

**SISTEM *E-VOTING* BERBASIS *BLOCKCHAIN* DENGAN
AUTENTIKASI BIOMETRIK SIDIK JARI MENGGUNAKAN
PROTOKOL *ZERO KNOWLEDGE PROOFS* UNTUK
PENGAMANAN PRIVASI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Tugas Akhir
Pendidikan Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**OLEH :
MUHAMMAD RISWANTO
062140352360**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

**SISTEM *E-VOTING* BERBASIS *BLOCKCHAIN* DENGAN
AUTENTIKASI BIOMETRIK SIDIK JARI MENGGUNAKAN
PROTOKOL *ZERO KNOWLEDGE PROOFS* UNTUK
PENGAMANAN PRIVASI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

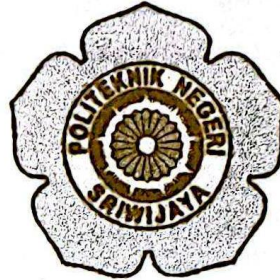
Nama : Muhammad Riswanto (062140352360)

Dosen Pembimbing I : Ir. Lindawati, S.T.,M.T.I.

Dosen Pembimbing II : Ir. NurhajarAnugraha.,S.T.,M.T.

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG**

**SISTEM E-VOTING BERBASIS BLOCKCHAIN DENGAN
AUTENTIKASI BIOMETRIK SIDIK JARI MENGGUNAKAN
PROTOKOL ZERO KNOWLEDGE PROOFS UNTUK
PENGAMANAN PRIVASI**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan
Sarjana Terapan Pada Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya**

OLEH :

MUHAMMAD RISWANTO

062140352360

Dosen Pembimbing I

**Ir. Lindawati, S.T., M.T.I.
NIP. 197103282006042001**

Menyetujui,

Dosen Pembimbing II

**Ir. Nurhajar Anugraha, S.T., M.T.
NIP. 199106172022032007**

Ketua Jurusan Teknik Elektro

**Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007**

Mengetahui,

**Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Telekomunikasi**

**Mohammad Fadhil, S.pd., M.T.
NIP. 199004032018031001**

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan:

Nama : Muhammad Riswanto
Jenis Kelamin : Laki-laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 14 Juli 2003
Alamat : Jl. Naskah Lrg. Ogem Perum Naskah Abadi Blok B
No. 6 RT.7 RW.2 Kec. Sukarami Kel. Sukarami
NPM : 062140352360
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Telekomunikasi
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem *E-Voting* Berbasis *Blockchain* Dengan
Autentikasi Biometrik Sidik Jari Menggunakan
Protokol *Zero Knowledge Proofs* Untuk Pengamanan
Privasi.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan sejak ujian Tugas Akhir.

Apabila dikemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam proses wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI©). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenarnya dan dalam keadaan tanpa paksaan.



Palembang, Februari 2026
nyatakan,

(Muhammad Riswanto)

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Dulu aku takut pada dunia di luar sangkar emasku. Tapi sekarang, angin yang menerpa wajahku, tanah yang kotor di sepatuku, dan api unggun yang hangat ini... semuanya terasa begitu berharga karena aku memilih untuk berjalan di sini dengan kakiku sendiri." -Farnese

"Meskipun pertemuan kita singkat, bukan berarti itu tidak bermakna. Pertemuan yang hanya sekejap mata pun bisa mengubah hidup seseorang selamanya. Jadi, aku akan menghargai setiap detik yang kita miliki sekarang." -Himmel

"Dalam perjalanan ini, kita bertemu banyak orang. Kebanyakan dari mereka tidak akan pernah kita temui lagi seumur hidup. Tapi justru karena pertemuan ini hanya sekali, aku ingin berbuat baik pada mereka saat aku bisa. Agar setidaknya, ingatan mereka tentang pertemuan singkat ini adalah ingatan yang hangat." -Wirbel

"Aku belum terlambat. Aku masih punya waktu. Aku akan menebus semua waktu yang terbuang dengan menciptakan sesuatu yang berguna mulai sekarang."
-Thorfinn

Tugas Akhir ini kupersembahkan kepada:

1. Kedua Orang Tuaku Tercinta. Terima kasih yang tak terhingga atas segala doa, kasih sayang, kesabaran, dan pengorbanan yang tak pernah putus. Kalian adalah alasan terkuat saya untuk terus melangkah dan menyelesaikan pendidikan ini. Semoga ini menjadi bakti kecil saya yang bisa membuat Bapak dan Mamak tersenyum bangga.
2. Ketiga Kakakku Tersayang. Teruntuk Kak Anto, Kak Arif dan Ayuk Tri. Terima kasih telah menjadi pelindung, pendengar, dan penyemangat terbaik. Dukungan kalian, baik moril maupun materiil, sangat berarti bagi adikmu ini. Terima kasih telah memberi contoh bagaimana menjadi pribadi yang tangguh dan bertanggung jawab.

3. Ibu Ir. Lindawati, S.T.,M.T.I. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Ir. Nurhajar Anugraha.,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing II. Terima kasih atas waktu, ilmu, kesabaran, dan bimbingan yang Ibu berikan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini. Arahan Ibu tidak hanya membantu saya menyelesaikan tugas ini, tetapi juga memberi pelajaran berharga bagi masa depan saya.
4. Sahabat-sahabat Seperjuanganku, Angkatan, Teman Kos, Teman kelas TEA 21. Terima kasih telah kebersamai dalam suka dan duka, menjadi tempat bertukar pikiran, dan berbagi tawa di tengah penatnya perkuliahan. Sukses untuk kita semua di masa depan.

ABSTRAK

SISTEM *E-VOTING* BERBASIS *BLOCKCHAIN* DENGAN AUTENTIKASI BIOMETRIK SIDIK JARI MENGGUNAKAN PROTOKOL *ZERO KNOWLEDGE PROOFS* UNTUK PENGAMANAN PRIVASI

(2025: xv + 99 Halaman + 56 Gambar + 3 Tabel + 10 Lampiran + 29 Daftar Pustaka)

MUHAMMAD RISWANTO

062140352360

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK TELEKOMUNIKASI
POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *e-voting* berbasis *blockchain* dengan autentikasi biometrik sidik jari serta penerapan protokol *zero knowledge proofs* sebagai pengamanan tambahan terhadap data pemilih dan hasil suara. Permasalahan utama yang dihadapi dalam sistem pemungutan suara elektronik konvensional adalah rendahnya kepercayaan terhadap keamanan data dan potensi manipulasi hasil. Metode penelitian yang digunakan mencakup perancangan sistem dengan arsitektur *client server*, implementasi teknologi *blockchain* untuk pencatatan suara yang terenkripsi, serta integrasi biometrik sidik jari menggunakan *BiometricPrompt* API pada *Android*. Selain itu, sistem diverifikasi dengan kode OTP melalui *email* institusional sebagai bentuk validasi ganda pengguna. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik dan memberikan keamanan yang tinggi karena setiap data suara tersimpan secara permanen dan tidak dapat diubah di jaringan *blockchain*. Autentikasi biometrik juga memastikan bahwa setiap pemilih terverifikasi secara unik sehingga tidak terjadi pemungutan suara ganda.

Kata Kunci: *e-voting*; *blockchain*; biometrik; *zero knowledge proof*; keamanan data

ABSTRACT

BLOCKCHAIN-BASED E-VOTING SYSTEM WITH FINGERPRINT BIOMETRIC AUTHENTICATION USING ZERO KNOWLEDGE PROOFS PROTOCOL FOR PRIVACY SECURITY
(2025: xv + 99 Pages + 56 Figures + 3 Tables)

MUHAMMAD RISWANTO

062140352360

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING

BACHELOR OF APPLIED TELECOMMUNICATION ENGINEERING

STUDY PROGRAM

STATE POLYTECHNIC OF SRIWIJAYA

This research aims to develop a *blockchain* based e-voting system with fingerprint biometric authentication and the implementation of *zero knowledge proof* protocols as additional security for voter data and vote results. The main problems faced by conventional electronic voting systems are low trust in data security and the potential for result manipulation. The research methods used include designing a system with a client server architecture, implementing *blockchain* technology for encrypted vote recording, and integrating fingerprint biometrics using the *BiometricPrompt* API on *Android*. Furthermore, the system was verified with an OTP code via institutional email as a form of double user validation. Test results showed that the system performed well and provided high security because each vote was permanently and immutably stored on the blockchain network. Biometric authentication also ensured that each voter was uniquely verified, preventing duplicate voting.

Keywords: *e-voting; blockchain; biometrics; zero knowledge proof; data security*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **"Sistem E-Voting Berbasis Blockchain Dengan Autentikasi Biometrik Sidik Jari Menggunakan Protokol Zero Knowledge Proofs Untuk Pengamanan Privasi"**.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Ir. Lindawati, S.T.,M.T.I.** dan Ibu **Ir. Nurhajar Anugraha, S.T., M.T.** selaku dosen pembimbing satu dan dosen pembimbing dua saya yang telah sangat sabar memberikan bimbingan, pengarahan dan membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Selain itu, penulis mengucapkan terima kasih sebesar besarnya kepada:

1. Allah SWT, Maha Pengasih dan Maha Penyayang, yang selalu memberikan kekuatan dan rahmat dalam setiap langkah penulis.
2. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Ibu Ir. Lindawati,S.T.,M.T.I. selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya dan juga selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir Penulis
5. Bapak Mohammad Fadhli,S.Pd.,M.T. selaku Koordinator Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
6. Bapak/Ibu Dosen seluruh Staff Program Studi DIV Teknik Telekomunikasi Politeknik Negeri Sriwijaya.
7. Kedua orang tua dan keluarga tercinta, yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam setiap langkah penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini. Tanpa kasih sayang dan dorongan mereka, pencapaian ini tidak akan terwujud.
8. Ristok, Dimas, Farhan, Fajri dan Feri yang menemani dan memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.

9. Untuk teman teman dari kelas 8 TEA yang saya cintai, terima kasih atas semua dukungannya selama ini.

Palembang, November 2025

Muhammad Riswanto

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	5
1.6 Metode Penulisan.....	6
1.6.1 Metode Literatur.....	6
1.6.2 Metode Wawancara	6
1.6.3 Metode Observasi.....	6
1.6.4 Metode Konsultasi.....	6
1.7 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN UMUM.....	9
2.1 Pemungutan Suara Elektronik (<i>E-Voting</i>).....	9
2.2 Blockchain dan Smart Contract	10
2.3 Autentikasi Biometrik pada <i>Platform Android</i>	11
2.4 Zero Knowledge Proof dan Protokol Semaphore	13
2.5 State of the Art	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	18

3.1	Kerangka Penelitian.....	18
3.2	Rancangan dan Implementasi Sistem <i>E-Voting</i>	20
3.3	Desain dan Arsitektur Sistem.....	20
3.4	Alur Proses Sistem.....	23
3.4.1	Alur <i>Registrasi</i> dan Verifikasi Pemilih.....	23
3.4.2	Alur Pemungutan Suara Anonim.....	26
3.5	Rencana Pengujian Sistem.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		30
4.1	Desain <i>Smart Contract</i> dan Mekanisme <i>Zero Knowledge Proofs</i>	30
4.1.1	Arsitektur <i>PollManager</i> dan <i>Role Based Access Control</i>	30
4.1.2	Mekanisme Pencegahan <i>Double Voting</i> dengan <i>Nullifier</i>	34
4.1.3	Implementasi <i>Semaphore</i> untuk Privasi.....	37
4.2	Sistem Autentikasi <i>Multi Layer</i>	40
4.2.1	<i>Domain Gating</i> dan Validasi <i>Email</i>	41
4.2.2	<i>One Time Password (OTP)</i> sebagai Verifikasi Kepemilikan <i>Email</i>	43
4.2.3	Autentikasi Biometrik Sidik Jari pada Perangkat <i>Android</i>	47
4.3	Admin Interface dan Election Lifecycle.....	53
4.3.1	Login Admin dan Multi Factor Authentication.....	53
4.3.2	Kontrol Lifecycle dan State Transitions.....	58
4.4	<i>Mobile App</i> Arsitektur.....	63
4.4.1	Registrasi <i>User</i> dan <i>Biometric Enrollment</i>	63
4.4.2	Alur Voting dan Proof Generation.....	67
4.5	Tabel Hasil Pengujian.....	75
4.6	Skema Database.....	80
4.7	Web Admin <i>Interface</i>	82
4.8	Aplikasi Mobile <i>Interface</i>	87
BAB V PENUTUP		94
5.1	Kesimpulan.....	94
5.2	Saran.....	95
DAFTAR PUSTAKA.....		96
LAMPIRAN		100

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Kerangka Penelitian.....	18
Gambar 3.2 Arsitektur Sistem <i>E-Voting</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	21
Gambar 3.3 Alur Registrasi dan Verifikasi Sistem <i>E-Voting</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	24
Gambar 3.4 Alur Pemungutan Suara Sistem <i>E-Voting</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	26
Gambar 4.1 Menampilkan deklarasi <i>bytes32 constants</i>	31
Gambar 4.2 Menampilkan deklarasi enum Status.....	31
Gambar 4.3 Menampilkan deklarasi <i>state variables</i> di <i>smart contract</i>	32
Gambar 4.4 <i>Constructor function</i> yang dijalankan saat <i>contract</i> di- <i>deploy</i>	33
Gambar 4.5 <i>usedNullifiers Mapping Declaration</i>	34
Gambar 4.6 <i>castVote Function Signature</i> dan <i>Require Statement</i>	35
Gambar 4.7 <i>usedNullifiers Flag Setting</i> dan <i>Event Emission</i>	36
Gambar 4.8 <i>Event VoteCast Declaration</i>	37
Gambar 4.9 <i>Zero Knowledge Proof Verification</i>	38
Gambar 4.10 <i>Minimal Data On-Chain</i>	39
Gambar 4.11 <i>Email Domain Validation Function</i>	41
Gambar 4.12 <i>Whitelist Configuration</i> dan <i>Conditional Check</i>	42
Gambar 4.13 <i>OTP generation function</i>	44
Gambar 4.14 <i>OTP storage structure</i> di <i>database</i>	45
Gambar 4.15 <i>BiometricPrompt Initialization</i> dan <i>Authentication Callbacks</i>	48
Gambar 4.16 <i>Hardware Backed Key</i> dengan <i>Biometric Binding</i>	50
Gambar 4.17 <i>TOTP Generation</i> dan <i>Verification Logic</i>	54

Gambar 4.18 Admin Login Endpoint dengan Password dan TOTP Verification.....	56
Gambar 4.19 Enum untuk Election Status.....	58
Gambar 4.20 State Transition Functions dengan Access Control Modifiers.....	60
Gambar 4.21 Lifecycle Changed Event Declaration.....	62
Gambar 4.22 Registration Data Models dan State Management.....	64
Gambar 4.23 Register Button dengan Input Validation dan Error Handling....	65
Gambar 2.24 Voting State Management dan Data Models.....	69
Gambar 4.25 Voting UI dan Candidate Selection.....	72
Gambar 4.26 Transaksi Cast Vote pada Smart Contract.....	75
Gambar 4.27 Transaksi Stop Voting pada Smart Contract.....	75
Gambar 4.28 Transaksi Finalize Voting pada Smart Contract.....	76
Gambar 4.29 Pencegahan Akses Admin oleh Akun Non-Admin.....	76
Gambar 4.30 Error Revert pada Akses Fungsi Admin oleh Non-Admin.....	76
Gambar 4.31 Pencegahan Akses Operator oleh Akun Tidak Berotoritas.....	77
Gambar 4.32 Error Unauthorized Akun Tidak Berotoritas.....	77
Gambar 4.33 Event di Blockchain untuk Validasi Anonimitas Pemilih.....	77
Gambar 4.34 Transaksi Voting Ditolak Akibat Proof Tidak Valid.....	77
Gambar 4.35 Error Transaksi Voting akibat Proof Tidak Valid.....	78
Gambar 4.36 Transaksi Kedua dengan Nullifier Sama Ditolak.....	78
Gambar 4.37 Percobaan Double Voting Ditolak.....	79
Gambar 4.38 Tabel Utama Database Supabase untuk Sistem E-Voting.....	80
Gambar 4.39 Page Login Admin dengan Multi-Factor Authentication.....	83
Gambar 4.40 Dashboard Web Admin Interface Sistem E-Voting.....	83

Gambar 4.41	<i>Page</i> untuk memonitor <i>voters</i>	84
Gambar 4.42	<i>Page</i> untuk memonitor ke-3 kandidat.....	85
Gambar 4.43	<i>Page Blockchain Event Logs</i> di Web Admin.....	85
Gambar 4.44	<i>Page</i> untuk <i>push</i> pengumuman ke aplikasi <i>user</i>	86
Gambar 4.45	<i>Page Login</i> dan <i>Register</i> Aplikasi Mobile <i>E-Voting</i>	87
Gambar 4.46	Validasi <i>Domain Email</i> pada <i>Form</i> Registrasi.....	88
Gambar 4.47	<i>Email</i> Verifikasi OTP untuk Registrasi Akun Pemilih.....	89
Gambar 4.48	<i>Page</i> Verifikasi <i>Email</i> dengan Kode OTP di Aplikasi Mobile....	89
Gambar 4.49	<i>Page Home</i> Aplikasi Mobile <i>E Voting</i>	90
Gambar 4.50	<i>Page</i> Pemilihan Kandidat di Aplikasi Mobile.....	91
Gambar 4.51	<i>Page</i> Hasil Perolehan Suara (<i>Results</i>) di Aplikasi Mobile.....	92
Gambar 4.52	<i>Page Settings</i> Profil Pemilih di Aplikasi Mobile.....	93

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbandingan Pendekatan Sistem <i>E-Voting</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	15
Tabel 3.1 Skenario, Alat, dan Metrik Uji Coba Sistem.....	28
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sistem <i>E-Voting</i> Berbasis <i>Blockchain</i>	75

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Daftar Riwayat Hidup
Lampiran 2	Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 1
Lampiran 3	Lembar Kesepakatan Bimbingan TA Pembimbing 2
Lampiran 4	Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing 1
Lampiran 5	Lembar Bimbingan Tugas Akhir Pembimbing 2
Lampiran 6	Lembar Rekomendasi Ujian Tugas Akhir
Lampiran 7	Lembar Revisi Tugas Akhir
Lampiran 8	Lembar Pelaksanaan Revisi Ujian Tugas Akhir
Lampiran 9	Lembar Letter of Acceptance (LoA)