JURNAL FASILKOM
Volume 15 No. 3 | Desember 2025: 551-561

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

Inovasi Agen AI Dalam Sistem Pencatatan Struk Digital Otomatis Berbasis n8n

Wahyu Pratama[1], Fadhli Almu'iini Ahda[2]
[1,2]Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi dan Desain, Institut Teknologi dan Bisnis Asia Malang
[1]wahyupratamaa.id@gmail.com, [2]fadhlial@asia.ac.id*

Abstract

The utilization of workflow automation and multimodal artificial intelligence introduces a new approach to developing an intelligent digital receipt recording system. This study aims to design an automatic transaction processing system by integrating n8n as a workflow engine, Google Gemini AI as a multimodal inference model, and Telegram Bot as a conversational interface. The system is implemented in a self-hosted Docker-based environment to ensure local execution without cloud dependence, enhancing data security and reducing operational costs. An experimental software engineering method was applied using 33 test scenarios consisting of 20 image inputs and 13 text inputs. The system successfully extracted key transaction information such as store name, total amount, and transaction date under various real-world conditions, including blurred images, faded ink, missing text segments, tilted receipts, and imperfect handwriting. Evaluation using a Confusion Matrix produced perfect classification results with 100% accuracy, precision, recall, and F1-score, confirming that all system outputs aligned with actual conditions. The system also demonstrated stable performance with average processing times of 15.8 seconds for text and 17–18.5 seconds for low-resolution images. These results indicate that combining workflow automation and multimodal AI provides an effective and adaptive solution for automatic transaction recording.

Keywords: workflow automation, node-based no-code, gemini AI, telegram bot, multimodal artificial intelligence

Abstrak

Pemanfaatan otomasi alur kerja dan kecerdasan buatan multimodal memberikan pendekatan baru dalam pengembangan sistem pencatatan struk digital yang efisien dan cerdas. Penelitian ini bertujuan merancang sistem pemrosesan transaksi otomatis dengan mengintegrasikan n8n sebagai pengatur alur kerja, Google Gemini AI sebagai model inferensi multimodal, serta Telegram Bot sebagai antarmuka percakapan. Sistem diimplementasikan pada lingkungan Docker self-hosted sehingga dapat berjalan secara lokal tanpa ketergantungan layanan cloud, guna meningkatkan keamanan data dan menekan biaya operasional. Metode rekayasa perangkat lunak eksperimental diterapkan dengan menggunakan 33 skenario uji, yang terdiri dari 20 input gambar dan 13 input teks. Sistem berhasil mengekstraksi informasi utama transaksi seperti nama toko, total harga, dan tanggal transaksi pada berbagai kondisi nyata, termasuk gambar buram, tinta memudar, teks yang hilang sebagian, posisi miring, serta tulisan tangan yang tidak sempurna. Evaluasi menggunakan Confusion Matrix menunjukkan performa klasifikasi sempurna dengan accuracy, precision, recall, dan F1-score sebesar 100 persen, menandakan bahwa seluruh keluaran sistem sesuai dengan kondisi aktual. Selain itu, waktu respons rata-rata sebesar 15,8 detik untuk teks dan 17–18,5 detik untuk gambar resolusi rendah menunjukkan performa yang stabil untuk kebutuhan operasional sehari-hari. Hasil ini membuktikan bahwa kombinasi otomasi alur kerja dan kecerdasan multimodal dapat menghasilkan solusi pencatatan transaksi digital yang efektif, adaptif, dan layak diterapkan pada pelaku usaha kecil hingga menengah.

Kata kunci: otomasi alur kerja, node-based no-code, gemini AI, telegram bot, kecerdasan buatan multimodal

©This work is licensed under a Creative Commons Attribution -ShareAlike 4.0 International License

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi otomasi alur kerja atau *workflow automation* dan paradigma *no-code/low-code* telah merevolusi cara organisasi membangun sistem digital tanpa memerlukan keahlian pemrograman yang mendalam. Platform seperti n8n**,** Node-RED**,** dan Appsmith memungkinkan perancangan integrasi lintas sistem melalui antarmuka visual yang adaptif, menjadikan otomasi bisnis lebih mudah diakses oleh pelaku non-teknis [1]. Pendekatan ini menandai perubahan mendasar dari model pengembangan konvensional yang kompleks menuju arsitektur modular dan berbasis komponen yang lebih efisien.

Dalam konteks industri ritel, adopsi otomasi digital masih berjalan tidak merata. Sektor ritel modern tumbuh pesat dengan rata-rata 19% per tahun antara 2005–2013, jauh di atas ritel tradisional yang hanya mencapai sekitar 6% [2]. Salah satu penyebab utamanya adalah masih dominannya sistem pengelolaan transaksi manual di kalangan Usaha Ritel. Sistem ini menimbulkan berbagai kendala seperti struk pembayaran yang mudah hilang, kesulitan rekap transaksi, serta tingginya potensi kesalahan perhitungan 4]. Kondisi tersebut berdampak langsung pada efisiensi operasional dan kemampuan pelaku usaha dalam mengambil keputusan berbasis data [5]. Seiring kemajuan teknologi *workflow automation* dan *containerization*, muncul pendekatan baru berbasis arsitektur self-hosted [6] yang memungkinkan sistem otomasi dijalankan secara lokal tanpa bergantung pada

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

layanan *cloud* berbayar. Docker**,** sebagai teknologi kontainer yang banyak digunakan, memungkinkan proses *deployment* sistem yang ringan, terisolasi, dan mudah direplikasi di berbagai lingkungan [7]. Pendekatan yang tidak hanya mengurangi biaya operasional, tetapi juga meningkatkan kontrol keamanan dan privasi data yang menjadi perhatian utama bagi pelaku usaha kecil menengah [8]. Selain itu, infrastruktur *self-hosted* memberikan fleksibilitas tinggi dalam penyesuaian dan pengembangan sistem sesuai kebutuhan bisnis masing-masing. [9] menegaskan bahwa klasifikasi masalah dan perumusan kebutuhan secara terstruktur sangat penting untuk mendukung pengembangan sistem digital yang efektif dan berkelanjutan.

Stabilitas layanan menjadi salah satu elemen penting dalam perancangan sistem otomasi digital. Menurut [10] penggunaan cluster database berperan penting dalam mempertahankan uptime dan mencegah kegagalan layanan sehingga proses operasional dapat berjalan secara konsisten [11]. Integrasi antara *workflow automation* seperti n8n**,** model kecerdasan buatan Gemini AI**,** serta Telegram Bot sebagai antarmuka percakapan menawarkan paradigma baru dalam sistem pencatatan transaksi otomatis [12]. Sistem yang terhubung dengan platform otomasi seperti n8n, proses optimasi memiliki peran penting untuk memastikan sistem dapat merespons secara cepat dan akurat [13]. Pengguna dapat mengirimkan data transaksi, baik berupa teks maupun gambar struk digital, melalui Telegram untuk diproses dalam *workflow* n8n yang terintegrasi dengan model AI multimodal [6]. Sistem ini kemudian menyusun informasi penting seperti nama toko, total pembelian, daftar barang, dan tanggal transaksi, serta mengirimkan hasilnya kembali kepada pengguna dalam format terstruktur. Studi terkini menunjukkan bahwa penggunaan *bot interface* mampu meningkatkan tingkat adopsi sistem otomasi pada umkm karena lebih intuitif dan tidak memerlukan pelatihan teknis khusus [14].

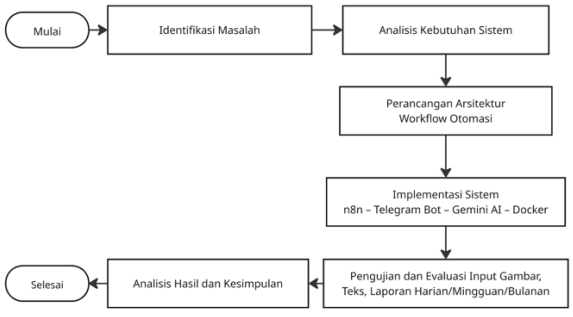
Penelitian terdahulu pada ekstraksi informasi dari struk digital umumnya menggunakan pendekatan OCR untuk membaca karakter hasil pemindaian. Pendekatan tersebut terbukti mampu mengekstraksi elemen dasar seperti total harga dan tanggal transaksi, namun tetap sangat bergantung pada dataset pelatihan serta sensitif terhadap variasi kualitas cetak, pencahayaan, distorsi, dan ketidakteraturan format, sehingga hasil yang diperoleh sering tidak stabil [15]. Sementara itu, studi mengenai otomasi alur kerja menunjukkan bahwa platform seperti n8n dapat digunakan untuk membangun chatbot otonom yang mampu mengelola interaksi, menyimpan data, dan menghasilkan laporan otomatis [16], namun penelitian tersebut belum dirancang untuk memproses input multimodal (teks dan gambar sekaligus) maupun melakukan ekstraksi entitas transaksi secara adaptif.

Penelitian ini mengisi celah tersebut melalui pendekatan terpadu yang menggabungkan workflow automation n8n dengan modul Extract From File sebagai mekanisme konversi citra-ke-teks yang lebih stabil dibandingkan OCR tradisional, serta pemrosesan semantik menggunakan model multimodal Google Gemini. Pendekatan ini memungkinkan sistem menangani struk dengan kualitas visual beragam, teks acak, singkatan, maupun bahasa campuran secara lebih fleksibel. Selain itu, alur otomasi dirancang bercabang untuk membedakan jenis input, melakukan validasi entitas, serta menyimpan hasil ekstraksi secara otomatis [17] pada lingkungan self-hosted berbasis Docker. Kombinasi ini menawarkan peningkatan signifikan dibandingkan penelitian OCR maupun chatbot n8n sebelumnya, karena menyediakan solusi end-to-end yang lebih adaptif, konsisten, dan dapat dioperasikan secara mandiri oleh pengguna ritel.

Berdasarkan permasalahan tersebut, penelitian ini mengusulkan pengembangan sistem pencatatan struk digital otomatis untuk ritel yang mengombinasikan *workflow automation* n8n, antarmuka Telegram Bot**,** dukungan Gemini AI**,** serta implementasi Docker sebagai wadah *self-hosted*. Pendekatan ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap layanan *cloud*, meningkatkan keamanan dan efisiensi proses pencatatan transaksi, serta menghadirkan solusi otomasi yang praktis, terjangkau, dan dapat dioperasikan secara mandiri oleh pelaku ritel.

2. Metode Penelitian

Tahapan dalam penelitian ini dijelaskan melalui diagram alir yang menggambarkan seluruh proses penelitian mulai dari identifikasi masalah, analisis kebutuhan, perancangan workflow otomasi, implementasi sistem, hingga tahap pengujian dan analisis hasil. Diagram alur penelitian ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

Berdasarkan Gambar 1, alur penelitian diawali dengan tahap identifikasi masalah, yaitu mengkaji permasalahan pencatatan transaksi manual yang masih banyak digunakan oleh pelaku ritel, seperti kehilangan struk, ketidakteraturan data, dan potensi kesalahan pencatatan. Tahap ini menjadi dasar dalam merumuskan kebutuhan sistem yang relevan dengan kondisi nyata pengguna.

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

Tahap berikutnya adalah analisis kebutuhan sistem, yang bertujuan menentukan kebutuhan fungsional dan non-fungsional, termasuk jenis input yang didukung berupa teks dan gambar, mekanisme pemrosesan otomatis, serta kebutuhan penyimpanan data transaksi. Hasil analisis ini digunakan sebagai acuan dalam perancangan arsitektur workflow otomasi yang disusun menggunakan platform n8n untuk mengatur alur pemrosesan input, integrasi kecerdasan buatan, dan penyimpanan data secara terstruktur.
Setelah perancangan selesai, penelitian dilanjutkan ke tahap implementasi sistem yang mencakup pembangunan Telegram Bot sebagai antarmuka pengguna, integrasi Google Gemini sebagai pemroses AI multimodal, serta penerapan lingkungan self-hosted berbasis Docker. Tahap selanjutnya adalah pengujian sistem yang dilakukan untuk menilai keberhasilan sistem dalam memproses berbagai variasi input teks dan gambar. Tahap akhir penelitian adalah analisis hasil dan penarikan kesimpulan yang bertujuan mengevaluasi kinerja sistem berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan.

2.1 Sumber Data dan Jenis Input

Sistem tidak menggunakan dataset pelatihan seperti pada sistem OCR konvensional, karena tidak dilakukan proses pelatihan model. Sistem mengandalkan node *Extract From File* di n8n, yang berperan mengubah gambar menjadi teks secara otomatis dengan memanfaatkan AI vision bawaan. Dengan pendekatan ini, seluruh konten teks dalam gambar akan diekstraksi secara utuh tanpa melibatkan proses segmentasi atau pembacaan karakter berdasarkan dataset [18].
Jenis input yang digunakan dalam penelitian meliputi tiga kategori utama sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

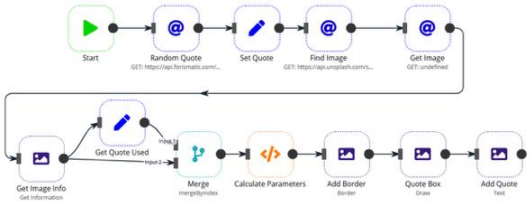
Tabel 1. Data Inputan

Jenis Input	Deskripsi	Tujuan Penelitian
Teks Transaksi	Teks yang dikirim langsung oleh pengguna melalui Telegram bot, berisi tanggal, nominal, deskripsi, dan kategori	Menguji kemampuan sistem menangani teks bebas serta mengekstraksi entitas transaksi
Screenshot Struk Digital	Tangkapan layar transaksi digital (e-wallet, marketplace, QRIS) dengan format teks tidak seragam	Menilai adaptasi sistem terhadap variasi layout digital yang tidak baku
Foto Struk Fisik	Foto struk kertas dalam berbagai kondisi (buram, miring, terpotong, watermark)	Mengukur robustitas ekstraksi terhadap gangguan visual nyata

Ekstraksi awal menghasilkan teks mentah yang kemudian dikirim ke model Gemini untuk dipilah dan diseleksi menjadi informasi transaksi yang relevan.

2.2 Workflow n8n

Workflow otomasi dalam penelitian ini dibangun menggunakan platform n8n sebagai workflow engine yang mengeksekusi rangkaian proses berdasarkan input dari pengguna. Pesan yang dikirim melalui Telegram diproses melalui node pemicu dan diteruskan ke node *Extract From File* untuk mengubah gambar menjadi teks. Arsitektur ini mengadopsi pendekatan otomasi berbasis agen yang menekankan integrasi antar-komponen untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pemrosesan data [19]. Pemanfaatan n8n juga sejalan dengan dokumentasi teknis yang menunjukkan bahwa platform ini dirancang untuk mengorkestrasi langkah-langkah pemrosesan melalui rangkaian node, termasuk trigger, manipulasi data, dan integrasi API dalam alur kerja terstruktur. Dengan struktur modular tersebut, *workflow* pada penelitian ini mampu menjalankan ekstraksi, parsing, validasi, dan pencatatan transaksi secara otomatis dan konsisten.
Struktur *workflow* dalam penelitian ini dibangun menggunakan pendekatan modular khas n8n, di mana setiap node merepresentasikan satu tahap pemrosesan. Contoh visualisasi alur kerja n8n ditunjukkan pada Gambar 2.

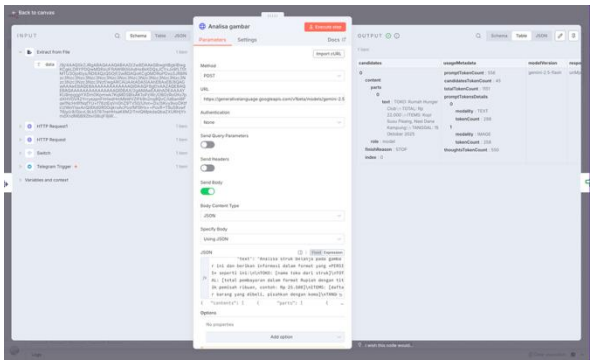


Gambar 2. Ilustrasi Alur di n8n

2.3 Pemrosesan Teks Menggunakan Gemini

Model *Gemini* digunakan sebagai pemroses teks setelah gambar dikonversi menjadi teks melalui node *Extract From File*, sehingga seluruh input yang diterima sudah berupa teks mentah. Pada tahap ini, Gemini melakukan analisis semantik dengan memahami struktur kalimat [20], mengenali pola angka rupiah, mengidentifikasi berbagai format tanggal, serta memahami konteks deskripsi transaksi guna memastikan data yang diperoleh lengkap dan konsisten. Kemampuan analitis ini sesuai dengan temuan bahwa model generatif seperti Gemini digunakan untuk menguraikan konten, memilih informasi penting, serta menghasilkan representasi teks yang lebih relevan setelah proses OCR selesai [19]. Dalam penelitian ini, mekanisme tersebut diterapkan untuk menyusun kembali hasil ekstraksi menjadi informasi transaksi yang lebih terstruktur dan siap menjalani proses normalisasi pada tahap berikutnya.

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

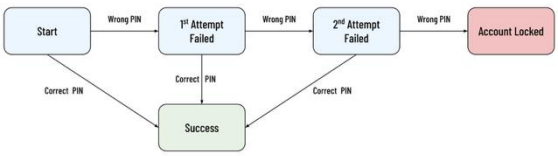


Gambar 3. Proses Analisis Teks oleh Gemini

Hasil keluaran pada Gambar 3 menunjukkan alur ketika teks mentah dari *Extract From File* diteruskan ke Gemini untuk dianalisis dan disusun ulang menjadi informasi transaksi yang terstruktur. Tahap ini menjadi dasar bagi proses normalisasi dan standarisasi data pada bagian berikutnya.

2.4 Pengujian Sistem

Black-box testing dipilih dalam penelitian ini karena metode ini memungkinkan sistem diuji sebagaimana pengguna berinteraksi secara nyata cukup dengan memberikan berbagai jenis input dan mengevaluasi output tanpa perlu melihat kode internal. Pendekatan ini sangat relevan bagi sistem yang memproses teks, screenshot struk digital, dan foto struk fisik, karena setiap variasi masukan dapat langsung diuji berdasarkan perilaku fungsionalnya. [22] menjelaskan bahwa black-box testing digunakan ketika pengujian berfokus pada tampilan dan fungsi aplikasi tanpa akses ke *source code*, serta penyusunan skenario dilakukan menggunakan teknik seperti *Equivalence Partitioning* dan *Boundary Value Analysis* untuk memetakan input valid maupun invalid secara sistematis. Berdasarkan prinsip tersebut, parameter evaluasi dalam penelitian ini mencakup tingkat keberhasilan ekstraksi informasi (*success rate*), tingkat kesalahan parsing (*error rate*), waktu respons (*latency*), dan stabilitas workflow dalam memproses berbagai jenis input.



Gambar 4. Arsitektur Black-Box

2.5 Evaluasi Menggunakan Confusion Matrix

Evaluasi kinerja sistem dilakukan menggunakan Confusion Matrix untuk menilai sejauh mana mekanisme klasifikasi mampu membedakan keluaran yang valid dan tidak valid [23]. Confusion Matrix memberikan gambaran mengenai jumlah prediksi yang benar maupun salah berdasarkan dua kategori keluaran yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu valid dan error. Melalui struktur matriks ini, sistem dapat dianalisis secara lebih mendalam untuk melihat kecenderungan keputusan yang dihasilkan pada berbagai kondisi input. Confusion Matrix terdiri dari empat komponen utama yaitu *True Positive(TP), True Negative(TN), False Positive(FP), dan False Negative(FN)* [24]. Keempat komponen tersebut menunjukkan bagaimana setiap data uji diprediksi oleh sistem dibandingkan dengan kondisi sebenarnya. Dengan demikian, dapat dianalisis pola keberhasilan dan kegagalan sistem dalam memvalidasi hasil ekstraksi informasi.

Untuk memberikan gambaran performa yang lebih menyeluruh, beberapa ukuran evaluasi dihitung berdasarkan nilai *Confusion Matrix. Accuracy* menunjukkan proporsi prediksi yang benar dari seluruh data uji. Precision menggambarkan tingkat ketepatan sistem ketika memberikan label tertentu. Recall mengukur kemampuan sistem dalam mendeteksi seluruh data yang seharusnya termasuk dalam kategori tertentu. *F1-score* digunakan untuk melihat keseimbangan antara precision dan recall, terutama ketika jumlah data pada kedua kategori tidak seimbang [25]. Seluruh metrik ini memberikan perspektif evaluasi yang lebih lengkap dan sensitif terhadap kualitas keputusan sistem.

Melalui evaluasi ini, kualitas keputusan sistem dapat dinilai secara objektif berdasarkan standar pengukuran yang umum digunakan dalam penelitian terkait validasi hasil ekstraksi. Confusion Matrix dalam penelitian ini digunakan untuk memvalidasi ketepatan keputusan sistem dalam mengklasifikasikan keluaran menjadi valid dan error, sehingga tidak merepresentasikan evaluasi terhadap proses pelatihan model kecerdasan buatan.

3. Hasil dan Pembahasan

Bagian ini menyajikan hasil utama penelitian beserta proses implementasi sistem pencatatan struk digital otomatis yang telah dikembangkan. Uraian dimulai dari penjelasan alur kerja sistem, kemudian dilanjutkan dengan pengujian fungsional berbasis gambar dan teks untuk menilai ketepatan ekstraksi informasi. Selanjutnya, performa sistem dievaluasi menggunakan *Confusion Matrix* dan analisis waktu respons untuk memastikan konsistensi, akurasi, serta kelayakan operasional. Keseluruhan hasil ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai efektivitas dan stabilitas prototipe yang dibangun.

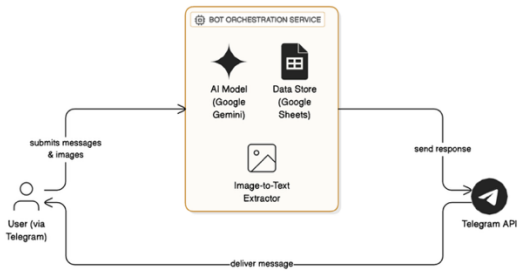
3.1 Implementasi Sistem

Implementasi dilakukan melalui perancangan agen AI lokal menggunakan arsitektur modular yang terdiri dari Telegram Trigger berfungsi sebagai antarmuka yang menerima input pesan dari pengguna, baik berupa teks maupun gambar.

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

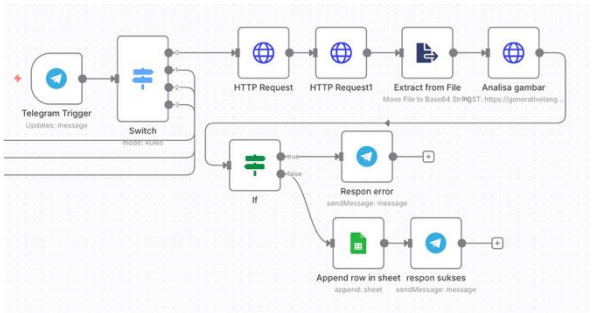
1. AI Agent, menggunakan model Google Gemini, berperan sebagai otak utama yang melakukan proses pemrosesan berdasarkan input teks dan konteks memori yang relevan.
2. Google Sheets digunakan sebagai database multimodal yang memiliki dua fungsi utama menyimpan riwayat percakapan *conversational memory* dan menjadi basis pengetahuan untuk hasil analisis gambar.
3. Telegram Bot digunakan sebagai media penghubung yang menerima teks atau gambar dari pengguna, meneruskan input tersebut ke n8n untuk diproses, dan mengirimkan kembali hasil dari AI Agent secara real-time.

Sistem ini dikonfigurasi dengan alur kerja yang bercabang. Untuk input teks, Google Sheets digunakan sebagai sumber data untuk menyediakan memori percakapan kepada AI Agent. Sementara itu, untuk input gambar, data ditempelkan atau hasil analisis dari gambar direkam dalam sheet tersebut. Komunikasi antara n8n, AI Agent, dan Google Sheets dilakukan melalui serangkaian pemanggilan API dan node internal. Node Switch berperan sebagai pengarah data, memandu alur data ke jalur pemrosesan gambar atau ke jalur percakapan berbasis memori yang sesuai.



Gambar 5. Diagram Konteks Sistem

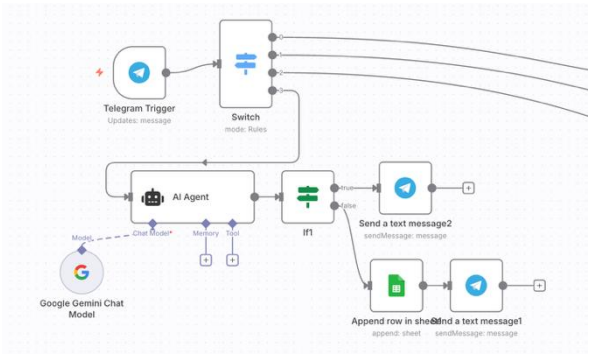
Rancangan ini menggabungkan *Google Sheets* sebagai tempat menyimpan data *Data Store* yang terpusat dalam sebuah Layanan Orkestrasi Bot (*Bot Orchestration Service*), agar dapat mendukung kemampuan berbicara dalam bentuk teks dan gambar. Gambar yang masuk akan diproses lewat proses ekstraksi *Image-to-Text,* sehingga dapat diubah menjadi data teks yang terstruktur, sementara pesan berbentuk teks dari pengguna disimpan langsung untuk membangun catatan percakapan. Sistem ini juga menggunakan mekanisme mencari konteks (*context retrieval*) dengan mengambil data dari Google Sheets, sehingga AI *Model Google Gemini* dapat mengakses riwayat percakapan sebelumnya untuk memberi jawaban yang tepat sesuai dengan konteks.
Menggabungkan *AI Model, Data Store,* dan ekstraktor *Image-to-Text* dalam satu Layanan Orkestrasi Bot menciptakan sistem yang bekerja secara terpusat dan efektif. Skema interaksi antar komponen dalam rancangan ini ditampilkan pada Diagram Konteks Sistem. Rancangan ini menunjukkan kemampuan sistem dalam menangani berbagai jenis interaksi pengguna, baik berupa teks maupun gambar, melalui alur yang sudah teratur. Arsitektur yang dikembangkan memberikan dasar yang kuat untuk pengembangan lebih lanjut, seperti menambahkan kemampuan analisis gambar yang lebih baik atau mengintegrasikan sumber data eksternal lainnya ke dalam Data Store. Alur kerja detail dari layanan orkestrasi ini, terutama proses otomatisasi data dari gambar struk, ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Model Otomatisasi Data dari Gambar Struk

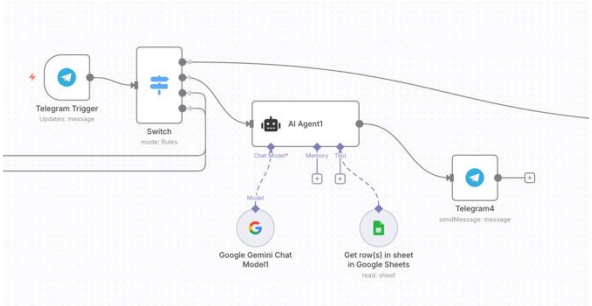
Alur kerja prototipe untuk otomatisasi ekstraksi data dimulai dengan *node Telegram Trigger*, yang bertindak sebagai pintu masuk utama untuk interaksi. Node ini terus-menerus memantau pesan yang masuk dari pengguna dan menangkap data mentah sebelum pesan itu diproses lebih jauh. Setelah itu, pesan tersebut dianalisis oleh *node Switch*, yang merupakan komponen logika yang mengelompokkan jenis input. Jika pesan yang diterima berisi file gambar, alur kerja akan mengarahkan file tersebut ke rantai pemrosesan visual yang sudah disiapkan.
Rantai pemrosesan dimulai dengan sejumlah node HTTP Request untuk mengambil file gambar dari server Telegram, lalu file tersebut diproses oleh *node Extract from File.*
Pada tahap ini, gambar dikonversi ke dalam *format Base64.* Setelah itu, data gambar yang telah diubah menjadi teks dikirim ke *node Analisa* berbasis *API Gemini* untuk diproses. Di tahap ini, sistem memanggil *API model Google Gemini* yang bertugas melakukan parsing terhadap informasi visual dari teks struk yang acak, lalu mengubahnya menjadi data teks yang terstruktur.
Hasil analisis tidak langsung disimpan, melainkan melewati proses validasi di node If. Node ini memastikan hanya data yang berhasil dianalisis yang akan lanjut ke tahap penyimpanan. Data tersebut disimpan ke dalam baris baru di Google Sheets melalui *node Append row in sheet*. Jika analisis gagal, sistem akan mengirim notifikasi Respon error ke pengguna, sehingga interaksi selesai dengan umpan balik yang jelas.

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162



Gambar 7. Model Otomatisasi Data dari Chat Struk

Untuk pesan yang dikategorikan sebagai teks, *node Switch* akan mengarahkan alur kerja ke rantai pemrosesan percakapan. Pusat dari rantai ini adalah *node AI Agent* yang berfungsi sebagai pengatur percakapan cerdas. Node ini dikonfigurasi menggunakan model *Google Gemini* Chat sebagai mesin utamanya, yang bertugas memahami serta membenarkan konteks dari pesan pengguna yang tidak terstruktur atau tidak normal. Output yang dihasilkan oleh *AI Agent* harus disesuaikan dengan format kategori sukses yang mencakup Nama Toko, Total Pembayaran, Daftar Barang, dan Tanggal pada Struk.
Hasil dari *AI Agent* tidak langsung dikirim kepada pengguna, melainkan terlebih dahulu melewati node If. Komponen ini berperan sebagai pengontrol logika yang menentukan langkah berikutnya berdasarkan analisis atau instruksi internal dari respons AI. Jika kondisi error terdeteksi, sistem akan langsung mengirimkan pesan kegagalan kepada pengguna melalui node kirim pesan teks. Namun, jika kondisi error tidak terpenuhi, berarti percakapan tersebut berisi data yang valid dan perlu disimpan. Dalam kasus ini, alur kerja akan melanjutkan proses dengan menyimpan informasi ke *Google Sheets* melalui node Tambah Baris di Lembar, kemudian mengirimkan pesan konfirmasi atau respons lanjutan kepada pengguna setelah data berhasil disimpan.



Gambar 8. Model Otomatisasi Laporan Interaktif

Rantai alur kerja ini dibuat khusus untuk menangani tugas membuat laporan, dan aktif ketika node Switch mendapat perintah tertentu dari pengguna, seperti */laporan*. Berbeda dengan alur percakapan biasa, komponen utamanya adalah *AI Agent1* yang sudah diperkuat dengan sebuah Tool. AI Agent ini menggunakan *Google Gemini Chat Mode1* dan tidak hanya bisa berbicara, tapi juga bisa memanggil fungsi eksternal sendiri untuk mengambil data.
Tool yang digunakan adalah *node Get row(s) in sheet*, yang memungkinkan AI Agent mengambil data langsung dari *Google Sheets* sebagai sumber data operasional.
Sistem ini dirancang pintar untuk menangani ketidakjelasan dalam perintah. Jika pengguna hanya memberi perintah dasar tanpa parameter, seperti */laporan* saja, AI Agent tidak langsung menggunakan tool, melainkan bertanya untuk klarifikasi, misalnya dengan pertanyaan Periode laporan yang kamu inginkan kapan? (hari ini/minggu ini/bulan ini).
Setelah pengguna memberi perintah lengkap beserta parameter waktu, *AI Agent1* akan menggunakan tool untuk memfilter dan mengambil data yang relevan dari sheet.
Data mentah yang didapat kemudian diproses dan disusun menjadi laporan ringkasan oleh AI Agent, lalu dikirimkan sebagai jawaban ke pengguna melalui Telegram.
Pengujian prototipe agen percakapan dilakukan dengan pendekatan eksperimental berbasis metode *black-box testing*, untuk memastikan bahwa sistem bekerja sesuai spesifikasi fungsional tanpa mengakses detail alur kerja internal di n8n. Skema pengujian mencakup serangkaian percobaan interaksi pengguna dengan sistem bot Telegram, baik dengan interaksi berbasis teks percakapan atau perintah, maupun interaksi berbasis gambar ekstraksi data struk.
Uji fungsionalitas dilakukan dengan skenario sebagai berikut: (1) pengguna mengirimkan pesan, baik berupa teks atau gambar, melalui antarmuka Telegram, (2) sistem menerima dan memproses input melalui alur kerja n8n yang sesuai, (3) jika diperlukan, sistem mengambil atau menyimpan informasi pada basis data di Google Sheets, dan (4) sistem memberikan respons akhir kepada pengguna. Setiap skenario divalidasi dengan melihat keberhasilan eksekusi alur kerja dan relevansi respons yang diberikan.

3.2 Pengujian Fungsional Berbasis Gambar

Pengujian berbasis gambar dilakukan untuk menilai kemampuan sistem dalam mengenali entitas transaksi pada berbagai kondisi visual. Seluruh skenario yang digunakan dirancang untuk mewakili kondisi nyata yang umum terjadi pada struk fisik maupun digital. Rincian hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Pengujian Input Gambar Black-Box Testing

Skenario	Hasil	Status
Pengguna mengirim gambar struk jelas dan lengkap.	Sistem berhasil mengenali semua entitas (Toko, Total, Items, Tanggal).	Berhasil
Pengguna mengirim gambar	Sistem mengembalikan	Berhasil

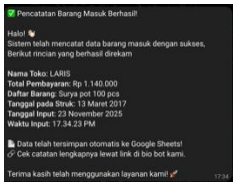
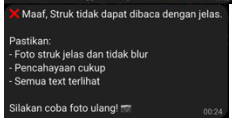
P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

struk buram atau pencahayaan rendah.	pesan "Struk tidak dapat dibaca dengan jelas".	
Pengguna mengirim gambar non-struk, misal teks kode atau layar terminal.	Sistem gagal membaca dan mengembalikan pesan "Struk tidak dapat dibaca dengan jelas".	Gagal
Pengguna mengirim gambar struk dengan format tidak umum tulisan tangan.	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar dengan konten ganda (lebih dari satu struk).	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi dan mengeluarkan hasil satu per satu.	Berhasil
Pengguna mengirim struk dalam posisi terbalik (rotated 180°).	Sistem mendeteksi orientasi dan otomatis membalik untuk dibaca.	Berhasil
Pengguna mengirim struk miring 45°.	Sistem tetap bisa membaca mengenali entitas utama Toko, Total, Items, Tanggal.	Berhasil
Pengguna mengirim struk dengan watermark besar misal logo toko.	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim struk dengan font sangat kecil.	Sistem konfirmasi manual jika gagal membaca.	Gagal
Pengguna mengirim foto struk dengan latar belakang ramai (meja penuh benda).	Sistem tetap fokus mengenali area struk.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar struk dengan sebagian terlipat.	Sistem membaca struk yang masih terlihat total harga dan item dengan akurat.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar teks struk buatan tangan di kertas kosong (tanpa format toko).	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi. Nama toko akan di isi manual Input.	Berhasil
Pengguna mengirim struk lama dengan tinta pudar.	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar struk dengan teks terbalik (mirror image).	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim struk digital (screenshot e-receipt).	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar blur tapi masih sedikit terbaca.	Sistem tetap membaca teks dengan akurasi tinggi.	Berhasil
Pengguna mengirim struk berbahasa asing dengan mata uang selain IDR.	Sistem membaca dan mengonversi nominal ke Rupiah menggunakan nilai tukar terkini dari mata uang asal.	Berhasil
Pengguna mengirim gambar dengan tambahan coretan atau highlight warna.	Sistem tetap membaca, mengabaikan area yang disorot.	Berhasil
Pengguna mengirim struk dengan sebagian teks terpotong (misalnya setengah bagian hilang).	Sistem menolak input dan menampilkan pesan "Maaf, teks barang masuk tidak bisa dipahami."	Gagal

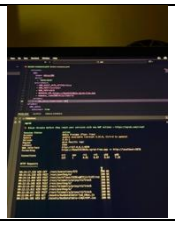
Berdasarkan hasil pada Tabel 2, sistem menunjukkan akurasi tinggi dalam mengekstraksi informasi dari sebagian besar kondisi gambar. Hanya beberapa skenario ekstrem seperti font sangat kecil dan struk terpotong yang menghasilkan keluaran error sesuai harapan pengujian.

Untuk memberikan gambaran visual mengenai kualitas hasil ekstraksi, beberapa contoh input gambar dan output sistem ditampilkan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Pemrosesan Input Gambar Struk

Skenario	Input Struk	Output Sistem	Status
Struk terbalik 180°			Berhasil
Struk dengan watermark besar			Berhasil
Struk blur tapi masih terbaca			Berhasil
Struk Terpotong			Gagal

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

Struk non-struk, misal teks kode			Gagal

Contoh-contoh pada Tabel 3 memperkuat hasil pengujian bahwa sistem mampu memproses gambar meskipun kualitasnya tidak ideal, termasuk kasus terbalik, buram, atau memiliki watermark.

3.3 Pengujian Fungsional Berbasis Teks

Setelah menguji fitur utama berbasis gambar, pengujian dilanjutkan ke interaksi berbasis teks. Skenario ini mencakup kemampuan berbicara umum, memahami perintah yang terstruktur, serta menangani masukan yang tidak lengkap atau samar. Tujuan pengujian ini adalah memastikan bot bisa merespons dengan pintar dalam berbagai situasi percakapan. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 4.

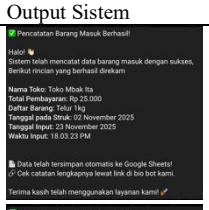
Tabel 4. Hasil Pengujian Input Teks Black-Box Testing

Skenario	Hasil	Status
Pengguna mengirim teks tidak terstruktur atau tidak relevan (“gimana cara gunainnya”)	Sistem menolak input dan menampilkan pesan “Maaf, teks barang masuk tidak bisa dipahami.”	Gagal
Pengguna mengirim teks tanpa menyertakan tanggal (“barang masuk telur 1kg Rp 25rb di Toko Mbak Ita”)	Sistem menambahkan tanggal input otomatis berdasarkan waktu saat ini.	Berhasil
Pengguna mengirim teks tanpa menyebut nama toko (“masuk barang telur 5kg Rp 25rb tanggal 2 kemarin”)	Sistem menambahkan nama toko secara otomatis dengan label Manual Input.	Berhasil
Pengguna mengirim teks lengkap sesuai format (“barang masuk telur 1kg Rp 25rb di Toko Mbak Ita tanggal 2 kemarin”)	Sistem berhasil mengenali entitas toko, total, items, dan tanggal sesuai format.	Berhasil
Pengguna mengirim teks ambigu dengan ejaan tidak konsisten	Sistem tetap mampu mengurai dan menampilkan hasil dengan toleransi kesalahan minor.	Berhasil
Pengguna hanya menulis “barang masuk telur” tanpa harga dan toko	Sistem menolak input dan menampilkan pesan “Maaf, teks barang masuk tidak bisa dipahami.”	Gagal
Pengguna mengirim teks dengan urutan acak (“Rp 25rb telur 1kg dari Mbak Ita barang masuk tanggal 2”)	Sistem mengenali entitas meski urutan tidak sesuai.	Berhasil
Pengguna menulis teks dengan singkatan umum (“brg msk telor 1kg 25rb alfamart tgl 2”)	Sistem berhasil menafsirkan singkatan dan mengenali entitas utama.	Berhasil
Pengguna menulis teks dengan bahasa campuran Inggris-Indonesia (“barang masuk egg 2kg Rp 50rb di Indomaret”)	Sistem mengenali kata campuran dan tetap mengekstraksi entitas.	Berhasil
Pengguna mengirim teks tanpa angka nominal (“barang masuk telur 2kg di Alfamart tanggal 2”)	Sistem menolak input dan menampilkan pesan “Maaf, teks barang masuk tidak bisa dipahami.”	Gagal
Pengguna mengirim teks dengan tanda baca berlebih (“barang masuk!!! telur 1kg Rp25rb!!! di Alfamart?? tanggal 2??”)	Sistem membersihkan tanda baca dan mengenali informasi utama.	Berhasil
Pengguna mengirim teks terlalu panjang (lebih dari 300 karakter) dengan beberapa transaksi dalam satu kalimat	Sistem hanya mengirimkan hasil berhasil memproses satu transaksi pertama.	Berhasil

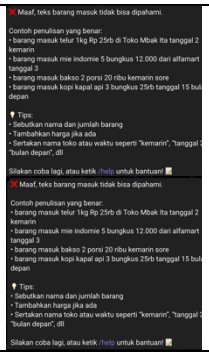
Hasil pada Tabel 4 menunjukkan bahwa sistem memiliki toleransi tinggi terhadap variasi penulisan, selama informasi inti masih tersedia. Kasus gagal terjadi tepat pada skenario di mana entitas wajib tidak diberikan oleh pengguna.

Untuk memperkuat temuan pada uji teks, beberapa contoh input dan output sistem ditampilkan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Pemrosesan Input Text

Skenario	Input Text Struk	Output Sistem	Status
Teks lengkap sesuai format	“barang masuk telur 1kg Rp 25rb di Toko Mbak Ita tanggal 2 kemarin”		Berhasil
Text format tanpa nama toko, acak dengan tanggal diset bulan depan	“kopi kapal api tadi masuk barang 3 bungkus 25rb tanggal 15 bulan depan”		Berhasil
Text lengkap dengan tanda baca yang berlebih	“barang masuk!!! telur 1kg Rp25rb!!! di Alfamart?? tanggal 2???”)		Berhasil

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

Teks tanpa angka nominal	"barang masuk telur 2kg di Alfamart tanggal 2"		Gagal
Text tanpa harga dan toko	“barang masuk telur”		Gagal

Hasil pada Tabel 5 menunjukkan bahwa sistem berhasil memproses seluruh skenario teks dengan benar. Keberhasilan ini mengindikasikan bahwa model multimodal mampu memahami konteks kalimat dan mengekstraksi entitas transaksi meskipun format input tidak teratur.

3.3 Confusion Matrix

Evaluasi kinerja sistem dilakukan menggunakan Confusion Matrix untuk menilai kemampuan sistem dalam membedakan input yang valid dan input yang tidak valid. Keluaran sistem hanya terdiri dari dua kategori, yaitu Valid (berhasil dibaca dan diparse menjadi informasi transaksi lengkap) dan Error (ditolak karena tidak memenuhi struktur minimum seperti tidak adanya nominal, tanggal, atau nama toko).
Seluruh 33 skenario yang diuji terdiri dari kombinasi input gambar dan teks. Input yang masuk dalam kategori Aktual Valid adalah data yang secara logis dapat diekstraksi, sedangkan Aktual Error adalah data yang memang tidak dapat diproses dengan benar, misalnya struk terpotong, teks tanpa nominal, teks tidak relevan, atau struktur kalimat yang tidak memenuhi entitas wajib.
Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan seluruh skenario dengan tepat. Tabel Confusion Matrix ditampilkan sebagai berikut.

Tabel 6. Confusion Matrix Pengujian Sistem

Kondisi Aktual	Prediksi Valid	Prediksi Error
Aktual Valid	27	0
Aktual Error	0	6

Berdasarkan Confusion Matrix tersebut, perhitungan metrik evaluasi adalah sebagai berikut.

Accuracy = (TP + TN) / total = (27 + 6) / 33 = 100%
Precision = TP / (TP + FP) = 27 / 27 = 100%
Recall = TP / (TP + FN) = 27 / 27 = 100%
F1 = 100%

Nilai ini tidak menunjukkan bahwa sistem selalu sempurna dalam memahami semua jenis input, tetapi menegaskan bahwa seluruh keputusan sistem pada 33 skenario uji selalu sesuai dengan kondisi aktual input. Dengan demikian, workflow berbasis n8n dan model Gemini berhasil mengklasifikasikan input secara konsisten dan akurat.

3.5 Evaluasi Waktu Respons Sistem

Selain menguji fungsi sistem, aspek non-fungsi seperti durasi respons juga diukur untuk mengecek bagaimana sistem bekerja. Hal ini penting agar pengguna merasa nyaman dan cepat saat menggunakan sistem. Durasi respons dihitung dari saat pengguna mengirimkan pesan hingga sistem memberi jawaban lengkap. Uji coba dilakukan dengan berbagai jenis masukan untuk melihat perbedaan kinerja, dan hasilnya disajikan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Waktu Respons Sistem Terhadap Jenis Input

Input	Skenario	Waktu Respons
Input Teks Lengkap.	Pengguna mengirim perintah pencatatan barang yang valid.	15.8 detik
Input Gambar Resolusi Rendah, <1MB	Pengguna mengirim gambar struk jelas berukuran kecil.	17.4 detik
Input Gambar Resolusi Tinggi, >3MB	Pengguna mengirim gambar struk jelas/	18.5 detik
Input /Laporan	Pengguna mengirim perintah pengecekan laporan berdasarkan harian/minguan/bulan	15.3 detik

Dari hasil pada Tabel 7, terlihat bahwa waktu respons untuk input teks sangat cepat dan ideal untuk interaksi percakapan. Sementara itu, waktu respons untuk pemrosesan gambar secara signifikan lebih lama, dipengaruhi oleh proses pengunduhan file, konversi ke Base64, dan analisis oleh model vision. Terdapat korelasi antara ukuran file gambar dengan durasi respons. Meskipun demikian, waktu respons yang tercatat masih berada dalam batas wajar untuk fungsionalitas ekstraksi data otomatis yang kompleks.

4. Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa n8n sebagai pengatur alur kerja, Google Gemini sebagai pemroses AI multimodal, dan Telegram Bot sebagai antarmuka percakapan mampu membentuk sistem pencatatan transaksi otomatis yang akurat, stabil, dan responsif. Hasil pengujian pada 20 skenario gambar dan 13 skenario teks menunjukkan bahwa sistem berhasil mengekstraksi entitas utama seperti nama toko, total harga, daftar barang, dan tanggal transaksi secara konsisten, termasuk pada kondisi visual yang kurang ideal seperti struk buram, tinta pudar, posisi miring, maupun tulisan tangan. Evaluasi menggunakan Confusion Matrix, yang dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi ketepatan keputusan sistem dalam mengklasifikasikan input ke dalam kategori valid dan error, menunjukkan nilai accuracy, precision, recall, dan F1-score sebesar 100 persen. Hasil ini mengindikasikan bahwa seluruh keputusan sistem pada 33 skenario uji telah sesuai dengan kondisi aktual. Waktu respons yang berada pada kisaran 15,8 detik

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

untuk teks dan 17–18,5 detik untuk gambar menunjukkan performa yang stabil untuk penggunaan operasional harian. Secara keseluruhan, penelitian ini berhasil menjawab rumusan masalah dan menghasilkan prototipe sistem pencatatan transaksi otomatis yang layak diterapkan pada pelaku usaha ritel kecil hingga menengah.

Penelitian ini tetap memiliki sejumlah keterbatasan. Sistem belum diuji menggunakan dataset berskala besar maupun kondisi ekstrem, seperti pencahayaan sangat rendah atau struk yang benar-benar kehilangan struktur visual. Proses ekstraksi juga masih bergantung pada kemampuan interpretatif model multimodal, sehingga beberapa kasus ambigu berpotensi memerlukan validasi manual. Variasi perangkat kamera serta gambar beresolusi tinggi juga belum diuji secara mendalam sehingga aspek performa pada kondisi tersebut masih menjadi ruang penelitian selanjutnya.

Untuk pengembangan lanjutan, sistem dapat ditingkatkan dengan mempercepat pemrosesan gambar beresolusi tinggi, memperluas kemampuan ekstraksi hingga rincian harga per item, serta menambahkan dukungan terhadap platform komunikasi lain seperti WhatsApp. Integrasi masukan berbasis audio juga berpotensi meningkatkan fleksibilitas penggunaan, memungkinkan pencatatan transaksi dilakukan melalui perintah suara. Dengan arah pengembangan tersebut, sistem ini dapat berkembang menjadi solusi pencatatan transaksi otomatis yang lebih adaptif, komprehensif, dan siap digunakan dalam berbagai skenario dunia nyata.

Daftar Rujukan

[1] M. Desmond, E. Duesterwald, V. Isahagian, and V. Muthusamy, “A No-Code Low-Code Paradigm for Authoring Business Automations Using Natural Language,” July 15, 2022, *arXiv*: arXiv:2207.10648. doi: 10.48550/arXiv.2207.10648.

[2] D. Hikmawati and C. Nuryakin, “Keberadaan Ritel Modern dan Dampaknya terhadap Pasar Tradisional di DKI Jakarta,” *J. Ekon. Dan Pembang. Indones.*, vol. 17, no. 2, Jan. 2017, doi: 10.21002/jepi.v17i2.07.

[3] L. A. Nusron, A. Z. Putri, N. Pramudiati, and D. Wastuti, “Digitalitasi Pencatatan Transaksi Dan Optimalisasi Pemasaran UMKM Sarisa Merapi,” *Rahmatan Lil Alamin J. Community Serv.*, pp. 66–76, Dec. 2021, doi: 10.20885/RLA.Vol1.iss2.art2.

[4] C. Calisto and S. Narulita, “Pengembangan Aplikasi Kasir pada Sistem Informasi Rumah Makan Mie Happy,” *Pixel J. Ilm. Komput. Graf.*, vol. 17, no. 2, pp. 11–21, Dec. 2024, doi: 10.51903/pixel.v17i2.2076.

[5] I. Wahyuni and F. A. Ahda, “Pemodelan Fuzzy Inference System Tsukamoto Untuk Prediksi Curah Hujan Studi Kasus Kota Batu,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 12, no. 2, pp. 115–124, Aug. 2018, doi: 10.32815/jitika.v12i2.260.

[6] GPT-4.5 and N. Dresselhaus, “Case Study: Local LLM-Based NER with n8n and Ollama,” May 2025, Accessed: Nov. 26, 2025. [Online]. Available: https://drezil.de/Writing/ner4all-case-study.html

[7] H. Amin, L. Ana, and A. Suhendi, “Otomatisasi Deployment dan Manajemen Multi-Kontainer Docker untuk Skalabilitas dan Efisiensi Lingkungan Komputansi Terisolasi,” *J. Sist. Inf. Tek. Inform. Dan Teknol. Pendidik.*, vol. 5, no. 1, pp. 119–120, Sept. 2025, doi: 10.55338/justikpen.v5i1.261.

[8] L. Yuanzhi, Ю. Лю, V. I. Borisov, and Б. В. Ильич, “Containerization and Automation of Web Application Deployment: Analysis and Practical Implementation,” *Comput. Nanotechnol.*, vol. 12, no. 1, pp. 194–201, June 2025, doi: 10.33693/2313-223X-2025-12-1-194-201.

[9] L. Farokhah, F. A. Ahda, L. Widayanti, and V. A. Fitria, “Implementasi Metode SCRUM dalam Perancangan Produk Backlog Sistem Cerita Desa,” *J. Inform. J. Pengemb. IT*, vol. 5, no. 1, pp. 1–6, Jan. 2020, doi: 10.30591/jpit.v5i1.1658.

[10] S. Shidqi, D. A. Sulistyo, and F. A. Ahda, “Pembuatan Infrastruktur Database Menggunakan Metode Replikasi Untuk Pelanggan Jagoan Hosting,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 16, no. 1, pp. 65–74, Jan. 2022, doi: 10.32815/jitika.v16i1.702.

[11] Lia Farokhah, Fadhli Almu’iini Ahda, and Lukman Hakim, “Implementasi SCRUM dalam Perancangan Aplikasi Emergency Button PMI Kota Malang,” *Digit. Zone J. Teknol. Inf. Dan Komun.*, vol. 11, no. 1, pp. 59–70, May 2020, doi: 10.31849/digitalzone.v11i1.3869.

[12] A. J. Mahadwija and F. A. Ahda, “Telegram FAQ Chatbot Design for Budi Mulia Lawang Junior High School,” *IC-ITECHS*, vol. 5, no. 1, pp. 791–798, Dec. 2024, doi: 10.32664/ic-itechs.v5i1.1643.

[13] M. Tohir, F. A. Ahda, and D. A. Sulistyo, “Sistem Pendukung Keputusan Untuk Pemilihan Supplier Buah Di PT.Indomarco Prismatama Menggunakan Metode Analytical Hierarchy Process,” *J. Ilm. Teknol. Inf. Asia*, vol. 16, no. 2, pp. 113–122, July 2022, doi: 10.32815/jitika.v16i2.629.

[14] A. Bintang, A. L. Hananto, and A. Hananto, “Telegram BOT Application Development Integration with Google Sheets for Sending Service Reporting,” *J. Artif. Intell. Eng. Appl. JAIEA*, vol. 4, no. 3, pp. 2208–2214, June 2025, doi: 10.59934/jaiea.v4i3.1136.

[15] T. T. H. Nguyen, A. Jatowt, M. Coustaty, and A. Doucet, “Survey of Post-OCR Processing Approaches,” *ACM Comput Surv*, vol. 54, no. 6, p. 124:1-124:37, July 2021, doi: 10.1145/3453476.

[16] L. Farokhah and Y. A. Sapoetra, “Sistem Pengawasan Keuangan Badan Usaha Milik Desa (BUM Des) berbasis Android,” *JUSTIN J. Sist. Dan Teknol. Inf.*, vol. 6, no. 4, pp. 210–216, Oct. 2018, doi: 10.26418/justin.v6i4.29097.

[17] A. E. W. Djawa and F. A. Ahda, “Design of an Academic Services Chatbot at Asia Institute Malang,” *IC-ITECHS*, vol. 5, no. 1, pp. 799–806, Dec. 2024, doi: 10.32664/ic-itechs.v5i1.1642.

[18] A. Ramadhani, M. D. Yantoro, M. F. Akmal, M. Mahfud, and Fauzi, “CHATBOT OTOMATIS DENGAN N8N DAN AI UNTUK ANALISIS DATA DAN PELAPORAN HASIL,” *J. Ris. Tek. Komput.*, vol. 2, no. 2, pp. 18–23, June 2025, doi: 10.69714/x1p94182.

[19] L. Cunha, “MODELING AN INTELLIGENT ACCOUNTING ECOSYSTEM USING AUTOMATED AGENTS WITH N8N,” *LUMEN VIRTUS*, vol. 15, no. 41, Sept. 2024, doi: 10.56238/levv15n41-115.

[20] K. Saab *et al.*, “Capabilities of Gemini Models in Medicine,” May 01, 2024, *arXiv*: arXiv:2404.18416. doi: 10.48550/arXiv.2404.18416.

[21] A. G, G. D. Rao, P. S. R. Gopal, K. M, and B. S. V. Vignesh, “Automated Document Processing: Combining OCR and Generative AI for Efficient Text Extraction and Summarization,” in *2024 International Conference on Innovative Computing, Intelligent Communication and Smart Electrical Systems (ICSES)*, Chennai, India: IEEE, Dec. 2024, pp. 1–5. doi: 10.1109/ICSES63760.2024.10910510.

[22] F. W. G. Suharyono, K. Kartini, and A. Junaidi, “PENERAPAN METODE BOUNDARY VALUE ANALYSIS DAN EQUIVALENCE PARTITIONING DALAM PENGUJIAN BLACK BOX UNTUK APLIKASI SIADITA,” *JATI J. Mhs. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 1, pp. 1013–1020, Feb. 2024, doi: 10.36040/jati.v8i1.8921.

[23] A. S. Simparico, R. Andrian, R. Safe’i, and A. Syarif, “Implementasi YOLOv10 untuk Deteksi Kerapatan dan Transparansi Tajuk Pohon melalui Aplikasi Mobile,” *J. FASILKOM*, vol. 15, no. 2, pp. 213–220, Aug. 2025, doi: 10.37859/jf.v15i2.9581.

[24] A. E. Maxwell, T. A. Warner, and L. A. Guillén, “Accuracy Assessment in Convolutional Neural Network-Based Deep

P-ISSN : 2089-3353
E-ISSN : 2808-9162

Learning Remote Sensing Studies—Part 1: Literature Review," *Remote Sens.*, vol. 13, no. 13, p. 2450, Jan. 2021, doi: 10.3390/rs13132450.

[25] Y. Yang, "An Evaluation of Statistical Approaches to Text Categorization," *Inf. Retr.*, vol. 1, no. 1, pp. 69–90, Apr. 1999, doi: 10.1023/A:1009982220290.