

## PENGEMBANGAN WORKFLOW PENYARINGAN RESUME PELAMAR MENGGUNAKAN N8N DAN GENERATIVE AI PADA YAYASAN INSAN CITA MULIA

Muhammad Yahya Yasin<sup>1\*</sup>, Rangga Gelar Guntara<sup>2</sup>, Btari Mariska Purwaamijaya<sup>3</sup>

<sup>123</sup>Bisnis Digital, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia

[muhammadyahyayasin@upi.edu](mailto:muhammadyahyayasin@upi.edu), [ranggagelar@upi.edu](mailto:ranggagelar@upi.edu), [btarimariska@upi.edu](mailto:btarimariska@upi.edu)

Corresponding Author: Muhammad Yahya Yasin [muhammadyahyayasin@upi.edu](mailto:muhammadyahyayasin@upi.edu)

### ARTICLE INFO

*Kata Kunci: n8n; Generative AI; Workflow; Penyaringan Resume; Waterfall*

*Received : 25, Mei 2026*

*Revised : 28, Mei 2026*

*Accepted: 30, Mei 2026*

*Published: 31, Mei 2026*

Copyright (c) 2026 Jurnal  
Bisnis Digital

This work is licensed under a  
[Creative Commons  
Attribution 4.0 International  
License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



### ABSTRAK

Peningkatan jumlah pelamar dalam proses rekrutmen menimbulkan tantangan bagi *Human Resource* dalam melakukan penyaringan *resume* secara efisien. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *workflow* penyaringan *resume* pelamar menggunakan n8n dan *Generative AI* pada Yayasan Insan Cita Mulia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Research and Development* dengan model pengembangan perangkat lunak *Waterfall*. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa seluruh fungsi utama *workflow* berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Hasil *User Acceptance Testing* menunjukkan bahwa *workflow* yang dikembangkan dapat diterima dengan baik oleh pengguna berdasarkan standar ISO/IEC 25010. Implementasi sistem ini menunjukkan peningkatan efisiensi proses seleksi *resume*, dengan waktu pemrosesan menjadi 80% lebih cepat serta biaya operasional yang 94,36% lebih rendah dibandingkan proses seleksi secara manual.

### ABSTRACT

*The increase in the number of job applications creates challenges for Human Resources in screening resumes efficiently. This study aims to develop an applicant resume screening workflow using n8n and Generative AI at Yayasan Insan Cita Mulia. This study uses the Research and Development method with the Waterfall software development model. Black Box Testing results indicate that all main workflow functions operate according to user requirements. User Acceptance Testing results indicate that the developed workflow is well accepted by users based on the ISO/IEC 25010 standard. The system implementation improves resume screening efficiency, with processing time 80% faster and operational costs 94.36% lower than manual screening.*

## PENDAHULUAN

Digitalisasi proses rekrutmen telah memudahkan pelamar untuk mengirimkan lamaran secara cepat dan masif melalui berbagai kanal digital, sehingga berdampak pada meningkatnya jumlah lamaran yang diterima perusahaan (Fortune Business Insights, 2025). Fenomena tersebut tercermin dalam laporan tahunan Recruiting Benchmark 2026 oleh SmartRecruiters Inc. (2026), yang menunjukkan bahwa satu lowongan pekerjaan rata-rata menerima sekitar 73 pelamar. Sementara itu, data dari platform rekrutmen Employ (2026) menyatakan bahwa setiap lowongan pekerjaan rata-rata dapat menarik 257 orang pelamar. Kondisi serupa juga terlihat pada data internal bidang Sumber Daya Manusia (SDM) Yayasan Insan Cita Mulia, yang mencatatkan 116 lamaran yang masuk pada tahun rekrutmen 2024/2025.

Menurut Lo et al. (2025), perusahaan yang menerima volume lamaran kerja dalam jumlah tinggi cenderung mengalami kesulitan dalam memproses setiap *resume* secara efisien. Sementara itu, Salimi et al. (2025) menegaskan, banyak perusahaan masih menghadapi kesulitan dalam proses seleksi kandidat secara manual karena proses tersebut membutuhkan upaya besar dan memakan waktu. Akibatnya, efektivitas bisnis secara keseluruhan menjadi menurun (Salimi et al., 2025).

Bartos et al. (2016) juga menyatakan bahwa tingkat selektivitas dalam proses rekrutmen dapat memengaruhi munculnya bias melalui mekanisme yang disebut *attention discrimination*. Bartos et al. (2016) menjelaskan bahwa perhatian perekrut merupakan sumber daya yang terbatas. Oleh karena itu, ketika banyak pelamar bersaing untuk sedikit posisi, perekrut tidak dapat menelaah seluruh informasi secara mendalam. Dalam situasi tersebut, perekrut cenderung mengandalkan stereotip untuk menyaring pelamar (Bartos et al., 2016).

Dalam merespons tantangan tersebut, beberapa perusahaan kini secara bertahap beralih dari penyaringan *resume* secara manual ke pemanfaatan *Applicant Tracking Systems* (ATS) guna mengurangi beban tugas yang bersifat repetitif dalam proses analisis data *resume* kandidat (Pennivessuk & Kangkachit, 2026). Namun, meskipun ATS mampu meningkatkan efisiensi operasional, sistem ini masih memiliki keterbatasan karena pemahaman kontekstualnya terbatas dan evaluasi kesesuaian kandidat hanya didasarkan pada kata kunci (*keyword-based matching*) (Pennivessuk & Kangkachit, 2026).

Kemunculan *Large Language Models* (LLM) sebagai subset dari *Generative AI* menjadi titik penting dalam perkembangan teknologi saat ini. LLM mampu memproses bahasa dengan pemahaman yang mendekati manusia (Pennivessuk & Kangkachit, 2026). Untuk menghasilkan sistem penyaringan *resume* pelamar yang terotomatisasi sepenuhnya, *Large Language Models* tersebut perlu dikombinasikan dengan *workflow automation tool* agar dapat membentuk sistem yang bersifat otonom (Pennivessuk & Kangkachit, 2026).

*Workflow automation tool* adalah perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengotomatisasi berbagai proses bisnis, sehingga berpotensi membantu operasional perusahaan menjadi lebih efisien (Pawar et al., 2025). N8N

menawarkan pendekatan melalui opsi instalasi *self-hosted* yang memungkinkan pengguna menjalankan platform secara mandiri tanpa ketergantungan pada layanan berbayar (Tuyishime et al., 2024). Integrasi dengan platform *generative AI* seperti Deepseek, ChatGPT dan platform serupa lainnya juga telah tersedia di N8N. Platform tersebut terhubung melalui API (*Application Programming Interface*) yang memungkinkan sistem perangkat lunak yang berbeda untuk berkomunikasi dan bertukar data satu sama lain (McFeetors & Pant, 2022).

*Workflow* penyaringan *resume* pelamar dalam penelitian ini mengintegrasikan aspek keputusan manusia (*human-in-the-loop*) dalam proses pengambilan keputusan seleksi *resume*. Otonomi HR dalam pengambilan keputusan menjadi pertimbangan utama dalam penerapan pendekatan *human-in-the-loop* pada pengembangan *workflow*. Harris (2018) menegaskan bahwa meskipun kecerdasan buatan dapat membantu proses penyaringan secara efisien, penentuan kandidat yang paling sesuai tetap bersifat subjektif dan membutuhkan pengalaman serta pemahaman kontekstual. Hal ini disebabkan oleh karakteristik rekrutmen yang sangat kontekstual, dipengaruhi oleh perubahan tujuan organisasi, kebutuhan departemen, serta dinamika komposisi tim kerja (Harris, 2018). HR Yayasan Insan Cita Mulia juga menyampaikan pentingnya mempertahankan kendali dalam menilai *resume* pelamar, agar keputusan akhir tidak sepenuhnya bergantung pada hasil otomatisasi sistem.

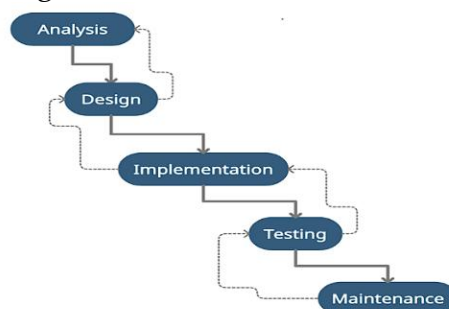
Fenomena ketiadaan umpan balik pada hasil pelamaran juga menjadi salah satu pertimbangan dalam perancangan *workflow* ini. Menurut penelitian Broecke (2023), terdapat dua aspek utama dalam proses rekrutmen yang paling tidak disukai oleh kandidat, yaitu ketiadaan umpan balik atas lamaran yang diajukan dan rendahnya transparansi mengenai dasar pengambilan keputusan seleksi oleh organisasi. Temuan tersebut sejalan dengan kondisi di Yayasan Insan Cita Mulia, di mana tingginya jumlah lamaran menjadi kendala bagi HR dalam memberikan umpan balik yang memadai, sehingga sebagian pelamar mengeluhkan ketidakjelasan hasil seleksi. Selain itu, Cortini et al. (2019) menyatakan bahwa pemberian *feedback* memiliki peran penting dalam mendukung *employer branding*. Komunikasi hasil seleksi yang disampaikan dengan baik dapat memengaruhi persepsi kandidat terhadap keadilan proses rekrutmen serta meningkatkan intensi kandidat untuk melamar kembali di masa mendatang (Cortini et al., 2019).

Berdasarkan uraian di atas, maka penulis mengangkat topik “Pengembangan *Workflow* Penyaringan *Resume* Pelamar Menggunakan n8n dan *Generative AI* pada Yayasan Insan Cita Mulia”, solusi yang dikembangkan diharapkan dapat menunjang proses penyaringan *resume* pelamar di Yayasan Insan Cita Mulia melalui pengembangan *workflow* penyaringan *resume* berbasis n8n dan *Generative AI*, integrasi mekanisme *Human-in-the-Loop* (HITL) agar proses pengambilan keputusan seleksi tetap melibatkan kontrol dari pihak *Human Resource* (HR), serta implementasi mekanisme pemberian umpan balik hasil penyaringan *resume* kepada pelamar secara otomatis dalam proses rekrutmen.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Model Waterfall

Model *Waterfall* merupakan proses di mana tahapan dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC) dilakukan secara berurutan (Sommerville, 2016). Setiap tahap harus diselesaikan terlebih dahulu sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya, dan hasil dari satu tahap menjadi masukan bagi tahap selanjutnya (Sommerville, 2016). Pendekatan ini merupakan contoh dari proses yang berorientasi pada perencanaan (*plan-driven process*), di mana aktivitas akan dirancang dan dijadwalkan terlebih dahulu sebelum pengembangan perangkat lunak dimulai (Sommerville, 2016). Model *Waterfall* paling sesuai diterapkan pada proyek yang spesifikasi kebutuhannya telah dirumuskan secara jelas sejak tahap awal dan memiliki kemungkinan sangat kecil untuk mengalami perubahan selama siklus pengembangan (Saravanos & Curinga, 2023). Pada penelitian ini, penulis mengadopsi salah satu bentuk adaptasi terkini dari model *Waterfall*, yaitu model yang dirumuskan oleh Saravanos dan Curinga (2023).



Gambar 1. Tahapan Proses *Waterfall*

### Penyaringan Resume Menggunakan AI

Setelah lamaran diterima untuk suatu posisi tertentu, perekrut perlu melakukan penyaringan guna memilih pelamar yang memenuhi persyaratan utama pekerjaan (Broecke, 2023). Proses ini dapat mencakup pemeriksaan *resume* berdasarkan kualifikasi pekerjaan, pemeriksaan latar belakang, serta penentuan daftar kandidat yang paling sesuai dengan profil yang dibutuhkan perusahaan (Broecke, 2023).

Seiring meningkatnya jumlah lamaran akibat digitalisasi dan proses rekrutmen daring, banyak perekrut mengalami kesulitan dalam menangani beban kerja berlebih sehingga proses peninjauan *resume* secara manual menjadi kurang efisien (Broecke, 2023). Penggunaan *Artificial Intelligence* dalam proses penyaringan kandidat telah memperluas peluang penghematan waktu serta sumber daya pada proses tersebut (Broecke, 2023).

Teknologi sebelumnya, seperti *Applicant Tracking System*, umumnya mengandalkan analisis kata kunci pada *resume*, sedangkan perkembangan AI memperluas kemampuan analisis *resume* melalui mekanisme yang lebih fleksibel (Broecke, 2023). Pada sistem terdahulu, kesesuaian antara deskripsi pekerjaan dan isi *resume* pelamar sangat bergantung pada kecocokan kata yang sama

persis. Sebaliknya, AI mampu memahami kesesuaian makna meskipun menggunakan istilah yang berbeda (Broecke, 2023).

## Platform n8n

Platform n8n merupakan sistem otomatisasi alur kerja berbasis JSON (*JavaScript Object Notation*) yang dikembangkan untuk mengintegrasikan berbagai aplikasi, API, dan sistem data (McFeetors & Pant, 2022). Platform ini beroperasi berdasarkan prinsip *low-code*, yang memungkinkan pengguna merancang alur kerja melalui antarmuka visual yang mudah dipahami tanpa harus memiliki kemampuan pemrograman yang mendalam (McFeetors & Pant, 2022).

*Nodes* dalam n8n adalah komponen fundamental yang membentuk sebuah *workflow* (alur kerja). Setiap *node* mewakili satu operasi tertentu dalam proses otomatisasi. *Node* dapat mengambil data, memproses data, mengirim data, atau melakukan interaksi dengan layanan eksternal seperti API, database, email, dll (McFeetors & Pant, 2022). Sementara itu *workflow* adalah keseluruhan rangkaian *nodes* yang terhubung secara berurutan untuk menciptakan alur kerja otomatis yang lengkap. *Workflow* menggambarkan bagaimana data mengalir dari satu *node* ke *node* berikutnya sehingga membentuk rantai proses yang logis (McFeetors & Pant, 2022).

## Generative Artificial Intelligence (AI)

*Generative AI* merupakan teknologi yang memanfaatkan algoritma untuk menghasilkan konten dalam berbagai format, termasuk teks, audio, gambar, dan video (Santareno, 2025). Teknologi ini juga berfungsi sebagai mekanisme otomatisasi yang mampu mempercepat penyelesaian repetitif sekaligus mendukung produksi konten yang bersifat terpersonalisasi (Santareno, 2025).

Menurut Santareno (2025) *Generative AI* beroperasi melalui *Large Language Models* (LLM), yaitu model komputasional yang dirancang untuk memproses bahasa alami (*natural language*) secara kohesif dan kontekstual. Kinerja LLM didasarkan pada algoritma yang mengekstraksi pola dari himpunan data berskala besar, sehingga model dapat menghasilkan keluaran yang konsisten dengan karakteristik data yang digunakan selama proses pelatihan (Santareno, 2025).

## METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan adaptasi model pengembangan perangkat lunak *waterfall*, Penerapan metode *Waterfall* dalam penelitian ini terdiri atas lima tahapan utama, yaitu *analysis, design, implementation, testing, dan maintenance*. Adapun penerapan masing-masing tahapan *Waterfall* dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut:

### 1. Analisis

Tahap analisis akan dilakukan untuk mengidentifikasi permasalahan, serta ruang lingkup *workflow* penyaringan *resume* pelamar yang akan dikembangkan. Hasil dari tahap ini adalah spesifikasi kebutuhan sistem yang menjadi dasar dalam perancangan *workflow*.

## 2. Desain

Setelah tahap analisis selesai, langkah berikutnya adalah tahap desain. Tujuan utama tahap ini adalah menerjemahkan hasil analisis kebutuhan ke dalam bentuk rancangan yang lebih terstruktur sebagai dasar pengembangan sistem. Pada tahap ini, perancangan dilakukan menggunakan flowchart untuk memvisualisasikan logika otomatisasi *workflow* yang akan dikembangkan.

## 3. Implementasi

Pada tahap ini, rancangan yang telah dibuat sebelumnya mulai diimplementasikan. Peneliti membangun otomatisasi alur kerja menggunakan platform n8n, yang diawali dengan proses instalasi n8n secara *self-hosted*. Setelah instalasi berhasil, implementasi *workflow* akan dilanjutkan dengan konfigurasi dan menghubungkan *node-node* sesuai rancangan yang telah disusun.

## 4. Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan *workflow* berjalan sesuai dengan kebutuhan yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan menggunakan dua pendekatan, yaitu *black box testing* dan *User Acceptance Testing*.

## 5. Pemeliharaan

Tahap pemeliharaan dilakukan setelah *workflow* selesai diuji. Pada tahap ini, peneliti melakukan perbaikan atau penyesuaian berdasarkan hasil pengujian atau umpan balik pengguna. Tahap ini bertujuan agar *workflow* yang dikembangkan dapat berjalan lebih stabil pada penggunaan selanjutnya.

## HASIL PENELITIAN

### A. Analisis

#### 1. Analisis Masalah

Tahap analisis masalah merupakan tahapan awal dari proses analisis yang bertujuan untuk mengidentifikasi secara sistematis hambatan yang muncul sebelumnya dalam proses seleksi *resume* di Yayasan Insan Cita Mulia.

Tabel 1. Analisis Masalah

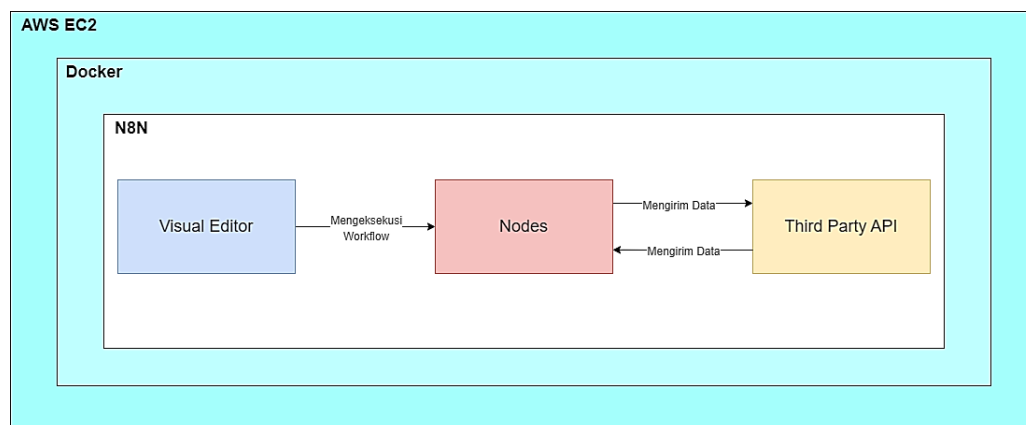
Analisis Masalah	Solusi yang Ditawarkan
Tingginya volume lamaran yang masuk menyebabkan proses penyaringan	Membangun <i>workflow</i> menggunakan n8n yang terintegrasi dengan <i>Generative AI</i> untuk

Analisis Masalah	Solusi yang Ditawarkan
<i>resume</i> secara manual membutuhkan upaya besar bagi HR.	membantu menganalisis isi <i>resume</i> , mencocokkannya dengan kriteria lowongan
Penggunaan AI secara penuh dalam proses penyaringan <i>resume</i> berpotensi mengurangi kendali HR dalam menentukan keputusan seleksi pelamar.	Menerapkan pendekatan <i>Human-in-the-Loop</i> agar HR tetap dapat meninjau hasil analisis AI dan menentukan keputusan akhir seleksi pelamar.
Keterbatasan waktu membuat HR kesulitan memberikan umpan balik kepada seluruh pelamar, sehingga sebagian pelamar tidak memperoleh kejelasan mengenai hasil seleksi.	Mengotomatisasi pengiriman <i>email</i> pemberitahuan hasil seleksi kepada pelamar, baik yang lolos maupun tidak lolos, agar proses komunikasi hasil seleksi menjadi lebih cepat dan transparan.

Sumber: Wawancara dengan Human Resources

## 2. Analisis Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem merupakan kerangka konseptual yang menjelaskan susunan komponen serta hubungan antarbagian sistem dalam mendukung pencapaian tujuan tertentu. Pada sistem ini, arsitektur dirancang dengan memanfaatkan AWS EC2 sebagai infrastruktur komputasi utama untuk menjalankan aplikasi secara daring. Di dalam *server* tersebut, Docker digunakan sebagai platform *container* agar aplikasi N8N dapat berjalan secara terisolasi.



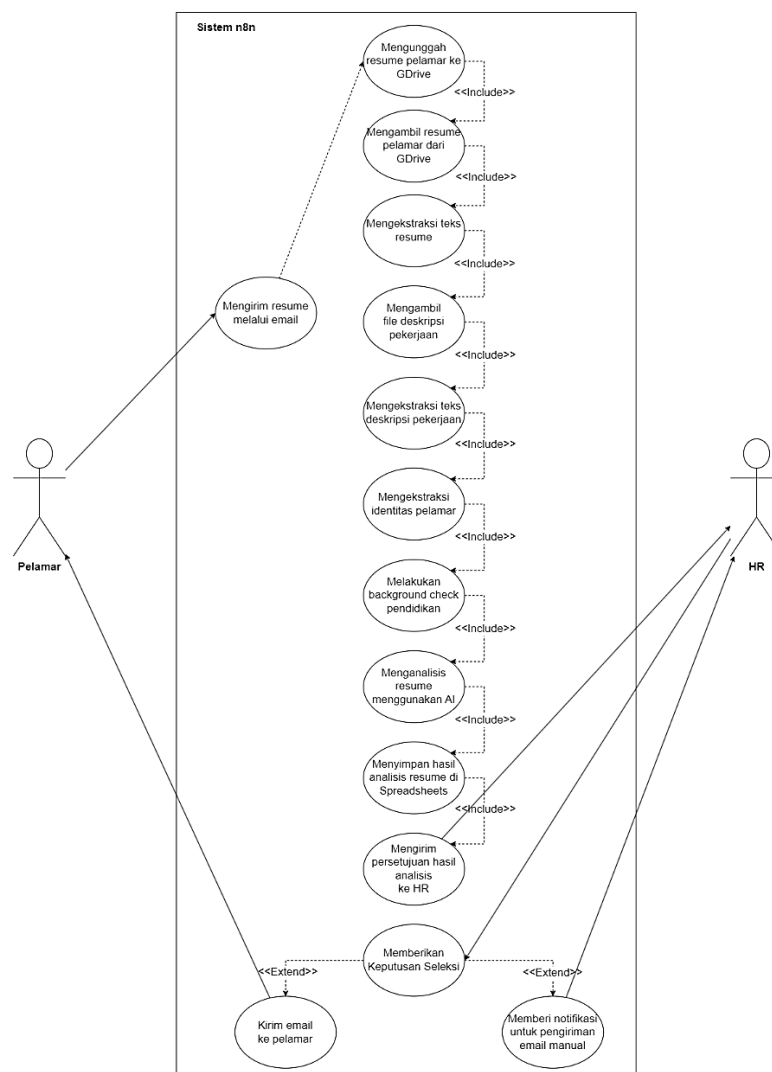
Gambar 2. Arsitektur Sistem

N8N merupakan komponen utama yang digunakan untuk membangun dan menjalankan *workflow*. Di dalam N8N, terdapat Visual Editor yang berfungsi sebagai antarmuka untuk merancang alur kerja. Melalui Visual Editor, pengguna dapat menyusun urutan proses dan mengatur konfigurasi *workflow*. Ketika *workflow* dieksekusi, *trigger node* akan merespons sebagai pemicu awal, kemudian *node* lain akan berjalan sesuai urutan alur kerja yang telah ditentukan. Selain itu, *node* juga dapat terhubung dengan API pihak ketiga melalui

pertukaran data dua arah. Permintaan dikirimkan ke layanan eksternal, kemudian respons yang diterima digunakan kembali sebagai bagian dari proses dalam *workflow*.

### 3. Use Case Diagram

Diagram *use case* digunakan untuk merepresentasikan kebutuhan fungsional sistem yang akan dikembangkan. Diagram ini melibatkan dua aktor utama, yaitu pelamar dan HR. Pelamar berperan sebagai pihak yang mengirimkan *resume* serta menerima hasil seleksi, sedangkan HR berperan sebagai pihak yang memberikan persetujuan terhadap hasil analisis AI sebelum hasil seleksi disampaikan kepada pelamar. Adapun merupakan ilustrasi *use case* dalam penelitian ini ditampilkan pada gambar 3.

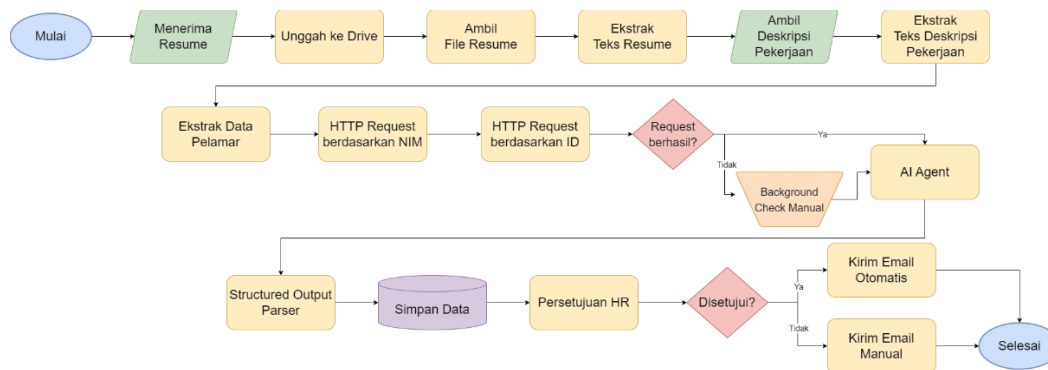


Gambar 3. Diagram Use Case

### B. Desain

Tahap selanjutnya adalah tahap desain *workflow*. Sebelum memasuki tahap implementasi, *workflow* perlu dirancang terlebih dahulu dalam bentuk kerangka

rancangan agar alur proses serta hubungan antar-*node* yang saling terhubung dapat tergambar secara lebih jelas. Melalui tahap desain ini, struktur logika sistem dapat dianalisis secara lebih matang sehingga rancangan yang dihasilkan mampu menjadi dasar yang kuat bagi proses implementasi *workflow*. Adapun kerangka rancangan *workflow* diilustrasikan pada gambar 4.



Gambar 4. Kerangka Rancangan *Workflow*

**C. Implementasi**

Tahap instalasi dan konfigurasi platform n8n dilakukan pada lingkungan *server* berbasis cloud menggunakan layanan Amazon Amazon EC2. Platform n8n diinstal pada lingkungan *server* tersebut melalui terminal berbasis Amazon Linux. Setelah n8n berhasil dijalankan pada *server*, tahap selanjutnya adalah pembuatan *workflow* pada visual editor di n8n. Berikut merupakan *node-node* yang digunakan pada *workflow* beserta fungsinya.

Tabel 2. Keterangan *Node* dan Fungsinya

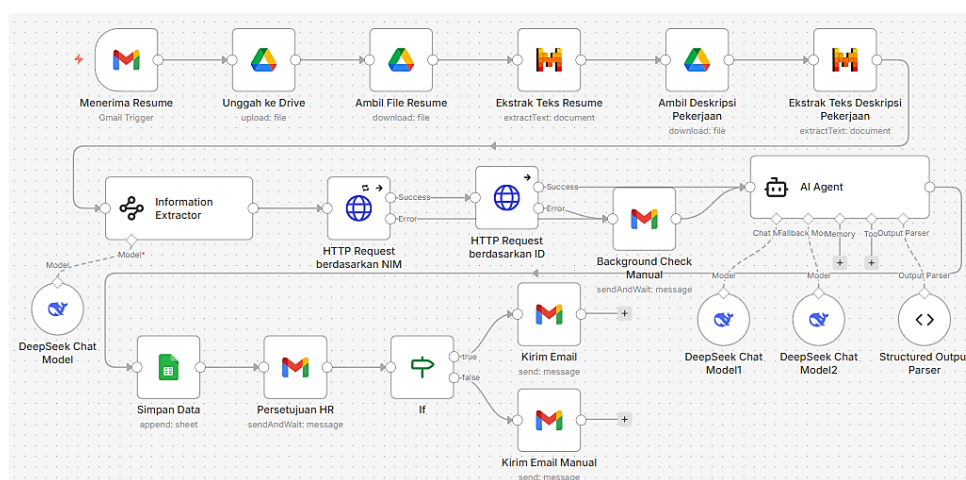
No.	Node	Label Node	Fungsi
1	Gmail	Menerima Resume	<i>Node</i> ini berperan sebagai pemicu awal <i>workflow</i> ketika terdapat <i>email</i> lamaran yang masuk sesuai dengan filter subjek.
2	Google Drive	Unggah ke Drive	<i>Node</i> ini digunakan untuk menyimpan file <i>resume</i> pelamar ke Google Drive agar dokumen dapat dikelola serta diproses pada tahap berikutnya.
3	Google Drive	Ambil File Resume	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengambil kembali file <i>resume</i> dari Google Drive sebagai <i>input</i> dalam proses ekstraksi teks.

4	Mistral OCR	Ekstrak Teks <i>Resume</i>	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengubah isi dokumen <i>resume</i> menjadi teks agar dapat dianalisis oleh sistem.
5	Google Drive	Ambil Deskripsi Pekerjaan	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengambil dokumen deskripsi pekerjaan sebagai acuan dalam proses penilaian kecocokan kandidat.
6	Mistral OCR	Ekstrak Teks Deskripsi Pekerjaan	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengubah isi dokumen deskripsi pekerjaan menjadi teks agar dapat dibandingkan dengan data <i>resume</i> pelamar.
7	<i>Information Extractor</i>	Ekstrak Data Pelamar	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengekstrak identitas pelamar dari <i>resume</i> .
8	DeepSeek Chat Model	DeepSeek Chat Model	<i>Node</i> ini berfungsi sebagai model pendukung dalam proses ekstraksi informasi berbasis kecerdasan buatan.
9	HTTP <i>Request</i>	HTTP <i>Request</i> berdasarkan NIM	<i>Node</i> ini digunakan untuk melakukan pencarian data pelamar melalui API PDDIKTI berdasarkan nama serta NIM.
10	HTTP <i>Request</i>	HTTP <i>Request</i> berdasarkan ID	<i>Node</i> ini digunakan untuk mengambil detail data pendidikan pelamar berdasarkan ID mahasiswa yang diperoleh dari hasil pencarian sebelumnya.
11	Gmail	<i>Background Check Manual</i>	<i>Node</i> ini digunakan untuk mendukung proses verifikasi manual oleh HR apabila data pelamar tidak berhasil diproses secara otomatis melalui API PDDIKTI.
12	<i>AI Agent</i>	<i>AI Agent</i>	<i>Node</i> ini digunakan untuk menganalisis kecocokan kandidat berdasarkan <i>resume</i> , deskripsi pekerjaan, serta hasil <i>background check</i> .
13	DeepSeek Chat Model	DeepSeek Chat Model1	<i>Node</i> ini berperan sebagai model kecerdasan buatan utama yang digunakan oleh <i>AI Agent</i> dalam proses analisis.
14	DeepSeek Chat Model	DeepSeek Chat Model2	<i>Node</i> ini berperan sebagai model AI cadangan ( <i>fallback</i> ) yang digunakan ketika model utama mengalami kendala
15	<i>Structured Output Parser</i>	<i>Structured Output Parser</i>	<i>Node</i> ini digunakan untuk memformat hasil analisis AI ke dalam struktur data yang telah ditentukan.

16	Google Sheets	Simpan Data	<i>Node ini digunakan untuk menyimpan hasil screening pelamar ke spreadsheet.</i>
17	Gmail	Persetujuan HR	<i>Node ini digunakan untuk mengirim permintaan persetujuan kepada HR melalui email dengan opsi approve atau decline.</i>
18	If	If	<i>Node ini digunakan untuk memeriksa keputusan HR serta menentukan alur workflow berdasarkan kondisi yang terpenuhi.</i>
19	Gmail	Kirim Email Otomatis	<i>Node ini digunakan untuk mengirim email hasil seleksi kepada pelamar secara otomatis berdasarkan keputusan HR.</i>
20	Gmail	Kirim Email Manual	<i>Node ini memberi notifikasi kepada HR untuk pengiriman email manual.</i>

Sumber: Pennivessuk & Kangkachit, 2026

*Node-node* yang saling terhubung tersebut kemudian membentuk satu kesatuan *workflow* sebagaimana diilustrasikan pada gambar 5.



Gambar 5. *Workflow* Penyaringan Resume pada N8N

*Node* yang paling vital pada *workflow* tersebut adalah *node AI Agent*, yang berfungsi untuk menganalisis data *resume* pelamar, data deskripsi pekerjaan, dan data *background check* pelamar. Parameter pada *node AI Agent* terdiri atas dua perintah, yaitu *User Message* dan *System Message*. *User Message* memuat ekspresi dinamis yang mengacu pada teks *resume*, disertai informasi hasil verifikasi dari PDDIKTI. Sementara itu, *System Message* berisi instruksi mengenai peran model AI sebagai perekrut profesional serta aturan-aturan yang harus dipatuhi dalam proses analisis, sehingga evaluasi dapat dilakukan sesuai dengan batasan yang telah ditetapkan dan meminimalkan potensi halusinasi pada model AI.

## Expression

Anything inside {{ }} is JavaScript. [Learn more](#)

```
Resume Pelamar: {{ $('Ekstrak Teks Resume').item.json.extractedText }}

Background Check PDDikti otomatis:
{{ $json.nama_pt || '-' }} {{ $json.prodi || '-' }}
{{ $json.jenjang || '-' }} {{ $json.status_saat_ini || '-' }}

Background Check PDDikti manual:
{{ $json.data?["Nama Perguruan Tinggi"] || '-' }}
{{ $json.data?["Program Studi"] || '-' }}
{{ $json.data?["Jenjang"] || '-' }}
{{ $json.data?["Status saat ini"] || '-' }}
```

Gambar 6. User Message

```
sertifikat:
Isi sebagai array of object.
Cantumkan hanya sertifikat atau pelatihan yang eksplisit tertulis di resume.
Untuk setiap item:
- nama_sertifikat: nama sertifikat atau pelatihan
- penerbit: lembaga penerbit, jika tidak disebutkan isi string kosong
- deskripsi: konteks singkat atau relevansi sertifikat berdasarkan informasi eksplisit, jika tidak ada isi string kosong.
Jika tidak ada, kembalikan array kosong.

kelebihan:
Tuliskan kelebihan utama pelamar berdasarkan bukti eksplisit dalam resume dan relevansinya terhadap deskripsi pekerjaan.

kekurangan:
Tuliskan kekurangan utama pelamar berdasarkan:
- Kesenjangan kompetensi pelamar terhadap kebutuhan posisi
- Inkonsistensi data pendidikan antara resume dan PDDIKTI

skor_penilaian:
Isi dalam bentuk integer (0-100) tanpa format tambahan.
Gunakan bobot penilaian berikut:
- Pendidikan (35%): tingkat pendidikan minimal sarjana, kesesuaian bidang studi dengan posisi, serta validitas data yang terverifikasi di PDDikti.
- Pengalaman kerja (25%): keterkaitan peran dan tanggung jawab dengan posisi yang dilamar, durasi pengalaman, serta pencapaian yang terukur.
- Organisasi/Kegiatan (15%): relevansi organisasi/kegiatan dengan lowongan pekerjaan dan kontribusi pelamar saat mengikuti organisasi tersebut.
- Keterampilan/Skills (15%): kesesuaian kompetensi pelamar dengan kebutuhan posisi.
- Sertifikat (10%): relevansi sertifikat terhadap pekerjaan yang dilamar, kredibilitas sertifikat.

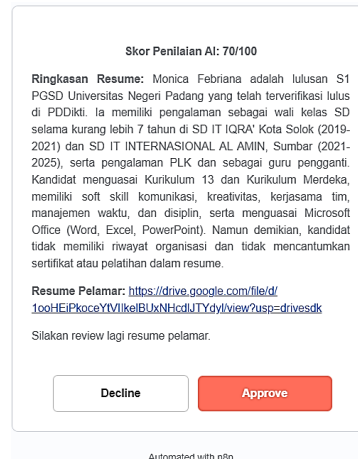
ringkasan_resume:
Berikan rangkuman resume pelamar beserta alasan penilaian secara ringkas dalam satu paragraf.

feedback_pelamar:
- Jika skor_penilaian < 70: Nyatakan ucapan terima kasih atas partisipasi dalam proses lamaran, kemudian sampaikan bahwa kandidat belum berhasil melanjutkan ke tahap berikutnya secara ringkas. Gunakan bahasa profesional dan sopan.
- Jika skor_penilaian >= 70: Sampaikan bahwa kandidat lolos screening awal, ucapkan selamat secara profesional, dan informasikan bahwa detail jadwal serta lokasi wawancara akan diinformasikan lebih lanjut.

Deskripsi pekerjaan: {{ $('Ekstrak Teks Deskripsi Pekerjaan').item.json.extractedText }}
```

Gambar 7. System Message

*Node* esensial selanjutnya dalam penelitian ini adalah *node* persetujuan HR. *Node* ini berperan sebagai mekanisme *human-in-the-loop* yang digunakan untuk memvalidasi hasil *screening* kandidat sebelum *workflow* dilanjutkan ke tahap berikutnya. *Node* ini menerima input dari *node* sebelumnya, khususnya *AI Agent*, yang telah menghasilkan data kandidat beserta hasil evaluasi dalam format terstruktur. Data tersebut kemudian dimanfaatkan untuk menyusun isi email persetujuan yang akan dikirimkan kepada pihak HR.

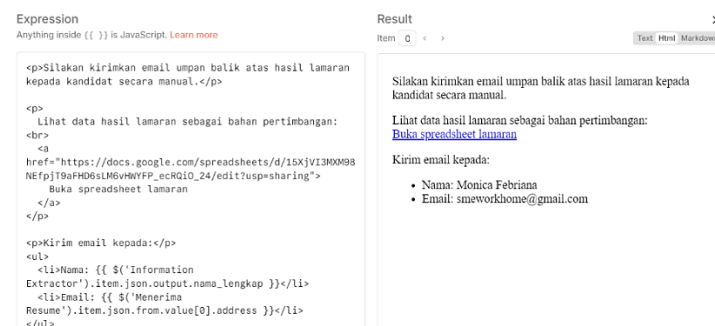


Gambar 8. *Node* Persetujuan HR

Jika HR menyetujui hasil penilaian AI, maka *workflow* akan melanjutkan proses dengan mengirimkan email feedback secara otomatis kepada pelamar. Namun, apabila HR tidak menyetujui hasil penilaian tersebut, *workflow* akan mengirimkan notifikasi kepada HR untuk melakukan pengiriman email kepada pelamar secara manual.



Gambar 9. Mekanisme Pengiriman Email Otomatis



Gambar 10. Mekanisme Pengiriman Email Secara Manual oleh HR

## D. Pengujian

Pengujian tahap awal dilakukan menggunakan menggunakan metode *Black Box Testing*. Metode tersebut digunakan untuk memastikan bahwa masukan (*input*) dan keluaran (*output*) sistem berjalan sesuai dengan skenario pengujian yang telah ditentukan. Adapun hasil pengujian *Black Box* pada penelitian ini disajikan pada tabel berikut:

<https://ejournal.ummuba.ac.id/index.php/JDB>

Tabel 3. Hasil Pengujian *Black Box*

No	Node yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
1	Menerima <i>Resume</i>	Sistem menerima <i>email</i> lamaran dengan filter subjek "Lamaran Guru SD" dan memiliki lampiran <i>resume</i>	<i>Email</i> dan lampiran <i>resume</i> berhasil terdeteksi	Berhasil
2	Unggah ke Drive	Sistem mengunggah file <i>resume</i> ke Google Drive	File <i>resume</i> berhasil tersimpan pada Google Drive	Berhasil
3	Ambil File <i>Resume</i>	Sistem mengambil file <i>resume</i> dari Google Drive	File <i>resume</i> berhasil diambil untuk diproses	Berhasil
4	Ekstrak Teks <i>Resume</i>	Sistem mengekstrak teks dari <i>resume</i> pelamar	Isi <i>resume</i> berhasil diekstrak menjadi teks	Berhasil
5	Ambil Deskripsi Pekerjaan	Sistem mengambil file deskripsi pekerjaan	File deskripsi pekerjaan berhasil diambil	Berhasil
6	Ekstrak Teks Deskripsi Pekerjaan	Sistem mengekstrak teks dari deskripsi pekerjaan	Isi deskripsi pekerjaan berhasil diekstrak	Berhasil
7	<i>Information Extractor</i>	Sistem mengekstrak identitas pelamar dari <i>resume</i>	Data pelamar berhasil diperoleh	Berhasil
8	HTTP Request berdasarkan NIM	Sistem melakukan pencarian data PDDIKTI berdasarkan Nama & NIM	Data pendidikan pelamar berhasil ditemukan	Berhasil
9	HTTP Request berdasarkan ID	Sistem mengambil detail data pendidikan berdasarkan ID mahasiswa	Detail data pendidikan berhasil diperoleh	Berhasil
10	<i>Background Check Manual</i>	HR melakukan pengecekan manual apabila data otomatis gagal diproses melalui API PDDikti	Data manual berhasil diterima sistem	Berhasil
11	<i>AI Agent</i>	Sistem menganalisis kecocokan <i>resume</i> , deskripsi pekerjaan, dan hasil <i>background check</i> PDDIKTI	Sistem menghasilkan analisis pelamar beserta skor penilaiannya	Berhasil

No	Node yang Diuji	Skenario Pengujian	Hasil yang Diharapkan	Hasil Pengujian
12	<i>Structured Output Parser</i>	Sistem memformat hasil analisis AI ke struktur data yang ditentukan	<i>Output</i> berhasil tersusun sesuai format	Berhasil
13	Simpan Data	Sistem menyimpan hasil <i>screening</i> ke Google Sheets	Data pelamar berhasil tersimpan	Berhasil
14	Persetujuan HR	Sistem mengirim <i>email</i> persetujuan kepada HR berupa opsi <i>approve</i> atau <i>decline</i> untuk hasil <i>screening</i> pelamar	HR berhasil menerima dan memberikan respon persetujuan	Berhasil
15	If	Sistem memeriksa keputusan HR, jika <i>approve</i> maka sistem mengirim <i>email</i> otomatis, sedangkan jika <i>decline</i> maka sistem mengirim notifikasi <i>email</i> manual kepada HR	Alur sistem berjalan sesuai kondisi <i>true</i> atau <i>false</i>	Berhasil
16	Kirim <i>Email</i>	Sistem mengirim <i>email</i> hasil seleksi otomatis kepada pelamar	<i>Email</i> berhasil dikirim	Berhasil
17	Kirim <i>Email</i> Manual	Sistem mengirim notifikasi kepada HR untuk melakukan pengiriman <i>email</i> secara manual	Notifikasi berhasil dikirim	Berhasil

Sumber: Data hasil olah pengujian Black Box

Tahap pengujian selanjutnya dilakukan dengan melibatkan pihak *Human Resource* (HR), dengan tujuan untuk menguji penerimaan pengguna (*User Acceptance Testing*) terhadap *workflow* n8n yang telah dibuat. Untuk memastikan bahwa aspek kualitas perangkat lunak yang diuji mencakup karakteristik yang relevan, pengujian ini disusun berdasarkan adaptasi dari standar ISO/IEC 25010. Standar ini digunakan untuk mengevaluasi kualitas perangkat lunak serta sistem informasi. Dalam penelitian ini, aspek yang diadaptasi meliputi *functional suitability*, *interaction capability*, dan *performance efficiency*.

Tabel 4. Hasil *User Acceptance Testing*

No.	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
1	<i>Functional Suitability</i>	Apakah <i>workflow</i> ini dapat membantu	Ya, karena skor dan ringkasan hasil analisis dari AI membantu saya dalam

No.	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
		Anda dalam menganalisis isi <i>resume</i> pelamar?	mempertimbangkan <i>resume</i> pelamar yang paling relevan dengan kebutuhan lowongan saya.
2	<i>Functional Suitability</i>	Apakah fitur persetujuan oleh HR dalam <i>workflow</i> mendukung keterlibatan Anda dalam proses pengambilan keputusan seleksi?	Ya, karena dengan adanya fitur tersebut saya masih bisa terlibat dalam menentukan hasil akhir dari proses seleksi <i>resumenya</i> .
3	<i>Functional Suitability</i>	Apakah <i>workflow</i> ini membantu Anda dalam mengirim hasil seleksi <i>resume</i> kepada pelamar?	Ya, karena hasil seleksi dapat langsung dikirim kepada pelamar secara otomatis, sehingga saya tidak perlu membuat <i>email</i> hasil seleksinya satu per satu.
4	<i>Interaction Capability</i>	Apakah data hasil penyaringan yang ditampilkan mudah Anda pahami?	Ya, hasilnya cukup mudah dipahami karena informasi pelamar dan hasil penilaiannya disusun dengan jelas di Google Spreadsheet.
5	<i>Interaction Capability</i>	Apakah tampilan <i>email</i> yang dihasilkan oleh <i>workflow</i> ini mudah dinavigasi oleh Anda?	Ya, tampilan <i>email</i> yang dihasilkan mudah dinavigasi, misal pada <i>email</i> persetujuan HR, sudah disediakan tombol <i>approve</i> atau <i>decline</i> .
6	<i>Interaction Capability</i>	Apakah tampilan alur <i>workflow</i> yang telah dibuat mudah dimengerti?	Ya, secara umum saya dapat memahami alur <i>workflow</i> yang ditampilkan, namun untuk beberapa bagian teknis saya masih kurang memahami fungsinya.
7	<i>Performance Efficiency</i>	Apakah <i>workflow</i> ini membantu Anda mempercepat proses analisis isi <i>resume</i> pelamar dibandingkan jika dilakukan secara manual?	Ya, menurut saya proses analisis isi <i>resume</i> melalui <i>workflow</i> ini prosesnya berjalan lebih cepat, mulai dari <i>email</i> pelamar masuk hingga munculnya ringkasan hasil analisis, kurang lebih prosesnya 3 menit. Jika dilakukan secara manual, proses tersebut membutuhkan waktu yang lebih lama.
8	<i>Performance Efficiency</i>	Apakah <i>workflow</i> ini membantu Anda mempercepat proses pengiriman <i>email</i> hasil	Ya, lebih cepat, sebelumnya saya harus mengetik dan mengirim <i>email</i> satu per satu kepada pelamar yang lolos seleksi, sehingga sering kali tidak

No.	Aspek	Pertanyaan	Jawaban
		seleksi kepada pelamar dibandingkan jika dilakukan secara manual?	sempat memberikan <i>email</i> kepada pelamar yang tidak lolos karena keterbatasan waktu.

Sumber: Wawancara dengan Human Resources

## E. Pemeliharaan

Tahap terakhir dalam metode *Waterfall* adalah tahap pemeliharaan. Pada tahap ini dilakukan evaluasi terhadap *workflow* yang telah berjalan untuk memastikan bahwa *workflow* dapat tetap beroperasi dengan baik pada penggunaan selanjutnya. Bentuk pemeliharaan yang dilakukan adalah penyesuaian *interval request* API Gmail yang sebelumnya berjalan setiap satu menit diubah menjadi setiap lima menit. Penyesuaian ini dilakukan untuk mengantisipasi terjadinya *overload request* yang dapat menyebabkan respons 429 *Too Many Requests* dari Gmail.

## PEMBAHASAN

*Workflow automation tool* seperti n8n merupakan perangkat lunak yang dapat digunakan untuk mengotomatisasi proses kerja yang bersifat repetitif. Pada penelitian ini, *workflow* penyaringan *resume* pelamar yang memanfaatkan n8n dan *Generative AI* dikembangkan untuk membantu Yayasan Insan Cita Mulia dalam memproses *resume* pelamar yang masuk secara lebih efisien.

Berdasarkan hasil pengujian, *workflow* yang dibangun mampu menjalankan serangkaian proses penyaringan *resume*. Hasil pengujian *Black Box* menunjukkan bahwa fungsi-fungsi utama *workflow* dapat berjalan sesuai dengan skenario yang telah ditentukan. Fungsi pengambilan *resume*, penyimpanan dokumen, ekstraksi file, analisis menggunakan *Generative AI*, dan pengiriman email menghasilkan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan fungsional. Selanjutnya, hasil *User Acceptance Testing* (UAT) menunjukkan bahwa *workflow* yang dikembangkan dapat diterima dengan baik oleh pengguna berdasarkan aspek *functional suitability*, *interaction capability*, dan *performance efficiency*.

Berdasarkan hasil simulasi, analisis *resume* secara manual oleh HR memerlukan waktu sekitar  $\pm 15$  menit untuk menilai kesesuaian kandidat dengan deskripsi pekerjaan, melakukan verifikasi latar belakang, serta menyusun email hasil seleksi. Implementasi *workflow* n8n yang terintegrasi dengan *Generative AI* memungkinkan proses yang sama diselesaikan dalam waktu  $\pm 3$  menit per *resume*, sehingga tercatat peningkatan efisiensi waktu sekitar 80%

$$\text{Efisiensi waktu (\%)} = \frac{15 - 3}{15} \times 100\% = 80\%$$

Gambar 11. Perhitungan Efisiensi Waktu Pemrosesan *Resume*

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2024, rata-rata upah per jam di Provinsi Jawa Tengah adalah sebesar Rp 14.178. Apabila

<https://ejournal.ummuba.ac.id/index.php/JDB>

*workflow* ini dioperasikan, biaya yang timbul mencakup biaya server AWS sebesar \$0,0208 per jam serta biaya penggunaan API generative DeepSeek, sebesar \$0,28 untuk 1 juta token. Dengan rata-rata satu proses *workflow* menggunakan 8.500 token dan asumsi *workflow* dijalankan sebanyak 10 kali dalam satu jam, total konsumsi token per jam mencapai 85.000 token, sehingga biaya penggunaan *generative AI* diperkirakan sekitar \$0,0238 per jam. Dengan menggabungkan biaya server dan biaya AI, total biaya operasional per jam untuk menjalankan *workflow* ini mencapai 0,0446 USD per jam, atau setara dengan ±800 Rupiah per jam dengan asumsi kurs Rp 17.900 per 1 USD.

Jika dibandingkan dengan biaya tenaga kerja manusia, penggunaan *workflow* n8n yang terintegrasi dengan *Generative AI* menunjukkan efisiensi biaya mencapai sekitar 94,36% dibandingkan proses penyaringan *resume* dilakukan secara manual.

$$\text{Efisiensi biaya (\%)} = \frac{14.178 - 800}{14.178} \times 100\% \approx 94,36\%$$

Gambar 12. Perhitungan Efisiensi Biaya Pemrosesan *Resume*

Pada penelitian ini diterapkan mekanisme kolaborasi antara *generative AI* dan pihak HR untuk memitigasi risiko bias dalam proses seleksi. Penyesuaian *prompt* juga diterapkan pada *system message* agar keluaran seleksi lebih terdeterminasi sesuai dengan kebutuhan HR. Meskipun demikian, mekanisme ini masih memiliki risiko karena model *generative AI* yang digunakan mungkin dilatih menggunakan data historis yang mengandung bias terkait gender, ras, atau latar belakang lainnya. Selain itu, model *generative AI* yang bersifat *closed source* juga membatasi kemampuan pengembang untuk mengubah pengaturan secara internal. Oleh karena itu, pengembangan *generative AI* berbasis *open source* dapat dipertimbangkan sebagai alternatif, meskipun memerlukan sumber daya yang lebih besar. Fleksibilitas model *generative AI* berbasis *open source* dalam proses modifikasi dan *fine-tuning* memungkinkan pengembang untuk mengarahkan perilaku model secara lebih terkontrol, sehingga dapat berkontribusi dalam memitigasi risiko bias pada pengambilan keputusan dalam seleksi *resume*.

## KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan, penelitian ini telah berhasil mengembangkan *workflow* penyaringan *resume* pelamar menggunakan n8n dan *Generative AI* untuk mendukung proses seleksi *resume* pelamar di Yayasan Insan Cita Mulia. Penelitian ini telah berhasil mengintegrasikan mekanisme *Human-in-the-Loop* (HITL) dalam *workflow* penyaringan *resume* pelamar. Integrasi ini memastikan bahwa hasil analisis yang dihasilkan oleh *Generative AI* tetap melalui proses validasi dari pihak *Human Resource* (HR) sebelum digunakan dalam pengambilan keputusan seleksi. Penelitian ini telah berhasil mengimplementasikan mekanisme pemberian umpan balik hasil penyaringan *resume* kepada pelamar secara otomatis.

Implementasi mekanisme tersebut memungkinkan pihak *Human Resource* (HR) menyampaikan notifikasi hasil seleksi pelamaran secara efisien.

Berdasarkan hasil temuan dan pembahasan dalam penelitian ini, disarankan untuk melakukan modifikasi dan *fine-tuning* pada model *generative AI* berbasis *open source* agar pengembang memiliki fleksibilitas dalam melatih data serta mengarahkan perilaku model AI.

## PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengimplementasikan n8n pada sektor institusi tertentu guna merepresentasikan kebutuhan operasional proses rekrutmen yang lebih spesifik sesuai dengan kebutuhan masing-masing lingkungan institusi. Selain itu, penelitian selanjutnya juga dapat mengukur efektivitas penerapan n8n secara kuantitatif melalui indikator kinerja tertentu, seperti tingkat akurasi proses seleksi atau tingkat keberhasilan rekrutmen.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Yayasan Insan Cita Mulia serta dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan dukungan selama proses penyusunan penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik. (2024). Upah rata-rata per jam pekerja menurut provinsi. <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTE3MiMy/upah-rata-rata-per-jam-pekerja-menurut-provinsi.html>
- Bartoš, V., Bauer, M., Chytilová, J., & Matějka, F. (2016). Attention discrimination: Theory and field experiments with monitoring information acquisition. *American Economic Review*, 106(6), 1437–1475. <https://doi.org/10.1257/aer.20140571>
- Broecke, S. (2023). Artificial intelligence and labour market matching. *OECD Social, Employment and Migration Working Papers*, 284. <https://doi.org/10.1787/2b440821-en>
- Cortini, M., Galanti, T., & Barattucci, M. (2019). The effect of different rejection letters on applicants' reactions. *Behavioral Sciences*, 9(10), 102. <https://doi.org/10.3390/bs9100102>
- Dooley, J. F. (2017). *Software development, design and coding*. Apress. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3153-1>
- Employ Inc. (2026). *2026 hiring benchmarks report*. <https://www.employinc.com/employ-benchmarks-report/>

- Fortune Business Insights. (2025). *Online recruitment technology market size, share & industry analysis*. <https://www.fortunebusinessinsights.com/online-recruitment-market-103730>
- Harris, C. G. (2018). Making better job hiring decisions using “human in the loop” techniques. *HumL@ISWC*. <https://ceur-ws.org/Vol-2169/paper-03.pdf>
- Lo, F. P. W., Qiu, J., Wang, Z., Yu, H., Chen, Y., Zhang, G., & Lo, B. (2025). AI hiring with LLMs: A context-aware and explainable multi-agent framework for resume screening. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2504.02870>
- McFeetors, J., & Pant, T. (2022). *Rapid product development with n8n*. Packt Publishing.
- Pawar, N., Deshpande, S., Hajare, A., Wagh, S., Wakode, S., Thorat, A., & Dulange, V. (2025). *Workflow engines for task automation: Taxonomy and analysis*. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ICETI4T63625.2025.11132233>
- Pennivessuk, P., & Kangkachit, T. (2026). Enhancing recruitment efficiency through a performance-driven AI agent workflow for automated resume screening. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ECTIDAMTNCON67592.2026.11460004>
- Salimi, W. K., Kusumasari, T. F., & Suakanto, S. (2025). Leveraging N8N agent platform and AI for automated job candidate screening. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/ICAICTA67604.2025.11335111>
- Santareno, J. (2025). *Generative artificial intelligence in candidate selection*. Springer Nature Switzerland. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-89948-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-031-89948-5_4)
- Saravanos, A., & Curinga, M. X. (2023). Simulating the software development lifecycle: The *Waterfall* model. *Applied System Innovation*, 6(6), 108. <https://doi.org/10.3390/asi6060108>
- SmartRecruiters. (2026). *Global recruiting benchmarks 2026*. <https://www.smartrecruiters.com/resources/landing/global-recruiting-benchmarks-2026/>
- Sommerville, I. (2016). *Software engineering* (10th ed.). Pearson Education.
- Tuyishime, A., Basciani, F., Di Salle, A., Izquierdo, J. L. C., & Iovino, L. (2024). Streamlining workflow automation with a model-based assistant. *IEEE*. <https://doi.org/10.1109/SEAA64295.2024.00035>