

Perancangan dan Implementasi Sistem Keuangan Berbasis Blockchain Menggunakan Python dan MySQL

Adam Pradipta Yogaswara¹, Miftakhirrokhmat*², Ahmad Rehan³, Muhammad Galih Wonoseto⁴

^{1,2}STMIK AMIKOM Surakarta, ^{3,4}UIN Sunan Kalijaga

^{1,2}Surakarta - Indonesia, ^{3,4}Yogyakarta - Indonesia

Email: [1adamswara0@gmail.com](mailto:adamswara0@gmail.com) , [2miftakhirrokhmat@gmail.com](mailto:miftakhirrokhmat@gmail.com),

[3rehanahmad2566@gmail.com](mailto:rehanahmad2566@gmail.com) , [4muhammad.wonoseto@uin-suka.ac.id](mailto:muhammad.wonoseto@uin-suka.ac.id)

Abstract

In the era of digital disruption, the financial sector demands high data transparency and accountability. However, accounting systems are still vulnerable to data manipulation risks because many accounting systems are still centralized. A survey of accounting students shows a contradiction, in which the level of optimism towards blockchain is high (78.26%) compared to the level of fundamental understanding (60.87% only 'know enough'). Therefore, this study aims to design and implement a blockchain-based financial system to ensure data security. The waterfall method can help develop a system with a simple REST API architecture using VueJS as the frontend, Python (Flask) as the backend, and MySQL as the database. The results of the implementation and blackbox testing indicate that the system is running optimally, fulfilling functional requirements with a validation rate of 100%. Non-functional requirements (auditable and security) have been met, whereby data integrity is guaranteed through the SHA256 blockchain log, while transaction authentication is guaranteed through ECDSA signature verification.

Keywords: accounting, blackbox testing, blockchain, data integrity, waterfall

Abstraksi

Di era disrupsi digital, sektor keuangan menuntut transparansi dan akuntabilitas data yang tinggi. Namun sistem akuntansi masih rentan terhadap resiko manipulasi data dikarenakan masih banyak sistem akuntansi yang terpusat. Hasil survei terhadap mahasiswa akuntansi menunjukkan kontradiksi, yang mana tingkat optimisme terhadap blockchain tinggi (78,26%) dibandingkan dengan tingkat pemahaman fundamental (60,87% hanya 'cukup tahu'). Maka dari itu penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keuangan berbasis blockchain untuk memastikan keamanan data. Dengan metode waterfall dapat membantu mengembangkan sistem dengan arsitektur simple REST API menggunakan VueJS sebagai frontend, python (Flask) sebagai backend, dan MySQL sebagai basis data. Hasil implementasi dan pengujian blackbox menyatakan bahwa sistem telah berjalan dengan optimal sehingga kebutuhan fungsional telah terpenuhi dengan tingkat validasi 100%. Kebutuhan non fungsional (auditabile dan keamanan) telah terpenuhi, yang mana integritas data dijamin melalui blockchain log SHA256, sementara autentikasi transaksi dijamin melalui verifikasi signature ECDSA.

Kata Kunci: akuntansi, blackbox testing, blockchain, integritas data, waterfall

1. PENDAHULUAN

Di era disrupsi digital yang dipicu oleh Revolusi Industri saat ini, sektor keuangan baik tradisional maupun modern mengalami transformasi besar. Profesi akuntan yang berperan mencatat dan menjaga informasi keuangan dituntut beradaptasi dengan teknologi baru, terutama terkait transparansi, akuntabilitas, dan keamanan data. Sistem akuntansi yang masih banyak menggunakan model terpusat (*centralized*) menyisakan beberapa celah manipulasi data[1] [2].

Merespon beberapa keterbatasan tadi, teknologi *blockchain* hadir menjadi solusi dan inovasi yang signifikan. Teknologi ini awalnya menjadi titik awal dari mata uang crypto (*cryptocurrency*) seperti Bitcoin, pada dasarnya *blockchain* merupakan sistem buku besar terdistribusi yang menawarkan sebuah paradigma baru. Yang menjadi karakteristik utama dari *blockchain* ini yaitu desentralisasi (*decentralized*), transparansi, dan imutabilitas (kekekalan data). Ketiga karakteristiknya inilah yang membuat *blockchain* berpotensi besar untuk merevolusi proses pencatatan dalam akuntansi [3] [4].

Teknologi *blockchain* memungkinkan sebuah pencatatan transaksi yang paten dan tidak bisa diubah, yang mana setiap ada *entry* data akan otomatis terverifikasi dan terenkripsi secara kriptografis. Dalam sistem demikian, konsep akuntasi *triple-entry* dapat terwujud, dimana satu transaksi tidak hanya dicatat dan oleh dua pihak yang bertransaksi, akan tetapi juga akan dicatat kedalam buku besar ketiga yang terdistribusi dan bersifat netral. Hal ini dapat menungkatkan kepercayaan, megurangi akan kebutuhan dan rekonsiliasi manual yang memakan waktu, dan menyediakan jejak pencatatan yang transparan dan *realtime* [5] [6]. Pada penelitian ini, implementasi *blockchain* yang digunakan yaitu *private* atau *permissioned blockchain* yang mana *blockchain* terbatas yang digunakan untuk kebutuhan pencatatan internal atau edukasi.

Meskipun potensi teknis *blockchain* sangat besar, adopsi teknologi baru tidak pernah terjadi dalam ruang hampa. Faktor manusia termasuk persepsi, pemahaman, dan kesiapan pengguna memainkan peran vital. Inovasi yang diusulkan dalam penelitian ini, yaitu sistem *blockchain* untuk pencatatan transaksi harian, sangat bergantung pada penerimaan dari para praktisi di masa depan. Dalam hal ini, mahasiswa akuntansi, sebagai calon akuntan dan auditor, berada di garis depan transisi ini. Pemahaman dan persepsi mereka saat ini akan sangat memengaruhi kecepatan dan keberhasilan implementasi *blockchain* di industri beberapa tahun mendatang [7].

Urgensi penelitian ini diperkuat oleh temuan empiris dari survei pendahuluan yang dilakukan terhadap 23 mahasiswa akuntansi. Data tersebut mengindikasikan adanya diskrepansi yang signifikan, terdapat sebuah paradoks antara tingginya optimisme perubahan teknologi dengan rendahnya tingkat literasi konseptual. Pada satu sisi, mayoritas signifikan responden (78,26%) menunjukkan persepsi yang sangat positif, dengan menyetujui bahwa *blockchain* memiliki potensi "Besar" hingga "Sangat Besar" dalam mentransformasi sistem pancatatan akuntansi.

Akan tetapi, antusiasme perceptual tersebut tampaknya tidak berbanding lurus dengan pemahaman fundamental yang memadai. Data menunjukkan bahwa sebagian

besar responden (60,87%) hanya berada pada level familiaritas "Cukup Tahu". Lebih mengkhawatirkan, 30,43% responden secara eksplisit memilih "Saya tidak tahu" ketika dihadapkan pada definisi teknis dasar dari *blockchain*. Defisiensi literasi ini dapat dikorelasikan dengan minimnya paparan materi dalam kurikulum formal, di mana 78,26% responden melaporkan "Belum" pernah memperoleh materi spesifik mengenai *blockchain* atau Teknologi Keuangan (*Fintech*) di perkuliahan.

Lebih jauh, ketika diinvestigasi mengenai hambatan adopsi, fokus kekhawatiran responden tidak terletak pada kelemahan instristik teknologi, melaikan pada tantangan implementasi dan faktor eksternal. Hambatan utama yang diidentifikasi adalah "Belum adanya regulasi yang jelas" (34,78%) dan "Kerumitan teknologi (sulit dipelajari)" (26,09%). Kesejangan (*gap*) antara optimisme yang tinggi di satu sisi, dengan defisiensi literasi dan kekhawatiran implementasi di sisi lain, menegaskan relevansi dan urgensi penelitian ini untuk memetakan sumber daya manusia akuntan di masa depan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

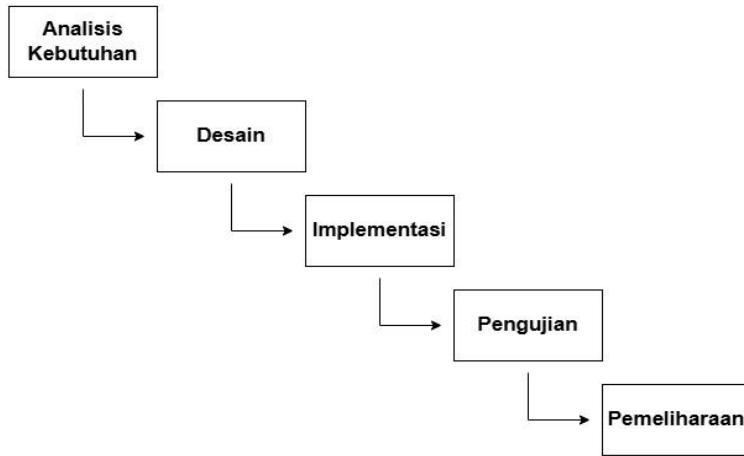
Pada penelitian tahun 2024 yang ditulis oleh Hasya, Setyawati, Isnaini, dan Anggraini [8], membahas tentang penggunaan *blockchain* yang digunakan sebagai basis dari bagian sistem informasi akuntansi bekerja untuk meningkatkan keamanan data dan privasi dalam bisnis melalui pencatatan data yang sulit dimanipulasi. Begitu juga dengan penelitian yang dirancang oleh Pratiwi dan Ermaya pada tahun 2024 [9], bahwa integrasi sebuah *blockchain* ke dalam AIS (*Accounting Information System*) bekerja untuk meningkatkan keamanan transaksi dan realibilitas data.

Pada penelitian tahun 2023 yang ditulis oleh oleh Hartoyo, Sukoharsono, dan Prihatiningtias [10], tentang potensi *blockchain* dalam bidang akuntansi yang membahas *triple-entry accounting* untuk meningkatkan akurasi dan kemudahan dalam memverifikasi transaksi secara otomatis. Selain itu, Rahmawati dan Subardjo [11] pada tahun 2023 dalam penelitiannya juga membahas tentang bagaimana perkembangan teknologi *blockchain* dan kecerdasan buatan mendorong perubahan peran akuntan serta auditor, termasuk dalam proses audit secara *real-time* dan otomatisasi pencatatan. Kemudian, dalam penelitian yang dilakukan oleh Marselita [12] pada tahun 2024, menyimpulkan bahwa *blockchain* bisa meningkatkan kualitas informasi akuntansi melalui tingkat transparansi, kecepatan pemrosesan, serta keandalan data yang disimpan dalam buku besar berbasis *blockchain*.

Dalam penelitian sebelumnya telah menunjukkan kemungkinan besar *blockchain* dalam sistem akuntansi, Sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada analisis konsep, manfaat teoretis, atau implementasi pada sistem yang skala besar. Penelitian ini mencoba untuk merancang dan mengimplementasikan sistem keuangan berbasis *blockchain* dengan menggunakan *Python* dan *MySQL*. Sistem ini dirancang untuk digunakan dalam *blockchain private* atau *permissioned*, yang mana bertujuan untuk kebutuhan pencatatan internal atau edukasi.

3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menggunakan metode *waterfall*, dengan pendekatan struktur yang jelas dan berurutan sehingga dapat membantu dalam mengembangkan sebuah sistem aplikasi web. Untuk tahapan dari metode *waterfall* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metode *Waterfall*

3.1. Analisis Kebutuhan

Tahapan pertama yaitu tahapan analisis kebutuhan yang tujuannya untuk menjelaskan secara jelas fungsionalitas dan kualitas non-fungsional untuk mengembangkan sistem ini. Analisis dibagi menjadi dua yaitu kebutuhan fungsional dan kebutuhan non fungsional.

3.1.1. Kebutuhan Fungsional

1.) Manajemen kategori

Sistem akan menyediakan fitur CRUD (*Create, Read, Update, Delete*) untuk pengelolaan secara terpisah dari kategori pemasukan dan pengeluaran.

2.) Manajemen *wallet* atau *key*

Sistem akan menyediakan fitur registrasi atau pendaftaran *public key* (*wallet*) yang akan digunakan untuk verifikasi tanda tangan setiap transaksi.

3.) Pencatatan transaksi

Fitur ini merupakan inti dari fungsionalitas yang mampu menambahkan transaksi masuk dan keluar dengan mencangkup data tanggal, jenis, kategori_id, nominal, keterangan, signer_public_key, dan signature. Hingga mendukung transaksi koreksi yang mana dapat membuat transaksi baru tanpa mengubah data lama yang merujuk pada corrects_transaction_id.

4.) *Blockchain log* (integritas)

Dalam setiap transaksi yang berhasil disimpan, sistem akan otomatis membuat entry pada tabel *blockchain_transaksi* yang menyimpan *previous_hash* dan *current_hash*

5.) *Sorting* atau *filtering* atau *reporting*

Sistem menyediakan *endpoint* listing transaksi dengan filter jenis, kategori, range tanggal, *sort by and order*

6.) Validasi *blockchain*

Fungsi dari validasi *blockchain* yaitu untuk memeriksa integritas rantai dengan *endpoint* khusus (*/blockchain/validate*)

7.) Penarikan *chain* dan *audit*

Sistem akan menyediakan *endpoint* khusus (*/blockchain/chain*) yang berfungsi mengambil *chain* untuk mendukung kebutuhan audit.

3.1.2. Kebutuhan Non Fungsional

1.) Keamanan

Sistem akan mengimplementasikan verifikasi *signature* dengan menggunakan ECDSA (secp256k1) untuk memastikan transaksi berasal dari *holder private key* yang sah.

2.) Performansi dan Portabilitas

Penggunaan *connection pooling* ke MySQL, kebutuhan performansi akan terpenuhi dengan *pool size* minimal 5, dan penggunaan Python versi 3.10+ untuk memenuhi kebutuhan portabilitas yang dapat berjalan dengan baik di lokal (Windows atau Linux).

3.) Konsisten

Melalui implementasi atomic, sistem harus menjamin konsistensi data. Operasi *insert* data ke tabel transaksi dan *insert hash* ke *blockchain_log* harus atomic yang mana *commit* ke *database* akan berjalan setelah keduanya operasi sukses.

4.) Skalabilitas

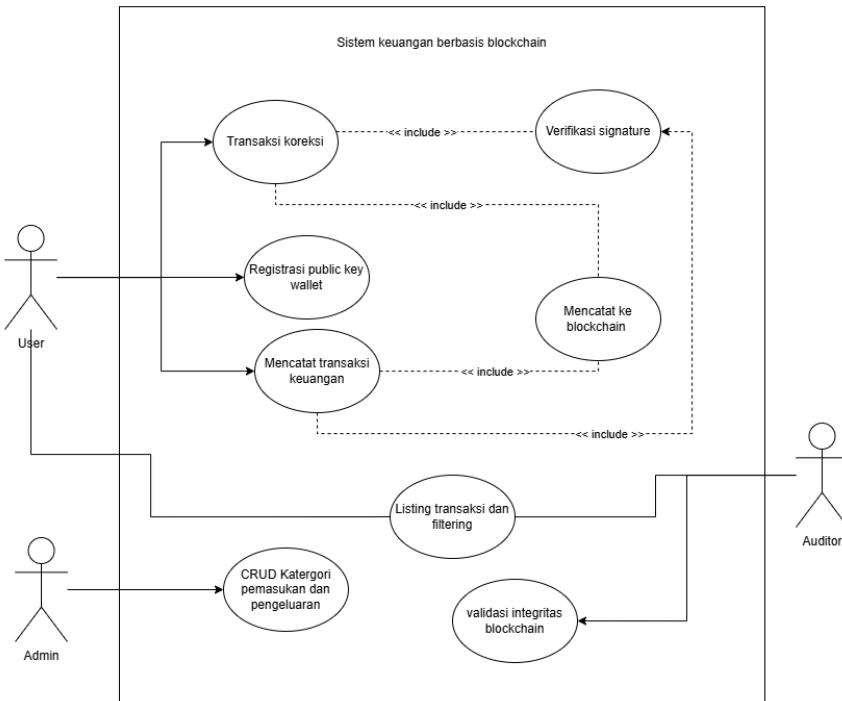
Sistem akan dirancang menggunakan arsitektur simple REST API yang dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi arsitektur berbasis *microservices*.

5.) *Auditable* atau *immutable*

Melalui *blockchain_log*, bukti kriptografi (SHA256) akan disimpan setiap transaksi yang terikat dengan hash sebelumnya sehingga perubahan data lama akan terdeteksi.

3.2. Desain

3.2.1. Diagram Use Case

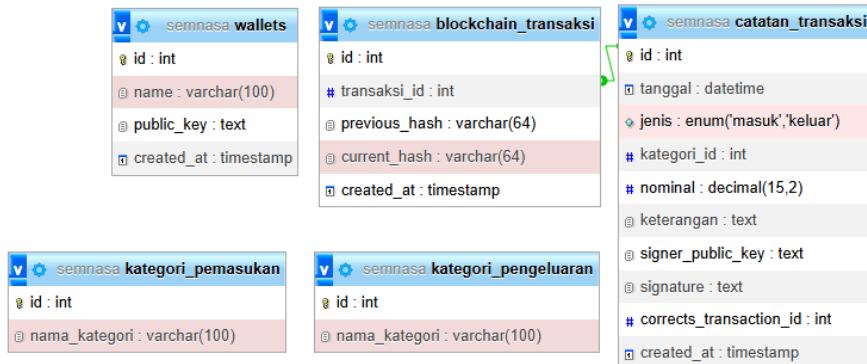


Gambar 2. Diagram use case

Berdasarkan Gambar 2 terdapat diagram *use case* yang memiliki tiga aktor yaitu User, Admin, dan Auditor.

- 1.) Admin dapat menambahkan kategori pemasukan dan pengeluaran.
- 2.) User melakukan registrasi *public key* ke sistem sebagai identitas *wallet* untuk menandatangani dan memverifikasi transaksi.
- 3.) User membuat *payload* transaksi (tanggal, nominal, *kategori_id*, jenis, keterangan, *corrects_transaction_id*(opsional)) kemudian menandatangani *payload* transaksi dengan menggunakan *private key* sehingga menghasilkan *signature*. Kemudian mengirimkan *payload*, *signer_public_key*, dan *signature* ke API atau transaksi.
- 4.) Server memverifikasi *signature* (ECDSA) dengan menggunakan *signer_public_key*, lalu menambahkan *payload* transaksi ke catatan_transaksi. Kemudian server mengambil *last hash* dari blockchain_transaksi dan menghitung *current_hash* (SHA256 dari *payload + previous_hash*). Server *insert* blok baru ke tabel blockchain_transaksi dan melakukan *commit* semua perubahan ke database.
- 5.) Auditor atau owner dapat memanggil /blockchain/validate untuk memeriksa *integrity chain*.
- 6.) Untuk transaksi koreksi, membuat *payload* transaksi baru dengan *corrects_transaction_id* sehingga set. Chain tetap utuh.

3.2.2. Perancangan Database



Gambar 3. Desain database

Berdasarkan Gambar 3 merupakan desain dari database *MySQL*. Terdapat 5 tabel yaitu tabel kategori_pemasukan, tabel kategori_pengeluaran, tabel catatan_transaksi, tabel blockchain_transaksi, dan tabel wallets.

3.3. Implementasi

Tahapan selanjutnya yaitu tahapan implementasi, yang mana dalam mengembangkan sistem aplikasi ini menggunakan *framework Vue.JS* untuk membuat tampilan dari sebuah sistem aplikasi ini, kemudian menggunakan bahasa pemrograman *Python* dengan versi 3.10+ dan juga *framework* dari *Python* yaitu *Flask*, serta *database* menggunakan *MySQL*.

3.4. Pengujian

Pada tahapan pengujian ini, metode pengujinya menggunakan *blackbox testing* yang mana untuk menguji fungsionalitas dari sistem ini dapat berjalan dengan baik tanpa melihat kode internal.

3.5. Pemeliharaan

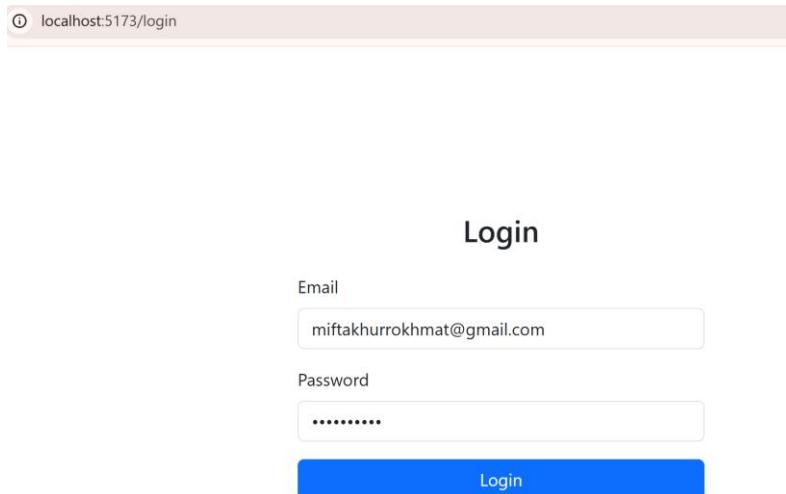
Selanjutnya adalah tahap terakhir yaitu tahapan pemeliharaan, yang mana memastikan bahwa sistem berjalan tanpa henti secara optimal dengan mencakup perbaikan kesalahan yang mungkin baru terdeteksi setelah sistem digunakan.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut adalah hasil pembahasan dari sistem keuangan berbasis *blockchain* dan *MySQL* yang telah dikembangkan dengan metode *waterfall*.

4.1. Hasil Implementasi Sistem

4.1.1. Halaman Login

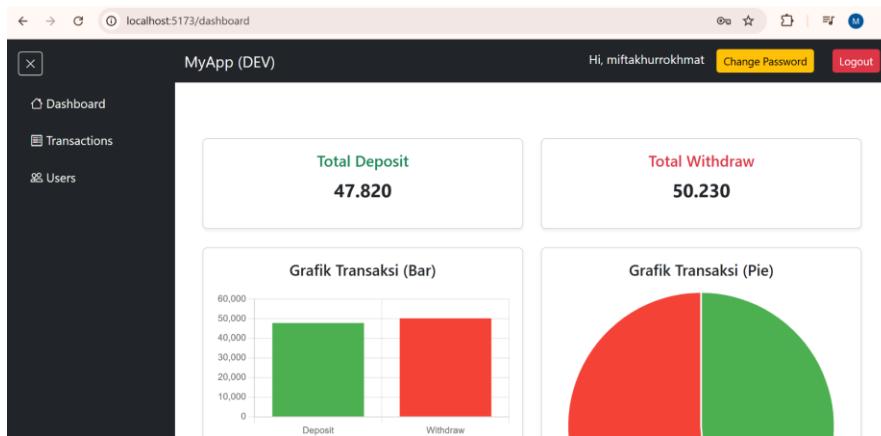


The screenshot shows a web browser window with the URL 'localhost:5173/login' in the address bar. The main content is a 'Login' form. It has two input fields: 'Email' containing 'miftakhrrokhmat@gmail.com' and 'Password' containing several dots. Below the fields is a large blue rectangular button with the word 'Login' in white.

Gambar 4. Halaman *login*

Gambar 4 merupakan tampilan dari halaman *login* yang berfungsi untuk otentikasi awal sistem. Pada proses ini memastikan bahwa hanya pengguna yang terdaftar saja untuk bisa mengakses ke halaman *dashboard*.

4.1.2. Halaman Dashboard



Gambar 5. *Dashboard*

Gambar 5 merupakan tampilan dari halaman *dashboard*, yang mana ketika sudah melewati proses *login* maka akan diarahkan ke halaman *dashboard*. Bagian ini menampilkan informasi dari total deposit, total withdraw, grafik transaksi (bar), dan grafik transaksi (pie).

4.1.3. List Transaksi

The screenshot shows a web application interface titled 'MyApp (DEV)'. On the left, there's a sidebar with 'Dashboard', 'Transactions' (which is selected and highlighted in blue), and 'Users'. The main content area is titled 'Daftar Transaksi' (List of Transactions). It features a search bar ('Cari transaksi...') and a 'Tambah' (Add) button. Below the search bar is a 'Filter Kategori:' section with checkboxes for 'shopping', 'bills', 'transport', 'food', and 'salary'. A table lists transactions with columns: ID, Tipe, Jumlah, Kategori, and Aksi (Actions). The table contains the following data:

ID	Tipe	Jumlah	Kategori	Aksi
100	deposit	1500	salary	[Edit] [Hapus]
101	withdraw	1510	food	[Edit] [Hapus]
11	withdraw	610	food	[Edit] [Hapus]
12	deposit	620	shopping	[Edit] [Hapus]
16	deposit	660	food	[Edit] [Hapus]

At the bottom right, there are buttons for 'rows per page' (set to 5), '1-5 of 90', and navigation arrows.

Gambar 6. List transaksi

Gambar 6 merupakan tampilan dari daftar transaksi, yang mana seluruh transaksi yang masuk akan ditampilkan pada halaman ini. Pengguna juga dapat memanfaatkan filter dari jenis, kategori, *range* tanggal, *sort by and order*.

4.1.4. Tambah Transaksi

The screenshot shows a 'Tambah Transaksi' (Add Transaction) modal dialog. The background is dimmed, and the modal has a light gray background. It contains fields for 'Tipe' (Type) set to 'Deposit', 'Jumlah' (Amount) set to '0', and 'Kategori' (Category) which is empty. At the bottom of the modal are 'Batal' (Cancel) and 'Simpan' (Save) buttons. In the background, the 'Transactions' list from Gambar 6 is visible.

Gambar 7. Tambah Transaksi

Gambar 7 merupakan tampilan dari tambah transaksi. Pengguna dapat memasukkan data dari tipe, jumlah, dan kategori. Data yang diinputkan akan melalui *signing client-side* sebelum data tersebut dikirim ke API Bersama *public key* dan *signature* untuk diverifikasi.

4.2. Implementasi Integrasi Data Melalui Bukti Kriptografi

4.2.1. Pembuktian Bukti *Blockchain Log*

Untuk mengetahui bagaimana cara *previous_hash* dan *current_hash* bekerja secara berurutan untuk membentuk rantai bukti kriptografi ini, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Log

ID	Transaksi ID	Previous_Hash (64 karakter SHA256)	Current_Hash (64 karakter SHA256)
1	100	00000000000000000000.....	2B8D9E7C5A1F6B3D4E9C8A.....
2	101	2B8D9E7C5A1F6B3D4E9C8A.....	A3F5B01D2C4E6F8A9B7D5C3.....
3	102	A3F5B01D2C4E6F8A9B7D5C3...	8C4E2F9A1B3D5C7E9F1A3B5D.....

Struktur tabel dari *blockchain_transaksi* yang ditunjukkan pada Tabel 1 yang tugasnya untuk menyimpan semua transaksi *blockchain*. Terdapat *genesis block* (blok pertama) yang memiliki nilai nol pada kolom *Previous_Hash* dengan ID 1, di mana nilai dari suatu blok pada kolom *Current_Hash* akan otomatis menjadi nilai *Previous_Hash* untuk blok selanjutnya, seperti nilai dari blok pertama kolom *Current_Hash* akan sama persis dengan nilai yang ada di kolom *Previous_Hash* pada blok kedua. Bukti ini telah dibuat dengan menggunakan *hashing* SHA256 yang menggabungkan isi transaksi saat ini dengan *Previous_Hash* dari blok sebelumnya yang telah dicatat. Hal ini merupakan mekanisme untuk memastikan bahwa semua blok saling terhubung dan membentuk rantai, sehingga data pada sistem keuangan tidak dapat diubah (*immutability*) dan terkoneksi satu sama lain (*integrity*).

Selain melewati SHA256, keamanan transaksi melalui verifikasi signature ECDSA (*Elliptic Curve Digital Signature Algorithm*) terjamin. Server akan memeriksa keabsahan *signature* yang dikirimkan dari client menggunakan *public key* yang bersangkutan. Transaksi akan diproses dan akan diubah menjadi entri *blockchain log* ketika *signature* tersebut dibuat dengan *public key* yang sah. Kemudian data transaksi tersebut akan ditambahkan ke dalam tabel *catatan_transaksi* dan *blockchain_transaksi*.

4.3. Pengujian Kebutuhan Fungsional

Dengan menggunakan metode *blackbox testing* dapat dilakukan pengujian terhadap sistem ini.

Tabel 2 Hasil pengujian *blackbox*

No	Pengujian	Target	Hasil
1.	<i>Login</i>	<i>Login</i> dan diarahkan ke halaman <i>dashboard</i>	Berhasil
2.	<i>Dashboard</i>	Mengakses halaman <i>dashboard</i>	Berhasil
3.	Menu transaksi	Mengakses dan diarahkan ke halaman daftar transaksi	Berhasil
4.	Tambah transaksi	Mengakses dan dapat menambahkan data transaksi	Berhasil

Berdasarkan Tabel 2 yang merupakan hasil dari pengujian dengan menggunakan metode *blackbox* memiliki tingkat validasi 100%. Hal ini menunjukkan bahwa semua fitur yang ada di sistem dapat berjalan secara optimal dan sesuai dengan harapan.

4.4. Pengujian Kebutuhan Non Fungsional

Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem berbasis *blockchain* telah memenuhi kebutuhan non fungsional terkait keamanan dan *immutability*.

Tabel 3 Hasil Pengujian Kebutuhan Non Fungsional

No.	Jenis Pengujian	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Aktual
1.	Keamanan Transaksi	Mengirim request tambah transaksi dengan signature yang <i>invalid</i>	Server menolak request dengan status kegagalan otentikasi	Berhasil ditolak dengan kode 403/404
2.	Integritas Data	Mencatat beberapa transaksi, kemudian mengubah salah satu data lama	<i>Endpoint /blockchain/validate</i> menghasilkan status “Chain Invalid”	Berhasil menghasilkan status “Chain Invalid”

Berdasarkan Tabel 3 pada pengujian keamanan transaksi telah terpenuhi, verifikasi ECDSA telah berhasil mencegah transaksi yang tidak terverifikasi oleh *private key* yang sah. Kemudian pengujian pada integritas data juga telah terpenuhi, yang mana *Blockchain Log SHA256* terbukti efektif dalam mendeteksi dan menghentikan manipulasi data lama. Hal ini menunjukkan bahwa pengujian non fungsional pada sistem telah berjalan sesuai harapan.

5. KESIMPULAN

Hasil dari penelitian tentang sistem keuangan berbasis *blockchain* menggunakan *Python* dan *MySQL* yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

- 1.) Dengan menggunakan metode *waterfall* dan arsitektur simple REST API, sistem untuk mencatat transaksi keuangan sudah berhasil diterapkan, dengan menggunakan *framework frontend* berbasis Vue.js, sedangkan *backend* menggunakan *Python* (*Flask*) dan *database* menggunakan *MySQL*.
- 2.) Kebutuhan fungsional (*Login*, *Dashboard*, Daftar transaksi, dan Tambah transaksi) telah berjalan dengan baik yang dibuktikan dari hasil pengujian *blackbox* dengan tingkat validasi 100%.
- 3.) Kebutuhan non fungsional mengenai keamanan dalam transaksi telah terpenuhi dengan menerapkan verifikasi *signature* ECDSA (*Elliptic Curve Digital*

Signature Algorithm). Dari hasil pengujian, server menolak apabila terdapat transaksi yang tidak memiliki *signature* yang valid. Sehingga keamanan dalam transaksi yang diawasi oleh sistem ini telah memenuhi kebutuhan non fungsional ini.

- 4.) Kebutuhan non fungsional mengenai integritas data (*Auditable* atau *immutable*) telah terpenuhi dengan menerapkan bukti rantai kriptografi (*blockchain log*). Dari hasil pengujian membuktikan saat data transaksi yang sebelumnya berhasil dicatat dan ingin diubah, maka perubahan tersebut akan terdeteksi dan menghasilkan status "*Chain invalid*" atau rantai gagal. Hal ini merupakan penerapan dari *Hashing SHA256* dalam mengikat blok secara berurutan dapat menjaga prinsip data yang tidak bisa diubah (*Immutability*).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Daryanto and Y. Rismayanti, "Implementasi Teknologi Blockchain Dalam Akuntansi Keuangan: Peluang Dan Tantangan Bagi Perusahaan Di Indonesia," *J. Neraca Perad.*, vol. 4, no. 2, pp. 152–158, 2024, doi: 10.55182/jnp.v4i2.475.
- [2] A. A. Murtopo, A. H. A. Anshori, N. A. Santoso, and G. Gunawan, "Implementation of blockchain technology in digital financial management systems," *J. Mandiri IT*, vol. 13, no. 1, pp. 152–160, 2024, doi: 10.35335/mandiri.v13i1.314.
- [3] R. M. Handoko, B. Aulyansyah, A. Trisna, and R. Delon, "Implementasi Blockchain untuk Keamanan Sistem Pembayaran Digital dan Optimasi Transaksi Keuangan (Studi Kasus Industri Fintech di Indonesia)," *Tek. J. Ilmu Tek. dan Inform.*, vol. 4, no. 2, pp. 64–74, 2024, doi: 10.51903/teknik.v4i2.589.
- [4] N. Hindayani, "Pemanfaatan Teknologi Blockchain untuk Meningkatkan Efisiensi dan Efektivitas Sistem Perpajakan: Tinjauan Literatur Sistematik," *JIRA*, vol. 10, no. 2, 2024, doi: 10.53494/jira.v10i2.676.
- [5] Z. Romadhon, "Inventory Management System Framework Based on Python and MySQL Database with Blockchain Technology Implementation," *J. Ilm. Tek. Inform. dan Komun.*, vol. 5, no. 3, p. 1562, 2025, doi: 10.55606/juitik.v5i3.1562.
- [6] E. Juliyani, H. N. Rahmadani, W. Berliandes, and Z. Azmi, "Blokchain dan AI Technology: Pembawa Perubahan Baru dalam Perspektif Akuntansi," *Akunt. J. Ris. Ilmu Akunt.*, vol. 3, no. 1, pp. 159–173, 2024, doi: 10.55606/akuntansi.v3i1.1474.
- [7] P. Erviansyah, I. P. Windasari, and R. Kridalukmana, "Perancangan E-Commerce Berbasis Android dengan Menggunakan Metode Pembayaran Blockchain," *J. Tek. Komput.*, vol. 1, no. 3, pp. 101–111, 2022, doi: 10.14710/jtk.v1i3.36844.
- [8] L. D. Hasya, D. M. Setyawati, N. A. Isnaini, and T. A. Anggraini, "Penerapan Teknologi Blockchain dalam Sistem Informasi Akuntansi Terhadap Privasi dan Keamanan Data Perusahaan," *J. Kaji. Akuntansi, Audit. dan Perpajak.*, 2024, doi: 10.35760/jkaap.2024.v1i1.10879.

- [9] A. E. Pratiwi and H. N. L. Ermaya, "Implementation of Blockchain Technology on Accounting Information System For Transaction Security and Data Reliability," *JASa J. Akuntansi, Audit dan Sist. Inf. Akunt.*, vol. 8, no. 1, pp. 64–74, 2024, doi: 10.36555/jasa.v8i1.2419.
- [10] A. Hartoyo, E. G. Sukoharsono, and Y. W. Prihatiningtias, "Analysing the Potential of Blockchain for the Accounting Field in Indonesia," *J. Akunt. dan Keuang.*, 2023, doi: 10.9744/jak.23.2.51-61.
- [11] M. I. Rahmawati and A. Subardjo, "Teknologi Artificial Intelligence dan Blockchain: Sebuah Keniscayaan pada Akuntan dan Auditor," *J. Ilm. Akunt. dan Keuang.*, vol. 2, no. 4, pp. 403–409, 2023, doi: 10.24034/jiaku.v2i4.6355.
- [12] O. Marselita, "Blockchain Technology and Quality of Accounting Information: A Systematic Literature Review," *J. Akunt. dan Keuang.*, vol. 26, no. 2, pp. 103–117, 2024, doi: 10.9744/jak.26.2.103-117.