LAPORAN TUGAS AKHIR

Software Development

PENERAPAN *SMART CONTRACT* UNTUK SISTEM PAYROLL TERDESENTRALISASI DENGAN MEKANISME *STREAMING PAYMENT*

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Mencapai Derajat Sarjana Komputer

Bonaventura Octavito Cahyawan

210711233

PROGRAM STUDI INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI

UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir Berjudul

PENERAPAN SMART CONTRACT UNTUK SISTEM PAYROLL TERDESENTRALISASI DENGAN MEKANISME STREAMING PAYMENT

yang disusun oleh

Bonaventura Octavito Cahyawan

210711233

dinyatakan telah memenuhi syarat pada tanggal 27 Juli 2026

		Keterangan
Dosen Pembimbing 1	: Kusworo Anindito, S.T, M.T.	Telah Menyetujui
Dosen Pembimbing 2	: Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng.	Telah Menyetujui
Tim Penguji		
Penguji 1	: Kusworo Anindito, S.T, M.T.	Telah Menyetujui
Penguji 2	: Wilfridus Bambang Triadi H, ST., M.Cs	Telah Menyetujui
Penguji 3	: Leonard Brahmandika, S. Fil., M. Fil.	Telah Menyetujui

Yogyakarta, 27 Juli 2026

Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Teknologi Industri

Dekan

ttd.

Prof. Dr. Ir. Parama Kartika Dewa SP., S.T., M.T., IPU, ASEAN Eng.

Dokumen ini merupakan dokumen resmi UAJY yang tidak memerlukan tanda tangan karena dihasilkan secara elektronik oleh Sistem Bimbingan UAJY. UAJY bertanggung jawab penuh atas informasi yang tertera di dalam dokumen ini

PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

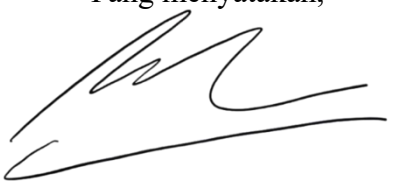
Nama Lengkap	: Bonaventura Octavito Cahyawan
NPM	: 210711233
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Teknologi Industri
Judul Penelitian	: Penerapan *Smart Contract* untuk Sistem *Payroll* Terdesentralisasi dengan Mekanisme *Streaming Payment*

1. Menyatakan dengan ini:
2. Tugas Akhir ini adalah benar tidak merupakan salinan sebagian atau keseluruhan dari karya penelitian lain.
3. Memberikan kepada Universitas Atma Jaya Yogyakarta atas penelitian ini, berupa Hak untuk menyimpan, mengelola, mendistribusikan, dan menampilkan hasil penelitian selama tetap mencantumkan nama penulis.
4. Bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum atas pelanggaran Hak Cipta dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dan dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 21 Juli 2026

Yang menyatakan,



Bonaventura Octavito Cahyawan

210711233

HALAMAN PERSEMBAHAN

"Hope is not a strategy. Create your own breaks."

— Sonny Hayes, F1 Movie (2025)

Tugas Akhir ini seharusnya selesai setahun lebih cepat. Tapi di tengah jalan, saya memilih berhenti sejenak dan menyelam lebih dalam ke dunia Web3, sesuatu yang saat itu terasa asing, penuh ketidakpastian, dan jauh dari zona nyaman kurikulum yang biasa. Bukan keputusan yang mudah, dan bukan tanpa risiko.

Ada masanya saya bertanya-tanya apakah pilihan itu tepat. Tapi sama seperti pembalap yang kembali ke lintasan setelah bertahun-tahun absen, bukan karena keberuntungan, tapi karena masih ada sesuatu yang ingin dibuktikan, saya memilih untuk terus jalan meski harus mengulang, memahami ulang, dan membangun ulang dari nol.

Setahun keterlambatan ini bukan kegagalan. Ini adalah harga dari sebuah keputusan untuk benar-benar mendalami sesuatu, bukan sekadar menyelesaikannya.

Halaman ini saya persembahkan untuk orangtua, keluarga, dan rekan sejawat, yang tetap percaya dan tidak pernah mempertanyakan kenapa saya butuh waktu lebih lama dari yang lain. Kepercayaan itulah yang membuat saya berani menyelesaikan apa yang sudah saya mulai.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul ”Penerapan *Smart Contract untuk Sistem Payroll* Terdesentralisasi dengan Mekanisme *Streaming Payment*”. Tugas Akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer pada Program Studi Informatika, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Dalam proses penyusunannya, penulis memperoleh banyak bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu membimbing dalam iman-Nya, memberikan berkat-Nya, dan menyertai penulis selalu.
2. Bapak Kusworo Anindito, S.T., M.T. , selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Aloysius Gonzaga Pradnya Sidhawara, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan masukan serta motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Seluruh pihak yang telah memberikan kontribusi, dukungan, bantuan, serta masukan selama proses penyusunan dan pengembangan tugas akhir ini, baik secara langsung maupun tidak langsung, sehingga penelitian dan penulisan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.

Demikian laporan tugas akhir ini dibuat, dan penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 21 Juli 2026



Bonaventura Octavito Cahyawan

210711233

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN ..... **Error! Bookmark not defined.**
PERNYATAAN ORISINALITAS & PUBLIKASI ILMIAH ii
HALAMAN PERSEMBAHAN iii
KATA PENGANTAR iv
DAFTAR ISI v
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
ABSTRAK xiii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Rumusan Masalah 3
1.3. Batasan Masalah 4
1.4. Pertanyaan Penelitian 5
1.5. Tujuan Penelitian 5
1.6. Manfaat Penelitian 6
1.6.1. Manfaat Teoritis 6
1.6.2. Manfaat Praktis 7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 8
2.1. Tinjauan Pustaka 8
2.1.1. Evolusi dan Keterbatasan Sistem Penggajian Konvensional 8
2.1.2. Integrasi *Blockchain* dan *Smart contract* pada Manajemen Kompensasi 8
2.1.3. *Stablecoin* dan *Streaming payment* sebagai Solusi Likuiditas Pekerja 9
2.2. Celah Penelitian 9
2.3. Landasan Teori 15

2.3.1. Web2: Arsitektur Terpusat 15
2.3.2. Web3: Arsitektur Terdesentralisasi 16
2.3.3. Decentralized Finance (DeFi) 16
2.3.4. Sistem Penggajian Konvensional dan *Earned Wage Access* (EWA) 17
2.3.5. *Wallet*, *Embedded wallet*, *Seed phrase*, dan *Non-custodial* 18
2.3.6. *Gas fee* 19
2.3.7. *Smart contract* dan Bahasa Pemrograman Solidity 19
2.3.8. *Stablecoin* (Standar ERC-20) dan *Streaming payment* 21
2.3.9. *Account abstraction* (Standar ERC-4337) dan Transaksi *Gasless* 23
2.3.10. *Soulbound Token* (Standar ERC-5192) untuk Identitas Digital 24
2.3.11. Kepatuhan Penggajian di Indonesia: PPh21, BPJS, dan Pesangon 25
2.3.12. Kontrol Akses dan Mitigasi Kerentanan pada *Smart contract* 27
2.3.13. Teknologi *Blockchain* dan Ethereum *Virtual Machine* (EVM) 30
2.3.14. EVM Layer 2 31
2.3.15. RPC dan Jaringan Uji Base Sepolia 32
2.3.16. *Blockchain Indexer* dan GraphQL (*Framework* Ponder) 32
2.3.17. REST versus GraphQL 34
2.3.18. Application Binary Interface (ABI) 34
2.3.19. *Webhook* 35
2.3.20. JSON Web *Token* (JWT) dan API 35
2.3.21. Pengujian dan Evaluasi Sistem Terdesentralisasi (DApp) 36
2.3.22. Privy 37
2.3.23. Pimlico 38
2.3.24. Teknologi Pendukung Implementasi 38
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 40

3.1. Pengantar 40
3.2. Tahapan Penelitian 41
3.2.1. Identifikasi Masalah 42
3.2.2. Analisis Kebutuhan 43
3.2.2.1. Studi Kebutuhan dari Pengguna Representatif 43
3.2.3. Perancangan Sistem 46
3.2.3.1. Perbandingan Arsitektur Web2 dan Web3 dalam Konteks Penggajian 46
3.2.3.2. Perancangan Arsitektur *Smart contract* 48
3.2.3.3. Perancangan Antarmuka Pengguna 50
3.2.4. Implementasi dan Pengujian 51
3.3. Usulan Solusi 52
3.4. Pengumpulan Data 53
3.5. *Setting* Penelitian 53
3.6. Alat Bantu atau Tools yang Digunakan 54
3.7. Evaluasi 55
BAB IV IMPLEMENTASI 58
4.1. Pengantar 58
4.2. Identifikasi Masalah 58
4.3. Analisis Kebutuhan 61
4.3.1. Kebutuhan Fungsional 62
4.3.2. Kebutuhan Non-Fungsional 63
4.3.3. Aktor Sistem 64
4.4. Perancangan Sistem 64
4.4.1. Arsitektur Sistem 64

4.4.2. Perancangan Komponen *Smart contract* 67
4.4.3. Perancangan Modul Deteksi Anomali Keamanan *Vault* 67
4.4.4. Perancangan Data 68
4.4.5. Perancangan Antarmuka 69
4.5. Implementasi dan Pengujian 70
4.5.1. Lingkungan Pengembangan 70
4.5.2. Implementasi *Smart contract* 71
4.5.2.1. Fungsi startStream(): Inisiasi *Stream* Gaji Karyawan 72
4.5.2.2. Fungsi claimSalary(): Penarikan Gaji Mandiri (EWA) 73
4.5.2.3. Fungsi _autoRepayAdvance(); Cicilan Kasbon Otomatis 77
4.5.2.4. *Deployment* Kontrak 79
4.5.3. Implementasi *Backend* API 80
4.5.4. Implementasi Modul Deteksi Anomali Keamanan *Vault* 81
4.5.5. Implementasi *Frontend* 82
4.5.6. Pengujian Fungsional 84
4.5.6.1. Pengujian Unit *Smart contract* (Foundry) 84
4.5.6.2. Pengujian *End-to-End* 85
4.6. Evaluasi Sistem 86
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 89
5.1. Pengantar 89
5.2. Hasil 89
5.2.1. Hasil Pengujian Fungsional 89
5.2.2. Hasil Pengujian Kegunaan (*Usability* Testing) 93
5.2.2.1. Skor System *Usability* Scale (SUS) 95
5.2.2.2. Tingkat Keberhasilan Tugas (Task Completion) 95

5.2.2.3. Skor Web3-UX Comfort (Kuesioner Tambahan) 96
5.3. Pembahasan 97
5.3.1. Keterkaitan Hasil dengan Pertanyaan dan Tujuan Penelitian 97
5.3.2. Keterbatasan Penelitian 101
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN 106
6.1. Kesimpulan 106
6.2. Saran 107
DAFTAR PUSTAKA 110
LAMPIRAN 115
A. Skenario Pengujian *Usability* Testing 115
A.1 Skenario Tugas untuk Responden Karyawan 115
A.2 Skenario Tugas untuk Responden HR Admin 118
B. Matriks Keterkaitan Tujuan Penelitian dengan Bukti Pengujian 120

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Alur Perhitungan PPh21 Skema Tarif Efektif Rata-rata (TER) sesuai PMK Nomor 168 Tahun 2023 26
Gambar 2.2. Hierarki Role-Based Access Control (OpenZeppelin AccessControl) pada PayrollFactory dan CompanyVault 28
Gambar 2.3. Mitigasi Berlapis *Reentrancy*: Checks-Effects-Interactions dan ReentrancyGuard.....29
Gambar 3.1. Diagram alur tahapan penelitian (5 tahap + pemetaan Waterfall) 41
Gambar 4.1. Diagram Arsitektur Sistem Payana *End-to-End* 66
Gambar 4.2. Prototipe Antarmuka *Dashboard* EWA Karyawan.....70
Gambar 4.3. Struktur Direktori Proyek *Smart contract*.....72
Gambar 4.4. Kode fungsi startStream() 73
Gambar 4.5. Kode fungsi claimSalary() 76
Gambar 4.6. Kode fungsi _autoRepayAdvance() 79
Gambar 4.7. Pipeline Deteksi Modul Deteksi Anomali Keamanan *Vault*.....82
Gambar 4.8. Tampilan Aktual *Dashboard* EWA Karyawan 83
Gambar 4.9. Tampilan Aktual *Dashboard Vault* HR 84

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Penelitian Terdahulu (*State-of-the-Art*) 12
Tabel 3.1. Perbandingan Arsitektur Sistem Penggajian Web2 dan Web3 47
Tabel 4.1. Distribusi Data Antar Lapisan Penyimpanan.....68
Tabel 4.2. Daftar Alat Bantu dan Versi.....70
Tabel 4.3. Alamat Kontrak Ter-Deploy di Base Sepolia 79
Tabel 4.4. Ringkasan Hasil Pengujian Unit *Smart contract* (Foundry) 84
Tabel 5.1. Ringkasan Hasil Pengujian Fungsional per Kelompok Kelas Uji 90
Tabel 5.2. Ringkasan Skor System *Usability* Scale (SUS) 95
Tabel 5.3. Tingkat Keberhasilan Tugas per Skenario (Observasi Langsung).....95

DAFTAR LAMPIRAN

A. Skenario Pengujian *Usability* Testing 115
Tabel L.1. Skenario Tugas Karyawan: Masuk ke aplikasi (*login*) dan mengamati saldo berjalan 115
Tabel L.2. Skenario Tugas Karyawan: Menarik gaji (klaim EWA) 116
Tabel L.3. Skenario Tugas Karyawan: Mengajukan kasbon (*salary advance*) dan memantau statusnya 117
Tabel L.4. Skenario Tugas Karyawan: Melihat dan mencetak slip gaji digital ... 117
Tabel L.5. Skenario Tugas Karyawan: Mengajukan permintaan surat keterangan kerja 117
Tabel L.6. Skenario Tugas HR Admin: Menambahkan karyawan baru dan memulai aliran gaji (*stream*) 118
Tabel L.7. Skenario Tugas HR Admin: Meninjau dan menyetujui pengajuan kasbon 118
Tabel L.8. Skenario Tugas HR Admin: Meninjau dan menyetujui klaim reimburse karyawan 119
Tabel L.9. Skenario Tugas HR Admin: Membuat *bounty*/tugas baru dengan imbalan IDRX 119
Tabel L.10. Skenario Tugas HR Admin: Melihat direktori karyawan dan mengatur departemen/posisi 119
B. Matriks Keterkaitan Tujuan Penelitian dengan Bukti Pengujian 120
Tabel L.11. Matriks Keterkaitan Tujuan Penelitian, Kelas Uji, dan Hasil 120

ABSTRAK

PENERAPAN *SMART CONTRACT* UNTUK SISTEM *PAYROLL* TERDESENTRALISASI DENGAN MEKANISME *STREAMING PAYMENT*

Bonaventura Octavito Cahyawan

210711233

Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun Payana, sistem *payroll* terdesentralisasi dengan mekanisme *streaming payment* dan Earned Wage Access (EWA) berbasis *smart contract*, yang mengintegrasikan transaksi tanpa biaya gas (ERC-4337), identitas kepegawaian digital yang tidak dapat dipindahtangankan (ERC-5192), kepatuhan pajak penghasilan dan BPJS sesuai regulasi Indonesia, deteksi anomali keamanan berbasis pola aktivitas *on-chain*, serta *sinkronisasi* data *on-chain* secara *real-time* melalui *blockchain indexer*, guna menjawab kekakuan siklus penggajian konvensional dan hambatan adopsi *blockchain* bagi pengguna non-teknis.

Penelitian mengikuti kerangka Design Science Research dengan model pengembangan Waterfall. *Smart contract* diimplementasikan menggunakan Solidity 0.8.26 dan Foundry pada jaringan Base Sepolia dengan *stablecoin* IDRX, didukung *backend* Express.js, *blockchain indexer* Ponder, dan *frontend* Next.js. Evaluasi mencakup 90 *unit test* Foundry, 98 butir uji *black-box* pada 27 kelas uji (termasuk deteksi anomali keamanan *vault*), serta pengujian kegunaan System *Usability* Scale (SUS) terhadap 30 responden.

Seluruh 98 butir uji dinyatakan Handal (100%) dan 90 *unit test* lulus tanpa kegagalan, termasuk validasi modul deteksi anomali keamanan yang berhasil mendeteksi pola kompromi *wallet* HR melalui simulasi serangan nyata dalam waktu kurang dari 2 menit. Skor SUS rata-rata mencapai 85,92 (kategori Excellent) dengan tingkat keberhasilan tugas 98,7%, dan 46,7% responden tidak menyadari keberadaan teknologi *blockchain* di balik aplikasi.

Hasil ini membuktikan bahwa sistem penggajian *on-chain* dapat dioperasikan oleh pengguna tanpa pengetahuan teknis *blockchain*. Limitasi penelitian mencakup pengujian yang terbatas pada jaringan *testnet* dengan simulasi

30 karyawan, ketergantungan pada satu *stablecoin* tunggal tanpa mekanisme mitigasi depeg otomatis, kontrol akses admin inti yang masih terpusat pada satu kunci privat, belum adanya audit keamanan independen, serta validasi perhitungan pajak yang belum melibatkan pihak eksternal.

Kata Kunci: *payroll* terdesentralisasi, *streaming payment*, *smart contract*, *account abstraction*, *soulbound token*, deteksi anomali keamanan, *blockchain*