



Otomatisasi Monitoring Stok Logistik Terdistribusi Berbasis *Rapid Application Development, GAS, dan Telegram Bot*

Wahyu Setianto Dwi Aji¹, Asri Samsiar Ilmananda²

^{1,2}Sistem Informasi, Universitas Merdeka Malang, Malang, Indonesia

Informasi Artikel	A B S T R A C T
<i>Sejarah Artikel:</i> Submit: 03 Juli 2026 Revisi: 17 Juli 2026 Diterima: 21 Juli 2026 Diterbitkan: 22 Juli 2026	<i>Daily logistics reporting latency on an H+1 scale across 24 active warehouses at PT Telkom Akses Area Malang triggers the risk of delayed Network Terminal Equipment (NTE) device installations at customers' homes due to stock shortage (understock) constraints, as well as storage space inefficiency caused by asset accumulation (overstock). This condition stems from conventional workflows where warehouse admins must manually recapitulate data using passive spreadsheets. This study aims to transform this manual mechanism into a real-time automated monitoring system using the Rapid Application Development (RAD) method. The developed system integrates Google Apps Script (GAS) technology as a cloud-based computational logic hub and the Telegram Bot API as an automated notification gateway to the managerial coordination group. Inventory control is autonomously managed by a two-way control logic based on Safety Stock (SS) and Maximum Stock (Smax) parameters to monitor 8,256 units of active ONT devices. Implementation results demonstrate that this automation successfully reduces the latency of sending critical stock reports from a daily scale to under 5 seconds with a 0% error rate (zero-error rate). The main contribution of this research is providing proactive stock visibility for warehouse admins, eliminating the risk of human error due to manual input processes, and accelerating strategic decision-making in the Supply Chain division of PT Telkom Akses Area Malang to maintain service sustainability for customers.</i> Abstrak Latensi pelaporan logistik harian berskala H+1 pada 24 gudang aktif PT Telkom Akses Area Malang memicu risiko keterlambatan instalasi perangkat <i>Network Terminal Equipment</i> (NTE) ke rumah pelanggan akibat kendala kekurangan stok (<i>understock</i>), serta inefisiensi ruang simpan akibat penumpukan aset (<i>overstock</i>). Kondisi tersebut disebabkan oleh alur kerja konvensional di mana admin gudang harus merekapitulasi data secara manual menggunakan lembar kerja (<i>spreadsheet</i>) pasif. Penelitian ini bertujuan untuk mentransformasi mekanisme manual tersebut menjadi sistem otomatisasi pemantauan yang berjalan secara seketika (<i>real-time</i>) menggunakan metode <i>Rapid Application Development</i> (RAD). Sistem yang dikembangkan mengintegrasikan teknologi <i>Google Apps Script</i> (GAS) sebagai pusat logika komputasi awan dan <i>Telegram Bot API</i> sebagai gerbang notifikasi otomatis menuju grup koordinasi manajerial. Pengendalian persediaan dikendalikan secara otonom oleh logika kendali dua arah berbasis parameter <i>Safety Stock</i> (SS) dan <i>Maximum Stock</i> (Smax) untuk memantau 8.256 unit perangkat aktif ONT. Hasil implementasi menunjukkan bahwa otomatisasi ini berhasil memangkas latensi pengiriman laporan informasi stok kritis dari skala harian menjadi di bawah 5 detik dengan tingkat kesalahan sebesar 0% (<i>zero-error rate</i>). Kontribusi utama dari penelitian ini adalah memberikan visibilitas stok yang proaktif bagi admin gudang, mengeliminasi risiko kesalahan manusia akibat proses input manual, serta mempercepat
Kata Kunci <i>Rapid Application Development, Google Apps Script, Telegram Bot API, Inventory Management System, Real-Time Monitoring</i>	
Korespondensi E-mail: waji080704@gmail.com*	

proses pengambilan keputusan strategis pada divisi *Supply Chain* PT Telkom Akses Area Malang dalam menjaga keberlanjutan layanan bagi pelanggan.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Pendahuluan

Di era transformasi digital yang berkembang pesat saat ini, efisiensi operasional telah menjadi kunci utama bagi perusahaan untuk dapat mempertahankan keunggulan kompetitifnya, khususnya dalam ruang lingkup manajemen rantai pasok (*supply chain management*). Pengelolaan inventaris aset industri yang tepat bukan lagi sekadar mengenai aktivitas penyimpanan barang secara fisik di dalam gudang, melainkan bagaimana sebuah korporasi mampu melakukan pengendalian persediaan secara presisi guna menyeimbangkan volume stok dengan dinamika permintaan pasar yang fluktuatif. Integrasi teknologi informasi yang tepat ke dalam sistem distribusi terbukti menjadi fondasi utama dalam meningkatkan transparansi data, memperkuat ketahanan logistik, dan mempercepat pengambilan keputusan strategis di tingkat manajerial. Tren manajemen rantai pasok modern kini mulai bergeser ke arah digitalisasi berbasis awan (*cloud-based logistics*) demi menciptakan ekosistem distribusi yang lebih adaptif terhadap risiko operasional [1], [2].

Ketidakseimbangan dalam pengelolaan stok, baik berupa kendala kekurangan persediaan (*understock*) maupun kelebihan barang (*overstock*), sering kali bertindak sebagai penghambat utama yang memicu stagnasi kelancaran seluruh proses bisnis industri. Oleh karena itu, implementasi metode pengendalian persediaan yang terukur melalui analisis persediaan pengaman (*safety stock*) sangat diperlukan untuk mengeliminasi risiko ketidakpastian operasional secara sistemik [3], [4]. Pemanfaatan parameter ambang batas stok yang presisi melalui teknik peramalan dan pemantauan yang maju terbukti mampu meminimalisir potensi kerugian materi korporasi akibat keterlambatan pasokan barang serta fluktuasi permintaan riil di lapangan [5], [6].

Urgensi manajemen inventaris yang presisi ini menjadi salah satu pilar vital pada PT Telkom Akses Area Malang. Perusahaan memiliki tanggung jawab besar untuk memastikan kelancaran proses instalasi jaringan internet bagi pelanggan baru melalui jaminan ketersediaan material *Network Terminal Equipment* (NTE). Perangkat NTE yang meliputi *Optical Network Terminal* (ONT) dan *Set-Top Box* (STB) memiliki nilai strategis yang tinggi karena merupakan komponen ujung (*end-point device*) yang menjadi penentu utama aktif atau tidaknya layanan internet di rumah pelanggan, sehingga bertindak sebagai *revenue generator* utama perusahaan. Kompleksitas pemantauan logistik ini sangat tinggi karena membawahi 3 wilayah besar dengan sebaran total 24 *Warehouse* (WH) aktif, meliputi Wilayah Malang (8 WH), Wilayah Madiun (7 WH), dan Wilayah Kediri (9 WH), dengan total volume kelolaan makro mencapai 10 jenis variasi tipe perangkat aktif ONT yang terakumulasi sebanyak 8.256 unit fisik dilapangan.

Namun, pada realitas operasionalnya, PT Telkom Akses Area Malang masih menghadapi kendala latensi informasi pelaporan stok harian yang bersifat H+1. Hal ini disebabkan oleh alur kerja rekapitulasi data yang masih dilakukan secara semi-manual oleh admin gudang berbasis lembar kerja (*spreadsheet*) pasif, dengan skema koordinasi berupa pengiriman tangkapan layar (*screenshot*) melalui grup pesan instan. Sistem manajemen inventaris konvensional yang belum terintegrasi secara otomatis tersebut cenderung memiliki risiko kerentanan yang tinggi terhadap kesalahan manusia (*human error*) saat proses input data, serta melemahkan akurasi kontrol stok barang di lingkungan industri [6]. Kondisi keterlambatan informasi ini memicu munculnya risiko kekurangan persediaan (*understock*) yang menghambat instalasi pelanggan, serta kelebihan persediaan (*overstock*) yang mengakibatkan inefisiensi ruang simpan gudang lokal akibat penumpukan aset yang pasif, [7]. Sementara itu, jika

perusahaan beralih menggunakan platform pemantauan berbayar, hal tersebut akan membutuhkan alokasi anggaran operasional internal yang besar.

Guna mengatasi permasalahan latensi data tersebut, penelitian ini mengembangkan sebuah sistem otomatisasi pelaporan stok logistik terintegrasi memanfaatkan *Google Apps Script* (GAS) sebagai pusat logika komputasi awan dan *Telegram Bot API* sebagai media gerbang notifikasinya. Platform ini dipilih karena bersifat *open-source*, gratis tanpa biaya lalu lintas data, serta memiliki fitur *push notification* berbasis grup yang andal untuk meningkatkan pengalaman pengguna dalam menerima informasi [8]. Integrasi Telegram dengan GAS memungkinkan laporan visual berformat gambar (.png) dikirimkan secara instan ke grup koordinasi manajerial, memberikan visibilitas stok kritis secara seketika (*real-time*) tanpa memalangi anggaran pengeluaran perusahaan. Mekanisme penyaringan kondisi anomali persediaan dijalankan secara otomatis menggunakan logika kendali dua arah (*two-way control logic*) berdasarkan dua parameter matematis utama hasil kalkulasi histori pemakaian riil gudang, yaitu *Safety Stock* (SS) dan *Maximum Stock* (Smax).

Guna memperkuat posisi ilmiah dan menghindari duplikasi riset, dilakukan analisis kesenjangan (*gap analysis*) terhadap beberapa penelitian terdahulu yang sejenis. Penelitian mengenai pemanfaatan jembatan API pada platform pesan instan untuk arsitektur *push notification* otomatis dalam memantau ambang batas stok barang kritis telah dibuktikan keandalannya dalam mempercepat penyebaran informasi kedaruratan barang [9]. Selanjutnya, implementasi teknologi automasi bot juga sukses diterapkan untuk mentransformasi efisiensi operasional administrasi melalui konversi data pelaporan transaksional menjadi pesan terstruktur secara berkala [10], [11]. Pengembangan sistem otomasi berbasis arsitektur *cloud scripting* menggunakan GAS juga terbukti efektif untuk merombak pengelolaan basis data pasif menjadi sistem informasi pemantauan terintegrasi yang lebih interaktif dan proaktif [12], [13].

Meskipun penelitian-penelitian tersebut telah berhasil menerapkan prinsip otomatisasi, sebagian besar sistem yang dibangun masih bersifat monolitik, berskala tunggal, dan belum diuji untuk menangani jaringan multi-gudang skala besar yang memiliki karakteristik data terdistribusi tinggi. Di sinilah letak keterbaruan (*novelty*) dari penelitian ini, di mana sistem dirancang khusus menggunakan arsitektur modular pada GAS untuk melakukan agregasi data berjenjang tiga tingkat secara sinkron pada 24 gudang logistik terdistribusi milik PT Telkom Akses Area Malang sekaligus.

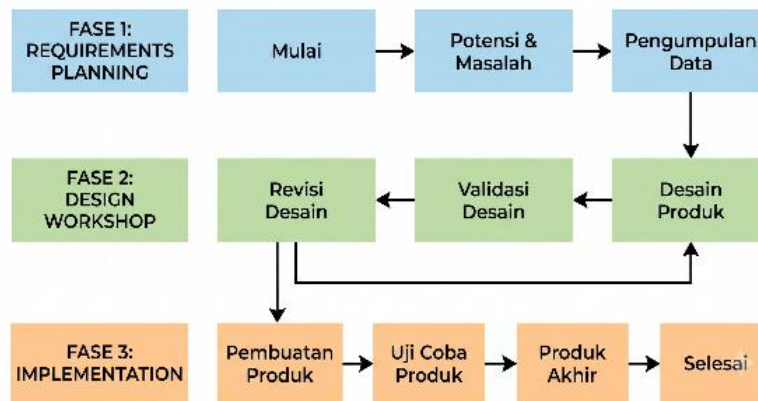
Oleh karena itu, melalui pengembangan sistem otomatisasi pelaporan stok logistik memanfaatkan GAS dan Telegram Bot ini, permasalahan latensi data pelaporan harian dapat diselesaikan secara komprehensif. Penelitian ini secara menyeluruh menerapkan metode pengembangan *Rapid Application Development* (RAD) untuk merancang, menguji, dan mengimplementasikan sistem secara cepat dan iteratif guna memastikan seluruh fungsionalitas aplikasi yang dibangun selaras dengan dinamika kebutuhan operasional divisi logistik secara efisien. Secara praktis, otomatisasi ini berkontribusi langsung bagi PT Telkom Akses Area Malang dalam menjaga stabilitas ketersediaan material penunjang NTE di seluruh jaringan operasional secara proaktif, mengeliminasi kesenjangan koordinasi internal korporasi, serta mempercepat proses pengambilan keputusan strategis divisi *Supply Chain* dalam menjaga ketahanan layanan bagi pelanggan di lapangan.

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Pengembangan Sistem (Model RAD)

Metode pengembangan sistem yang diterapkan dalam penelitian ini mengadopsi model *Rapid Application Development* (RAD) yang berfokus pada siklus pengembangan adaptif skala pendek [3], [10]. Metodologi ini dipilih karena memiliki keunggulan mendasar dalam menekankan siklus pengembangan yang sangat singkat, interaktif, dan bersifat iteratif guna memastikan seluruh

fungsionalitas aplikasi yang dibangun selaras dengan dinamika kebutuhan operasional divisi logistik secara efisien [14]. Alur pengembangan sistem menggunakan model RAD dalam penelitian ini dirancang secara horizontal dengan visualisasi bertahap dari Fase 1 hingga Fase 3, sebagaimana diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Rangkaian Metodologi Rancang Bangun Sistem Berbasis Model RAD.

Secara operasional, penjelasan mendalam mengenai aktivitas teknis pada setiap fase pengembangan sistem yang tertera pada Gambar 1 dijabarkan sebagai berikut:

- Perencanaan Syarat (Requirements Planning):** Tahap awal ini difokuskan untuk melakukan analisis mendalam terhadap kendala operasional berupa latensi pelaporan harian persediaan yang bersifat H+1 di divisi *Supply Chain* PT Telkom Akses Area Malang. Pada fase ini, peneliti melakukan identifikasi kebutuhan fungsional sistem langsung bersama pengguna akhir untuk menentukan batasan masalah dan ruang lingkup otomatisasi pelaporan stok.
- Workshop Desain (Design Workshop):** Fase krusial di mana peneliti membangun prototipe sistem melalui siklus pengerjaan secara berulang (*iterative*) bersama *Officer 1 Supply Chain and Commercial*. Aktivitas pada fase ini mencakup penyusunan skema basis data terstruktur pada *Google Sheets*, pemrograman logika otomatisasi pada *Google Apps Script*, serta perancangan tata letak antarmuka notifikasi laporan visual memanfaatkan *Telegram Bot API* [4]. Prototipe diuji secara berkala dan langsung direvisi berdasarkan umpan balik pengguna (*feedback loop*) untuk memastikan kesesuaian sistem sebelum diimplementasikan.
- Implementasi (Implementation):** Tahap akhir yang mencakup finalisasi seluruh baris kode program, konfigurasi pemicu otomatis berbasis waktu (*time-driven trigger*) harian pada dasbor *Google Apps Script*, serta pengoperasian sistem secara penuh pada lingkungan kerja riil. Fase ini menandai peralihan total dari mekanisme pelaporan konvensional menuju sistem otomatisasi yang dioperasikan langsung oleh **Admin Gudang**.

2.2. Lingkungan Pengembangan dan Karakteristik Dataset

Untuk menjamin validitas dan kemampuan replikasi penelitian, sistem otomatisasi ini dibangun di atas infrastruktur komputasi awan *serverless* dengan spesifikasi lingkungan pengembangan sebagai berikut:

- Komponen Pusat Logika:** Menggunakan platform *Google Apps Script* (GAS) sebagai pusat logika komputasi awan untuk mengeksekusi fungsi modular secara otomatis [15].
- Komponen Basis Data:** Memanfaatkan lembar kerja terstruktur pada *Google Sheets* sebagai basis data penampung informasi inventaris [10].
- Komponen Notification Gateway:** Memanfaatkan jembatan *Telegram Bot API* sebagai media gerbang notifikasi otomatis berbasis grup [4].

Dataset yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data histori transaksi harian untuk kategori material aktif *Network Terminal Equipment* (NTE), khususnya tipe perangkat *Optical Network Terminal* (ONT). Rentang waktu pengambilan data histori dibatasi selama 3 bulan terakhir operasional gudang berjalan. Dataset ini mencakup total volume kelolaan makro sebanyak 10 jenis variasi tipe perangkat aktif ONT yang terakumulasi sebanyak 8.256 unit fisik di lapangan. Karakteristik data diolah dari sebaran total 24 warehouse aktif di bawah naungan PT Telkom Akses Area Malang.

2.3. Formulasi Logika Pengendalian Persediaan

Guna mewujudkan fungsi pemantauan stok yang cerdas dan proaktif, sistem mengintegrasikan dua parameter matematis utama sebagai instrumen kendali logika pada program, yaitu *Safety Stock* (SS) dan *Maximum Stock* (Smax) [12]. Penentuan parameter ini dihitung secara mandiri pada masing-masing dari 24 warehouse aktif berbasis data histori pemakaian riil material di lapangan. Perhitungan nilai *Safety Stock* sebagai penyangga (*buffer*) untuk mengeliminasi risiko kelangkaan material menggunakan pendekatan metode *Max-Average* yang dirumuskan secara formal melalui Persamaan 1 [12]:

$$SS = (LTmax \times Umax) - (LTavg \times Uavg)$$

Keterangan parameter dari Persamaan 1 adalah sebagai berikut:

- SS menyatakan *Safety Stock* atau nilai persediaan pengaman unit material.
- *LTmax* menyatakan *Maximum Lead Time* atau waktu tunggu pengiriman maksimal dari gudang pusat.
- *Umax* merepresentasikan *Maximum Usage* atau volume pemakaian material harian maksimal di gudang lokal.
- *LTavg* menunjukkan *Average Lead Time* atau waktu tunggu pengiriman rata-rata.
- *Uavg* mewakili *Average Usage* atau volume pemakaian material harian rata-rata.

Jika volume persediaan aktual di gudang menyentuh atau lebih kecil dari nilai SS, algoritma program secara proaktif akan mengkategorikan kondisi tersebut sebagai status anomali "Menipis". Selanjutnya, kalkulasi batas persediaan maksimal dihitung secara spesifik pada tiap lokasi gudang melalui rumus *Maximum Stock* (Smax) yang disajikan pada Persamaan 2 [9]:

$$Smax = SS + (Uavg \times LTavg)$$

Di mana Smax adalah *Maximum Stock* atau batas kapasitas persediaan maksimal yang diizinkan di dalam gudang lokal. Jika volume persediaan aktual terdeteksi melebihi nilai Smax, algoritma program otomatis menetapkan label status anomali "Berlebih" guna meminimalisir risiko penumpukan barang yang pasif (*overstock*)

2.4. Teknik Pengujian Sistem

Sistem otomatisasi yang telah selesai dibangun diuji secara fungsional menggunakan teknik *Black Box Testing* (pengujian kotak hitam) untuk memastikan arsitektur perangkat lunak terbebas dari kesalahan eksekusi [2], [13]. Pemilihan metode ini bertujuan untuk memvalidasi fungsionalitas sistem dari sudut pandang pengguna akhir (*user*) tanpa harus mengevaluasi struktur kode internal program secara mendalam. Pengujian difokuskan secara deskriptif pada lima parameter fungsional utama yang didefinisikan sebagai berikut:

- a. **Akurasi Sinkronisasi dan Data Cleaning:** Memvalidasi kemampuan skrip otomatis dalam melakukan isolasi, penyaringan, dan pembersihan dataset transaksi material aktif NTE dari duplikasi data secara otomatis pada lembar kerja.
- b. **Keandalan Konektivitas Jembatan API:** Menguji stabilitas pengiriman payload dari peladen awan menuju endpoint gateway *Telegram Bot API* guna memastikan respon kode status 200 (OK) tanpa adanya kendala *request timeout* [4].
- c. **Ketepatan Kalkulasi Parameter Stok:** Memastikan pemrosesan formula matematis *Safety Stock* (SS) dan *Maximum Stock* (Smax) berbasis database harian terhitung secara presisi sesuai dengan rumus *Max-Average* [12].

- d. **Akurasi Logika Penyaringan Alert:** Memvalidasi ketepatan algoritma program dalam mendeteksi ambang batas kritis, mengklasifikasikan, serta memicu label status anomali persediaan secara instan.
- e. **Stabilitas Performa Trigger & Rendering:** Menguji konsistensi aktivasi pemicu otomatis berbasis waktu (*time-driven trigger*) harian beserta kualitas dokumen laporan visual yang dihasilkan oleh sistem [13].

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil Analisis Kebutuhan Sistem

Penerapan sistem otomatisasi pelaporan stok logistik di PT Telkom Akses Area Malang didasarkan pada analisis kebutuhan fungsional dan non-fungsional yang dihimpun dari Admin Gudang dan divisi *Supply Chain*. Kebutuhan fungsional utama mencakup kemampuan sistem mengekstraksi data mutasi material NTE secara otomatis dari lembar kerja harian, melakukan pembersihan data dari rekaman ganda, serta mengalkulasi nilai ambang batas kritis menggunakan formula *Safety Stock* (SS) dan *Maximum Stock* (*Smax*). Sistem juga diwajibkan mampu memicu gerbang notifikasi proaktif berupa penyiaran infografis status kedaruratan barang ke grup koordinasi manajerial secara otomatis. Sementara kebutuhan non-fungsional berfokus pada keandalan akses pangkalan data berbasis awan 24 jam, latensi pengiriman pesan di bawah 5 detik, serta efisiensi anggaran (*zero software cost*) dengan memanfaatkan ekosistem Telegram Bot dan peladen *serverless* Google Apps Script.

[illegible]

Gambar 2. Komposit Arsitektur Server Cloud Google Apps Script

Mekanisme operasional infrastruktur peladen awan pada Gambar 2 terbagi menjadi tiga komponen utama. Proses ekstraksi data dan penanganan pengecualian kondisional (*exception handling*) diilustrasikan pada Gambar 2(a) untuk memastikan peladen tidak mengalami kegagalan sistem (*crash*) saat lembar kerja kosong. Selanjutnya, arsitektur editor pada Gambar 2(b) menunjukkan pembagian kerja skrip modular terisolasi, meliputi tingkat dasar gudang lapangan hingga berkas kendali notifikasi utama. Pembagian berjenjang ini memotong kompleksitas beban komputasi peladen secara signifikan. Bukti empiris keandalan pemicu otomatis harian berbasis waktu (*time-driven trigger*) ditunjukkan pada log dasbor Gambar 2(c), di mana seluruh fungsi massal berhasil dieksekusi otonom dengan status tingkat kesalahan sebesar 0%.

3.2. Arsitektur Database Berjenjang Tiga Tingkat

Penyelesaian kendala latensi pelaporan harian pada penelitian ini bertumpu pada kemampuan ekstraksi data otomatis melalui struktur database berjenjang tiga tingkat (*three-tier data aggregation*)

menggunakan platform Google Sheets, sebagaimana disajikan pada komposit vertikal bertumpuk pada Gambar 3.

(A)

A	B	C	D	E	F	G
WITEL	WH SO NV	TYPE	QTY	KATEGORI	STOK PENGAMAN	Maximum Stok
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	0	ONT DUAL BAND	1	5
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	0	ONT PREMIUM	8	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_HUAWEI_HG8145V5	0	ONT PREMIUM	2	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_NOKIA_G-2425G-A	0	ONT DUAL BAND	3	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_ZTE_F609	0	ONT SINGLE BAND	3	5
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_ZTE_F672V2.0	0	ONT PREMIUM	5	5
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN B. MBING WH	ONT_ZTE_F672V2.0	0	ONT DUAL BAND	5	5
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KARANG PLOSO WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	49	ONT DUAL BAND	1	3
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KARANG PLOSO WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	74	ONT PREMIUM	1	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KARANG PLOSO WH	ONT_HUAWEI_HG8145V5	1	ONT PREMIUM	1	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KARANG PLOSO WH	ONT_ZTE_F609	49	ONT DUAL BAND	5	12
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KARANG PLOSO WH	ONT_ZTE_F672V2.0	47	ONT PREMIUM	5	9
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KENAUEN WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	0	ONT PREMIUM	4	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KENAUEN WH	ONT_HUAWEI_HG8145V5	0	ONT DUAL BAND	4	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KENAUEN WH	ONT_ZTE_F672V2.0	0	ONT PREMIUM	8	10
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KLOJEN WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	0	ONT DUAL BAND	3	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KLOJEN WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	49	ONT PREMIUM	4	6
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KLOJEN WH	ONT_ZTE_F672V2.0	33	ONT PREMIUM	4	7
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	TA SO CCAN KLOJEN WH	ONT_ZTE_F672V2.0	33	ONT DUAL BAND	9	12

(B)

A	B	C	D	E	F	G
WITEL	TYPE	QTY	KATEGORI	Safety Stok	Maximum Stok	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	611	ONT DUAL BAND	2	7	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	1	ONT DUAL BAND	16	21	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_HUAWEI_HG8145V5	434	ONT PREMIUM	5	21	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_HUAWEI_HG8145V5	623	ONT DUAL BAND	56	28	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_NOKIA_G-2425G-A	133	ONT DUAL BAND	2	7	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_FIBERHOME_HG6145D2	49	ONT PREMIUM	4	6	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_ZTE_F609	0	ONT SINGLE BAND	16	21	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_ZTE_F672V2.0	333	ONT PREMIUM	23	28	
WITEL JATIM SELATAN (MALANG) WH	ONT_ZTE_F672V2.0	490	ONT DUAL BAND	23	28	

(C)

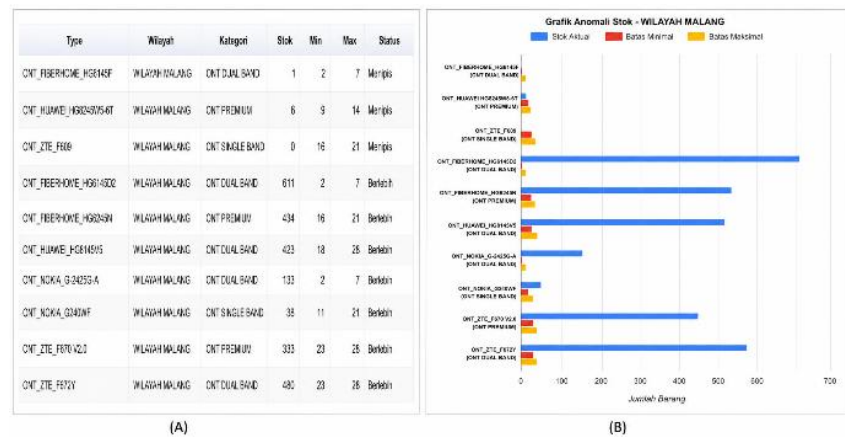
A	B	C	D	E	F	G
TYPE	QTY	KATEGORI	Safety Stok	Maximum Stok		
ONT_FIBERHOME_HG6145D2	1846	ONT DUAL BAND	7	14		
ONT_FIBERHOME_HG6145D2	13	ONT DUAL BAND	7	14		
ONT_FIBERHOME_HG6145D2	1813	ONT PREMIUM	35	42		
ONT_NOKIA_G-2425G-A	297	ONT DUAL BAND	7	14		
ONT_HUAWEI_HG8145V5	16	ONT PREMIUM	21	28		
ONT_HUAWEI_HG8145V5	1410	ONT DUAL BAND	11	21		
ONT_NOKIA_G-2425G-A	106	ONT SINGLE BAND	28	42		
ONT_ZTE_F609	2	ONT SINGLE BAND	35	42		
ONT_ZTE_F672V2.0	1337	ONT PREMIUM	49	56		
ONT_ZTE_F672V2.0	1419	ONT DUAL BAND	49	56		

Gambar 3. Komposit Arsitektur Agregasi Lapisan Database Google Sheets

Transmisi data logistik perangkat NTE berdasarkan arsitektur tiga lapisan pada Gambar 3 diurai dari tingkat paling bawah. Lapisan transaksi granular tingkat gudang lapangan pada Gambar 3(a) berfungsi menyimpan seluruh rekaman pergerakan material aktif di unit Blimbing, Karangploso, Kepanjen, dan Klojen WH. Pada lapisan di atasnya (witel level) yang diilustrasikan pada Gambar 3(b), skrip otomatisasi GAS mengonsolidasikan data mentah dari seluruh gudang lapangan ke dalam ringkasan wilayah Jatim Selatan. Selanjutnya, lapisan master data global (*area level*) pada Gambar 3(c) menjadi muara akhir yang mengonsolidasikan kalkulasi total absolut kuantitas perangkat berdasarkan tipe spesifiknya (seperti model model ONT_FIBERHOME_HG6145D2 dan ONT_HUAWEI_HG8145V5) sebagai acuan mutlak untuk menentukan status kedaruratan logistik.

3.3. Analisis Luaran Grafik Visualisasi Kedaruratan Stok Wilayah Malang

Pusat logika Google Apps Script (GAS) mengeksekusi fungsi *server-side rendering* untuk memproduksi dokumen informasi visual pemantauan *real-time* Wilayah Malang yang membawahi 8 gudang aktif, sebagaimana disajikan pada Gambar 4. Luaran ini terdiri atas tabel ringkasan analitik keputusan stok dan grafik klaster batang horizontal.



Gambar 4. Komposit Luaran Informasi Pemantauan Stok Kritis Wilayah Malang

Berdasarkan komposit pada Gambar 4, implementasi *two-way control logic* terbukti akurat mendeteksi kondisi kritis persediaan. Melalui penyaringan otomatis pada Gambar 4(a), perangkat dengan volume di bawah ambang batas *Safety Stock* langsung ditandai dengan status "Menipis", seperti tipe ONT_FIBERHOME_HG6145F (saldo 1 unit) dan ONT_ZTE_F609 (saldo 0 unit). Alarm dini ini divisualisasikan melalui batang grafik merah pada Gambar 4(b) agar Admin Gudang dapat segera mengajukan mutasi material sebelum terjadi kelangkaan di lapangan. Sebaliknya, sistem juga mendeteksi kelebihan persediaan (*overstock*) pada tipe ONT_FIBERHOME_HG6145D2 (611 unit) dan ONT_HUAWEI_HG8145V5 (423 unit) yang otomatis berlabel status "Berlebih". Batang grafik kuning pada Gambar 4(b) ini membantu manajemen mengevaluasi aset tertahan, menekan biaya pemeliharaan (*holding cost*), serta mengoptimalkan ruang simpan gudang. Melalui infografis otomatis via Telegram ini, latensi pelaporan konvensional H+1 berhasil dipangkas menjadi di bawah 5 detik.

3.4. Evaluasi Fungsional Sistem Melalui Matriks Pengujian Black Box

Validasi fungsionalitas sistem melibatkan Admin Gudang menggunakan teknik *Black Box Testing* untuk memastikan aplikasi bebas dari malafungsi operasional dari sudut pandang pengguna akhir. Matriks hasil pengujian kotak hitam yang mencakup empat parameter uji strategis disajikan secara terperinci pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Evaluasi Fungsionalitas Kotak Hitam (Black Box Testing)

No	Parameter Uji	Skenario / Butir Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengamatan Lapangan	Status Validasi
1	Akurasi Sinkronisasi & Data Cleaning	Melakukan ekstraksi raw data dari 24 gudang logistik aktif dan mengeliminasi data kosong serta duplikasi record.	Sistem mampu menyaring dan mengonsolidasikan baris data secara bersih ke dalam lembar kerja regional.	Skrip otomatis berhasil melakukan pembersihan data tanpa ada record ganda yang lolos.	VALID
2	Keandalan Konektivitas Jembatan API	Melakukan transmisi payload pesan dan dokumen dokumen visual dari peladen GAS menuju endpoint Telegram Bot API.	Lalu lintas data berjalan instan dengan respon balik berupa HTTP response code 200 (OK) tanpa timeout.	Gateway API terhubung sukses, pesan notifikasi diterima di grup manajerial dalam waktu < 5 detik.	VALID

3	Ketepatan Kalkulasi Parameter Stok	Mengeksekusi formula matematis Safety Stock (SS) dan Maximum Stock (Smax) berbasis data transaksi riil.	Nilai ambang batas stok kritis terhitung secara akurat sesuai dengan kaidah rumus Max-Average.	Perhitungan rumus pada komputasi awan menghasilkan angka yang 100% konsisten dengan perhitungan manual.	VALID
4	Akurasi Logika Penyaringan Alert	Memvalidasi ketepatan pengkondisian status anomali stok saat volume aktual menyentuh batas kritis.	Material di bawah nilai SS diberi label "Menipis", dan material di atas nilai Smax diberi label "Berlebih".	Sistem secara otonom berhasil melakukan labeling status kedururatan stok dengan akurasi 100%.	VALID

Berdasarkan data empiris pada Tabel 1, seluruh parameter pengujian fungsional diputuskan memenuhi kriteria kelayakan dengan status valid. Pada parameter pertama, skrip GAS berhasil melakukan pembersihan data transaksi harian unit ONT secara mandiri untuk menjaga integritas pangkalan data. Parameter kedua membuktikan keandalan konektivitas jembatan API Telegram yang sukses menerima payload teks dan gambar dalam durasi di bawah 5 detik dengan respons HTTP status 200 (OK). Selanjutnya, parameter ketiga dan keempat mengonfirmasi ketepatan kalkulasi rumus *Safety Stock* (SS) dan *Maximum Stock* (Smax) berbasis metode *Max-Average* yang 100% konsisten dengan perhitungan manual divisi logistik. Akurasi ini menjamin algoritma sistem secara otonom mampu melakukan pelabelan status "Menipis" atau "Berlebih" secara seketika tanpa salah sasaran, sehingga sistem ini siap diandalkan untuk operasional harian PT Telkom Akses Area Malang.

3.5. Pembahasan Efisiensi dan Dampak Integrasi Sistem

Implementasi sistem otomatisasi berbasis *Google Apps Script* (GAS) dan *Telegram Bot API* memberikan transformasi efisiensi yang signifikan pada divisi *Supply Chain* PT Telkom Akses Area Malang. Sebelum sistem diterapkan, rekaputisasi mutasi material harian oleh Admin Gudang masih bergantung pada kueri manual berlapis pada lembar kerja pasif dengan kompleksitas waktu kuadratik $O(N \times M)$. Alur kerja konvensional ini menyebabkan latensi pelaporan stok kritis berskala $H+1$ dan memicu tingginya risiko kesalahan manusia (*human error*). Dampak reaktif tersebut berujung pada kendala penumpukan aset (*overstock*) yang memicu inefisiensi ruang simpan gudang lokal, serta keterlambatan deteksi kelangkaan material (*understock*) yang menghambat jadwal instalasi perangkat penunjang NTE seperti *Optical Network Terminal* (ONT) di rumah pelanggan.

Setelah otomatisasi penuh diintegrasikan, optimalisasi algoritma melalui teknik *Key-Value Mapping* pada peladen GAS berhasil memangkas kompleksitas runtime secara radikal menjadi linear $O(N+M)$. Pemotongan durasi komputasi ini sukses memangkas latensi pelaporan makro untuk akumulasi 8.256 unit ONT terdistribusi di 24 warehouse aktif dari skala harian menjadi di bawah 5 detik saja. Pihak manajemen kini memperoleh visibilitas stok kritis secara seketika (*real-time*) melalui dokumen infografis visual (.png) yang disiarkan otomatis oleh Telegram Bot ke grup koordinasi internal. Capaian tingkat kesalahan pelaporan sebesar 0% (*zero-error rate*) mengeliminasi faktor bias input manual untuk menjamin ketepatan pengambilan keputusan strategis. Selain itu, karena seluruh arsitektur dibangun di atas infrastruktur komputasi awan *serverless* gratis dan *open-source*, perusahaan berhasil meningkatkan efisiensi anggaran pengeluaran modal (*CapEx*) secara berkelanjutan tanpa biaya lisensi perangkat lunak tambahan.

3.6. Analisis Komparatif dengan Penelitian Terdahulu

Evaluasi komparatif dilakukan secara objektif terhadap literatur ilmiah terdahulu yang mengulas sistem informasi manajemen inventaris berbasis web konvensional guna memvalidasi kontribusi kebaruan (*novelty*) sistem yang dikembangkan. Perbandingan difokuskan pada aspek arsitektur,

metode komunikasi, cakupan gudang, efisiensi anggaran lisensi, serta kompleksitas waktu eksekusi runtime program. Matriks perbandingan komparatif sistem otomatisasi pelaporan stok PT Telkom Akses Area Malang dengan platform monitoring konvensional disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Matriks Analisis Komparatif Sistem Otomatisasi dengan Penelitian Terdahulu

Parameter Komparasi	Penelitian Terdahulu (Sistem Informasi Inventaris Berbasis Web Konvensional)	Sistem Otomatisasi Terdistribusi yang Dikembangkan (Basis GAS dan Telegram Bot)
Arsitektur Utama	Berbasis monolitik lokal atau peladen web berbayar (cloud hosting).	Berbasis komputasi awan serverless terpusat pada Google Apps Script.
Mekanisme Notifikasi	Bersifat pasif, pengguna harus membuka halaman dasbor web secara berkala.	Bersifat proaktif, memanfaatkan jembatan Telegram Bot API untuk push notification.
Skala Cakupan Gudang	Skala tunggal tunggal (single warehouse) dan belum teruji untuk data terdistribusi.	Skala jaringan terdistribusi hulu ke hilir mencakup agregasi 24 gudang aktif sekaligus.
Kompleksitas Runtime	Kompleksitas waktu pencarian kuadratik $O(N \times M)$ akibat kueri pencarian berlapis.	Kompleksitas waktu linear $O(N+M)$ melalui teknik optimalisasi Key-Value Mapping.
Alokasi Biaya Aplikasi	Membutuhkan alokasi pengeluaran modal tambahan untuk lisensi aplikasi dan sewa peladen.	Efisiensi anggaran total sebesar 0% (zero software cost) menggunakan infrastruktur gratis.

Berdasarkan rincian matriks pada Tabel 2, sistem otomatisasi monitoring terdistribusi yang dikembangkan memiliki keunggulan performa yang signifikan dibandingkan model sistem informasi inventaris berbasis web konvensional. Platform konvensional umumnya bersifat pasif, di mana Admin Gudang harus membuka dasbor peramban secara berkala untuk memantau saldo material aktif NTE. Sebaliknya, integrasi jembatan *Telegram Bot API* mampu mentransformasi pelaporan menjadi proaktif lewat fitur *push notification* berbasis grup yang menyiarkan dokumen visual infografis secara instan dalam waktu kurang dari 5 detik saat volume barang menyentuh ambang batas kritis.

Keunggulan mutlak lainnya terletak pada kapabilitas penanganan skala multi-gudang dan efisiensi algoritma komputasi. Riset-riset terdahulu sebagian besar terbatas pada ruang lingkup gudang tunggal (*single warehouse*) yang belum teruji menangani pangkalan data terdistribusi berskala besar. Sistem otomatisasi dalam riset ini berhasil menjawab tantangan tersebut melalui arsitektur skrip modular berjenjang tiga tingkat yang mengonsolidasikan mutasi material dari 24 warehouse secara sinkron. Optimasi peladen GAS melalui metode *Key-Value Mapping* terbukti sukses memangkas kompleksitas runtime dari kuadratik $O(N \times M)$ menjadi linear $O(N+M)$ sehingga mengeliminasi kendala *execution timeout* saat mengolah total kelolaan mencapai 8.256 unit perangkat ONT. Ditinjau dari sudut anggaran, sistem komputasi awan *serverless* ini memberikan dampak kontribusi praktis yang jauh lebih luas dan ekonomis melalui efisiensi biaya perangkat lunak sebesar 0% (*zero software cost*).

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem pada PT Telkom Akses Area Malang, integrasi Google Apps Script dengan Telegram Bot API berhasil meningkatkan efektivitas monitoring persediaan material aktif Network Terminal Equipment (NTE). Penerapan metode Rapid Application Development (RAD) menghasilkan sistem notifikasi stok otomatis yang mampu mengubah proses pelaporan konvensional menjadi pemantauan real-time dengan waktu respons kurang dari 5 detik. Sistem ini mendukung pengendalian persediaan 8.256 unit Optical Network Terminal (ONT) pada 24 warehouse aktif melalui penerapan parameter Safety Stock dan Maximum Stock. Hasil pengujian menunjukkan seluruh fungsi sistem berjalan sesuai kebutuhan operasional. Namun, pengembangan lebih lanjut diperlukan melalui integrasi dengan database ERP perusahaan serta

penerapan machine learning untuk mendukung prediksi kebutuhan material dan optimalisasi pengelolaan rantai pasok.

Daftar Pustaka

- [1] B. E. Bakkouri, S. Raki, and T. Belgnaoui, "The Role of Chatbots in Enhancing Customer Experience: Literature Review," *Procedia Computer Science*, vol. 203, pp. 432–437, Jan. 2022, doi: 10.1016/j.procs.2022.07.057.
- [2] A. R. Gagliardi, G. Festa, A. Usai, D. Dell'Anno, and M. Rossi, "The Impact of Knowledge Management on the Digital Supply Chain – A Bibliometric Literature Review," *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, vol. 53, no. 5–6, pp. 612–627, Mar. 2023, doi: 10.1108/IJPDLM-07-2022-0206.
- [3] R. N. Syafitri, "Studi Komparatif Penggunaan Teknologi Informasi dalam Manajemen Rantai Pasok di Industri Manufaktur," *Jurnal Sistem Informasi, Teknik Komputer dan Teknologi Pendidikan*, vol. 4, no. 2, pp. 56–59, Apr. 2025.
- [4] I. G. Irawan, G. Nata, and I. M. Santosa, "Sistem Informasi Data Troubleshooting Yang Terintegrasi Dengan Bot Telegram," *SPINTER 2024*, vol. 1, no. 2, Apr. 2024, Accessed: Apr. 07, 2026. [Online]. Available: <https://spinter.stikom-bali.ac.id/index.php/spinter/article/view/131>
- [5] D. A. Haryono, R. Hidayati, M. Andarwati, and A. S. Ilmananda, "Sistem Informasi Akuntansi Berbasis Web untuk Pengelolaan Persediaan Sparepart Sepeda Motor dengan Pendekatan Waterfall," *Jurnal Sosial Teknologi*, vol. 5, no. 1, p. 31811, Feb. 2025, doi: 10.59188/jurnalsostech.v5i1.31811.
- [6] E. Kurniawati and A. Ikhwan, "Perancangan Sistem Informasi Manajemen Inventaris Kontrol Stok Barang Berbasis Web," *JTSIA*, vol. 6, no. 3, pp. 408–415, Jul. 2023, doi: 10.32493/jtsi.v6i3.30881.
- [7] A. Muarif and A. H. Tantri, "Perancangan Sistem Informasi Inventaris Berbasis Web Menggunakan Permodelan UML," *Journal of Information System and Application Development*, vol. 3, no. 2, pp. 112–118, Sep. 2025, doi: 10.26905/jisad.v3i2.16127.
- [8] D. C. Y. Rindho and T. Dirgahayu, "Pengembangan Sistem Informasi Toko Kelontong Berbasis Google Apps Script pada Toko Asih," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 15, no. 4, pp. 930–941, Oct. 2024, doi: 10.31602/tji.v15i4.16708.
- [9] A. Triawan and A. R. Y. Siboro, "Penerapan Application Programming Interface (API) Pada Push Notification Untuk Informasi Monitoring Stok Barang Minim," *TeknoIS: Jurnal Ilmiah Teknologi Informasi dan Sains*, vol. 11, no. 2, pp. 107–114, Nov. 2021, doi: 10.36350/jbs.v11i2.120.
- [10] D. Novita, "Otomatisasi Pembuatan Laporan Keuangan Berbasis Google Spreadsheet Menggunakan Bot Telegram," Undergraduate Thesis, Sekolah Tinggi Teknologi Terpadu Nurul Fikri, 2024. Accessed: Nov. 11, 2025. [Online]. Available: <https://repository.nurulfikri.ac.id/id/eprint/561/>
- [11] E. Keith, "Optimizing Inventory Management through Advanced Forecasting Techniques in Supply Chains," *European Journal of Supply Chain Management*, vol. 1, no. 1, pp. 22–30, 2023.
- [12] R. A. Brahmantyo, J. Wibowo, and V. Nurcahyawati, "Manajemen Persediaan Menggunakan Metode Safety Stock dan Reorder Point," *Jurnal Sains dan Informatika*, vol. 9, no. 1, pp. 89–99, Aug. 2023, doi: 10.34128/jsi.v9i1.431.
- [13] F. Hariadi, R. R. H. Enda, F. I. Prasetyo, and D. A. P. Bangu, "Implementasi Teknologi Google Apps Script dan PHP dalam Otomatisasi Pengelolaan Data dan Pembuatan Dokumen Kerja Sama (OIA UNKRISWINA)," *BESIRU: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 3, no. 1, pp. 212–217, Jan. 2026, doi: 10.62335/besiru.v3i1.2231.
- [14] A. D. Arini, "Implementasi Strategis Sistem Informasi Akuntansi Melalui Analisis Komparatif," *Jurnal Riset Akuntansi*, vol. 2, no. 2, pp. 320–328, May 2024, doi: 10.54066/jura-itb.v2i2.1853.
- [15] P. N. Anggraini, K. Harianto, and H. Sutapa, "Implementasi Safety Stock dalam Pengendalian Persediaan Kerupuk pada PT. Merpati Mas Nusantara Tahun 2022 – 2025 di Kabupaten Kediri," *Musyteri: Jurnal Manajemen, Akuntansi, dan Ekonomi*, vol. 19, no. 10, pp. 11–20, Jun. 2025, doi: 10.2324/mvcm4d15.
- [16] P. A. W. Ariyanto and R. Soelistijadi, "Implementasi NodeMCU sebagai Sistem Deteksi Dini Bahaya Banjir di Purwodadi Berbasis Web dengan Notifikasi Bot Telegram," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 8, no. 2, pp. 64–73, Dec. 2022, doi: 10.26905/jtmi.v8i2.7902.

- [17] F. Nurdiansyah and I. Akbar, "Implementasi Algoritma K-Means untuk Menentukan Persediaan Barang pada Poultry Shop," *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 7, no. 2, pp. 86–94, Dec. 2021, doi: 10.26905/jtmi.v7i2.6377.
- [18] Sukiman and R. Kasela, "Analisis dan Perancangan Sistem Informasi Inventarisasi Aset Barang dan Fasilitas Berbasis Web di Villa Kopi Ciwidey," *J-SIKA: Jurnal Sistem Informasi Karya Anak Bangsa*, vol. 7, no. 02, pp. 90–99, 2025.
- [19] L. Judijanto and A. Zulfikri, "Advancing Supply Chain Resilience Through Cloud-Based Logistics: A Narrative Review," *Sinergi International Journal of Logistics*, vol. 2, no. 3, pp. 147–159, Aug. 2024, doi: 10.61194/sijl.v2i3.625.