

## ANALISIS PERFORMA EFISIENSI WAKTU PADA WORKFLOW OTOMASI MENGGUNAKAN PLATFORM N8N

Muhammad Iqbal Pratama, Apriade Voutama

Sistem Informasi, Universitas Singaperbangsa Karawang

Jl. HS. Ronggo Waluyo, Puseurjaya, Telukjambe Timur, Kabupaten Karawang, Jawa Barat

*Ikbalpratama0404@gmail.com*

### ABSTRAK

Transformasi digital menuntut efisiensi tinggi dalam pengelolaan data rutin guna meminimalisir proses manual yang memakan waktu dan rentan terhadap kesalahan manusia (*human error*). Masalah utama yang mendasari penelitian ini adalah lambatnya siklus sinkronisasi data dari Google Sheets menuju platform notifikasi akibat pengelolaan yang masih dilakukan secara konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis performa efisiensi waktu secara kuantitatif dengan mengimplementasikan workflow otomatis menggunakan platform low-code n8n. Metode yang digunakan adalah eksperimen komparatif yang membandingkan durasi eksekusi penyalinan data manual dengan kecepatan sistem otomatis. Sistem ini dirancang untuk menghubungkan Google Sheets dan Telegram API melalui mekanisme pemantauan (*polling*) secara berkala. Hasil pengujian menunjukkan bahwa implementasi n8n mampu mereduksi waktu pemrosesan secara drastis dibandingkan cara konvensional. Waktu transmisi data sejak terdeteksi oleh sistem hingga terkirim sebagai pesan Telegram terbukti konsisten berada di bawah batas dua detik dengan tingkat akurasi 100%. Dapat disimpulkan bahwa otomatisasi n8n memberikan peningkatan performa efisiensi waktu yang sangat signifikan, menjadikannya solusi ideal untuk integrasi sistem otomatis dengan pemeliharaan infrastruktur yang minimal.

**Kata kunci :** *Human error, Otomasi, n8n, Efisiensi Waktu, Google Sheets, Telegram API, Workflow*

### 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di era transformasi digital telah mengubah cara organisasi mengelola data operasional. Efisiensi operasional kini menjadi indikator krusial dalam keberhasilan manajemen proses bisnis. Menurut Amir (2026), integrasi alur kerja (*workflow*) otomatis memungkinkan organisasi kecil maupun praktisi individu untuk meningkatkan efisiensi tanpa memerlukan keahlian pengembangan perangkat lunak yang mendalam [1].

Namun, pada realitanya, banyak entitas masih mengandalkan proses manual dalam sinkronisasi data antar platform, seperti memindahkan data dari *spreadsheet* ke media komunikasi.

Proses manual tersebut memiliki batasan signifikan, terutama terkait dengan waktu eksekusi dan potensi kesalahan manusia (*human error*). Nasir dkk. (2025) mengungkapkan bahwa entri data manual sering kali menyebabkan keterlambatan pelaporan dan ketidakakuratan informasi yang fatal [2].

Sejalan dengan hal tersebut, penelitian Venkiteela (2025) menekankan bahwa kebutuhan akan kerangka kerja orkestrasi yang fleksibel dan bebas vendor sangat mendesak untuk menyatukan ekosistem data yang terfragmentasi [3][4].

Platform *low-code automation* seperti n8n muncul sebagai solusi inovatif yang menawarkan arsitektur berbasis *event* untuk menghubungkan berbagai layanan API secara *real-time*. Berbeda dengan alat otomatisasi tradisional, n8n memungkinkan kontrol penuh atas data melalui *self-hosting* dan penggunaan *node* fungsional yang dapat dikustomisasi [3].

Penggunaan platform ini telah terbukti mampu mengurangi beban kerja manual secara drastis dalam berbagai sektor, mulai dari manajemen proyek hingga pemantauan sensor IoT, hingga layanan kesehatan [5][6][7].

Meskipun potensi otomatisasi telah banyak dibahas, analisis spesifik mengenai performa efisiensi waktu pada workflow yang menghubungkan Google Sheets sebagai basis data dan Telegram sebagai media notifikasi dengan interval *polling* berkala masih memerlukan kajian empiris.

Sebagai rencana penyelesaian masalah atas inefisiensi tersebut, penelitian ini merancang skenario eksperimen komparatif untuk mengevaluasi secara kuantitatif durasi transmisi data dan tingkat keberhasilan sistem. Tujuan utama dari penelitian ini adalah membuktikan dan menganalisis seberapa besar reduksi waktu yang dihasilkan oleh integrasi n8n dibandingkan dengan metode konvensional. Hasil dari pengukuran performa ini diharapkan dapat memberikan referensi preskriptif bagi praktisi teknologi dalam mengoptimalkan dan mengotomatisasi alur kerja digital secara terukur.

### 2. TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Otomatisasi Alur Kerja (*Workflow Automation*)

Otomatisasi alur kerja merupakan penggunaan teknologi untuk menjalankan tugas-tugas repetitif tanpa campur tangan manusia secara terus-menerus. Menurut Priyadarshi (2024), implementasi otomatisasi pada proses bisnis memberikan dampak transformatif dalam mengatasi tantangan perencanaan dan eksekusi,

serta mampu memberikan penghematan biaya dan waktu yang signifikan [8].

Otomatisasi bertujuan untuk mengurangi beban kerja kognitif dan meminimalisir *human error* yang sering terjadi pada entri data manual.

## 2.2. Platform Low-Code dan n8n

Platform *low-code* memungkinkan pengguna untuk membangun aplikasi atau integrasi sistem dengan minimal penulisan kode manual. n8n adalah salah satu platform otomatisasi alur kerja berbasis *open-source* yang menonjol karena kemampuannya dalam menghubungkan berbagai layanan melalui API. Venkiteela (2025) menyatakan bahwa n8n menyediakan ekosistem yang dapat diperluas untuk menyatukan integrasi sistem, orkestrasi AI, dan otomatisasi data dalam satu lingkungan yang self-hosted [3].

Struktur n8n yang berbasis node memudahkan visualisasi logika bisnis yang kompleks.

## 2.3. Efisiensi Performa dan Reduksi Waktu

Penelitian mengenai performa otomatisasi menunjukkan hasil yang konsisten dalam hal kecepatan. Amir (2026) dalam studinya menunjukkan bahwa penggunaan n8n pada skala bisnis kecil mampu mereduksi waktu eksekusi dari 185,35 detik (manual) menjadi hanya 1,23 detik (otomatis), atau setara dengan pengurangan waktu sebesar 151 kali lipat [1].

Hal ini diperkuat oleh penelitian Wali dkk. (2025) yang mengimplementasikan n8n pada koperasi syariah, di mana waktu pemrosesan transaksi berkurang hingga 85,6% dan kesalahan entri data menurun sebesar 96,6% [2].

## 2.4. Integrasi Sistem dan IoT

Fleksibilitas n8n juga terbukti dalam pengelolaan data real-time. Legito dkk. (2025) memanfaatkan n8n untuk pemantauan sensor IoT pada *smart farming*, yang menunjukkan bahwa platform ini sangat andal dalam menangani *streaming* data untuk mendukung pengambilan keputusan yang cepat di area dengan infrastruktur terbatas [6].

Selain itu, perkembangan terbaru menunjukkan integrasi n8n dengan teknologi *Agentic Retrieval-Augmented Generation* (RAG) untuk menciptakan sistem otomatisasi yang lebih cerdas dan adaptif [9].

## 2.5. Peran AI dalam Optimasi Alur Kerja

Integrasi Kecerdasan Buatan (AI) ke dalam alur kerja otomatisasi menjadi tren utama untuk meningkatkan akurasi pengambilan keputusan. Vishwakarma (2025) menjelaskan bahwa penggunaan agen AI dalam n8n memungkinkan otomatisasi tugas yang lebih cerdas melalui pembelajaran adaptif [10].

Hal ini sejalan dengan pandangan Bhanderi (2024) yang menyatakan bahwa alat bantu berbasis AI dapat mengotomatiskan tugas repetitif sekaligus meningkatkan analitik prediktif dalam manajemen proyek [5].

## 3. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam studi ini adalah eksperimen laboratorium dengan pendekatan komparatif. Tahapan penelitian disusun secara sistematis untuk memastikan akurasi data performa yang dihasilkan.

### 4.1. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis untuk memastikan data yang dihasilkan akurat dan dapat dipertanggungjawabkan:

- Studi Literatur: Mengumpulkan referensi terkait otomatisasi low-code, platform n8n, dan optimisasi API.
- Analisis Kebutuhan: Mengidentifikasi struktur data pada Google Sheets dan kebutuhan notifikasi pada Telegram.
- Perancangan Workflow: Menyusun logika interaksi antar node di dalam n8n.
- Pengujian Eksperimental: Melakukan komparasi waktu eksekusi antara metode manual dan otomatis.
- Analisis Data: Mengolah hasil pengujian menggunakan perhitungan efisiensi waktu.

### 3.2. Spesifikasi Lingkungan Pengujian

Tabel 1. Spesifikasi Lingkungan

| Komponen         | Spesifikasi              |
|------------------|--------------------------|
| Sistem Operasi   | Windows 11               |
| Prosesor         | AMD Athlon Silver 3050u  |
| Memori (RAM)     | 8 GB DDR4                |
| Koneksi Internet | 20 Mbps                  |
| Platform Otomasi | n8n Dektop / Self Hosted |
| Browser          | Google Chrome            |

### 3.3. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Sistem

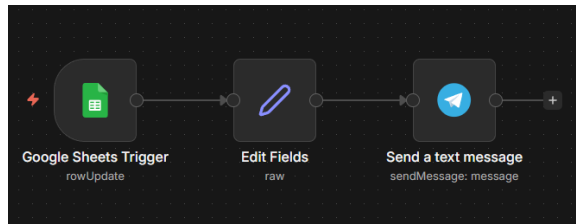
Tahap awal penelitian melibatkan observasi terhadap keterlambatan transmisi data pada proses manual. Kebutuhan sistem diidentifikasi untuk membangun integrasi antara Google Sheets sebagai *database* penyimpanan data dan Telegram sebagai platform notifikasi. Kriteria utama sistem adalah kemampuan untuk melakukan pemantauan data secara berkala (*polling*) dan mengirimkan informasi secara otomatis tanpa intervensi manusia.

### 3.4. Perancangan Arsitektur Otomasi

Arsitektur sistem dibangun di atas platform *low-code* n8n. Perancangan ini melibatkan tiga komponen utama yang direpresentasikan dalam bentuk *node*:

- Node Google Sheets Trigger*: Berfungsi sebagai pemicu alur kerja yang dikonfigurasi untuk memeriksa baris baru pada dokumen *spreadsheet* dengan interval polling setiap 1 menit.
- Node Edit Fields (Transformasi)*: Berfungsi untuk melakukan ekstraksi data JSON dari Google Sheets dan menyusunnya ke dalam format pesan teks yang terstruktur menggunakan ekspresi dinamis.

- c. *Node Telegram*: Berfungsi sebagai *output gateway* yang mengirimkan pesan hasil transformasi ke *Chat ID* pengguna melalui Telegram Bot API.



Gambar 1. Node pada workflow n8n

### 3.5. Skenario Pengujian

Pengujian dilakukan dengan membandingkan dua skenario utama untuk mengukur efisiensi waktu:

- Skenario A (Manual): Pengguna melakukan pemantauan Google Sheets secara manual, menyalin data Nama, Keterangan, dan Status, kemudian mengirimkannya melalui aplikasi Telegram.
- Skenario B (Otomasi n8n): Sistem n8n secara otomatis mendeteksi data baru dan mengirimkan notifikasi tanpa bantuan manual.

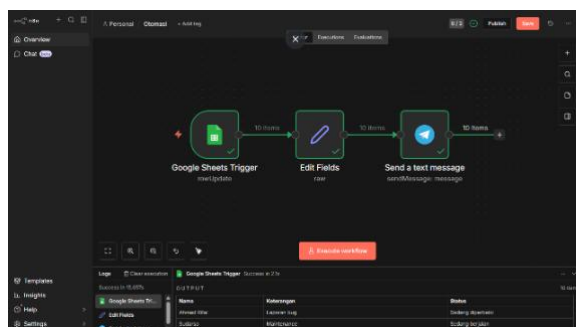
### 3.6. Instrumen Pengukuran

Parameter utama yang diukur dalam penelitian ini adalah durasi waktu eksekusi (*Execution Time*). Pada proses manual, waktu diukur menggunakan *stopwatch* digital sejak data terbaca hingga pesan terkirim. Pada proses otomasi, data diambil dari *Execution Log* n8n yang mencatat waktu mulai (*start time*) dan durasi proses dalam satuan milidetik (ms). Selain itu, akurasi data juga dinilai dengan membandingkan kesesuaian antara data sumber dan data pada notifikasi.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Konfigurasi dan Fungsi Node pada Workflow n8n

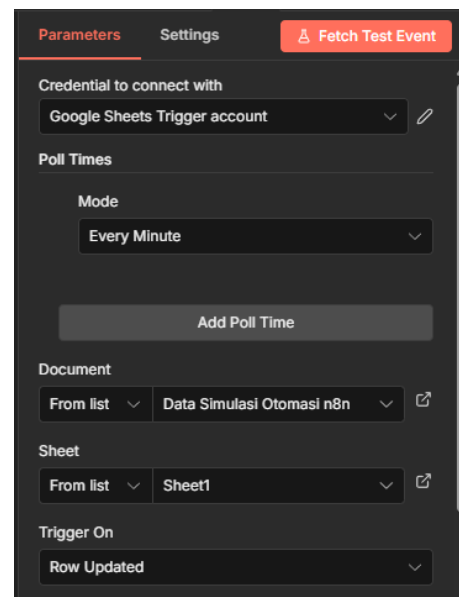
Implementasi sistem dilakukan dengan menyusun tiga node utama yang memiliki fungsi spesifik dalam rantai otomasi.



Gambar 2. Tampilan keseluruhan workflow

### 4.2. Konfigurasi Node Google Sheets (Trigger)

*Node* ini berfungsi sebagai sumber data (*data source*) sekaligus pemicu alur kerja. Konfigurasi dilakukan menggunakan metode autentikasi OAuth2 untuk menghubungkan n8n dengan Google Cloud Console. Parameter *event* diatur pada pilihan "Row Added" dengan mekanisme *polling* setiap 1 menit. Hal ini memastikan bahwa setiap baris baru yang ditambahkan pada spreadsheet akan terdeteksi secara otomatis tanpa intervensi pengguna. Penggunaan *Document ID* yang spesifik menjamin keamanan data agar sistem hanya memproses file yang telah ditentukan.



Gambar 3. Konfigurasi node google sheet

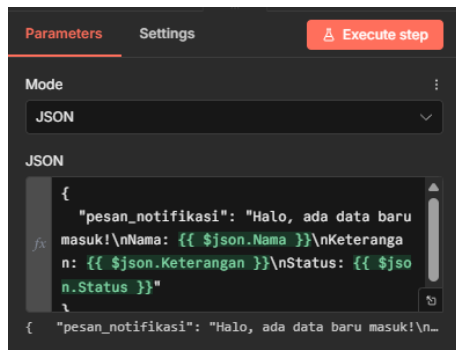
### 4.3. Transformasi Data pada Node Edit Fields (Set)

Salah satu tahapan krusial adalah transformasi data mentah (*raw data*) dari format *spreadsheet* menjadi pesan yang mudah dibaca (*human-readable*). Pada *node* ini, dilakukan pemetaan (*mapping*) variabel JSON menggunakan ekspresi dinamis. Berikut adalah struktur logika JSON yang diimplementasikan:

```

{
  "pesan_notifikasi": "Halo, ada data baru masuk!\nNama: {{ $json.Nama }}\nKeterangan: {{ $json.Keterangan }}\nStatus: {{ $json.Status }}"
}
  
```

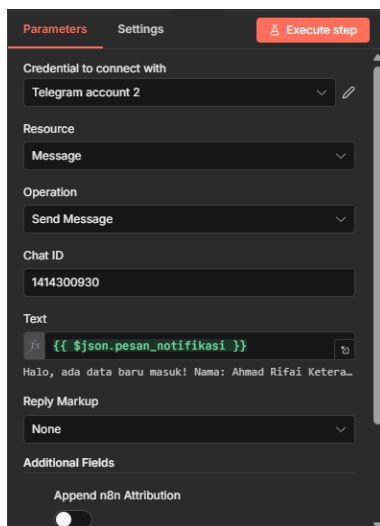
Fungsi utama dari konfigurasi di atas adalah enkapsulasi data. Penggunaan karakter *escape \n* diterapkan untuk memberikan jeda baris pada pesan Telegram, sehingga informasi yang diterima pengguna tersusun secara sistematis dan profesional.



Gambar 4. Konfigurasi node edit fields

#### 4.4. Integrasi API pada Node Telegram

Node terakhir berfungsi sebagai *output gateway*. Konfigurasi dilakukan dengan memasukkan *Access Token* yang diperoleh dari BotFather dan *Chat ID* tujuan. Pada bagian *Additional Fields*, fitur *Append n8n Attribution* dinonaktifkan untuk menjaga kebersihan format pesan (*clean message format*). Dengan integrasi ini, transmisi data dilakukan melalui protokol HTTPS yang menjamin keamanan pengiriman pesan dari server n8n ke perangkat mobile pengguna.



Gambar 5. Konfigurasi node telegram

#### 4.5. Hasil Pengujian dan Analisis Performa

Bagian ini memaparkan hasil komparasi antara proses manual dan otomatisasi menggunakan platform n8n. Dataset yang digunakan terdiri dari 10 baris data dengan struktur 10 kolom untuk mensimulasikan beban kerja riil.

|    | A             | B                              | C                   |
|----|---------------|--------------------------------|---------------------|
| 1  | Nama          | Keterangan                     | Status              |
| 2  | Ahmad Rifai   | Laporan bug                    | Sedang diperbaiki   |
| 3  | Sudarso       | Maintenance                    | Sedang berjalan     |
| 4  | Budi Sadikin  | Pembelian lisensi              | Lunas               |
| 5  | Andi          | Izin cuti                      | Sudah lapor         |
| 6  | Rina Permata  | Request penggantian password   | Selesai             |
| 7  | Dewi Lestari  | Pendaftaran seminar IT         | Menunggu Konfirmasi |
| 8  | Fajar Nugroho | Update modul pembayaran API    | Dalam Pengujian     |
| 9  | Hendra Wijaya | Pengadaan perangkat keras baru | Ditetujui           |
| 10 | Syafiq Riza   | Resign                         | Proses              |
| 11 | Maulana       | Extend jaringan                | Proses              |

Gambar 6. Data simulasi

#### 4.6. Analisis Komparatif Waktu Eksekusi

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan, terdapat perbedaan performa yang sangat kontras antara kedua metode. Data lengkap hasil pengujian disajikan pada Tabel 1.

Tabel 2. Hasil pengujian manual &amp; otomatisasi

| No        | Subjek Data   | Manual (s) | n8n (s) |
|-----------|---------------|------------|---------|
| 1         | Ahmad Rifai   | 20,40      | 1,491   |
| 2         | Sudarso       | 13,56      | 1,551   |
| 3         | Budi Sadikin  | 17,09      | 1,388   |
| 4         | Andi          | 18,37      | 2,769   |
| 5         | Rina Permata  | 24,28      | 1,323   |
| 6         | Dewi Lestari  | 23,52      | 1,309   |
| 7         | Fajar Nugroho | 29,40      | 1,482   |
| 8         | Hendra Wijaya | 27,46      | 1,403   |
| 9         | Syafiq Riza   | 14,74      | 1,441   |
| 10        | Maulana       | 20,30      | 1,301   |
| Rata-rata |               | 20,912     | 1,546   |

Rumus selisih waktu:

$$\Delta T = T_{\text{manual}} - T_{\text{n8n}}$$

Rumus efisiensi waktu:

$$\text{Efisiensi} = \frac{T_{\text{manual}} - T_{\text{n8n}}}{T_{\text{manual}}} \times 100\%$$

| Putaran | Waktu lap | Waktu keseluruhan |
|---------|-----------|-------------------|
| 06      | 00:23,52  | 01:57,22          |
| 05      | 00:24,28  | 01:33,70          |
| 04      | 00:18,37  | 01:09,42          |
| 03      | 00:17,09  | 00:51,05          |
| 02      | 00:13,56  | 00:33,96          |
| 01      | 00:20,40  | 00:20,40          |

Gambar 7. Hitung manual melalui stopwatch

| Timestamp        | Duration            |
|------------------|---------------------|
| Mar 26, 18:26:26 | Succeeded in 1.301s |
| Mar 26, 18:25:26 | Succeeded in 1.441s |
| Mar 26, 18:24:25 | Succeeded in 1.403s |
| Mar 26, 18:23:25 | Succeeded in 1.482s |
| Mar 26, 18:22:25 | Succeeded in 1.309s |
| Mar 26, 18:21:25 | Succeeded in 1.323s |
| Mar 26, 18:20:25 | Succeeded in 2.769s |
| Mar 26, 18:19:25 | Succeeded in 1.388s |
| Mar 26, 18:18:25 | Succeeded in 1.551s |
| Mar 26, 18:17:25 | Succeeded in 1.491s |

Gambar 8. Execution log pada n8n

Pengujian manual dilakukan untuk menetapkan standar pencapaian (*baseline*) waktu eksekusi konvensional. Prosedur pengujian dimulai dengan membagi layar monitor (*split screen*) antara dokumen basis data Google Sheets dan aplikasi Telegram Desktop. Operator melakukan observasi visual pada baris data, kemudian melakukan proses pemindahan informasi secara manual dengan mengetik ulang atribut Nama, Keterangan, dan Status sesuai dengan format notifikasi yang telah ditentukan. Pengukuran waktu dilakukan menggunakan kronometer (*stopwatch*) digital, dimulai tepat saat operator membaca data dan dihentikan segera setelah pesan berhasil terkirim.

Pengujian otomatis dilakukan melalui platform *low-code* n8n yang telah dikonfigurasi dengan tiga node fungsional utama. Tahapan dimulai dengan aktivasi *workflow* dalam mode produksi (*Active Mode / published*). Sistem bekerja menggunakan mekanisme *polling* dengan interval satu menit untuk memindai setiap penambahan baris baru pada Google Sheets API. Setelah data terdeteksi, *node* transformasi akan melakukan pemetaan JSON secara otomatis untuk menyusun struktur pesan. Data performa diambil langsung dari Execution Log internal n8n, yang mencatat durasi proses secara presisi dalam satuan milidetik (ms), mencakup total waktu dari pemicu (*trigger*) hingga respons sukses dari Telegram Bot API

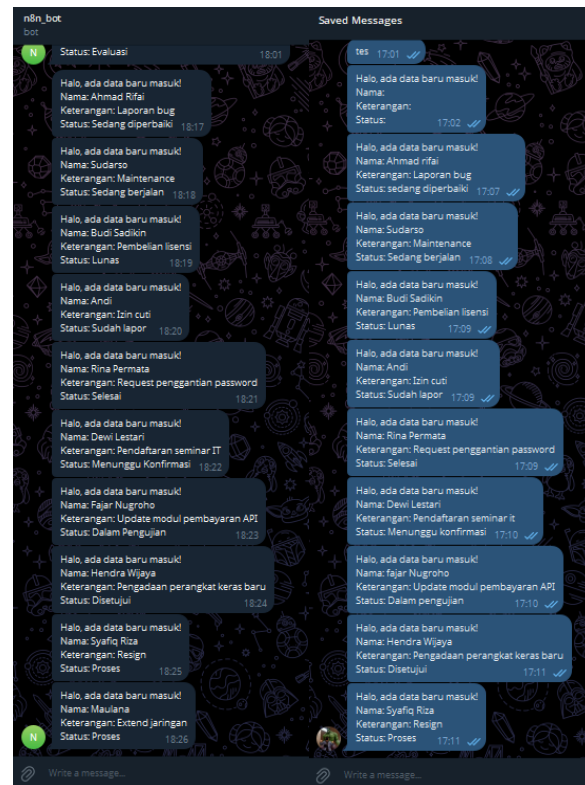
#### 4.7. Pembahasan Variabilitas Performa

Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa waktu rata-rata manual sebesar 20,912 detik sangat dipengaruhi oleh panjang karakter dan fokus manusia. Sebaliknya, n8n menunjukkan rata-rata waktu 1,546 detik dengan tingkat stabilitas yang tinggi.

Anomali pada data nomor 4 (Andi) yang menyentuh 2,769 detik diidentifikasi sebagai latensi jaringan (*network latency*) saat memanggil Telegram API, namun tetap jauh lebih efisien dibandingkan proses manual tercepat (13,56 detik). Temuan ini sejalan dengan penelitian Amir (2026) yang menyatakan bahwa otomatisasi *low-code* mampu mereduksi durasi eksekusi secara drastis melalui integrasi API yang terstandarisasi [1].

#### 4.8. Akurasi dan Skalabilitas

Selama pengujian 10 data, sistem otomatis n8n mencatatkan tingkat akurasi 100% tanpa adanya kesalahan pengetikan (*typo*). Efisiensi rata-rata sebesar 92,07% membuktikan bahwa n8n sangat efektif untuk menangani alur kerja repetitif. Dengan selisih waktu rata-rata 19,366 detik per data, sistem ini mampu menghemat waktu operasional secara signifikan apabila diterapkan pada volume data yang lebih besar.



Gambar 9. Tangkapan layar chat otomatis (kiri) & manual (kanan) pada telegram

#### 4.9. Analisis Dampak Produktifitas dan Ekonomi

Berdasarkan temuan pada pengujian performa, efisiensi yang dihasilkan oleh platform n8n memberikan dampak yang signifikan jika diproyeksikan dalam penggunaan jangka panjang. Dengan selisih waktu rata-rata sebesar 19,366 detik per entri data, sistem ini mampu mereduksi waktu kerja secara akumulatif. Tabel 3 menunjukkan proyeksi penghematan waktu berdasarkan volume data per bulan.

Tabel 3. Proyeksi penghematan waktu operasional

| Volume Data (per bulan) | Total Waktu Manual (Jam) | Total Waktu n8n (Jam) | Waktu yang Dihemat (Jam) |
|-------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 500 Data                | 2,90 Jam                 | 0,21 Jam              | 2,69 Jam                 |
| 1.000 Data              | 5,81 Jam                 | 0,43 Jam              | 5,38 Jam                 |
| 5.000 Data              | 29,04 Jam                | 2,15 Jam              | 26,89 Jam                |
| 10.000 Data             | 58,09 Jam                | 4,30 Jam              | 53,79 Jam                |

Rumus total waktu manual:

$$W_m = \frac{\text{Volume Data} \times \text{Rata-rata } T_{\text{manual}}}{3600}$$

Rumus total waktu n8n:

$$W_n = \frac{\text{Volume Data} \times \text{Rata-rata } T_{\text{n8n}}}{3600}$$

Rumus waktu yang dihemat (jam):

$$\text{Waktu Hemat} = W_m - W_n$$

Proyeksi pada Tabel 3 menunjukkan bahwa pada volume 5.000 data, organisasi dapat menghemat sekitar 26,89 jam kerja. Waktu tersebut jika dikonversi ke dalam hari kerja (asumsi 8 jam/hari) setara dengan 3,3 hari kerja yang dapat dialokasikan untuk tugas strategis lainnya. Hal ini sejalan dengan penelitian Priyadarshi (2024) yang menyatakan bahwa otomatisasi mampu memberikan penghematan biaya operasional melalui reduksi *man-hours* [8].

Implementasi sistem ini menawarkan rasio efisiensi biaya yang tinggi. Pada proses manual, terdapat risiko kerugian finansial akibat "biaya tersembunyi" dari kesalahan pengetikan data (*human error*) yang dapat berakibat fatal pada akurasi pelaporan.

Sebaliknya, penggunaan n8n dalam model *self-hosted* memungkinkan sistem berjalan dengan biaya infrastruktur yang minimal. Dengan tingkat akurasi mencapai 100%, investasi pada platform *low-code* ini memberikan *Return on Investment* (ROI) yang cepat melalui eliminasi tugas repetitif dan peningkatan integritas data.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini berhasil membuktikan bahwa implementasi *workflow* otomatis menggunakan platform n8n mampu meningkatkan efisiensi waktu secara signifikan dibandingkan proses manual. Dari hasil eksperimen terhadap 10 sampel data, ditemukan bahwa n8n mampu memberikan rata-rata efisiensi waktu sebesar 92,07%, dengan rata-rata waktu eksekusi hanya 1,546 detik per data, sementara proses manual membutuhkan 20,912 detik. Sistem otomatis juga menjamin integritas data dengan tingkat kesalahan 0%. Penggunaan mekanisme *polling* setiap menit terbukti stabil untuk kebutuhan *notifikasi near real-time*. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan pengujian dengan volume data yang lebih besar (skalabilitas) dan mengintegrasikan *Artificial Intelligence* (AI) pada *node* fungsional n8n untuk klasifikasi data yang lebih cerdas.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. R. Amir, "Evaluating Workflow Automation Efficiency Using n8n : A Small-Scale Business Case Study," pp. 1–8, 2026.
- [2] M. Wali and T. Iqbal, "Implementing Workflow Automation with N8N to Enhance Operational Efficiency and Performance in the Sharia Cooperative of Bank Indonesia , Aceh Province," vol. 4, no. 1, pp. 36–47, 2025.
- [3] P. Venkiteela, "n8n : An Open-Source Workflow Automation Platform for Enterprise Integration and AI-Driven Orchestration," vol. 187, no. 63, pp. 1–11, 2025.
- [4] R. K. Talaseela, "Intelligent Workflow Orchestration for Enterprise Contexts," vol. 13, no. 27, pp. 27–39, 2025.
- [5] R. Bhandari, "AI-Driven Project Management Revolutionizing Workflow Optimization and Decision-Making," vol. 8, no. 6, pp. 325–338, 2024.
- [6] F. Firmansyah, "Implementation of N8N Platform for IoT Sensor Monitoring : Real-time Analysis in Smart Farming," vol. 5, no. 3, pp. 1199–1210, 2025.
- [7] M. K. Damarched, "Journal of Drug Delivery and Therapeutics Intelligent Workflow Automation Systems to Enhance Nursing Efficiency and Patient Safety Article Info :," vol. 16, no. 2, pp. 198–206, 2026.
- [8] P. K. Priyadarshi, "Optimizing Business Management Process Workflows : The Dynamic Influence of Microsoft Power Automate and Artificial Intelligence on Process Efficiency and Decision Excellence," vol. 11, no. 1, pp. 621–626, 2024.
- [9] V. K. Vishwakarma, "Designing Agent-Native Automation in n8n : A Scalable Framework Integrating AI Agents , Multi- Agent Systems , and Retrieval-Augmented," vol. 13, no. 11, 2025.
- [10] V. K. Vishwakarma, C. Engineering, P. R. Bhargava, C. Engineering, and C. Engineering, "A Review Paper on AI driven workflow agent in n8n for intelligent task automation," vol. 13, no. 10, pp. 971–980, 2025.