

IMPLEMENTASI ALGORITMA KONSENSUS *PROOF-OF-WORK* DALAM *BLOCKCHAIN* TERHADAP REKAM MEDIS

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Chrisdityra Lengkey

17013008



**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO
MANADO
2021**

IMPLEMENTASI ALGORITMA KONSENSUS *PROOF-OF-WORK* DALAM *BLOCKCHAIN* TERHADAP REKAM MEDIS

LAPORAN TUGAS AKHIR

Disusun oleh:

Chrisdityra Lengkey

17013008



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE MANADO

MANADO

2021

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Chrisdityra Lengkey
NIM : 17013008
Tempat/Tanggal Lahir : Bekasi, 05 Oktober 1999
Fakultas/Jurusan : Teknik/Teknik Informatika

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir dengan judul **Implementasi “Algoritma Konsensus *Proof-Of-Work* dalam *Blockchain* terhadap Rekam Medis”** yang telah dibuat ini merupakan laporan yang disusun sendiri dan tidak ditulis oleh orang lain, kecuali ada kutipan yang telah disertakan dengan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebaik-baiknya dan jika ada kalimat pernyataan yang tidak sesuai dengan semestinya maka dapat diberikan sanksi kepada saya sesuai dengan aturan yang ditetapkan oleh Fakultas yaitu membatalkan Laporan Tugas Akhir.

Manado, 30 Juli 2021

Menyatakan,



Chrisdityra Lengkey

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dr. Liza Wikarsa., B.C.S., M.Comp

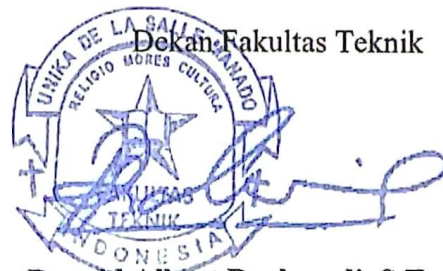
Dosen Pembimbing II

Thomas Ch. Suwanto, S.Kom., M.Mm

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Vivie Deyby Kumenap, S.T., M.Cs.



Ronald Albert Rachmadi, S.T., M.T.



**UNIVERSITAS KATOLIK DE LA SALLE
MANADO – INDONESIA**

Nama : Chrisdityra Lengkey
NIM : 17013008
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Informatika
Judul Tugas Akhir : Implementasi Algoritma *Proof-of-work* dalam
Blockchain terhadap Rekam Medis
Pembimbing I : Dr. Liza Wikarsa., B.C.S., M.Comp
Pembimbing II : Thomas Ch. Suwanto, S.Kom., M.Mm

Menyetujui,

Manado, 31 Juli 2021

Dosen Pembimbing I

Dr. Liza Wikarsa., B.C.S., M.Comp

Dosen Pembimbing II

Thomas Ch. Suwanto, S.Kom., M.Mm

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Vivie Deyby Kumenap, S.T., M.Cs.

Dekan Fakultas Teknik

Ronald Albert Rachmadi, S.T., M.T.

ABSTRAK

Dalam berbagai bidang penyimpanan data, khususnya dalam pencatatan transaksi muncul istilah baru yaitu *Blockchain*. Penggunaan *blockchain* juga dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang yang salah satunya dunia kesehatan yaitu Rekam Medis. Rekam medis merupakan dokumen bersifat sangat rahasia yang berisi riwayat kesehatan dan penanganan medis pasien. Kebanyakan fasilitas kesehatan di Indonesia mulai mengubah metode pencatatan rekam medis menjadi pencatatan berbasis elektronik. Namun dengan pencatatan elektronik, data belum dipastikan aman karena data dapat diakses atau diubah secara tidak bertanggung jawab. Akibat dari data rekam medis yang tidak sesuai, dapat menjadi masalah dalam penanganan atau disebut *medication error*. Dengan begitu teknologi *blockchain* dapat digunakan untuk keamanan pengelolaan Rekam Medis. Dalam pembuatan sistem, akan digunakan jenis *Private Blockchain* dan *consensus Proof-of-work* (PoW) untuk proses pencatatan data kedalam *blockchain*. Selain itu, akan diterapkan algoritma kriptografi asimetris yaitu sistem kriptografi yang menggunakan sepasang kunci untuk proses enkripsi dan dekripsi data rekam medis. Data yang telah disimpan dalam *blockchain* akan otomatis terdistribusi pada setiap layanan kesehatan pada jaringan *blockchain* tersebut. Dokter akan mengakses rekam medis melalui sistem berbasis web, dengan menggunakan token yang sebelumnya dibuat oleh pasien pada sistem *Android*. Dengan begitu, Dokter dapat mengetahui Rekam Medis Pasien tanpa melanggar *privacy* pasien, dan Pasien dapat terhindar dari kesalahan penanganan.

Kata Kunci: *Blockchain*, Kriptografi, *Proof-of-work*, Rekam Medis

ABSTRACT

In various fields of data storage, especially in recording transactions, a new term appears, namely Blockchain. The use of blockchain can also be used in various fields, one of which is the world of health, namely Medical Records. A medical record is a highly confidential document that contains a patient's medical history and medical treatment. Most health facilities in Indonesia have begun to change the method of recording medical records into electronic-based records. However, with electronic recording, data is not guaranteed to be safe because data can be accessed or changed irresponsibly. As a result of inappropriate medical record data, it can become a problem in handling or is called medication error. That way blockchain technology can be used for the security of medical record management. In making the system, the type of Private Blockchain and Consensus Proof-of-work (PoW) will be used for the process of recording data into the blockchain. In addition, an asymmetric cryptographic algorithm will be applied, namely a cryptographic system that uses a pair of keys to encrypt and decrypt medical record data. The data that has been stored in the blockchain will be automatically distributed to every health service on the blockchain network. Doctors will access medical records through a web-based system, using tokens previously generated by patients on the Android system. That way, the doctor can find out the patient's medical record without violating the patient's privacy, and the patient can avoid mishandling.

Keyword: Blockchain, Cryptography, Medical Record, Proof-of-work

KATA PENGANTAR

Haleluya Puji Tuhan limpah terima kasih pertama-tama dipanjatkan kepada Yesus Kristus yang selalu membimbing dan memberikan berkatNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan pembuatan sistem dan laporan untuk Tugas Akhir ini.

Berterima kasih juga kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan, arahan, semangat serta topangan doa dalam pembuatan Tugas Akhir ini:

1. Bapak Prof. Dr. Johanis Ohoitumur sebagai Rektor Universitas Katolik De La Salle Manado
2. Dekan Fakultas Teknik, Bapak Ronald A. Rachmadi, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknik Informatika, Ibu Vivie D. Kumenap, S.T., M.Cs.
4. Ibu Dr. Liza Wikarsa, B.C.S., M.Comp sebagai Dosen Pembimbing Satu.
5. Bapak Thomas Ch. Suwanto, S.Kom., M.M sebagai Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Dua.
6. Kedua orang tua, Bapak Denny Lengkey dan Ibu Helly M. B Tamboto yang telah bekerja keras, memberikan kasih sayang, doa dan semangat.
7. Cleonart A. E. Dotulong yang selalu bersama-sama membantu, memberikan semangat dan doa.
8. Mahasiswa Teknik Informatika angkatan 2017 dan semua teman-teman yang berusaha dan bekerja sama dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
9. Keluarga besar dan teman-teman yang telah bersedia dan membantu dalam melengkapi penelitian.

Serta pihak-pihak lainnya yang mungkin tidak sempat disebutkan, kiranya selalu diberikan berkat dan kesehatan atas kita semua dari Tuhan Yesus Kristus.

Dalam laporan ini berisi tentang pengerjaan sistem untuk Tugas Akhir, yang semoga kedepannya dapat bermanfaat untuk berbagai pihak yang membaca laporan ini. Pembaca dapat memberikan masukan dan saran, apabila mendapati kesalahan dan kekurangan dalam penulisan laporan ini.

Manado, Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iv
ABSTRAK.....	v
ABSTRACT.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Latar Belakang.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Rumusan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Tujuan Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Manfaat Tugas Akhir.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Batasan Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
1.6 Sistematika Penulisan.....	Error! Bookmark not defined.
BAB II LANDASAN TEORI.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.1 Struktur Blok.....	Error! Bookmark not defined.
2.1.2 <i>Secure Hash Algorithm 256</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.3 <i>Consensus Algorithm</i> dalam <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
2.1.4 Jenis <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
2.2 <i>Medical Record</i>	Error! Bookmark not defined.
2.3 Penelitian Terkait Penggunaan <i>Proof-of-work</i> dalam <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4 Teknologi Pengembangan Perangkat Lunak.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.1 Bahasa Pemrograman <i>Python</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.2 <i>Framework</i> <i>Vue.js</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.3 Sistem Berbasis <i>Android</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.4 Sistem Berbasis Web.....	Error! Bookmark not defined.
2.4.5 <i>Integrated Development Environment</i> (IDE).....	Error! Bookmark not defined.
2.4.6 <i>Version Control System</i> (VCS).....	Error! Bookmark not defined.
2.4.7 <i>Virtual Box</i>	Error! Bookmark not defined.
2.4.8 Basis Data.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Metodologi Pengembangan Perangkat Lunak.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 <i>Waterfall Methodology</i>	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 <i>Unified Modelling Language</i> (UML).....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Prosedur Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.
BAB III ANALISIS.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Pengumpulan dan Pengolahan Data.....	Error! Bookmark not defined.

3.1.1	Daftar Pertanyaan Kuesioner	Error! Bookmark not defined.
3.1.2	Hasil Pembahasan Kuesioner....	Error! Bookmark not defined.
3.2	Identifikasi Masalah.....	Error! Bookmark not defined.
3.3	Analisis Sistem	Error! Bookmark not defined.
3.4	Identifikasi Target Pengguna	Error! Bookmark not defined.
3.5	Spesifikasi Persyaratan	Error! Bookmark not defined.
3.5.1	Persyaratan Fungsional	Error! Bookmark not defined.
3.5.2	Persyaratan Non-Fungsional.....	Error! Bookmark not defined.
BAB IV	PERANCANGAN	Error! Bookmark not defined.
4.1	Aturan Penggunaan Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
4.2	Perancangan Arsitektur.....	Error! Bookmark not defined.
4.2.1	<i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
4.2.2	Enkripsi dan Dekripsi	Error! Bookmark not defined.
4.2.3	Token	Error! Bookmark not defined.
4.2.4	Mengakses Rekam Medis	Error! Bookmark not defined.
4.2.5	<i>Mining</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3	Perancangan Modul	Error! Bookmark not defined.
4.3.1	<i>Use Case Diagram</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3.2	<i>Activity Diagram</i>	Error! Bookmark not defined.
4.3.3	<i>Class Diagram</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4	Pemodelan Antarmuka Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1	Pemodelan Antarmuka Sistem <i>Android</i>	Error! Bookmark not defined.
4.4.2	Pemodelan Antarmuka Sistem Web	Error! Bookmark not defined.
BAB V	IMPLEMENTASI.....	Error! Bookmark not defined.
5.1	Lingkungan Implementasi	Error! Bookmark not defined.
5.2	Implementasi Pemodelan Antarmuka Sistem	Error! Bookmark not defined.
5.2.1	Implementasi Pemodelan Antarmuka Sistem <i>Web</i>	Error! Bookmark not defined.
5.2.2	Implementasi Pemodelan Antarmuka Sistem <i>Android</i>	Error! Bookmark not defined.
5.3	Implementasi Basis Data	Error! Bookmark not defined.
5.4	Implementasi Modul Program	Error! Bookmark not defined.
5.4.1	Modul <i>Generate Token</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.2	Modul Menyimpan Data	Error! Bookmark not defined.
5.4.3	Modul Melakukan <i>Mining</i>	Error! Bookmark not defined.
5.4.4	Modul Membuat Blok Baru.....	Error! Bookmark not defined.
5.4.5	Modul Menampilkan Data dari <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
BAB VI	PENGUJIAN	Error! Bookmark not defined.
6.1	Tujuan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
6.2	Kriteria Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
6.3	Evaluasi Performa.....	Error! Bookmark not defined.
6.4	Kasus Pengujian.....	Error! Bookmark not defined.
6.3.1	Kasus Pengujian Sistem Web ...	Error! Bookmark not defined.

6.3.2	Kasus Pengujian Sistem <i>Android</i>	Error! Bookmark not defined.
6.5	Melakukan Pengujian	Error! Bookmark not defined.
6.5.1	Pengujian Sistem Web	Error! Bookmark not defined.
6.5.2	Pengujian Sistem <i>Android</i>	Error! Bookmark not defined.
6.6	Analisis Hasil Pengujian	Error! Bookmark not defined.
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN		Error! Bookmark not defined.
7.1	Kesimpulan	Error! Bookmark not defined.
7.2	Saran	Error! Bookmark not defined.
DAFTAR PUSTAKA		Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN A		A-Error! Bookmark not defined.
LAMPIRAN B		B-Error! Bookmark not defined.

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 Struktur Blok	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 Tahap <i>Hashing</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 Proses <i>Proof-of-work</i> dalam <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 Contoh Rekam Medis pada Klinik	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 Contoh Rekam Medis pada Puskesmas.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 Elemen HTML	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 <i>Waterfall Methodology</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.9 Alur Sistem <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.10 Alur Diagram <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.11 Alur Enkripsi	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.12 Alur Dekripsi.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.13 Alur Token	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.14 Mengakses Rekam Medis.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.15 Alur Mining.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.16 Use Case Diagram Sistem Baru	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.17 Activity Diagram Membuat Token (<i>Android</i>)	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.18 Activity Diagram Rekam Medis (<i>Web</i>).....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.19 <i>Class Diagram</i> Sistem.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.20 Pemodelan Antarmuka Halaman <i>Login</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.21 Pemodelan Antarmuka Halaman Awal	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.22 Pemodelan Antarmuka Halaman Membuat Token	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.23 Pemodelan Antarmuka Halaman Notifikasi...	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.24 Pemodelan Antarmuka Halaman Akun.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.25 Pemodelan Antarmuka <i>Login</i> Dokter.....	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.26 Pemodelan Antarmuka <i>Generate Token</i>	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.27 Pemodelan Antarmuka Akses Rekam Medis.	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.28 Pemodelan Antarmuka Menambahkan Hasil Pemeriksaan	Error! Bookmark not defined.
Gambar 4.29 Pemodelan Antarmuka Profil Dokter	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.30 Tampilan Halaman Utama	Error! Bookmark not defined.
Gambar 5.31 Tampilan Memasukkan Token.....	Error! Bookmark not defined.

- Gambar 5.32 Tampilan Menambahkan Hasil Pemeriksaan Pasien **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.33 Tampilan Riwayat Pemeriksaan Pasien **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.34 Tampilan Detail Riwayat Pemeriksaan **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.35 Tampilan Halaman *Login*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.36 Tampilan Halaman Register.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.37 Tampilan Halaman Utama**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 5.38 Basis Data Sistem *Web*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.39 Tampilan Pengujian Melakukan *Login* Berhasil...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.40 Tampilan Pengujian Memasukkan Token..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.41 Tampilan Pengujian Menampilkan form Pemeriksaan Pasien. **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.42 Tampilan Pengujian Riwayat Pemeriksaan Pasien**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.43 Tampilan Pengujian Memasukkan Token..... **Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.44 Tampilan Pengujian Data Pasien.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.45 Tampilan Pengujian Melakukan *Login* Berhasil...**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 6.46 Tampilan Pengujian Membuat Token Berhasil.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 47 Tampilan Sebelum melakukan mining..... A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 48 Tempat Penyimpanan Data yang akan dilakukan *mining* A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 49 Proses *mining* berlangsung..... A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 50 Proses *hashing*..... A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 51 Proses *Mining* Berhasil..... A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 52 Folder *Pending* kosong dan Mined bertambahA-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 53 Data berbentuk Enkripsi..... A-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 54 Pertanyaan dan Jawaban UsiaB-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 55 Pertanyaan dan Jawaban Status.....B-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 56 Pertanyaan dan Jawaban Jenis kelamin..... B-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 57 Pertanyaan dan Jawaban Apakah memiliki Rekam Medis B-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 58 Pertanyaan dan Jawaban Apakah Mengetahui Rekam Medis. B-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 59 Pertanyaan dan Jawaban Kapan Mendapatkan Penanganan ... B-**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 60 Pertanyaan dan Jawaban Apakah pernah terjadi pada keluarga..... B-**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 61 Pertanyaan dan Jumlah yang Mengalami Kesalahan Medis ... **B-Error! Bookmark not defined.**

Gambar 62 Pertanyaan dan Jawaban Penyebab Kesalahan Medis **B-Error! Bookmark not defined.**

Gambar 63 Pertanyaan dan Jawaban Efek Kesalahan Medis . **B-Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Penelitian Terkait	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.2 <i>Git Commands</i> [33].....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.3 Notasi <i>Use Case Diagram</i> [46].....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.4 Notasi <i>Class Diagram</i> [45]	Error! Bookmark not defined.
Tabel 2.5 Notasi <i>Activity Diagram</i> [46].....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 3.6 Identifikasi Target Pengguna	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.7 <i>Use Case</i> Membuat Token Baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.8 <i>Use Case</i> Mengakses Data Rekam Medis.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4.9 <i>Use Case</i> Menambahkan Data Rekam Medis.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.10 Kebutuhan Sistem	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.11 Impelementasi Pemrograman <i>Generate</i> Token.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.12 Impelementasi Pemrograman Menyimpan Data.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.13 Impelementasi Pemrograman Melakukan <i>Mining</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.14 Impelementasi Pemrograman Membuat Blok Baru.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 5.15 Impelementasi Pemrograman Menampilkan Data dari <i>Blockchain</i>	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.16 Kasus Pengujian yang akan Dilakukan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.17 Kasus Pengujian yang akan Dilakukan.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.18 Pengujian Masuk Aplikasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.19 Menambahkan Token.....	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.20 Pengujian Menambahkan atau Mengubah Data Pasien	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.21 Pengujian Masuk Aplikasi	Error! Bookmark not defined.
Tabel 6.22 Pengujian Membuat Token Baru	Error! Bookmark not defined.
Tabel 23 <i>Use Case</i> Melakukan <i>Login</i>	A-Error! Bookmark not defined.
Tabel 24 <i>Use Case</i> Mendapatkan Kode Token. A.....	A-Error! Bookmark not defined.
Tabel 25 Pengujian Melakukan <i>Mining</i>	A-Error! Bookmark not defined.

