperledger Fabric Blockchain Platform*.

<http://arxiv.org/abs/1805.11390>

Wiener, R. (2022). Generic Data Structures and Algorithms in Go. In *Generic Data Structures and Algorithms in Go*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-8191-8>

Zand, M., Wu, X., & Morris, M. A. (2021). *Hands-On Smart Contract Development with Hyperledger Fabric V2*. O'Reilly Media, Inc.

<http://oreilly.com>

