

RANCANG BANGUN ALAT SISTEM MANAJEMEN GUDANG BERBASIS QR CODE DAN BLOCKCHAIN

Risqy Pradana Putra^{1*}, Fara Triadi², Ahmad Rofiq Hakim³

^{1,2}Politeknik Negeri Samarinda; Jalan Dr. Ciptomangunkusumo (Kampus Gunung Lipan), Kelurahan Sungai Keledang atau Gunung Panjang, Kecamatan Samarinda Seberang, Kota Samarinda, Kalimantan Timur 75131; (0541) 260588

Keywords:

QR Code;
Blockchain;
ESP32;
Manajemen Gudang;
Internet Of Things.

Correspondent Email:

rpradana@outlook.co.id



Copyright © 2026 The Author(s),
Published by Jurnal Informatika
dan Teknik Elektro Terapan. This
is an open-access article
distributed under the terms of the
Creative Commons Attribution-
NonCommercial 4.0 International
License (CC BY-NC 4.0).

Abstrak. Perkembangan teknologi informasi mendorong penerapan sistem yang lebih efisien dan transparan dalam manajemen gudang. Penelitian ini bertujuan merancang sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain untuk meningkatkan akurasi, keamanan, dan efisiensi pelacakan barang. Sistem mengintegrasikan mikrokontroler ESP32, modul GM65 barcode scanner, printer thermal, dan UPS sebagai sumber daya mandiri. QR Code digunakan untuk identifikasi dan pelacakan barang secara real-time, sedangkan Blockchain memastikan data transaksi tersimpan secara aman, transparan, dan tidak dapat diubah. Penelitian menggunakan metode Waterfall yang meliputi analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian sistem. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan pencatatan, pemindaian, dan pembaruan data stok secara real-time dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem ini memberikan solusi yang efektif untuk meningkatkan efisiensi operasional, keamanan data, dan transparansi dalam pengelolaan gudang berbasis Internet of Things (IoT).

Abstract. The rapid development of information technology has encouraged the implementation of more efficient and transparent warehouse management systems. This study aims to design a warehouse management system based on QR Code and Blockchain technologies to improve the accuracy, security, and efficiency of goods tracking. The system integrates an ESP32 microcontroller, a GM65 barcode scanner module, a thermal printer, and an uninterruptible power supply (UPS) as an independent power source. QR Codes are used for real-time item identification and tracking, while Blockchain technology ensures that transaction data are securely recorded, transparent, and immutable. This study adopts the Waterfall methodology, consisting of requirements analysis, system design, implementation, and testing. The test results indicate that the system can perform real-time inventory recording, scanning, and stock updates with a high level of accuracy. Therefore, the proposed system provides an effective solution for improving operational efficiency, data security, and transparency in Internet of Things (IoT)-based warehouse management.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong transformasi digital di berbagai sektor, termasuk manajemen gudang. Pengelolaan gudang yang masih dilakukan secara konvensional sering

menghadapi berbagai kendala, seperti kesalahan pencatatan, keterlambatan pembaruan informasi, serta rendahnya transparansi dan keamanan data, yang berdampak pada menurunnya efisiensi operasional [1]. Seiring berkembangnya

teknologi Internet of Things (IoT), berbagai penelitian telah memanfaatkan perangkat cerdas untuk meningkatkan otomatisasi dan efisiensi proses pengelolaan data maupun barang pada berbagai bidang [4].

Salah satu teknologi yang dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah QR Code, yang memungkinkan identifikasi dan pelacakan barang secara cepat, akurat, dan real-time. Penerapan QR Code pada sistem inventaris terbukti mampu meningkatkan efisiensi serta akurasi pengelolaan data barang [2]. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sistem sortir dan monitoring paket berbasis QR Code dan IoT mampu meningkatkan efektivitas proses penyortiran dengan tingkat akurasi mencapai 90% [8]. Selain itu, penggunaan barcode scanner pada sistem penyortiran barang berbasis mikrokontroler terbukti mampu mengurangi kesalahan proses dan mencapai tingkat presisi hingga 100% [6]. Pengembangan sistem pemisah dan penghitung barang berbasis NodeMCU ESP8266 juga menunjukkan bahwa teknologi barcode dapat dimanfaatkan untuk otomatisasi proses identifikasi dan pencatatan barang secara lebih efisien [7].

Di sisi lain, teknologi Blockchain menawarkan mekanisme penyimpanan data yang terdesentralisasi, transparan, dan tidak dapat diubah (immutable), sehingga mampu meningkatkan keamanan dan integritas data transaksi dalam proses manajemen gudang [3]. Implementasi Blockchain pada sistem penyimpanan data IoT menggunakan BigchainDB dan Tendermint telah menunjukkan bahwa pendekatan terdesentralisasi mampu meningkatkan keandalan, integritas, dan ketersediaan data meskipun terjadi gangguan pada salah satu node [4]. Selain itu, penerapan Blockchain pada berbagai aplikasi IoT juga dinilai mampu meningkatkan keamanan data, privasi, dan interoperabilitas sistem sehingga semakin relevan untuk mendukung pengembangan sistem yang aman dan transparan [5].

Berdasarkan berbagai penelitian tersebut, masih sedikit penelitian yang mengintegrasikan teknologi QR Code, Blockchain, dan perangkat ESP32 dalam satu sistem manajemen gudang yang mampu melakukan identifikasi barang, pencatatan transaksi secara real-time, serta menjamin

keamanan dan transparansi data. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain dengan memanfaatkan mikrokontroler ESP32 sebagai perangkat utama. Sistem memungkinkan proses pencatatan barang, pembuatan dan pencetakan QR Code menggunakan printer thermal, serta proses pemindaian untuk memperoleh informasi barang sesuai tingkat otorisasi pengguna. Seluruh transaksi disimpan pada Blockchain sehingga keaslian dan keamanan data tetap terjaga.

Dengan mengintegrasikan teknologi QR Code, Blockchain, dan ESP32, sistem yang dikembangkan diharapkan mampu meningkatkan efisiensi proses identifikasi dan pelacakan barang, mengurangi kesalahan pencatatan, serta meningkatkan keamanan dan transparansi pengelolaan data pada sistem manajemen gudang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. ESP32

ESP32 merupakan mikrokontroler yang dikembangkan oleh Espressif Systems dan dilengkapi dengan konektivitas nirkabel terintegrasi berupa Wi-Fi dan Bluetooth untuk mendukung komunikasi data. Dengan prosesor dual-core, konsumsi daya yang efisien, serta dukungan berbagai antarmuka dan sensor, ESP32 banyak digunakan dalam pengembangan sistem Internet of Things (IoT). Kemampuan tersebut memungkinkan perangkat beroperasi secara mandiri dengan tingkat keandalan yang tinggi sehingga menjadi solusi yang populer dan ekonomis dalam berbagai aplikasi otomatisasi [9].

2.2. GM65 Barcode Reader Modul

Modul pemindai barcode GM65 merupakan perangkat berbasis Charge Coupled Device (CCD) yang mampu membaca barcode satu dimensi (1D) dan kode dua dimensi (2D) dengan tingkat akurasi yang tinggi. Modul ini dilengkapi dengan algoritma decoding yang memungkinkan proses pemindaian berlangsung secara cepat dan andal, baik pada media cetak maupun layar digital. Selain itu, GM65 tetap mampu bekerja secara optimal pada kondisi pencahayaan yang rendah dan dalam rentang suhu

operasional yang luas sehingga sesuai untuk diterapkan pada sistem identifikasi dan pelacakan barang berbasis otomatis [10].

2.3. Power Bank

Power bank berbasis baterai lithium-ion dapat dimanfaatkan sebagai catu daya portabel untuk menjaga kontinuitas operasi perangkat embedded. Perangkat ini dilengkapi dengan keluaran USB ganda, indikator status baterai, serta sistem manajemen daya yang mencakup proteksi terhadap over-charge, over-current, dan short-circuit. Dukungan konverter DC-DC dan teknologi fast charging memungkinkan penyediaan tegangan yang stabil dengan waktu pengisian yang lebih singkat. Karakteristik baterai lithium-ion yang memiliki kepadatan energi tinggi, efisiensi yang baik, dan umur siklus yang panjang menjadikan sistem ini sesuai untuk diterapkan sebagai mini-UPS pada perangkat seperti mikrokontroler, pemindai barcode, dan printer termal [11].

2.4. Printer Thermal

Printer thermal merupakan perangkat pencetak yang menggunakan panas untuk menghasilkan teks atau gambar pada kertas thermal. Dalam sistem embedded, printer thermal umumnya berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui protokol serial UART, dengan bantuan konverter seperti MAX232 untuk menyesuaikan level logika komunikasi. Printer thermal banyak digunakan karena memiliki ukuran yang ringkas, kecepatan cetak yang tinggi, biaya operasional yang rendah, serta tidak memerlukan tinta atau toner. Karakteristik tersebut menjadikannya sesuai untuk aplikasi yang membutuhkan pencetakan cepat dan efisien, seperti pencetakan label maupun struk pada sistem otomatis [12].

2.5. Blockchain

Blockchain merupakan teknologi buku besar digital (distributed ledger) yang bersifat terdesentralisasi, transparan, dan tidak dapat diubah (immutable), sehingga mampu menjamin keamanan serta integritas data transaksi. Dalam manajemen gudang, blockchain dimanfaatkan untuk meningkatkan keandalan data, efisiensi operasional, dan transparansi proses

penyimpanan maupun distribusi barang. Selain itu, teknologi ini mendukung penerapan traceability, controllability, dan sustainability, sehingga memungkinkan pelacakan produk secara akurat serta meningkatkan keamanan pengelolaan barang yang bernilai atau bersifat sensitif [13].

2.6. QR Code

Quick Response (QR) Code merupakan barcode dua dimensi yang mampu menyimpan informasi digital dan dapat dipindai dengan cepat menggunakan berbagai perangkat. Dalam manajemen gudang, QR Code dimanfaatkan untuk identifikasi dan pelacakan barang secara real-time dengan menyimpan informasi seperti identitas barang, kode produk, dan lokasi penyimpanan. Penerapan teknologi ini terbukti mampu meningkatkan akurasi data, efisiensi operasional, serta mempermudah proses pemantauan dan pengendalian inventaris sehingga mendukung pengambilan keputusan yang lebih efektif [14].

2.7. Internet Of Things

Internet of Things (IoT) merupakan konsep yang menghubungkan berbagai perangkat melalui jaringan internet sehingga mampu berkomunikasi, bertukar data, serta dikendalikan secara otomatis tanpa memerlukan interaksi manusia secara langsung. Penerapan IoT memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian perangkat dilakukan secara real-time, sehingga meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan efektivitas dalam berbagai bidang, termasuk sistem manajemen gudang [15].

3. METODE PENELITIAN

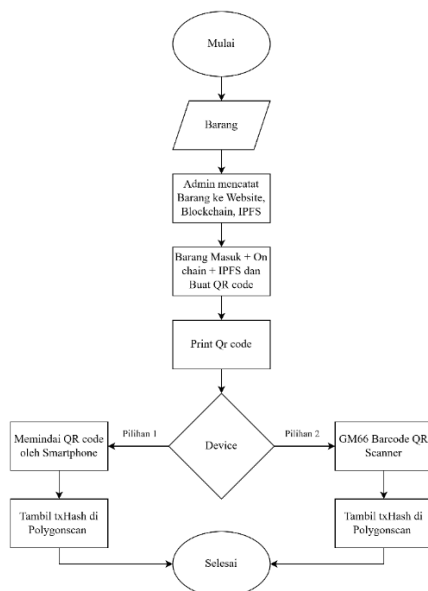
Penelitian ini menggunakan metode Waterfall karena memiliki tahapan yang sistematis, meliputi pengumpulan data, analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Metode ini dipilih karena sesuai untuk pengembangan sistem yang mengintegrasikan perangkat keras, seperti ESP32, GM65 barcode scanner, printer thermal, dan UPS, dengan website serta teknologi Blockchain. Pendekatan Waterfall memudahkan proses pengembangan, dokumentasi, pengujian, dan evaluasi sehingga

sistem dapat dibangun secara terstruktur dan sesuai dengan kebutuhan.

3.1. Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data dilakukan sebagai dasar dalam analisis kebutuhan dan perancangan sistem. Metode yang digunakan adalah studi literatur, yaitu dengan menelaah jurnal ilmiah, skripsi, tesis, artikel, serta dokumentasi teknis yang berkaitan dengan teknologi QR Code, Blockchain, dan ESP32. Studi literatur bertujuan untuk memperoleh landasan teoritis, mengidentifikasi perkembangan teknologi serta penelitian terdahulu, dan menjadi acuan dalam merancang sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain.

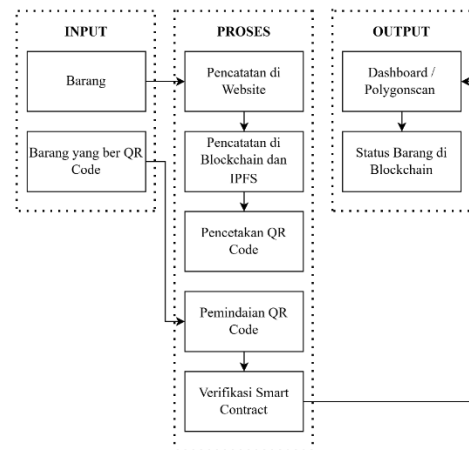
3.2. Analisis dan Desain Sistem



Gambar 1 Flowchart

Tahap analisis dan desain dilakukan untuk merancang alur kerja sistem sebelum proses implementasi. Sistem dirancang untuk mengelola data barang menggunakan Blockchain, QR Code, ESP32, serta database/IPFS. Admin melakukan pencatatan data barang melalui website, kemudian sistem menyimpan transaksi pada Blockchain dan menghasilkan QR Code yang dicetak sebagai identitas barang. QR Code selanjutnya dapat dipindai menggunakan smartphone atau perangkat ESP32 yang telah terotorisasi. Sistem akan melakukan verifikasi melalui smart contract sebelum menampilkan informasi pada

dashboard. Mekanisme ini memastikan data barang tersimpan secara aman, transparan, dan hanya dapat diakses oleh pengguna yang memiliki hak akses.



Gambar 2 Diagram Blok

Diagram blok menggambarkan alur kerja sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain yang terdiri atas tiga bagian, yaitu input, proses, dan output.

Pada tahap input, sistem menerima data barang yang dimasukkan melalui website serta menghasilkan QR Code sebagai identitas setiap barang. Tahap proses meliputi pencatatan data ke database, Blockchain, dan IPFS, pencetakan label QR menggunakan printer thermal, proses pemindaian QR Code melalui smartphone atau ESP32, serta verifikasi data menggunakan smart contract. Tahap output menampilkan informasi transaksi pada dashboard dan Polygonscan, serta memperbarui status barang yang tersimpan secara permanen di Blockchain sehingga menjamin keamanan, transparansi, dan kemudahan pelacakan data.

3.3. Implementasi

Tahap implementasi merupakan proses penerapan hasil perancangan ke dalam perangkat keras (hardware) dan perangkat lunak (software) yang saling terintegrasi menjadi satu sistem. Implementasi diawali dengan pengembangan backend menggunakan Node.js untuk mengelola data barang dan berkomunikasi dengan jaringan Blockchain Polygon melalui ethers.js. Selanjutnya dikembangkan smart contract menggunakan Solidity untuk menangani proses pencatatan dan pembaruan status barang pada blockchain.

Pada sisi antarmuka, dikembangkan frontend yang menyediakan fitur pengelolaan data barang dan pencetakan QR Code. Integrasi printer thermal dilakukan menggunakan protokol ESC/POS untuk mencetak label QR yang berisi identitas barang. Perangkat keras kemudian dirakit dengan mengintegrasikan ESP32, GM65 barcode scanner, printer thermal, dan UPS sebagai satu kesatuan sistem. Terakhir, ESP32 diprogram menggunakan Arduino IDE agar mampu membaca QR Code, terhubung ke jaringan Wi-Fi, serta mengirimkan data hasil pemindaian ke backend melalui protokol HTTPS.

3.4. Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan tujuan penelitian. Proses pengujian meliputi pengujian setiap komponen secara terpisah, seperti program ESP32, API, dan smart contract, kemudian dilanjutkan dengan pengujian integrasi untuk memastikan alur komunikasi antara QR Code, server, dan Blockchain berjalan dengan baik. Selanjutnya dilakukan pengujian fungsional terhadap fitur utama, seperti penambahan data barang, pencetakan QR Code, pembaruan status, dan penampilan txHash. Selain itu, dilakukan pengujian keamanan dan kinerja untuk memastikan sistem mampu memberikan respons yang cepat dan menjaga integritas data. Tahap akhir berupa User Acceptance Testing (UAT) untuk mengevaluasi kemudahan penggunaan sistem oleh pengguna serta memastikan seluruh fungsi bekerja dengan baik sesuai kebutuhan.

3.5. Pemeliharaan Sistem

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah sistem diimplementasikan untuk memastikan sistem tetap beroperasi secara optimal dan berkelanjutan. Kegiatan pemeliharaan meliputi pemantauan kinerja aplikasi, perangkat ESP32, dan transaksi Blockchain, pembaruan perangkat lunak untuk memperbaiki bug serta meningkatkan fitur, pencadangan data dan konfigurasi sistem secara berkala, pemeriksaan perangkat keras, serta dokumentasi setiap perubahan yang dilakukan. Melalui proses ini, keandalan, keamanan, dan ketersediaan sistem dapat tetap terjaga dalam jangka panjang.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Realisasi Desain Sistem dan Komponen Utama

Prototipe alat manajemen gudang dirancang dengan dimensi yang ringkas dan menggunakan bahan plastik sehingga mudah dibawa serta dioperasikan. Printer thermal memiliki ukuran $11 \times 12 \times 18$ cm, sedangkan scanner QR Code berukuran $5 \times 8 \times 12$ cm. Desain yang kompak ini mendukung mobilitas pengguna dalam melakukan proses identifikasi dan pencatatan barang di area gudang.



Gambar 3 Komponen Fisik

Penempatan komponen pada prototipe dirancang untuk meningkatkan efisiensi dan kemudahan penggunaan. ESP32 ditempatkan di bagian bawah untuk menjaga keamanan perangkat dan kerapian kabel, GM65 barcode scanner diposisikan di bagian tengah agar proses pemindaian lebih stabil dan akurat, sedangkan power bank diletakkan di bagian atas untuk memudahkan pengisian daya maupun penggantian baterai tanpa mengganggu komponen lainnya.

4.2. Implementasi Sistem dan Konfigurasi Pengujian

4.2.1. Implementasi Firmware ESP32

```

12 // === UART GM66 ===
13 const int RX_PIN = 21; // dari GM66 TX
14 const int TX_PIN = 22; // ke GM66 RX
15 const long SCAN_BAUD = 9600; // setting GM66
16
17 // === Wi-Fi ===
18 const char* WIFI_SSID = "pp"; // SSID hotspot/WiFi
19 const char* WIFI_PASS = "12345678"; // password
20
21 // === Laravel endpoint ===
22 const char* API_URL = "http://10.183.165.89/api/scan";
23

```

Gambar 4 Konfigurasi UART, Wifi, dan Endpoint

```

50 void wifiConnect(){
51   WiFi.mode(WIFI_STA);
52   WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
53   uint32_t t0 = millis();
54   while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
55     delay(300);
56     if (millis() - t0 > 15000) { // retry setiap 15s
57       WiFi.disconnect(true, true);
58       delay(100);
59       WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASS);
60       t0 = millis();
61     }
62   }
63 }

```

Gambar 5 Auto Reconnect Wifi

```

30 String escapeJson(const String& in){
31   String out; out.reserve(in.length()*16);
32   for(size_t i=0;i<in.length();i++){
33     char c=in[i];
34     switch(c){
35       case '"': out+="\\""; break;
36       case '\\': out+="\\""; break;
37       case '\b': out+="\\b"; break;
38       case '\f': out+="\\f"; break;
39       case '\n': out+="\\n"; break;
40       case '\r': out+="\\r"; break;
41       case '\t': out+="\\t"; break;
42       default:
43         if(((uint8_t)c)<0x20){ char t[7]; sprintf(t,sizeof(t),"%04x",c); out+=t; }
44         else out+=c;
45     }
46   }
47   return out;
48 }

```

Gambar 6 Pengiriman data GM65 ke server

Konfigurasi firmware diawali dengan inisialisasi komunikasi UART untuk modul GM65, pengaturan koneksi Wi-Fi, serta penentuan endpoint backend Laravel sebagai tujuan pengiriman data hasil pemindaian. Sistem dilengkapi mekanisme reconnect otomatis untuk menjaga koneksi jaringan tetap stabil. Pada proses operasional, data hasil pemindaian dibaca oleh ESP32, diproses menjadi format JSON, kemudian dikirim ke server menggunakan metode HTTP POST melalui protokol HTTPS. Keberhasilan transmisi ditentukan berdasarkan respons server dengan kode status HTTP 2xx, sehingga data hasil pemindaian dapat diproses dan disimpan dengan baik.

4.2.2 Implementasi Backend MySQL

db_inventoryweb.tbl_role role_id: int unsigned role_name: varchar(255) role_slug: varchar(255) role_desc: text created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_barang barang_id: int jenisbarang_id: int unsigned satuan_id: varchar(255) merk_id: varchar(255) barang_kode: varchar(255) barang_nama: varchar(255) barang_slug: varchar(255) barang_foto: varchar(255) barang_stok: varchar(255) barang_gambar: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_jenisbarang jenisbarang_id: int unsigned jenisbarang_nama: varchar(255) jenisbarang_slug: varchar(255) jenisbarang_ket: text created_at: timestamp updated_at: timestamp
db_inventoryweb.tbl_merk merk_id: int unsigned merk_nama: varchar(255) merk_slug: varchar(255) merk_keterangan: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_barangmasuk bm_id: int unsigned bm_kode: varchar(255) barang_kode: varchar(255) customer_id: varchar(255) bm_tanggal: varchar(255) bm_jumlah: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_barangkeluar bk_id: int unsigned bk_kode: varchar(255) barang_kode: varchar(255) bk_tanggal: varchar(255) bk_tujuan: varchar(255) bk_jumlah: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp
db_inventoryweb.tbl_satuan satuan_id: int unsigned satuan_nama: varchar(255) satuan_slug: varchar(255) satuan_keterangan: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_appearance appearance_id: int unsigned user_id: varchar(255) appearance_body: varchar(255) appearance_theme: varchar(255) appearance_menu: varchar(255) appearance_header: varchar(255) appearance_sidebar: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.failed_jobs id: bigint unsigned connection: text queue: text payload: longtext exception: longtext failed_at: timestamp db_inventoryweb.migrations id: int unsigned migration: varchar(255) batch: int

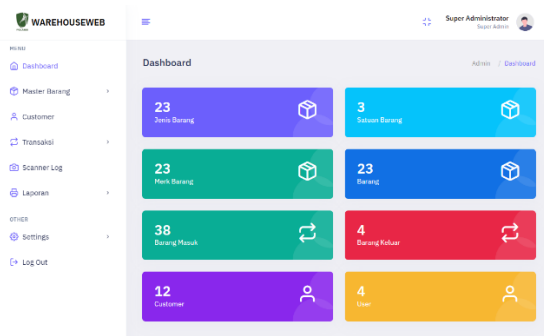
db_inventoryweb.tbl_submenu submenu_id: int unsigned menu_id: varchar(255) submenu_judul: varchar(255) submenu_slug: varchar(255) submenu_redirect: varchar(255) submenu_sort: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_akses akses_id: int unsigned menu_id: varchar(255) submenu_id: varchar(255) othermenu_id: varchar(255) role_id: varchar(255) akses_type: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp
db_inventoryweb.tbl_menu menu_id: int unsigned menu_judul: varchar(255) menu_slug: varchar(255) menu_icon: varchar(255) menu_redirect: varchar(255) menu_sort: varchar(255) menu_type: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.personal_access_tokens id: bigint unsigned tokenable_type: varchar(255) tokenable_id: bigint unsigned name: varchar(255) token: varchar(64) abilities: text last_used_at: timestamp expires_at: timestamp created_at: timestamp updated_at: timestamp
db_inventoryweb.tbl_barangkeluar bk_id: int unsigned bk_kode: varchar(255) barang_kode: varchar(255) bk_tanggal: varchar(255) bk_jumlah: varchar(255) bk_tujuan: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp	db_inventoryweb.tbl_user user_id: int unsigned role_id: varchar(255) user_nmlengkap: varchar(255) user_nama: varchar(255) user_email: varchar(255) user_foto: varchar(255) user_password: varchar(255) created_at: timestamp updated_at: timestamp

Gambar 7 Struktur Database

Basis data dirancang untuk mendukung pengelolaan data barang, transaksi barang masuk dan keluar, serta pengaturan pengguna dan hak akses. Data hasil pemindaian dari perangkat ESP32–GM65 disimpan pada tabel scans sebagai penghubung antara perangkat dan aplikasi web. Selain itu, sistem terintegrasi dengan Blockchain Polygon dan IPFS untuk menyimpan public key atau txHash sebagai jejak audit, sehingga proses pengelolaan gudang menjadi lebih aman, transparan, dan mudah ditelusuri.

4.2.3 Implementasi Dashboard Web

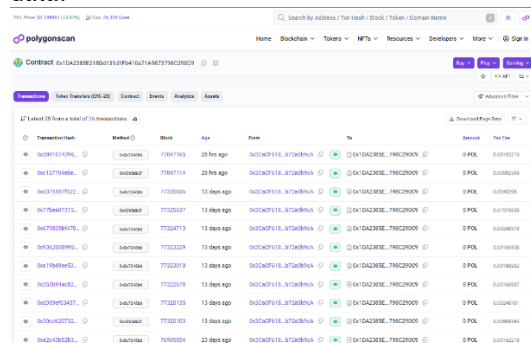
Dashboard web dirancang sebagai pusat pemantauan operasional gudang dengan menampilkan ringkasan data secara real-time. Sistem dibangun menggunakan Laravel (Blade), JavaScript, Bootstrap, dan MySQL. Halaman utama menampilkan informasi jumlah jenis barang, satuan, merek, stok, barang masuk, barang keluar, pelanggan, dan pengguna. Selain itu, dashboard menyediakan menu Master Barang, Transaksi, Scanner Log, dan Laporan untuk mengelola data, memantau hasil pemindaian dari perangkat ESP32–GM65, serta menyajikan laporan stok dan transaksi guna mendukung proses monitoring dan audit.



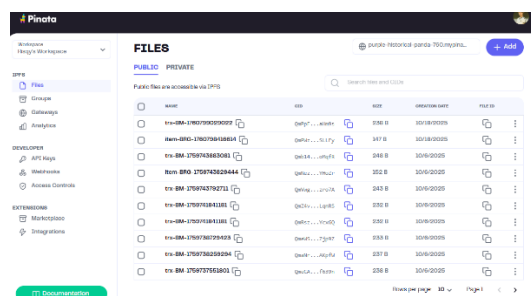
Gambar 8 Tampilan Utama Dashboard

4.2.4 Implementasi Smart Contract dan IPFS

Halaman smart contract menampilkan daftar transaksi on-chain yang tersimpan pada jaringan Blockchain Polygon. Smart contract yang dikembangkan menggunakan Solidity berfungsi mencatat data barang dan memperbarui status transaksi. Seluruh aktivitas terekam secara permanen dan dapat diverifikasi melalui Polygonscan, sehingga mendukung transparansi dan proses audit data.



Gambar 9 Dashboard Polygonscan



Backend mengunggah data ke IPFS untuk memperoleh Content Identifier (CID), kemudian CID tersebut direferensikan pada transaksi smart contract di Blockchain. Mekanisme ini memastikan integritas data terjamin oleh IPFS, sementara jejak transaksi tercatat secara permanen dan transparan pada Blockchain.

4.2.5 Prosedur Parameter Uji

Pengujian komponen dilakukan untuk memastikan setiap perangkat berfungsi dengan baik sebelum diintegrasikan menjadi satu sistem. Parameter operasional yang digunakan dalam pengujian ditunjukkan pada Tabel dibawah ini

Tabel 1 Parameter Operasional

NO	Parameter	Nilai atau Sasaran
1	Koneksi dan Stabilitas	60 menit
2	Waktu konfirmasi On Chain	Gagal/Berhasil (Estimasi 5 sampai 20 detik)
3	IPFS	Gagal/Berhasil (Tercatat)
4	QR Code	Gagal/Berhasil(Tercetak)
5	Jarak dan Sudut Scan	5 sampai 15cm
6	Pencahayaannya	Indoor normal
7	Sukses Scan perangkat terotorisasi	>60% Scan tersimpan dan tampil
8	Sukses Scan Smartphone	<95% Scan tersimpan dan tampil

4.3. Pengujian Sistem

4.3.1. Koneksi dan Stabilitas

Pengujian koneksi dan stabilitas dilakukan untuk memastikan komunikasi antara ESP32, jaringan Wi-Fi, dan database berjalan dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan sistem mampu mempertahankan koneksi secara stabil tanpa gangguan, dengan pembaruan data yang tampil secara real-time pada dashboard. Waktu koneksi awal ESP32 ke Wi-Fi berkisar 4–6 detik, sedangkan waktu sinkronisasi data ke sistem sekitar 1–2 detik setelah proses pemindaian. Hasil pengujian selengkapnya disajikan pada Tabel dibawah ini.

Tabel 2 Hasil Uji Konektifitas

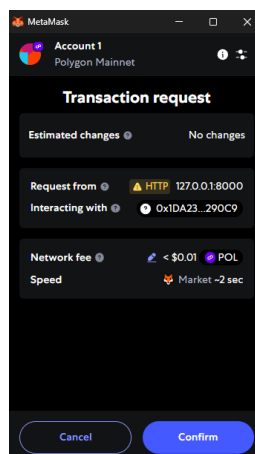
No	Parameter	Durasi Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Koneksi WiFi	60 menit	Stabil (tanpa putus)	Terhubung dengan
2	Sinkronisasi ESP dengan Web	60 menit	Stabil	Data terkirim nor
3	Pembaruan Data barang/Dashboard	Real-time	Berhasil	Data tampil otom

4.3.2. Konfirmasi On Chain

Pengujian konfirmasi on-chain dilakukan dengan menambahkan data barang melalui formulir pada website. Setelah data disimpan,

sistem memanggil smart contract di jaringan Polygon melalui MetaMask untuk melakukan konfirmasi transaksi. Apabila transaksi berhasil dikonfirmasi, sistem secara otomatis menampilkan notifikasi bahwa data telah tersinkronisasi dan tercatat pada Blockchain.

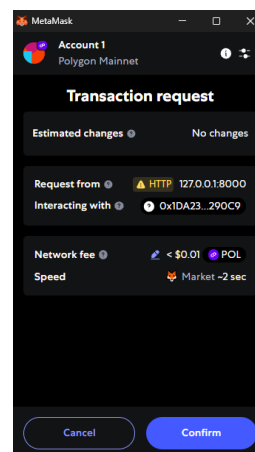
Gambar 10 Formulir Tambah Barang



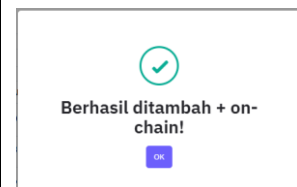
Gambar 11 Smart Contact dan Status Sukses

Proses yang sama diterapkan pada transaksi barang masuk, di mana data dikirim ke smart contract melalui MetaMask untuk dikonfirmasi dan dicatat secara permanen pada Blockchain. Dengan mekanisme ini, setiap penambahan barang maupun perubahan stok memiliki bukti kriptografis yang tidak dapat diubah, sehingga menjamin integritas, transparansi, dan kemudahan proses audit.

Gambar 12 Formulir Barang Masuk



Gambar 13 Smart Contact dan Verivikasi Sukses



4.3.3. Pengujian Sistem IPFS

Pengujian IPFS dilakukan untuk memastikan metadata hasil penambahan barang dan transaksi berhasil diunggah melalui Pinata. Hasil pengujian menunjukkan bahwa setiap metadata tersimpan sebagai berkas JSON dengan Content Identifier (CID) yang unik dan sesuai dengan data pada database. Integrasi antara website, IPFS, dan smart contract berjalan dengan baik, sehingga seluruh proses mulai dari input data hingga pencatatan pada Blockchain dapat dilakukan secara konsisten dan terverifikasi.

NAME	CID	SIZE	CREATION DATE	FILE ID
trx-BM-1760909701380	QmYtg...A854	232 B	10/20/2025	
Item-BRG-1760909597708	QmZab...0fa82	136 B	10/20/2025	

Gambar 14 IPFS Pinata

```

Pretty-print ☒
{
  "sku": "BRG-1760909597708",
  "name": "baut",
  "unit": "Pcs",
  "description": "Kecil • ventos",
  "createdAt": "2025-10-19T21:34:03+00:00"
}

```

Gambar 15 Json

```

Pretty-print ☒
{
  "type": "IN",
  "kode_masuk": "BM-1760909701380",
  "tanggal": "2025-10-20",
  "kode_barang": "BRG-1760909597708",
  "nama_barang": "baut",
  "satuan": "Pcs",
  "jenis": "Kecil",
  "customer": "RISQV",
  "qty": 10,
  "ts_client": "2025-10-19T21:35:33.777Z"
}

```

Gambar 16 Json 2

4.3.4. Pengujian Cetak QR Code

Pengujian pencetakan QR Code dilakukan untuk mengevaluasi efektivitas proses pencetakan menggunakan printer thermal. Pengujian dilakukan dengan mencetak 30 label QR melalui fitur Print pada transaksi barang masuk. Setiap label kemudian diuji menggunakan smartphone dan perangkat ESP32 pada jarak 10–30 cm untuk menilai kecepatan pencetakan, kualitas hasil cetak, serta keberhasilan proses pemindaian.

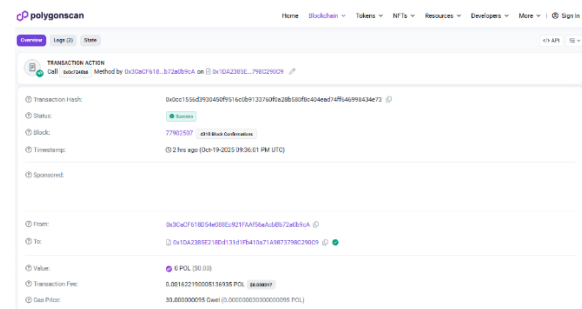
Tabel 3 Tabel Pengujian Printer

NO	Parameter	Durasi	Hasil
1	Sesi Cetak	30 Menit	Stabil (Tanpa gangg
2	Waktu Render	-	1-2 detik
3	Waktu keluar kertas	-	3-4 detik/label
4	Kualitas Cetak	-	Layak dan Konsiste
5	Error	-	Tidak ada

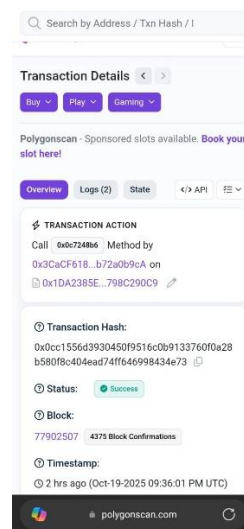
4.3.5. Pengujian Scan QR Code

Pengujian integrasi Blockchain dilakukan untuk memverifikasi bahwa setiap transaksi berhasil tercatat pada Polygon Mainnet. Hasil pengujian melalui Polygonscan menunjukkan informasi transaksi, seperti transaction hash, nomor blok, status sukses, dan block confirmation yang terus bertambah. Hasil ini membuktikan bahwa setiap proses pencatatan maupun perubahan status barang berhasil dieksekusi

pada Blockchain, sehingga data bersifat permanen, transparan, dan dapat diaudit.



Gambar 17 Hasil Scan ESP32 + GM65



Gambar 18 Hasil Scan SmartPhone

4.4. Analisis Kerja Sistem

4.4.1. Validasi Blockchain dan IPFS

Analisis integritas menunjukkan bahwa setiap transaksi berhasil tercatat pada Blockchain Polygon dengan status berhasil dan block confirmation yang terus bertambah, sehingga membentuk jejak audit yang permanen. Selain itu, metadata disimpan di IPFS menggunakan Content Identifier (CID) yang sesuai dengan data pada aplikasi. Integrasi antara Blockchain, IPFS, dan basis data menghasilkan sistem pencatatan yang konsisten, transparan, dapat diverifikasi, serta tahan terhadap manipulasi.

4.4.2. Efisiensi Sistem

Analisis efisiensi menunjukkan bahwa sistem mampu mengirimkan data hasil pemindaian dari GM65–ESP32 maupun smartphone ke aplikasi web secara andal. Data diproses dalam format JSON dan dikirim ke

server, kemudian disimpan pada basis data serta ditampilkan secara real-time pada dashboard. Mekanisme auto reconnect menjaga kestabilan koneksi saat jaringan terputus, sehingga proses pencatatan tetap berjalan dengan tingkat keberhasilan tinggi dan latensi yang masih berada dalam batas operasional.

4.4.3. Batasan dan Risiko

Meskipun sistem telah berfungsi dengan baik, masih terdapat beberapa keterbatasan, antara lain pencatatan Blockchain yang saat ini hanya mencakup data barang dan transaksi barang masuk, sehingga proses barang keluar masih dilakukan secara off-chain untuk mengurangi biaya gas fee. Selain itu, kinerja sistem bergantung pada kestabilan koneksi internet, sehingga gangguan jaringan dapat memengaruhi proses pengiriman data. Faktor lain yang memengaruhi performa adalah kualitas pemindaian GM65, yang dipengaruhi oleh kualitas cetak QR Code, jarak pemindaian, sudut, dan kondisi pencahayaan.

4.5. Pembahasan

Pada bagian ini dibahas hasil pengujian sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain untuk mengevaluasi kinerja, keandalan, serta ketercapaian tujuan penelitian. Pembahasan difokuskan pada analisis hasil implementasi, integrasi antar komponen, dan performa sistem dalam mendukung proses pencatatan, pelacakan, serta pengelolaan data barang. Melalui analisis ini dapat diketahui tingkat efektivitas sistem, faktor-faktor yang memengaruhi kinerjanya, serta kesesuaiannya dengan rancangan yang telah ditetapkan.

4.5.1. Interpensi Hasil Utama

Berdasarkan hasil pengujian, sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain telah berfungsi sesuai dengan rancangan dan mampu beroperasi secara stabil serta real-time. Data hasil pemindaian berhasil diproses oleh server, disimpan ke basis data, dan ditampilkan pada dashboard secara langsung. Integritas data dibuktikan melalui transaksi on-chain di jaringan Polygon dengan status success dan block confirmation yang terus bertambah, serta penyimpanan metadata pada IPFS menggunakan Content Identifier (CID) yang konsisten dengan data pada

aplikasi. Selain itu, pengujian menggunakan smartphone sebagai perangkat pemindai menghasilkan data yang sama dengan perangkat ESP32-GM65, sehingga menunjukkan bahwa sistem bekerja secara konsisten dan andal.

4.5.2. Ketercapaian Tujuan Penelitian

Tujuan utama penelitian ini adalah merancang sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain. Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian yang telah dilakukan, sistem berhasil memenuhi tujuan penelitian dengan mampu melakukan pencatatan, pelacakan, dan pengelolaan data barang secara real-time, aman, transparan, serta mendukung proses audit melalui integrasi dengan Blockchain dan IPFS.

Tabel 4 Ketercapaian Tujuan Penelitian

No	Tujuan penelitian	Indikator keberhasilan	Hasil	Status
1	Pencatatan barang dan Pencarian barang	Data barang tampil di web Dashboard	Muncul realtime	Tercapai
2	Integrasi Blockchain dan IPFS	Tx muncul di polygonscan, CID IPFS konsisten dengan database	On chain sukses, metadata tersimpan di IPFS	Tercapai
3	Operasional gudang barang masuk dan keluar	Data tercatat di database	Barang masuk on chain; keluar off chain	Tercapai
4	Keandalan jaringan	Koneksi stabil	Stabil, Latensi dalam batas operasional	Tercapai
5	Scan multi Device ESP32+GM65 & smartphone	Payload terformat benar	Keduanya mengirim payload identic, log tampil tanpa hilang	Tercapai
6	Kualitas cetak QR Code (kejernihan & keterbacaan)	Hasil cetak layak dan konsisten	Label terbaca pada jarak 10-30 cm, error pemindaian ≤1%	Tercapai

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem manajemen gudang berbasis QR Code dan Blockchain berhasil dikembangkan dan berfungsi sesuai dengan tujuan penelitian. Sistem mampu melakukan pencatatan, pemindaian, dan pembaruan data secara *real-time* dengan kinerja yang stabil. Seluruh transaksi penting berhasil tercatat pada Blockchain Polygon, sedangkan metadata tersimpan pada IPFS/Pinata, sehingga menjamin keamanan, transparansi, dan kemudahan audit data. Hasil pengujian menunjukkan tingkat keberhasilan pencatatan yang tinggi, waktu respons sekitar 1 detik, serta konsistensi fungsi pada perangkat ESP32 maupun smartphone. Selain itu, label QR yang dicetak dapat dipindai dengan baik pada jarak sekitar 10–30 cm. Dengan demikian, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi pengelolaan gudang serta mewujudkan proses pelacakan barang yang lebih aman, transparan, dan mudah diaudit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Alfajri, N. Faizah, and R. R. WP, "Aplikasi Sistem Persediaan Barang Gudang PT. Berkah Pena Ilmu Menggunakan Android Studio dan Metode Rapid Application Development (RAD)," *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi*, vol. 4, no. 1, pp. 15–23, 2023, doi: 10.35870/jimik.v4i1.106.
- [2] Hery, J. Renaldo Luih, C. Alencia Haryani, and A. E. Widjaja, "Penerapan Teknologi QR Code Berbasis Web pada Sistem Manajemen Inventaris di Gudang PT XYZ," *Technomedia Journal*, vol. 7, no. 2, pp. 202–215, 2022, doi: 10.33050/tmj.v7i2.1903.
- [3] A. Barlianto, I. Hermadi, and S. Wahjuni, "Pengembangan Prototipe Aplikasi untuk Rantai Pasok Beras Menggunakan Blockchain dan QR Code dengan Metode ABCDE," 2024.
- [4] I. Sibarani, E. Sakti Pramukantoro, and F. A. Bakhtiar, "Implementasi Blockchain Berbasis BigchainDB dan Tendermint pada Sistem Penyimpanan Data IoT," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 3, no. 8, 2019.
- [5] B. Irawan, "Implementasi Teknologi Blockchain untuk Keamanan Data Internet of Things," *Humantech: Jurnal Ilmiah Multi Disiplin Indonesia*, 2023.
- [6] P. Pramana and R. Mukhaiyar, "Rancang Bangun Alat Penyortir Barang Menggunakan Barcode Berbasis Mikrokontroler," 2022.
- [7] G. Viviani et al., "Rancang Bangun Alat Pemisah dan Penghitung Barang Menggunakan Barcode Scanner Android Berbasis NodeMCU ESP8266," *MSI Transaction on Education*, 2022.
- [8] I. M. A. Wardana, P. A. Santiary, and I. M. Budiada, "Rancang Bangun Sistem Sortir dan Monitoring Paket Menggunakan QR Code Berbasis Internet of Things (IoT)," 2022.
- [9] Z. M. R., Purwadi, H., & Maesaroh, D. T. (2026). DETEKSI GERAK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN SENSOR PIR DAN ESP32 DENGAN NOTIFIKASI TELEGRAM. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(2).
<https://doi.org/10.23960/jitet.v14i2.9408>
- [10] A. Naaziat, P. Yuliatmojo, and J. Bintoro, "Rancang Bangun Alat Penghitung Jumlah Stok Barang Dagang Menggunakan Mikrokontroler Berbasis Web."
- [11] P. Madhavi, S. V. Satyanarayana, O. N. Ramya, M. T. Satya, and M. Nikhita, "To Create Portable Power Bank-To Charge Dual Devices," *International Journal of Engineering Research and Applications*, vol. 15, no. 1, pp. 41–45, 2025, doi: 10.9790/9622-15014145.
- [12] V. Viswanatha, A. C. Ramachandra, B. M. Sathisha, A. Kumari P, V. S. R. Reddy, and S. R. Murthy, "Custom Hardware and Software Integration: Bluetooth Based Wireless Thermal Printer for Restaurant and Hospital Management," in 2022 IEEE 2nd Mysore Sub Section International Conference (MysuruCon), 2022, doi: 10.1109/MysuruCon55714.2022.9972714.
- [13] T. Korkusuz Polat and E. Baran, "A Blockchain-Based Quality 4.0 Application for Warehouse Management System," *Applied Sciences*, vol. 14, no. 23, 2024, doi: 10.3390/app142310950.
- [14] C. P. Noguerra Jr., "Design and Evaluation of an Innovative Mobile Solution: QR Code-Based Inventory Monitoring System," *International Journal of Advanced Engineering and Management Research*, vol. 8, no. 3, pp. 231–242, 2023, doi: 10.51505/IJAEMR.2023.8317.

- [15] A. Junaidi, "Internet of Things, Sejarah, Teknologi dan Penerapannya: Review," Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi Terapan, vol. 1, no. 3, 2015.