JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 09, No. 3, *October* 2026, *pages*. 379~389
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, *accredited by Kemenristekdikti*, Sinta 4
DOI: 10.36085

Sistem Verifikasi dan Transfer Kepemilikan Produk Fesyen Berbasis *Blockchain* dan NFC

[1]Raja Fahd Saefudin, [2]Anna Dina Kalifia
[1,2]Universitas Teknologi Yogyakarta, Indonesia
[1]*rajafahd1885@gmail.com*; [2]*ad.kalifia@uty.ac.id*;

Article Info

Article history:

Received, 2026-10-06
Revised, 2026-10-24
Accepted, 2026-11-02

Kata Kunci:

Blockchain
Near Field Communication (NFC)
Verifikasi
Anti Pemalsuan

ABSTRAK

Pemalsuan produk fesyen dan keterbatasan informasi riwayat kepemilikan menjadi tantangan dalam perdagangan produk fesyen, khususnya pasar pre-loved. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem verifikasi produk dan transfer kepemilikan berbasis blockchain dengan mengintegrasikan QR Code, *Near Field Communication* (NFC), dan algoritma SHA-256. Sistem menggunakan arsitektur hibrida yang menghubungkan basis data off-chain dengan jaringan Ethereum untuk mendukung identifikasi produk, pemeriksaan integritas data, serta pencatatan kepemilikan digital. Pengujian dilakukan melalui pengujian implementasi NFC, perbandingan mekanisme QR Code dan NFC, serta *black-box testing* terhadap fungsi sistem. Hasil pengujian implementasi NFC menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% (5 dari 5 tahapan), sedangkan pengujian fungsional sistem mencapai 100% (11 dari 11 fungsi). QR Code menggunakan UUID sebagai identitas produk, sementara NFC menggunakan nilai hash untuk proses verifikasi. Sistem juga berhasil menjalankan fungsi klaim dan transfer kepemilikan melalui transaksi blockchain. Hasil tersebut menunjukkan bahwa seluruh fungsi yang diuji berjalan sesuai skenario. Persentase 100% merupakan tingkat keberhasilan pengujian fungsional, bukan akurasi klasifikasi keaslian produk. Pengujian terhadap sampel produk asli dan palsu serta skenario serangan masih diperlukan.

Keywords:

Blockchain
Near Field Communication (NFC)
Verification
Anti-Counterfeiting

ABSTRACT

Counterfeit fashion products and limited ownership history information remain challenges in fashion commerce, particularly in the pre-loved market. This study aims to develop a blockchain-based product verification and ownership transfer system by integrating QR Code, Near Field Communication (NFC), and the SHA-256 algorithm. The system employs a hybrid architecture connecting an off-chain database with the Ethereum network to support product identification, data integrity verification, and digital ownership recording. Evaluation was conducted through NFC implementation testing, a comparison of QR Code and NFC mechanisms, and black-box functional testing. The NFC implementation achieved a 100% success rate (5 out of 5 test stages), while functional system testing achieved 100% (11 out of 11 functions). QR Code uses a UUID as the product identifier, whereas NFC uses a hash value for verification. The system also successfully supports ownership claiming and transfer through blockchain transactions. These results indicate that all tested functions operated according to their predefined scenarios. The reported 100% represents the functional testing success rate, not the classification accuracy of product authenticity. Further testing using genuine and counterfeit product samples and attack scenarios is required to measure verification accuracy and security resilience.

This is an open access article under the CC BY-SAlicense.

Penulis Korespondensi:

Raja Fahd Saefudin,
Program Studi Informatika,
Universitas Teknologi Yogyakarta,
Email: rajafahd1885@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Pemalsuan produk merupakan permasalahan yang dapat menurunkan kepercayaan konsumen terhadap keaslian barang serta menyulitkan produsen dan pemilik dalam menelusuri identitas produk yang beredar. Permasalahan tersebut menjadi semakin kompleks ketika produk berpindah tangan melalui transaksi barang bekas (*pre-loved*), karena calon pembeli tidak selalu memiliki akses terhadap informasi asal produk dan riwayat kepemilikannya. Identifikasi konvensional yang mengandalkan label, nomor seri, atau kode statis memiliki keterbatasan karena informasi tersebut berpotensi disalin atau digunakan kembali pada produk lain. Salah satu pendekatan yang dikembangkan untuk menghubungkan objek fisik dengan identitas digital adalah penggunaan *Near Field Communication* (NFC). Namun, keberadaan tag NFC belum secara otomatis menjamin keaslian produk apabila informasi yang tersimpan di dalamnya dapat disalin, dimodifikasi, atau dipindahkan ke barang lain. Penelitian Tarempa et al. menunjukkan penggunaan difference hash (*dHash*), kriptografi kunci publik, dan NFC untuk menghubungkan karakteristik produk dengan identitas digital sebagai upaya mendeteksi pemalsuan [1]. Sementara itu, penerapan algoritma *Advanced Encryption Standard* (AES) pada kartu NFC menunjukkan bahwa mekanisme kriptografi dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan perlindungan informasi yang tersimpan pada media NFC [2].

Dalam konteks industri fesyen, kebutuhan terhadap autentikasi tidak hanya berkaitan dengan pemeriksaan keaslian pada saat pembelian pertama, tetapi juga dengan kemampuan menelusuri produk setelah berpindah kepemilikan. Informasi mengenai identitas produk, karakteristik, dan pemilik yang tercatat menjadi relevan terutama pada transaksi pre-loved, ketika calon pembeli perlu memastikan bahwa barang yang ditawarkan memiliki identitas digital yang sesuai dengan catatan sebelumnya. Penelitian mengenai penerapan blockchain pada rantai pasok fesyen menunjukkan bahwa teknologi tersebut berpotensi mendukung transparansi, ketertelusuran, dan autentisitas produk melalui pencatatan informasi secara terdistribusi [3]. Dengan demikian, sistem verifikasi produk fesyen perlu memperhatikan dua kebutuhan yang saling berkaitan, tetapi berbeda, yaitu memastikan kesesuaian identitas produk dengan data referensi dan menyediakan informasi mengenai perubahan kepemilikan setelah transaksi berlangsung.

Berbagai penelitian telah mengembangkan integrasi teknologi untuk meningkatkan keamanan dan ketertelusuran produk. Subramaniam et al. mengusulkan platform anti-pemalsuan yang menggabungkan NFC, aplikasi seluler, dan blockchain untuk mendukung autentikasi produk melalui identitas yang terhubung dengan catatan digital [4]. Pendekatan tersebut memperlihatkan bahwa kombinasi NFC dan blockchain dapat digunakan untuk menghubungkan produk fisik dengan informasi digital yang dapat diverifikasi. Penelitian lain mengenai sistem anti-pemalsuan berbasis blockchain juga menekankan pentingnya pencatatan dan validasi informasi produk dalam rantai pasok untuk meningkatkan keterlacakan [5]. Di sisi lain, pengembangan aplikasi terdesentralisasi (*decentralized application/dApp*) berbasis smart contract menunjukkan bahwa *blockchain* dapat digunakan untuk menjalankan aturan transaksi dan mencatat aktivitas digital secara terprogram [6]. Meskipun demikian, penerapan teknologi tersebut tetap perlu mempertimbangkan keamanan pada seluruh lapisan sistem, termasuk aplikasi, backend, penyimpanan data, dan *smart contract*, karena kelemahan pada salah satu komponen dapat memengaruhi keandalan layanan secara keseluruhan [7].

Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, terdapat ruang pengembangan pada integrasi antara autentikasi identitas produk dan pengelolaan riwayat kepemilikan dalam satu alur sistem. Penelitian yang menggunakan NFC dan dHash telah memberikan perhatian pada keterkaitan karakteristik produk dengan identitas digital untuk mendeteksi indikasi pemalsuan [1], sedangkan platform anti-pemalsuan berbasis NFC dan blockchain berfokus pada proses autentikasi produk [4]. Sementara itu, penelitian mengenai *blockchain* pada rantai pasok fesyen lebih banyak membahas transparansi dan ketertelusuran informasi produk [3]. Ketiga fokus tersebut memperlihatkan bahwa autentikasi, ketertelusuran produk, dan pengelolaan kepemilikan merupakan aspek yang dapat saling melengkapi. Namun, dalam konteks produk *fesyen pre-loved*, diperlukan alur yang menghubungkan identitas produk fisik dengan bukti integritas data, kemudian mempertahankan keterkaitan tersebut ketika kepemilikan produk diklaim dan dialihkan kepada pengguna lain. Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini tidak diletakkan pada klaim bahwa integrasi NFC dan *blockchain* merupakan konsep baru, melainkan pada implementasi alur verifikasi dan transfer kepemilikan yang menghubungkan identitas produk, hash digital, media identifikasi fisik, serta catatan transaksi *blockchain.*

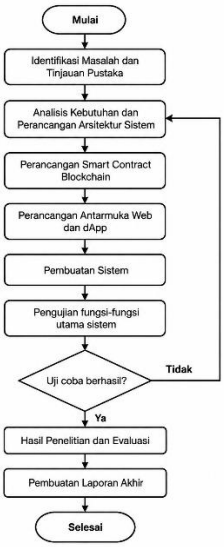
Penelitian ini mengembangkan aplikasi terdesentralisasi (dApp) untuk mendukung verifikasi keaslian dan pengelolaan kepemilikan produk fesyen dengan mengintegrasikan kode QR, NFC, algoritma SHA-256, basis data off-chain, dan jaringan Ethereum. Pada sistem yang dikembangkan, setiap produk diberikan UUID sebagai pengenal unik. UUID dan metadata produk diproses menggunakan SHA-256 untuk menghasilkan hash digital sebagai representasi integritas data. Kode QR digunakan untuk membaca UUID dan memperoleh data produk, sedangkan tag NFC menyimpan nilai hash yang digunakan dalam proses pemeriksaan. Informasi produk secara lengkap dikelola pada basis data off-chain, sementara identitas digital dan informasi transaksi yang diperlukan dicatat melalui blockchain. Mekanisme tersebut dilengkapi dengan fungsi minting, klaim kepemilikan, dan

transfer kepemilikan melalui transaksi yang melibatkan alamat dompet digital pengguna. Penggunaan identitas digital dan pencatatan transaksi pada blockchain juga berkaitan dengan pembahasan mengenai sistem identitas digital terdesentralisasi dan pengendalian identitas oleh pengguna [8].

Kontribusi teknis penelitian ini terletak pada penggabungan proses pembentukan identitas digital produk, pemeriksaan kesesuaian hash melalui QR Code dan NFC, serta pencatatan perubahan kepemilikan melalui mekanisme klaim dan transfer pada blockchain. Dengan alur tersebut, identitas produk tidak hanya digunakan untuk mengambil informasi dan memeriksa integritas data, tetapi juga dikaitkan dengan catatan kepemilikan yang dapat ditelusuri setelah produk berpindah tangan. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan menguji sistem tersebut melalui skenario registrasi produk, pembentukan hash, minting, penulisan dan pembacaan NFC, verifikasi melalui QR Code dan NFC, penolakan data yang tidak sesuai, klaim kepemilikan, transfer kepemilikan, serta penelusuran riwayat transaksi. Evaluasi difokuskan pada keberhasilan fungsi sistem dalam lingkungan pengujian yang digunakan. Pengujian tersebut belum dimaksudkan untuk membuktikan ketahanan sistem terhadap seluruh bentuk serangan pemalsuan, kloning, atau pemindahan tag NFC, sehingga aspek keamanan terhadap serangan nyata tetap menjadi ruang evaluasi lanjutan.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan sistem yang berfokus pada perancangan, implementasi, dan pengujian aplikasi berbasis blockchain untuk mendukung verifikasi identitas produk fesyen dan pencatatan riwayat kepemilikan [9]. Tahapan penelitian dilaksanakan secara berurutan, meliputi identifikasi masalah, tinjauan pustaka, analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Sistem dirancang untuk menghubungkan produk fisik dengan identitas digital yang dapat diverifikasi serta menyediakan mekanisme pencatatan dan pengalihan kepemilikan [10]. Implementasi mengintegrasikan kode QR dan *Near Field Communication* (NFC) sebagai media identifikasi produk, algoritma SHA-256 untuk menghasilkan nilai hash digital, basis data off-chain untuk menyimpan metadata produk, serta jaringan Ethereum untuk mencatat identitas dan kepemilikan produk melalui blockchain [11], [12].



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Gambar 1 menunjukkan tahapan penelitian yang dilakukan dalam pengembangan sistem. Penelitian diawali dengan identifikasi masalah dan tinjauan pustaka untuk menentukan kebutuhan serta pendekatan teknologi yang digunakan. Selanjutnya, dilakukan analisis kebutuhan dan perancangan arsitektur sistem yang mencakup aplikasi, basis data, kode QR, NFC, backend, dan jaringan blockchain. Tahap implementasi meliputi pengembangan aplikasi manajemen produk, aplikasi konsumen, API backend, basis data, serta integrasi dengan jaringan blockchain. Setelah seluruh komponen diimplementasikan, dilakukan pengujian terhadap fungsi utama sistem, yaitu pendaftaran produk, minting, pembuatan dan verifikasi hash, identifikasi menggunakan kode QR dan NFC, klaim kepemilikan, serta pengalihan kepemilikan. Tahap terakhir adalah evaluasi hasil pengujian untuk mengetahui kesesuaian fungsi sistem dengan kebutuhan yang telah ditetapkan.

JSAI : Journal Scientific and Applied Informatics
Vol. 09, No. 3, *October* 2026, *pages*. 379~389
E-ISSN: 2614-3054; P-ISSN: 2614-3062, *accredited by Kemenristekdikti*, Sinta 4
DOI: 10.36085

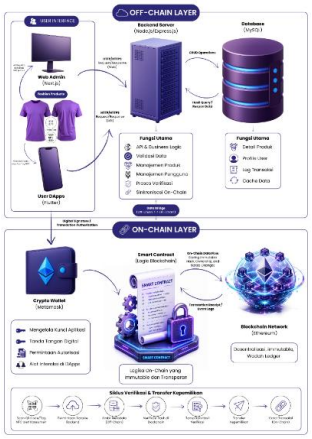


(a) (b)

Gambar 2. Sampel Data Penelitian:(a) Sampel Metadata Produk;(b) Sampel Alamat Dompet

Data penelitian berupa metadata produk fesyen yang digunakan sebagai masukan dalam proses pembentukan identitas digital. Metadata tersebut memuat informasi identitas dan karakteristik produk yang digunakan bersama UUID untuk menghasilkan nilai hash digital. Contoh metadata produk yang digunakan ditampilkan pada Gambar 2(a). Data produk disimpan dalam basis data *off-chain*, sedangkan nilai hash digunakan sebagai representasi digital untuk memeriksa konsistensi data produk. Selain metadata produk, penelitian ini menggunakan alamat dompet digital (*wallet address*) sebagai pengenal akun pengguna ketika melakukan transaksi pada jaringan blockchain. Contoh alamat dompet yang digunakan ditampilkan pada Gambar 2(b). Pengujian transaksi dilakukan menggunakan Ethereum Sepolia Testnet sebagai lingkungan pengujian untuk proses minting, klaim, dan pengalihan kepemilikan. Data pengujian diperoleh dari keluaran aplikasi, hasil pemindaian kode QR dan NFC, catatan basis data, serta informasi transaksi yang tercatat pada blockchain, termasuk hash transaksi.

Sistem dikembangkan menggunakan arsitektur hibrida yang memisahkan pengelolaan data off-chain dan pencatatan informasi on-chain. Metadata produk secara lengkap disimpan dalam basis data MySQL, sedangkan informasi yang diperlukan untuk identifikasi, verifikasi, dan transaksi kepemilikan dicatat atau dihubungkan dengan blockchain pada jaringan Ethereum. Pemisahan tersebut memungkinkan data produk dikelola melalui basis data aplikasi, sementara informasi penting terkait identitas dan kepemilikan dapat dicatat menggunakan karakteristik distributed ledger [13]. Komponen backend dibangun menggunakan Node.js dan Express.js sebagai penghubung antara aplikasi, basis data, dan jaringan blockchain. Aplikasi manajemen produk digunakan oleh administrator untuk melakukan pendaftaran dan minting, sedangkan aplikasi konsumen digunakan untuk melakukan identifikasi, verifikasi, serta pengelolaan kepemilikan produk. Interaksi dengan blockchain dilakukan melalui aplikasi dan dompet digital. Pemanfaatan arsitektur blockchain untuk mendukung transparansi dan integritas pencatatan juga diterapkan dalam penelitian Aribowo dan Emanuel pada sistem distribusi yang memanfaatkan desentralisasi dan karakteristik data immutability [14]. Karakteristik tersebut menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan sistem, khususnya untuk mendukung pencatatan identitas produk dan transaksi kepemilikan.



Gambar 3. Arsitektur Sistem

Gambar 3 menggambarkan arsitektur sistem yang menghubungkan produk fisik, kode QR, tag NFC, aplikasi, backend, basis data, dan jaringan blockchain. Kode QR digunakan sebagai media untuk menyimpan dan

menyampaikan UUID produk, sedangkan tag NFC digunakan untuk menyimpan dan membaca nilai hash digital produk. Informasi yang diperoleh melalui kedua media tersebut diteruskan ke backend untuk diproses dan dibandingkan dengan data produk dalam basis data serta catatan referensi pada blockchain. Dengan demikian, kedua media identifikasi menggunakan jalur pembacaan yang berbeda, tetapi terhubung dengan mekanisme verifikasi yang sama. Arsitektur ini dirancang untuk menghubungkan identitas produk fisik, metadata, dan catatan digital dalam satu alur proses verifikasi.

Proses pendaftaran produk dimulai ketika administrator memasukkan metadata produk ke dalam aplikasi manajemen produk. Sistem kemudian menghasilkan UUID sebagai pengenal unik untuk setiap produk yang didaftarkan. UUID tersebut digabungkan dengan metadata produk sebagai masukan algoritma SHA-256 untuk menghasilkan nilai hash digital. Nilai hash ini digunakan sebagai representasi kriptografis dari identitas dan metadata produk [12]. Penggunaan hash digital untuk menghubungkan karakteristik produk dengan identitas digital dalam proses autentikasi juga telah diterapkan pada penelitian sebelumnya [3]. UUID, metadata, dan nilai hash selanjutnya disimpan dalam basis data off-chain. UUID dan nilai hash juga digunakan dalam proses minting melalui smart contract pada jaringan blockchain. Pada tahap ini, kontrak memvalidasi data yang diterima dan memeriksa keunikan identitas produk sebelum aset digital dibuat.

Setelah proses validasi berhasil, sistem menghasilkan ID token dan mencatat identitas produk serta informasi kepemilikan awal pada blockchain. Selanjutnya, identitas digital produk dihubungkan dengan media identifikasi fisik berupa kode QR dan tag NFC. Kode QR dibuat berdasarkan UUID sehingga identitas produk dapat diperoleh melalui pemindaian menggunakan kamera perangkat. Sementara itu, nilai hash digital produk dituliskan ke dalam tag NFC menggunakan perangkat yang mendukung teknologi NFC. Nilai hash yang tersimpan pada tag tersebut kemudian digunakan sebagai salah satu masukan dalam proses verifikasi dengan mengacu pada data produk yang tersimpan dalam basis data off-chain. Pemanfaatan NFC sebagai media penyimpanan dan pembacaan informasi yang berkaitan dengan identitas produk telah diterapkan dalam penelitian autentikasi berbasis NFC [3]. Dalam penelitian ini, tag NFC berfungsi sebagai media penghubung antara produk fisik dan representasi digital yang digunakan dalam proses verifikasi.

Proses verifikasi dilakukan setelah sistem memperoleh identitas digital produk melalui pemindaian kode QR atau NFC. Pada metode kode QR, UUID hasil pemindaian digunakan untuk mengambil metadata produk dari basis data. Sistem kemudian menghitung kembali nilai hash berdasarkan UUID dan metadata tersebut. Pada metode NFC, nilai hash yang dibaca dari tag digunakan sebagai nilai pembanding terhadap data produk dan catatan referensi pada blockchain. Selanjutnya, sistem mengambil nilai hash yang tercatat pada blockchain untuk melakukan pemeriksaan kesesuaian. Mekanisme verifikasi yang menghubungkan identitas produk, nilai hash, dan catatan blockchain juga digunakan dalam penelitian terkait autentikasi produk [3], [9]. Status produk ditentukan berdasarkan kesesuaian identitas dan nilai hash yang diperoleh dengan catatan digital pada blockchain. Apabila identitas produk tidak ditemukan atau terdapat ketidaksesuaian nilai hash, sistem menetapkan produk sebagai tidak valid. Setelah produk berhasil melalui proses verifikasi, sistem menyediakan mekanisme klaim kepemilikan. Pengguna menghubungkan dompet digital ke aplikasi dan mengajukan permintaan klaim terhadap produk yang telah terdaftar. Sistem memeriksa identitas produk, alamat dompet pengguna, dan status kepemilikan yang tercatat sebelum permintaan diproses. Apabila persyaratan tersebut terpenuhi, transaksi dikirimkan ke jaringan blockchain untuk mencatat alamat dompet pengguna sebagai pemilik produk. Mekanisme klaim ini menghubungkan produk yang telah diverifikasi dengan identitas digital pengguna melalui pencatatan transaksi blockchain [10].

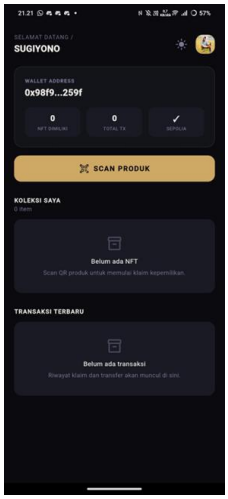
Kepemilikan produk yang telah tercatat selanjutnya dapat dialihkan melalui mekanisme transfer kepemilikan. Dalam proses ini, pemilik saat ini memasukkan alamat dompet penerima dan memberikan otorisasi terhadap transaksi pengalihan. Sistem memeriksa apakah alamat dompet pengirim sesuai dengan pemilik yang tercatat serta memastikan bahwa permintaan transfer memenuhi persyaratan sistem. Setelah transaksi dikonfirmasi pada blockchain, catatan kepemilikan diperbarui sesuai dengan alamat dompet penerima. Informasi transaksi yang dihasilkan digunakan sebagai dasar untuk memperbarui status kepemilikan pada aplikasi. Pemanfaatan blockchain untuk mencatat perubahan kepemilikan dan transaksi aset digital menjadi landasan mekanisme yang diterapkan dalam penelitian ini [10].

Pengujian sistem dilakukan menggunakan metode *black-box testing*, yaitu pengujian yang mengevaluasi fungsionalitas sistem berdasarkan masukan dan keluaran tanpa menganalisis implementasi internal program. Pengujian mencakup proses pendaftaran dan minting produk, pembuatan serta pencatatan hash digital, penulisan dan pembacaan NFC, pemindaian kode QR, verifikasi produk, klaim kepemilikan, dan pengalihan kepemilikan. Pengujian NFC dilakukan dengan menuliskan nilai hash ke dalam tag, membaca kembali nilai tersebut menggunakan perangkat yang mendukung NFC, kemudian membandingkannya dengan data referensi pada basis data dan blockchain. Setiap skenario pengujian dievaluasi berdasarkan kesesuaian keluaran sistem terhadap hasil yang diharapkan. Pengujian ini difokuskan pada pemeriksaan keberhasilan fungsi-fungsi yang

telah dirancang dan belum dimaksudkan sebagai pengujian menyeluruh terhadap ketahanan sistem dari serangan, kloning tag, atau manipulasi fisik produk.

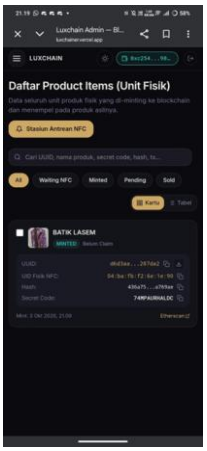
3. HASIL DAN ANALISIS

Penelitian ini menghasilkan aplikasi terdesentralisasi (*decentralized application/dApp*) yang mengintegrasikan identitas digital produk, algoritma SHA-256, kode QR, *Near Field Communication* (NFC), basis data off-chain, dan blockchain Ethereum. Implementasi sistem terdiri atas Web Admin berbasis Next.js dan dApp Konsumen berbasis Flutter. Web Admin digunakan untuk melakukan registrasi produk, mengelola metadata, menjalankan proses minting, serta mengelola informasi produk dan transaksi. Sementara itu, dApp Konsumen digunakan untuk mengidentifikasi dan memverifikasi produk melalui kode QR atau NFC, melihat informasi produk dan kepemilikan, serta melakukan klaim dan transfer kepemilikan. Kedua aplikasi dihubungkan melalui backend Node.js/Express.js yang menangani validasi data, logika bisnis, komunikasi dengan basis data, dan interaksi dengan jaringan blockchain. Arsitektur tersebut memisahkan penyimpanan metadata produk pada basis data off-chain dari pencatatan identitas dan transaksi kepemilikan pada *blockchain* [15].



Gambar 4. Dashboard dApp Konsumen

Gambar 4 memperlihatkan antarmuka awal dApp Konsumen yang menyediakan informasi alamat dompet, jumlah NFT, jumlah transaksi, jaringan blockchain, dan fitur pemindaian produk. Tampilan ini merupakan dokumentasi prototipe antarmuka untuk menunjukkan bagaimana pengguna mengakses fungsi identifikasi dan klaim kepemilikan.



Gambar 5. Daftar produk pada Web Admin.

Gambar 5 memperlihatkan antarmuka Web Admin untuk mengelola produk fisik yang telah didaftarkan. Informasi yang ditampilkan mencakup UUID, UID fisik NFC, nilai hash, secret code, dan status minting atau klaim. Kedua gambar tersebut berfungsi sebagai ilustrasi implementasi antarmuka, sedangkan evaluasi keberhasilan sistem didasarkan pada hasil pengujian yang disajikan pada tabel.

Pada tahap registrasi, sistem menghasilkan UUID sebagai pengenal unik produk. UUID tersebut diproses bersama metadata produk menggunakan algoritma SHA-256 untuk menghasilkan digital hash. Nilai hash

digunakan sebagai representasi digital dari UUID dan atribut produk yang menjadi masukan proses hashing. Perubahan terhadap data masukan akan menghasilkan nilai hash yang berbeda dan dapat digunakan sebagai indikator ketidaksesuaian data pada proses verifikasi. Penggunaan hash untuk merepresentasikan karakteristik produk dan mendukung pemeriksaan integritas data sejalan dengan pendekatan autentikasi produk berbasis digital hashing pada penelitian sebelumnya [3], [12].

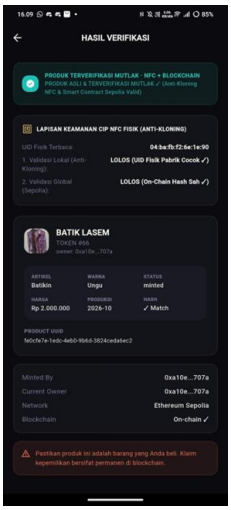
Hasil Pengujian Implementasi NFC. Pengujian implementasi NFC dilakukan untuk mengetahui apakah nilai hash yang dihasilkan pada proses registrasi dapat ditulis ke dalam tag NFC, dibaca kembali, dan digunakan dalam proses verifikasi produk. Pengujian mencakup lima tahapan, yaitu penulisan hash ke NFC, pembacaan NFC, pencocokan dengan basis data, pencocokan dengan blockchain, dan verifikasi melalui NFC. Hasil setiap tahapan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Implementasi NFC

No.	Pengujian	Hasil Pengamatan	Status
1	Penulisan hash ke NFC	Nilai hash berhasil ditulis ke tag NFC	Berhasil
2	Pembacaan NFC	Nilai hash dapat dibaca kembali dari tag	Berhasil
3	Pencocokan dengan basis data	Nilai hash NFC dapat dikaitkan dengan data produk	Berhasil
4	Pencocokan dengan blockchain	Nilai hash dapat digunakan dalam proses validasi terhadap catatan blockchain	Berhasil
5	Verifikasi melalui NFC	Sistem dapat menggunakan hash NFC untuk menentukan status verifikasi	Berhasil

Tabel 1 menunjukkan bahwa seluruh tahapan pengujian NFC dapat dilaksanakan sesuai dengan fungsionalitas yang dirancang. Nilai hash yang dituliskan pada tag dapat dibaca kembali, dikaitkan dengan data produk, dan digunakan dalam proses validasi terhadap catatan blockchain. Dengan demikian, tingkat keberhasilan pengujian implementasi NFC mencapai 100%, yaitu lima tahapan berhasil dari lima tahapan yang diuji. Hasil ini menunjukkan keberhasilan fungsi penulisan, pembacaan, dan pencocokan nilai hash sebagai media pembawa identitas digital produk. Persentase tersebut merupakan tingkat keberhasilan skenario pengujian NFC, bukan akurasi klasifikasi produk asli dan palsu.

Meskipun seluruh tahapan pengujian NFC berhasil, hasil tersebut perlu dibatasi pada aspek fungsional penulisan, pembacaan, dan pencocokan nilai hash. Pengujian ini belum mengukur ketahanan tag terhadap kloning, pemindahan ke produk lain, atau manipulasi fisik. Oleh karena itu, keberhasilan pengujian NFC belum dapat dijadikan bukti bahwa tag NFC sepenuhnya terlindungi dari pemalsuan atau kloning. Aspek keamanan media fisik dan mekanisme perlindungan data tetap perlu diperhatikan [4], [9].



Gambar 6. Tampilan hasil verifikasi produk melalui NFC dan blockchain.

Gambar 6 disajikan sebagai dokumentasi visual prototipe pada saat sistem menampilkan hasil pemeriksaan UID fisik dan kecocokan hash. Gambar ini memperlihatkan bentuk keluaran antarmuka, sedangkan kesimpulan keberhasilan pengujian NFC tetap mengacu pada lima tahapan yang dirangkum dalam Tabel 1. Perbandingan Implementasi QR Code dan NFC. Kode QR dan NFC memiliki fungsi yang sama, yaitu menghubungkan produk fisik dengan identitas digital yang digunakan dalam proses verifikasi. Namun, keduanya memiliki perbedaan pada media identifikasi, jenis data yang dibaca, perangkat pembaca, dan tahapan awal proses validasi. Perbandingan kedua metode berdasarkan implementasi sistem disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Implementasi QR Code dan NFC

Aspek	QR Code	NFC
Media identifikasi	Kode visual	Tag contactless
Data yang dibaca	UUID	Digital hash
Perangkat pembaca	Kamera perangkat	NFC reader
Proses awal	Membaca UUID	Membaca hash
Pengambilan data produk	Berdasarkan UUID	Berdasarkan nilai hash
Validasi	Hash hasil rekonstruksi dibandingkan dengan catatan blockchain	Hash dari NFC dibandingkan dengan catatan acuan
Integrasi blockchain	Digunakan	Digunakan
Fungsi dalam sistem	Identifikasi produk dan akses data	Pembawa identitas hash untuk verifikasi

Perbandingan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kode QR dan NFC menggunakan mekanisme pembacaan yang berbeda, tetapi keduanya dapat diterapkan dalam arsitektur validasi yang sama. Kode QR memuat UUID yang digunakan sistem untuk mengambil metadata produk dari basis data. Sistem kemudian membentuk kembali nilai hash dari data tersebut untuk dibandingkan dengan catatan blockchain. Sebaliknya, NFC menyimpan nilai hash digital yang dibaca langsung oleh perangkat, kemudian digunakan sebagai masukan dalam proses validasi. Dengan demikian, kode QR menggunakan pendekatan identifikasi berbasis UUID, sedangkan NFC menggunakan pendekatan identifikasi berbasis hash.

Dalam implementasi ini, kode QR memberikan jalur identifikasi melalui kamera perangkat, sedangkan NFC menyediakan pembacaan tanpa kontak melalui NFC reader. Kedua metode bukan merupakan mekanisme yang saling menggantikan, melainkan dua jalur identifikasi yang berbeda dengan tujuan validasi yang sama. Kode QR berfungsi untuk memperoleh UUID dan mengakses data produk, sementara NFC berfungsi sebagai media pembawa hash untuk pemeriksaan integritas. Integrasi NFC dan blockchain untuk mendukung autentikasi produk juga telah dibahas dalam penelitian sebelumnya [9].

Hasil Verifikasi Produk. Proses verifikasi dilakukan setelah sistem memperoleh identitas produk melalui kode QR atau NFC. Pada metode kode QR, UUID hasil pemindaian digunakan untuk mengambil metadata produk dan menghasilkan kembali nilai hash. Pada metode NFC, nilai hash diperoleh langsung dari tag. Selanjutnya, nilai hash yang dihasilkan atau dibaca dibandingkan dengan nilai referensi yang tersimpan pada blockchain. Apabila identitas dan nilai hash sesuai dengan catatan referensi, sistem menampilkan status produk valid. Sebaliknya, apabila produk tidak terdaftar atau data identitas dan hash tidak sesuai, sistem memberikan status tidak valid [3], [9].

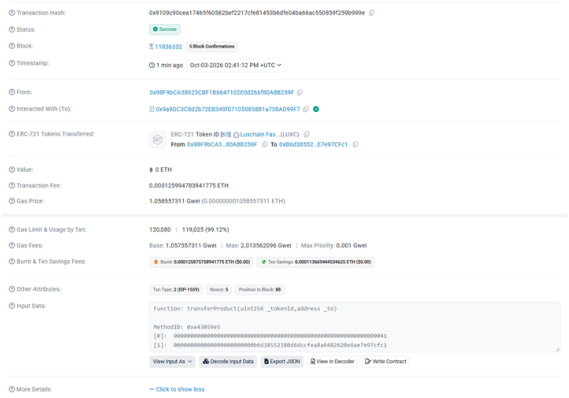


Gambar 7. Tampilan hasil verifikasi produk dan informasi kepemilikan.

Gambar 7 merupakan dokumentasi visual prototipe yang memperlihatkan informasi produk, status hash, status produk, dan alamat pemilik yang tercatat. Tampilan tersebut digunakan untuk memperlihatkan bentuk penyajian hasil verifikasi dan informasi kepemilikan kepada pengguna. Penilaian fungsi verifikasi tetap merujuk pada skenario pengujian fungsional. Hasil pengujian verifikasi memperlihatkan bahwa sistem dapat menangani kondisi data yang sesuai maupun tidak sesuai. Pada kondisi valid, sistem dapat mengenali identitas produk dan menampilkan informasi produk berdasarkan data yang terhubung dengan blockchain. Pada kondisi tidak valid, sistem menolak produk yang tidak memenuhi persyaratan verifikasi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa mekanisme verifikasi mencakup pemeriksaan identitas produk dan status kepemilikan. Namun, hasil verifikasi merepresentasikan kesesuaian identitas digital dan catatan blockchain, bukan pemeriksaan fisik terhadap bahan, merek, atau karakteristik produk secara langsung.

Setelah produk berhasil melewati proses verifikasi, pengguna dapat mengajukan klaim kepemilikan melalui alamat dompet digital. Sistem memeriksa status produk dan kepemilikan sebelum permintaan diteruskan ke

smart contract. Selanjutnya, pengalihan kepemilikan dilakukan oleh pemilik yang tercatat dengan menentukan alamat dompet penerima. Transaksi transfer dicatat pada blockchain sehingga perubahan alamat pemilik dapat ditelusuri melalui riwayat transaksi. Mekanisme pencatatan kepemilikan melalui blockchain dapat menjadi dasar untuk menelusuri perubahan kepemilikan aset digital [10].



Gambar 8. Bukti transaksi transfer kepemilikan pada Ethereum Sepolia.

Gambar 8 merupakan dokumentasi transaksi transfer pada Ethereum Sepolia. Bukti tersebut memperlihatkan status transaksi Success dan pemanggilan fungsi transferProduct dengan token ID 65. Informasi ERC-721 Tokens Transferred menunjukkan perpindahan token dari alamat pengirim ke alamat penerima. Pada transaksi yang ditampilkan, penggunaan gas tercatat sebesar 119.025 dari batas 120.080 gas atau sekitar 99,12%, sedangkan biaya transaksi tercatat sebesar 0,000125994783941775 ETH. Nilai tersebut merupakan hasil satu transaksi yang ditampilkan dan tidak dapat dianggap sebagai rata-rata biaya transaksi sistem.

Hasil Pengujian Fungsional Sistem. Pengujian fungsional dilakukan menggunakan metode black-box testing untuk mengevaluasi kesesuaian keluaran sistem terhadap skenario yang telah ditentukan. Berdasarkan skenario pengujian pada bagian metode, terdapat sebelas fungsi inti yang diuji, yaitu registrasi produk, pembentukan digital hash, minting, penulisan NFC, pembacaan NFC, verifikasi QR, verifikasi NFC, claim ownership, transfer ownership, penanganan data tidak sesuai, dan penelusuran riwayat transaksi. Hasil pengujian setiap fungsi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengujian Fungsional Sistem

No.	Fungsi yang Diuji	Hasil Pengujian	Status
1	Registrasi produk	Data produk dapat didaftarkan dan diproses	Berhasil
2	Pembentukan digital hash	Digital hash terbentuk dari metadata produk	Berhasil
3	Minting	Produk terdaftar di ledger dan transaksi terbentuk	Berhasil
4	Penulisan NFC	Hash dapat ditulis melalui tag NFC	Berhasil
5	Pembacaan NFC	Hash dapat dibaca melalui tag NFC	Berhasil
6	Verifikasi QR	Data produk dapat dibandingkan dengan catatan blockchain	Berhasil
7	Verifikasi NFC	Data produk dapat dibandingkan dengan catatan blockchain	Berhasil
8	Claim ownership	Kepemilikan dapat dikaitkan dengan wallet pengguna	Berhasil
9	Transfer ownership	Kepemilikan dapat dipindahkan melalui transaksi	Berhasil
10	Data tidak sesuai	Produk ditolak/tidak valid	Berhasil
11	Riwayat transaksi	Aktivitas kepemilikan dapat ditelusuri berdasarkan transaksi	Berhasil

Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh fungsi inti yang diuji menghasilkan keluaran yang sesuai dengan skenario yang telah dirancang. Registrasi produk dan pembuatan hash merupakan tahap awal pembentukan identitas digital. Kode QR dan NFC berfungsi sebagai media identifikasi, sementara mekanisme verifikasi membandingkan data produk dengan catatan digital. Pada aspek kepemilikan, sistem menghubungkan produk dengan alamat dompet melalui fungsi klaim, memproses perubahan kepemilikan melalui transfer, serta menampilkan aktivitas transaksi sebagai riwayat kepemilikan.

Tingkat keberhasilan pengujian fungsional sistem mencapai 100%, yaitu sebelas fungsi berhasil dari sebelas fungsi yang diuji. Persentase tersebut menunjukkan bahwa seluruh fungsi inti telah berjalan sesuai dengan skenario pengujian. Nilai ini merupakan tingkat keberhasilan pengujian fungsional (functional test pass rate), bukan nilai akurasi klasifikasi produk asli dan palsu. Pengujian yang dilakukan berfokus pada kesesuaian fungsi terhadap skenario yang telah ditentukan, bukan pengukuran akurasi menggunakan sejumlah sampel produk berlabel asli dan palsu.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa integrasi kode QR, NFC, SHA-256, basis data off-chain, dan blockchain Ethereum telah berfungsi sesuai kebutuhan sistem. Pengujian implementasi NFC

menghasilkan lima tahapan berhasil dari lima tahapan yang diuji atau 100%, sedangkan pengujian fungsional sistem menghasilkan sebelas fungsi berhasil dari sebelas fungsi yang diuji atau 100%. Perbandingan kode QR dan NFC memperlihatkan bahwa keduanya dapat digunakan sebagai media identifikasi dengan mekanisme pembacaan berbeda, tetapi tetap terhubung dengan proses validasi yang mengacu pada catatan hash di blockchain.

Temuan tersebut memperlihatkan bahwa kontribusi sistem tidak hanya terletak pada autentikasi produk, tetapi juga pada integrasi autentikasi dengan pengelolaan kepemilikan. Identitas produk fisik dihubungkan dengan UUID dan nilai hash, sedangkan perubahan kepemilikan dicatat melalui transaksi blockchain [16], [17]. Pendekatan ini memperluas fungsi sistem dari identifikasi dan verifikasi produk menuju pencatatan riwayat kepemilikan, khususnya untuk mendukung kebutuhan penelusuran produk fesyen pre-loved. Meskipun demikian, pengujian masih terbatas pada fungsi yang telah dirancang. Pengujian lanjutan dengan sampel produk asli dan tidak valid yang lebih beragam, pengukuran false acceptance dan false rejection, serta skenario kloning dan manipulasi tag diperlukan untuk mengukur akurasi verifikasi dan ketahanan keamanan sistem secara lebih menyeluruh [15], [18], [19], [20].

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem verifikasi dan transfer kepemilikan produk fesyen berbasis blockchain dengan mengintegrasikan algoritma SHA-256, QR Code, NFC, basis data off-chain, dan jaringan Ethereum. Hasil pengujian implementasi NFC menunjukkan tingkat keberhasilan sebesar 100% (5 dari 5 tahapan), meliputi penulisan hash, pembacaan hash, pencocokan dengan basis data, pencocokan dengan blockchain, dan verifikasi produk. Sementara itu, pengujian fungsional sistem menghasilkan tingkat keberhasilan sebesar 100% (11 dari 11 fungsi), mencakup registrasi produk, pembentukan hash, minting, identifikasi dan verifikasi melalui QR Code dan NFC, klaim kepemilikan, transfer kepemilikan, penanganan data tidak sesuai, serta penelusuran riwayat transaksi. Perbandingan implementasi menunjukkan bahwa QR Code menggunakan UUID sebagai identitas produk, sedangkan NFC menggunakan nilai hash sebagai data yang dibaca untuk proses verifikasi. Integrasi blockchain memungkinkan pencatatan dan penelusuran perubahan kepemilikan produk melalui transaksi digital. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan telah memenuhi kebutuhan fungsional yang dirancang, meskipun pengujian lebih lanjut terhadap sampel produk asli dan palsu, kloning NFC, serta manipulasi identitas masih diperlukan untuk mengukur akurasi verifikasi dan ketahanan keamanan sistem secara menyeluruh.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan selama tahapan penelitian, perancangan, pelaksanaan, hingga penulisan artikel ini. Ucapan terima kasih khusus ditujukan kepada pembimbing akademik atas arahan dan masukannya selama penelitian berlangsung, serta kepada *University of Technology Yogyakarta* yang telah memberikan dukungan akademik sehingga penelitian ini dapat diselesaikan. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada keluarga, rekan-rekan, dan semua pihak lain yang telah memberikan dukungan moral maupun teknis selama proses penelitian. Segala bentuk bantuan dan dukungan yang diberikan sangatlah berharga bagi penyelesaian penelitian ini.

REFERENSI

[1] P. M. Purba, A. C. Amandha, M. A. Putra, N. M. Harahap, and R. Akbar, “Perancangan Sistem Absensi Mahasiswa Menggunakan Teknologi Near Field Communication Berbasis Android,” *JUKTISI (Jurnal Komputer, Teknol. Inf. dan Sist. Komputer)*, vol. 1, no. 3, pp. 138–147, 2023, doi: 10.62712/juktisi.v1i3.28.

[2] W. Wiyanto, A. Nugroho, and A. Suwarno, “Penerapan Teknologi NFC Pada Sistem Pendataan Masyarakat Penerima Bantuan Berbasis Android,” *J. Sist. Inf. dan Sains Teknol.*, vol. 7, no. 1, 2025.

[3] G. N. Tarempa, Y. Rizki, A. Nugraha, and A. N. Rachman, “Skema Anti Pemalsuan Produk Berbahan Kulit Buaya Berbasis dHash,” *Indones. J. Comput. Sci.*, vol. 4, no. 1, pp. 30–37, 2025, doi: 10.31294/nvj6bp71.

[4] S. B. Bhaskoro, P. Anggraeni, and E. N. Nijam, “Sistem Keamanan Kartu NFC Menggunakan Metode AES pada Sistem Pembayaran Elektronik,” *J. Sist. Cerdas*, vol. 6, no. 2, pp. 168–178, 2023, doi: 10.37396/jsc.v6i2.326.

[5] A. Sulistiawati and R. Firdaus, “Perancangan Sistem Informasi Manajemen Berbasis Teknologi Blockchain Untuk Optimalisasi Keamanan Dokumen Digital,” *JICN J. Intelek dan Cendikiawan Nusant.*, vol. 1, no. 3, pp. 4142–4148, 2024, [Online]. Available: https://jicnusantara.com/index.php/jicn

[6] J. Jaenudin, A. Zahran, and D. Mahdiana, "Blockchain Utilization in Secure and Decentralized Web 3.0 Application Development," *Sink. J. dan Penelit. Tek. Inform.*, vol. 9, no. 1, pp. 594–599, 2024, doi: 10.33395/sinkron.v9i1.13411.

[7] S. D. S. Saian, I. Sembiring, and D. H. F. Manongga, "A Prototype of Decentralized Applications (DApps) Population Management System Based on Blockchain and Smart Contract," *Int. J. Informatics Vis.*, vol. 8, no. 2, pp. 845–853, 2024, doi: 10.62527/joiv.8.2.1861.

[8] Solihin, Dodi, and I. Idris, "Design and Implementation of a Blockchain-Based Smart Barcode System to Enhance Supply Chain Traceability of Traditional Golok Ciomas Craftsmanship," *J. Informatics, Telecommun. Eng.*, vol. 9, no. 2, pp. 281–291, 2026, doi: 10.31289/jite.v9i2.16196.

[9] R. Subramaniam, S. R. Azzuhri, T. Y. Wah, A. Mahmood, and V. Balakrishnan, "A Holistic Anti-Counterfeiting Platform Using NFC and Blockchain Technologies," *Comput. Mater. Contin.*, vol. 83, no. 3, pp. 4257–4280, 2025, doi: 10.32604/cmc.2025.061560.

[10] W. Tanvee, S. Zhou, N. V Tanjaya, E. Evelyne, and J. Joosten, "Analisis Peran Teknologi Blockchain dalam Perlindungan Hak Kekayaan Intelektual Pelaku Ekonomi Kreatif di Indonesia," *J. Locus Penelit. dan Pengabdi.*, vol. 3, no. 10, pp. 804–815, 2024, doi: 10.58344/locus.v3i10.3224.

[11] M. O. Puspitaningtyas, H. R. Ilmi, and Y. A. Wardani, "Smart contract-driven queue management for efficient online ticket purchasing on blockchain," *JIPI (Jurnal Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 10, no. 4, pp. 4201–4215, 2025.

[12] Q. Aini, N. Azizah, R. Salam, N. P. L. Santoso, and F. P. Oganda, "Skema Kredibilitas Sertifikat Berbasis ILearning Gamifikasi Blockchain pada Kanpus Merdeka," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 10, no. 1, pp. 203–214, 2023, doi: 10.25126/jtiik.2023106164.

[13] I. Ardhiyansyah, A. Furqon, and Mashilal, "Optimization of Zakat Management Based on Ethereum Blockchain and Its Impact on Cost Efficiency," *Islam. Econ. J.*, vol. 11, no. 1, pp. 95–109, 2025, doi: 10.21111/iej.v11i01.14.

[14] E. P. Aribowo and A. W. R. Emanuel, "Perancangan Arsitektur Sistem Distribusi Pupuk Bersubsidi dengan Teknologi Blockchain," *JUTISI J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 9, no. 2, pp. 189–199, 2023, doi: 10.28932/jutisi.v9i2.6098.

[15] H. Chen, X. Luo, L. Shi, Y. Cao, and Y. Zhang, "Security Challenges and Defense Approaches for Blockchain-Based Services from a Full-Stack Architecture Perspective," *Blockchain Res. Appl.*, vol. 4, no. 3, p. 100135, 2023, doi: 10.1016/j.bcra.2023.100135.

[16] M. Naghmouchi, M. Laurent, C. Levallois-Barth, and N. Kaaniche, "Perspectives on National Digital Identity Systems," *Blockchain Res. Appl.*, p. 100429, 2025, doi: 10.1016/j.bcra.2025.100429.

[17] D. Maddaloni, R. Marchesin, and R. Zunino, "How to Save Fees in Bitcoin Smart Contracts: A Simple Optimistic Off-Chain Protocol," *Blockchain Res. Appl.*, vol. 7, no. 5, p. 100365, 2026, doi: 10.1016/j.bcra.2025.100365.

[18] M. Rafianto, E. I. Alwi, and S. H. Mansyur, "Implementasi blockchain terintegrasi android sebagai identitas digital dalam dscumi," *J. Teknol. dan Sist. Inf. Univrab*, vol. 11, no. 1, pp. 678–688, 2026.

[19] V. Crossland, C. Dellwo, G. Bashar, and G. G. Dagher, "Janus: Toward Preventing Counterfeits in Supply Chains Utilizing a Multi-Quorum Blockchain," *Blockchain Res. Appl.*, vol. 4, no. 4, p. 100157, 2023, doi: 10.1016/j.bcra.2023.100157.

[20] A. El Koshiry, E. Eliwa, T. A. El-Hafeez, and M. Y. Shams, "Unlocking the Power of Blockchain in Education: An Overview of Innovations and Outcomes," *Blockchain Res. Appl.*, vol. 4, no. 4, p. 100165, 2023, doi: 10.1016/j.bcra.2023.100165.