



Implementasi RPA Berbasis Unattended Bot dan ETL untuk Otomatisasi Report Tracking Truck Industri Logistik

Implementation of Unattended Bot and ETL Based RPA to Automate Truck Tracking Reports in the Logistics Industry

Muhamad Ali Mubarak*, Wiyanto, Abdillah AG

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Informatika, Universitas Pelita Bangsa, Bekasi, Indonesia

Email: ^{1,*}muhamadali010@mhs.pelitabangsa.ac.id, ²wiyanto@pelitabangsa.ac.id, ³abdillahag@pelitabangsa.ac.id

Email Penulis Korespondensi: muhamadali010@mhs.pelitabangsa.ac.id

Received: 08/10/2026, Revised: 18/10/2026, Accepted: 23/10/2026, Published: 23/10/2026

Abstrak—Proses penyusunan Report Tracking Truck di PT Linfox Logistics Indonesia menggabungkan data kendaraan, waktu keberangkatan, rute, status tugas, dan informasi jarak dari platform tracking pihak ketiga. Otomatisasi ekstraksi saja belum menyelesaikan persoalan kualitas data karena hasil pengambilan masih dapat memuat duplikasi, sel kosong, dan format yang tidak seragam. Penelitian ini mengimplementasikan alur Robotic Process Automation (RPA) berbasis unattended bot yang dipadukan dengan Extract, Transform, Load (ETL), dengan UiPath untuk mengendalikan ekstraksi, Python untuk transformasi, Google Spreadsheets sebagai media antara, dan Power BI untuk visualisasi. Evaluasi dilakukan melalui pengujian fungsional, perbandingan waktu penyusunan, dan kuesioner PIECES kepada 20 responden. Hasil menunjukkan penanganan duplikasi dan sel kosong, penurunan waktu penyusunan dari sekitar 60 menjadi 20 menit, kesesuaian pada sepuluh skenario uji, serta penilaian pengguna yang tinggi. Temuan berlaku pada dataset, skenario, dan responden dalam organisasi yang diteliti; pembaruan dashboard bersifat terjadwal dan tidak diklaim real-time.

Kata Kunci: Robotic Process Automation; Unattended Bot; ETL; UiPath; Tracking Truk; Power BI; Logistik

Abstract—The Truck Tracking Report process at PT Linfox Logistics Indonesia combines vehicle, departure-time, route, task-status, and distance-related data from a third-party tracking platform. Automating extraction alone does not resolve data-quality problems because retrieved records may still contain duplicates, empty cells, and inconsistent formats. This study implements an unattended Robotic Process Automation (RPA) workflow integrated with Extract, Transform, Load (ETL): UiPath orchestrates extraction, Python transforms the data, Google Spreadsheets serves as an intermediary store, and Power BI provides visualization. The system is evaluated through functional tests, a preparation-time comparison, and a PIECES questionnaire completed by 20 respondents. The results show that the workflow handles duplicate and empty data, reduces report-preparation time from approximately 60 to 20 minutes, passes ten designed test scenarios, and receives high user ratings. These findings apply to the dataset, test scenarios, and respondents in the organization studied; dashboard updates are scheduled and are not claimed to be real-time.

Keywords: Robotic Process Automation; Unattended Bot; ETL; UiPath; Tracking Truck; Power BI; Logistics

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi mendorong perusahaan untuk melakukan transformasi terhadap proses bisnis yang sebelumnya dilakukan secara manual. Pengelolaan data operasional menjadi salah satu bagian yang membutuhkan perhatian karena informasi harus tersedia secara cepat dan konsisten untuk mendukung aktivitas organisasi. Pada proses yang memiliki aktivitas berulang, otomatisasi dapat digunakan untuk mengurangi pekerjaan manual dan meningkatkan efisiensi proses. Salah satu teknologi yang berkembang untuk kebutuhan tersebut adalah Robotic Process Automation (RPA), yaitu teknologi yang memungkinkan perangkat lunak menjalankan aktivitas komputer berdasarkan aturan dan alur kerja yang telah ditentukan.

Digitalisasi proses operasional menghasilkan aliran data yang perlu dihimpun dan disiapkan secara konsisten sebelum digunakan dalam pemantauan. Dalam penyusunan Report Tracking Truck di PT Linfox Logistics Indonesia, informasi yang dilaporkan mencakup nomor kendaraan, waktu keberangkatan, rute perjalanan, status tugas, dan data untuk perhitungan jarak tempuh. Data berasal dari platform tracking pihak ketiga dan diproses berkala untuk menghasilkan ringkasan operasional. Karena setiap atribut memiliki format dan kelengkapan yang berbeda, pekerjaan tidak berhenti pada pengambilan data: staf juga perlu memeriksa struktur, menyelaraskan waktu dan status, menangani nilai kosong, menghapus rekaman berulang, lalu menyusun keluaran yang dapat dibaca lintas fungsi. Rangkaian langkah manual tersebut berpotensi memperpanjang waktu kerja dan menyebabkan inkonsistensi ketika proses dilakukan berulang.

RPA sesuai untuk mengotomatisasi tugas yang rutin, terstruktur, dan berbasis aturan, tetapi tinjauan pemetaan RPA menunjukkan bahwa ruang lingkup implementasi dan cara evaluasinya beragam [1], [2]. Dalam logistik, UiPath pernah digunakan untuk menyusun Delivery Schedule [3], sedangkan studi lain menerapkan RPA pada kompilasi dokumen dan proses administratif [4], [5], serta pengelolaan operasi logistik [6]. Contoh tersebut memperlihatkan manfaat otomasi pada pekerjaan berulang, namun tidak dengan sendirinya menjamin mutu data setelah ekstraksi. Pada konteks tracking truck, persoalan kualitas muncul pada isi data dan konsistensi antarrekaman; menjalankan bot untuk menyalin data hanya mempercepat perpindahan data mentah dan dapat membawa duplikasi atau sel kosong ke tahap pelaporan.



Penelitian terdahulu memperlihatkan penerapan RPA pada penjadwalan logistik, pengambilan data dari aplikasi bisnis, kompilasi dokumen, dan pembuatan laporan [3], [4], [5], [7], [8]. Kajian lain membahas integrasi RPA dengan sistem informasi, risiko implementasi, serta perbandingan platform [9], [10], [11], [12]. Secara umum, studi-studi tersebut menekankan otomatisasi langkah kerja atau konteks sistem tertentu; bukti tersebut belum menjelaskan bagaimana satu alur pelaporan tracking truck menggabungkan ekstraksi terjadwal, pembersihan data operasional, pemuatan, dan visualisasi, lalu mengevaluasinya melalui pengujian fungsi dan penerimaan pengguna. Penelitian ini mengambil ruang lingkup implementasi tersebut, bukan mengklaim bahwa komponen RPA atau ETL belum pernah digunakan secara terpisah.

Ekstraksi otomatis dan transformasi data menyelesaikan masalah yang berbeda. Bot dapat mengambil data sesuai aturan dan jadwal, tetapi rekaman yang berhasil diunduh masih dapat berisi baris berulang, nilai kosong, variasi format tanggal/waktu, serta label status yang tidak seragam. Tanpa tahap transformasi, cacat tersebut akan diteruskan ke penyimpanan dan visualisasi sehingga hitungan perjalanan atau indikator dashboard berisiko tidak konsisten. Karena itu, penelitian ini menempatkan Python pada tahap transformasi untuk memvalidasi struktur, menangani duplikasi dan sel kosong, menstandarisasi format dan status, serta melakukan kalkulasi jarak sesuai aturan yang diterapkan. Rincian algoritma implementasi yang belum tercatat tidak diasumsikan dalam naskah ini.

Kajian RPA pada integrasi sistem informasi menyoroti pentingnya standarisasi dan keterlacakan aliran informasi [9], sedangkan literatur pemetaan RPA menunjukkan kebutuhan untuk menilai implementasi menurut konteks proses dan metode evaluasinya [2]. Berangkat dari temuan tersebut, penelitian ini menyatukan ekstraksi dan transformasi sebagai tahapan berbeda: RPA mengendalikan perpindahan data, sedangkan ETL menyiapkan data sebelum digunakan pada dashboard. PIECES digunakan sebagai kerangka untuk menyusun evaluasi persepsi pengguna pada aspek kinerja, informasi, ekonomi, pengendalian, efisiensi, dan layanan; hasilnya diperlakukan sebagai penilaian responden, bukan sebagai ukuran objektif seluruh dampak organisasi [13].

Dengan demikian, celah yang ditangani bukan ketiadaan RPA, ETL, spreadsheet, atau dashboard dalam penelitian terdahulu. Celah operasionalnya adalah belum terdokumentasinya evaluasi satu alur terintegrasi untuk penyusunan Report Tracking Truck yang secara eksplisit memisahkan ekstraksi dari pembersihan kualitas data, kemudian menghubungkan keluaran transformasi ke dashboard. Kontribusi penelitian ini adalah implementasi UiPath–Python–Google Spreadsheets–Power BI pada proses tersebut dan evaluasi deskriptif melalui skenario black-box, perbandingan waktu, serta tanggapan pengguna berbasis PIECES. Cakupan kontribusi dibatasi pada satu organisasi dan bukti yang tersedia.

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini bertujuan mengimplementasikan RPA berbasis unattended bot dan ETL untuk mengotomatisasi penyusunan Report Tracking Truck di PT Linfox Logistics Indonesia. Pertanyaan yang dijawab adalah: bagaimana alur terintegrasi menyiapkan data tracking sebelum divisualisasikan, dan bagaimana fungsi, waktu penyusunan, serta penerimaan pengguna dinilai pada implementasi ini?

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1 Tahapan Penelitian

Penelitian dimulai dengan observasi proses penyusunan laporan untuk memetakan sumber data, langkah pengambilan, pemeriksaan, pengolahan, dan penyajian. Analisis kebutuhan menggunakan enam dimensi PIECES sebagai kategori evaluasi sistem: Performance, Information, Economics, Control, Efficiency, dan Service. Kerangka tersebut membantu mengorganisasi pertanyaan tentang kinerja dan informasi, manfaat ekonomi yang dirasakan, pengendalian, efisiensi, serta layanan. Dalam penelitian ini PIECES dipakai untuk merangkum persepsi pengguna setelah implementasi; karena data biaya aktual dan rincian skor per butir tidak tersedia, hasil ekonomi maupun perbandingan antar-dimensi tidak ditafsirkan secara terpisah [13].

Rancangan implementasi mengikuti aliran ETL. Extract mengambil data dari platform tracking melalui workflow UiPath yang dijadwalkan. Transform memeriksa struktur dan menerapkan aturan pembersihan/standarisasi menggunakan Python. Load mengirim hasil ke Google Spreadsheets melalui Google Sheets API agar dapat digunakan Power BI. Pembagian ini menegaskan bahwa otomatisasi antarmuka dan transformasi data adalah fungsi berbeda: RPA mengurangi pekerjaan pengambilan berulang, sedangkan transformasi mengatasi masalah isi dan konsistensi data yang tidak dapat diselesaikan hanya dengan menyalin data. Tahap pengembangan, pengujian, implementasi, dan pemantauan mengikuti urutan proses yang tersedia dalam dokumentasi penelitian.

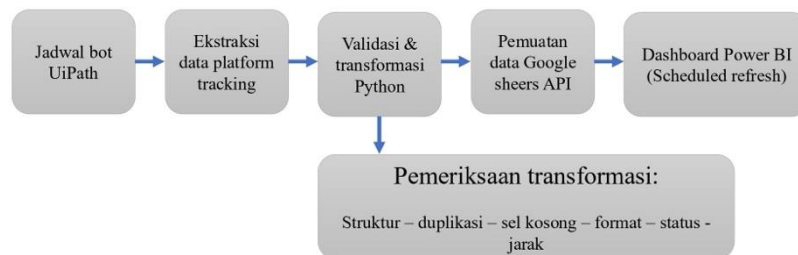
2.2 Alur ETL dan Pengujian

Tahap Extract mengambil data dari platform tracking pihak ketiga. Atribut yang dicakup meliputi nomor kendaraan, waktu keberangkatan, rute, status tugas, dan informasi untuk perhitungan jarak. Tahap Transform memvalidasi struktur, membersihkan duplikasi, menangani sel kosong, menyeragamkan format tanggal/waktu, menstandarisasi status, serta menghitung jarak secara otomatis. Tahap Load memasukkan hasil transformasi ke Google Spreadsheets melalui Google Sheets API; pemeriksaan periode digunakan untuk membantu mencegah pemuatan ulang data yang sama. Secara konseptual, urutan tersebut mengikuti ETL: data diekstrak dari sumber, diubah agar sesuai kebutuhan target, kemudian dimuat untuk digunakan pada analisis. Naskah hanya menjelaskan aturan yang tercatat dan tidak menetapkan metode imputasi atau kunci deduplikasi yang belum didokumentasikan.

Pengujian fungsional terdiri atas sepuluh skenario black-box untuk memeriksa penjadwalan bot, autentikasi, pengunduhan, ketiadaan berkas, validasi struktur, penghapusan duplikasi, kalkulasi jarak, pemuatan spreadsheet, pembaruan Power BI, serta gangguan internet dengan retry dan logging. Evaluasi pengguna melibatkan 20 responden dari Admin, IT Support, Inventory, KPI, Quality, dan SLI. Kuesioner dilaporkan memuat 15 pernyataan yang mencakup enam dimensi PIECES dan satu penilaian kepuasan keseluruhan. Karena skala jawaban, pemetaan butir per dimensi, validitas/reliabilitas instrumen, dan rincian distribusi jawaban tidak tersedia pada naskah sumber, evaluasi diperlakukan sebagai ringkasan deskriptif dan batas ini dinyatakan dalam interpretasi.

Analisis hasil memisahkan tiga jenis bukti. Perubahan jumlah baris dan kondisi data menjelaskan keluaran transformasi; status tiap skenario black-box menunjukkan kesesuaian fungsi pada kasus yang dirancang; kuesioner merangkum persepsi responden. Waktu sebelum dan sesudah dibandingkan berdasarkan estimasi yang dicatat dalam penelitian. Tanpa pengulangan pengukuran dan protokol pencatatan yang terperinci, perubahan waktu tidak ditafsirkan sebagai hasil uji statistik atau jaminan kinerja pada seluruh periode operasi.

Informasi proses dikumpulkan melalui observasi, sedangkan studi literatur digunakan untuk menempatkan pendekatan RPA, ETL, dan PIECES dalam konteks penelitian terkait.



Gambar 1. Diagram Alir Sistem RPA-ETL

Gambar 1 menyajikan alur implementasi yang dapat ditelusuri dari jadwal bot sampai dashboard. Diagram merangkum urutan yang dinyatakan dalam metode. diagram ini tidak menggantikan rincian selector, kode transformasi, parameter retry, maupun konfigurasi yang belum tersedia.

Rancangan evaluasi menggabungkan pemeriksaan keluaran fungsi dan tanggapan pengguna. Dalam black-box testing, hasil aktual dibandingkan dengan hasil yang diharapkan untuk setiap skenario. Dalam PIECES, jawaban kuesioner diringkas sesuai nilai persentase yang dilaporkan. Keduanya memberi bukti dengan cakupan berbeda: pengujian memeriksa pelaksanaan fungsi, sedangkan kuesioner menangkap persepsi responden. Rancangan ini tidak mencakup stress test atau load test; karena itu, kapasitas maksimum dan kestabilan pada beban tinggi belum dapat disimpulkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Arsitektur Sistem dan Ekstraksi Data

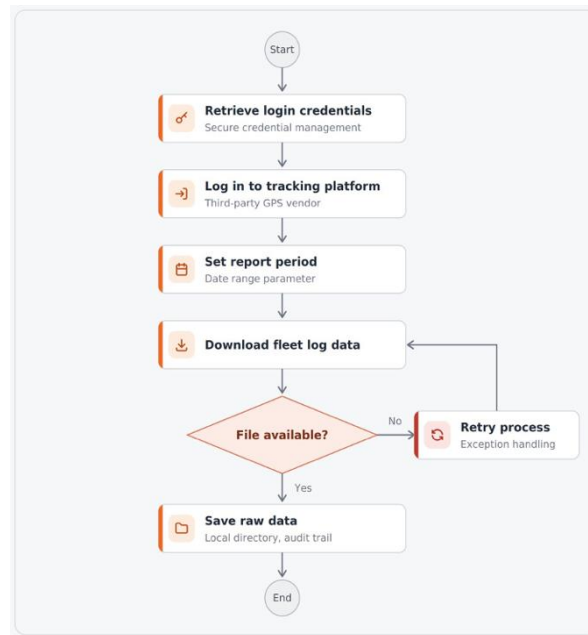
Implementasi menghasilkan sistem otomatisasi yang mengintegrasikan UiPath Studio, Python, Google Spreadsheets, dan Microsoft Power BI. UiPath digunakan sebagai pengendali alur otomatisasi dan menjalankan proses secara unattended berdasarkan jadwal. Python digunakan untuk melakukan pengolahan dan transformasi data, Google Spreadsheets digunakan sebagai intermediary database, sedangkan Power BI digunakan untuk menghasilkan dashboard analitis. Arsitektur tersebut mengubah proses penyusunan laporan yang sebelumnya dilakukan melalui aktivitas manual menjadi alur pemrosesan data yang terintegrasi. Ringkasan fungsi setiap komponen ditampilkan pada Tabel 1. Alur dari ekstraksi hingga visualisasi juga dirangkum dalam Gambar 1.

Tabel 1. Implementasi Sistem RPA-ETL

Tahapan	Teknologi	Fungsi	Hasil
Extract	UiPath Studio	Mengambil data tracking truck	Data berhasil diekstraksi
Transform	Python	Validasi dan pengolahan data	Data lebih terstruktur
Load	Google Sheets API	Menyimpan data hasil transformasi	Data tersimpan pada Google Spreadsheets
Visualisasi	Power BI	Menampilkan informasi operasional	Dashboard analitis tersedia

Pada tahap ekstraksi, bot UiPath mengambil data dari platform tracking pihak ketiga melalui workflow yang dirancang. Data yang diperoleh mencakup atribut kendaraan, waktu keberangkatan, rute, status tugas, dan informasi jarak. Validasi dan pencatatan log disebut digunakan ketika sumber tidak tersedia atau proses terganggu. Karena platform diakses melalui antarmuka pihak ketiga, perubahan tata letak atau selector dapat memutus otomatisasi meskipun proses bisnis sumber tidak berubah. ketahanan selector dan frekuensi perubahan antarmuka belum diukur dalam penelitian ini [14].

Gambar 2 memperlihatkan urutan workflow ekstraksi yang digunakan: pengambilan kredensial, login ke platform tracking, penetapan periode laporan, pengunduhan data, pemeriksaan berkas, penanganan pengulangan ketika berkas belum tersedia, dan penyimpanan data mentah.



Gambar 2. Diagram workflow UiPath

3.2 Transformasi Data

Data hasil ekstraksi diproses menggunakan Python dan mencakup 18 kolom. Transformasi meliputi validasi skema, penghapusan duplikasi, penanganan sel kosong, normalisasi tanggal/waktu, kalkulasi jarak perjalanan harian dan durasi perjalanan, kategorisasi status penyelesaian tugas, serta optimasi tipe data. Tabel 2 merangkum perubahan dataset: 1.866 baris sebelum transformasi dan 1.842 baris setelah 24 baris duplikat dihapus; 184 sel kosong dilaporkan ditangani hingga tersisa nol. Kriteria kesetaraan rekaman duplikat dan metode penanganan nilai kosong belum dirinci, sehingga keluaran agregat belum membuktikan akurasi setiap atribut hasil transformasi.

Tabel 2. Kondisi Data Sebelum dan Setelah Transformasi

Parameter	Sebelum Transformasi	Setelah Transformasi
Jumlah baris data	1.866	1.842
Data duplikat	24	0
Sel kosong	184	0
Format tanggal/waktu	Belum seragam	Seragam
Perhitungan jarak	Manual	Otomatis
Status tugas	Belum seragam	Distandardisasi

Tabel 2 menunjukkan bahwa 24 baris duplikat dihapus dari 1.866 baris sehingga tersisa 1.842 baris. Sebanyak 184 sel kosong dilaporkan ditangani hingga tidak ada nilai kosong tersisa. Format tanggal/waktu dinormalisasi, status tugas dikategorikan, tipe data dioptimalkan, dan kalkulasi jarak serta durasi perjalanan dijalankan otomatis. Hasil ini mendukung kesiapan data untuk pemuatan, tetapi naskah belum menyajikan sampel sebelum-sesudah, aturan imputasi/penghapusan, maupun validasi independen atas nilai jarak dan durasi. Karena itu, temuan dibatasi pada keluaran transformasi yang dilaporkan.

```

transform_pipeline.py
Console Output

1. Extract → 2. Transform → 3. Load

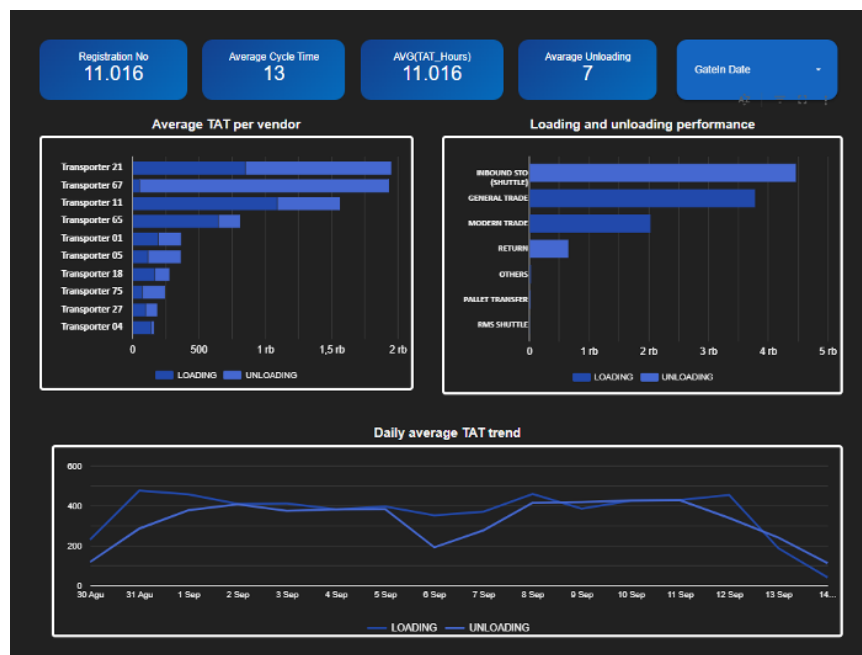
$ python transform_pipeline.py

[OK] Validating schema ..... 18/18 columns matched
[OK] Removing duplicate rows ..... 24 rows removed
[OK] Normalizing date & time format ..... done
[OK] Handling missing values ..... 0 remaining
[OK] Calculating daily travel distance ..... done
[OK] Calculating trip duration ..... done
[OK] Categorizing task completion status ..... done
[OK] Optimizing data types ..... done

[DONE] Transformation complete -> clean_dataset.csv
1,842 rows written | 0 errors | elapsed 4.8s
  
```

Gambar 3. Output skrip transformasi data menggunakan Python

Gambar 4 memperlihatkan keluaran eksekusi skrip transformasi Python: seluruh 18 kolom tervalidasi, 24 baris duplikat dihapus, nilai kosong tersisa nol, dan 1.842 baris ditulis ke berkas `clean_dataset.csv` tanpa error. Keluaran juga mencatat waktu eksekusi 4,8 detik pada satu proses; angka ini belum merupakan pengukuran berulang atau uji beban.



Gambar 2. Dashboard analitis Report Tracking Truck pada Power BI

Data hasil transformasi dimuat ke Google Spreadsheets melalui Google Sheets API dan digunakan sebagai sumber Power BI. Sistem menerapkan pemeriksaan periode untuk membantu mencegah pemuatan ulang. Google Sheets API menerapkan kuota permintaan per menit; dokumentasi Google menyarankan payload yang efisien, batch request, dan exponential backoff saat terjadi error kuota. Ini merupakan risiko skalabilitas yang relevan ketika frekuensi refresh, jumlah pengguna, atau volume data meningkat. Penelitian ini tidak mengukur penggunaan kuota, ukuran payload, maupun kejadian 429, sehingga batas tersebut dibahas sebagai kendala potensial, bukan kegagalan yang telah diamati. Dashboard menampilkan jarak bulanan, jumlah perjalanan, penyelesaian tugas per unit, performa kendaraan, tren harian, dan keterlambatan per rute; pembaruan mengikuti scheduled refresh. Tampilan dashboard analitis pada Gambar 3 memperlihatkan kartu ringkasan registrasi, waktu siklus, TAT, dan pembongkaran, disertai visual perbandingan kinerja per vendor/kategori serta tren harian loading dan unloading.

3.3 Pengujian Fungsional

Pengujian fungsi mencakup sepuluh skenario black-box yang disajikan pada Tabel 3. Skenario tersebut meliputi prasyarat pelaksanaan bot, interaksi dengan sumber, transformasi, pemuatan, pembaruan visualisasi, serta penanganan gangguan. Hasil ini memberikan pemeriksaan fungsi dasar pada jalur yang dipilih, tetapi tidak menilai throughput, batas volume, durasi pada beban serentak, atau reliabilitas dalam pengulangan jangka panjang.

Tabel 3. Hasil Black-Box Testing

No.	Skenario Pengujian	Hasil
1	Penjadwalan unattended bot	Sesuai
2	Autentikasi	Sesuai
3	Pengunduhan data mentah	Sesuai
4	Berkas sumber tidak tersedia	Sesuai
5	Validasi struktur data	Sesuai
6	Pembersihan data duplikat	Sesuai
7	Kalkulasi jarak	Sesuai
8	Pemuatan data ke Google Spreadsheets	Sesuai
9	Pembaruan Power BI	Sesuai
10	Gangguan internet, retry, dan logging	Sesuai

Kesepuluh skenario pada Tabel 3 memperoleh status “Sesuai” terhadap hasil yang diharapkan. Ketika terjadi kegagalan, data yang belum lengkap tidak diteruskan ke lembar kerja tujuan dan kondisi dicatat melalui log, sesuai uraian implementasi. Status lulus pada skenario terpilih tidak membuktikan ketahanan pada seluruh variasi data atau perubahan UI. Uji stress/load, pemantauan keberhasilan proses dalam periode panjang, dan pemulihan setelah perubahan antarmuka belum dilaporkan.

Cakupan uji dalam Tabel 3 dapat dibaca menurut tahapan alur pada Gambar 1. Penjadwalan dan autentikasi memeriksa prasyarat, pengunduhan serta ketersediaan berkas memeriksa ekstraksi, validasi/duplikasi/kalkulasi memeriksa transformasi, dan pemuatan serta pembaruan memeriksa keluaran. Skenario retry dan logging memberi pemeriksaan awal terhadap gangguan koneksi. Untuk menyimpulkan ketahanan yang lebih luas, penelitian lanjutan perlu menambahkan variasi ukuran dataset, pengulangan, ambang waktu, dan kriteria pemulihan yang terukur.

3.4 Efisiensi dan Evaluasi Pengguna

Perbandingan waktu penyusunan laporan dirangkum pada Tabel 4. Nilai yang tersedia menunjukkan estimasi sekitar 60 menit sebelum otomatisasi dan sekitar 20 menit sesudahnya. Pengurangan sekitar 40 menit setara dengan 66,67% berdasarkan nilai tersebut. Karena protokol pencatatan dan jumlah pengulangan tidak dirinci, hasil ini mendukung indikasi pemendekan proses pada konteks yang diamati, bukan estimasi penghematan waktu universal.

Tabel 4. Perbandingan Waktu Penyusunan Report

Kondisi	Waktu
Sebelum otomatisasi	±60 menit
Setelah otomatisasi	±20 menit
Pengurangan waktu	±40 menit
Persentase pengurangan	±66,67%

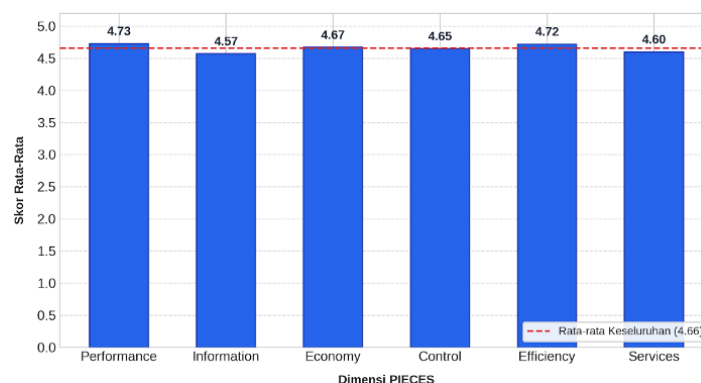
Perubahan waktu pada Tabel 4 konsisten dengan pengalihan tugas berulang dari penyalinan dan pengolahan manual ke pemantauan bot dan log. Namun, durasi dapat dipengaruhi jumlah data, ketersediaan sumber, waktu tunggu antarsistem, dan jadwal refresh. Penelitian ini tidak menguraikan waktu tiap tahap atau biaya tenaga kerja; karena itu implikasi ekonomi hanya dapat dibahas sebagai potensi pengurangan waktu administratif, bukan penghematan biaya yang telah dihitung.

Evaluasi pengguna dilakukan kepada 20 responden dari fungsi yang terkait dengan administrasi dan monitoring. Ringkasan nilai PIECES dan kepuasan keseluruhan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Evaluasi Pengguna

Indikator	Hasil
Jumlah responden	20 orang
Rata-rata enam dimensi PIECES	93,2%
Kategori PIECES	Sangat Baik
Kepuasan keseluruhan	94,0%
Kategori kepuasan	Sangat Baik

Nilai pada Tabel 5 menunjukkan rata-rata agregat 93,2% untuk enam dimensi PIECES dan kepuasan keseluruhan 94,0%; keduanya masuk kategori “Sangat Baik” menurut skala penelitian. Gambar 5 merinci skor rata-rata setiap dimensi pada skala 0–5, dengan garis putus-putus menunjukkan rata-rata keseluruhan 4,66.



Gambar 3. Skor rata-rata kuesioner pada enam dimensi PIECES

Gambar 5 menunjukkan skor tertinggi pada dimensi Performance (4,73), diikuti Efficiency (4,72), sedangkan Information memperoleh skor terendah (4,57); Economy, Control, dan Services masing-masing memperoleh 4,67, 4,65, dan 4,60. Rentang antarskor adalah 0,16 poin, tetapi tanpa data per responden, sebaran, dan uji inferensial, selisih ini hanya bersifat deskriptif dan tidak dapat dinyatakan signifikan. Skor agregat dan kepuasan menunjukkan persepsi positif pada 20 responden dari enam fungsi, bukan bukti kausal efektivitas atau generalisasi lintas organisasi [13].

3.5 Pembahasan

Karakteristik penyusunan Report Tracking Truk pekerjaan berulang, terstruktur, dan berbasis aturan sesuai untuk penerapan RPA. UiPath mengendalikan ekstraksi, sementara Python menangani transformasi data. Pembagian fungsi ini



menempatkan RPA sebagai pengendali proses yang terintegrasi dengan teknologi pengolahan data. Penggunaan RPA untuk mengotomatisasi tugas berbasis aturan juga dikaitkan dengan peningkatan efisiensi proses [2], [15]. Pada sistem ini, pembagian tersebut membuat tahapan ekstraksi dan transformasi memiliki peran yang jelas dalam satu alur. Pengamatan ini menjelaskan fungsi komponen pada implementasi, bukan perbandingan kinerja antarperangkat lunak karena penelitian tidak melakukan eksperimen komparatif.

Pemanfaatan UiPath untuk pekerjaan administratif logistik juga diterapkan pada pembuatan Delivery Schedule [3]. Perbandingan UiPath dan OpenRPA dalam konteks RPA turut menjadi salah satu bahasan terkait [12]. Dalam penelitian ini, UiPath menjalankan workflow otomatis terjadwal sehingga ekstraksi tidak sepenuhnya bergantung pada tindakan manual operator. Fokus implementasi bukan memilih perangkat lunak terbaik, melainkan menggunakan UiPath untuk mengatur jalannya proses yang telah dipetakan. Karena itu, hasil ini dibaca sebagai bukti bahwa fungsi yang dirancang dapat dijalankan pada konteks sistem yang diteliti, bukan sebagai kesimpulan bahwa satu platform selalu lebih unggul daripada platform lain.

Penerapan RPA untuk mengambil data penjualan dari SAP Hybris menunjukkan penggunaan otomasi pada proses yang sebelumnya memerlukan aktivitas manual [7]. Penelitian ini menghubungkan otomasi ekstraksi dengan transformasi menggunakan Python setelah data diambil. Perbedaan ruang lingkup ini terlihat pada penekanan terhadap tahapan setelah ekstraksi: validasi struktur, penanganan data tidak lengkap, standardisasi, dan kalkulasi jarak. Dengan demikian, keberhasilan otomasi tidak hanya ditinjau dari kemampuan mengambil data, tetapi juga dari kesiapan data untuk dimuat dan disajikan.

Integrasi ETL berkontribusi pada kualitas data: 1.050 baris menjadi 1.000 baris, 50 duplikasi dihapus, dan 184 sel kosong ditangani. Perubahan jumlah baris konsisten dengan penghapusan data duplikat yang dilaporkan. Penanganan sel kosong dan standardisasi format melengkapi pembersihan tersebut sehingga struktur data lebih seragam sebelum dimuat. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstraksi otomatis perlu diikuti validasi dan transformasi sebelum data disimpan dan divisualisasikan. Otomatisasi kompilasi dokumen administratif juga telah menerapkan RPA [4]; implementasi ini mengaitkan otomasi dengan transformasi data berbasis Python. Angka tersebut menggambarkan kondisi dataset yang diproses dalam penelitian ini dan tidak dimaksudkan sebagai ukuran kualitas untuk seluruh sumber data tracking.

Integrasi RPA untuk pengelolaan informasi dan standardisasi data telah diterapkan pada sistem informasi manajemen aset [9]. Pada data tracking truck, standardisasi dilakukan terhadap format tanggal dan waktu serta status tugas. Perubahan tersebut relevan karena laporan menggabungkan informasi dengan format yang perlu diproses secara konsisten. Tahap transformasi juga menangani sel kosong dan duplikasi, sementara perhitungan jarak dilakukan otomatis. Dengan demikian, keluaran ETL merupakan dasar bagi pemuatan data ke media antara dan penyajian dashboard. Penelitian ini tidak mengukur akurasi setiap nilai jarak terhadap pengukuran eksternal. Hasil yang dilaporkan terbatas pada keberhasilan fungsi pengolahan sebagaimana tercatat pada sistem dan skenario uji [16].

Peran RPA dalam transformasi proses bisnis dan integrasi teknologi juga menjadi bagian dari kajian terkait [17]. Implementasi ini menghubungkan UiPath untuk otomasi [18], [19], Python untuk transformasi, Google Spreadsheets untuk penyimpanan antara, dan Power BI untuk visualisasi. Pemisahan fungsi tersebut menghasilkan alur pemrosesan dari sumber data hingga dashboard. Google Spreadsheets digunakan sebagai titik pemuatan yang kemudian menjadi sumber Power BI [20]. Mekanisme ini memudahkan pengaitan data hasil transformasi dengan tampilan analitis sesuai arsitektur yang dipilih. Pembaruan dashboard mengikuti scheduled refresh, sehingga kesimpulan yang dapat ditarik adalah tersedianya pemutakhiran berkala, bukan pemantauan real-time [21].

Dari sisi efisiensi, waktu penyusunan laporan berkurang dari sekitar 60 menit menjadi 20 menit atau sekitar 66,67%. Selisih waktu tersebut menunjukkan pemendekan durasi proses administratif berdasarkan perbandingan sebelum dan sesudah implementasi. Setelah otomatisasi, peran operator lebih diarahkan pada pemantauan proses dan log daripada penyalinan serta pengolahan manual. Percepatan proses administratif juga menjadi salah satu penerapan RPA yang dibahas dalam literatur [8]. Perbandingan waktu dalam penelitian ini merujuk pada proses penyusunan laporan yang diamati dan tidak mengukur penghematan biaya atau perubahan produktivitas pada proses lain.

Integrasi dengan Power BI memperlihatkan bahwa data yang dihasilkan dapat digunakan untuk mendukung monitoring operasional. Dashboard menyajikan indikator perjalanan dan performa armada berdasarkan data terstruktur. Penggunaan dashboard dengan mekanisme scheduled refresh memungkinkan informasi diperbarui secara berkala sesuai jadwal, sehingga tidak dinyatakan sebagai pemantauan real-time.

Pengujian seluruh skenario dengan status “Sesuai” menunjukkan bahwa sistem menjalankan fungsi berdasarkan rancangan. Namun, hasil ini terbatas pada skenario yang diuji. Mekanisme validasi, retry, dan logging membantu operator memantau proses dan menangani keadaan ketika sumber atau koneksi mengalami gangguan.

Evaluasi pengguna memperlihatkan penerimaan yang tinggi pada enam dimensi PIECES dan kepuasan keseluruhan. Nilai tersebut merupakan evaluasi persepsi secara deskriptif terhadap 20 responden dalam konteks organisasi yang diteliti. Karena itu, hasilnya menggambarkan penerimaan pengguna pada konteks tersebut dan tidak dimaksudkan untuk digeneralisasikan ke populasi yang lebih luas.

Hubungan antara hasil transformasi dan dashboard perlu dibaca sebagai satu rangkaian. Pembersihan dan standardisasi menghasilkan struktur yang digunakan pada pemuatan ke Google Spreadsheets, lalu data tersebut menjadi sumber bagi visualisasi Power BI. Indikator yang ditampilkan jarak tempuh bulanan, jumlah perjalanan, penyelesaian tugas per unit, performa kendaraan, tren harian, dan keterlambatan keberangkatan per rute mengikuti kebutuhan monitoring operasional yang disebut dalam bahan penelitian. Filter periode dan nomor kendaraan memberi cara untuk meninjau data sesuai cakupan yang dipilih. Karena pembaruan dilakukan dengan scheduled refresh, manfaat dashboard



berada pada penyediaan informasi berkala yang terstruktur. Frekuensi pembaruan dan keterlambatan aktual antarsistem tidak diukur secara terpisah, sehingga keduanya tidak menjadi dasar klaim hasil.

Perbandingan waktu memperlihatkan perubahan pada beban kerja penyusunan laporan: proses yang sebelumnya memerlukan sekitar 60 menit menjadi sekitar 20 menit setelah otomatisasi. Selisih sekitar 40 menit setara dengan pengurangan sekitar 66,67% berdasarkan nilai yang dilaporkan. Angka tersebut mendukung kesimpulan efisiensi untuk proses ini, sedangkan aspek ekonomi PIECES tidak dapat diuraikan lebih rinci karena tidak tersedia data biaya sebelum dan sesudah implementasi. Secara operasional, pergeseran pekerjaan operator ke pemantauan proses dan log selaras dengan adanya validasi dan penanganan gangguan. Namun, penelitian ini tidak melaporkan pengukuran durasi tiap tahap atau perbandingan pada periode pengamatan yang berbeda; pembacaan hasil karena itu tetap berpegang pada estimasi waktu yang dicantumkan.

Nilai evaluasi pengguna melengkapi pengujian teknis dengan sudut pandang penerimaan. Rata-rata 93,2% merangkum enam dimensi PIECES, sementara angka 94,0% menunjukkan kepuasan keseluruhan dari 20 responden. Kedua hasil berada dalam kategori Sangat Baik menurut skala yang digunakan dalam penelitian. Responden berasal dari Admin, IT Support, Inventory, KPI, Quality, dan SLI, sehingga tanggapan menggambarkan pengguna lintas fungsi yang terlibat dalam administrasi atau monitoring. Karena rincian hasil per dimensi, variasi jawaban, dan karakteristik responden lebih lanjut tidak tersedia, angka agregat tidak dapat menjelaskan aspek mana yang memperoleh penilaian tertinggi atau terendah. Hasil tersebut juga tidak dimaksudkan untuk mewakili organisasi lain[22].

Secara keseluruhan, tiga jenis bukti yang disajikan memiliki lingkup berbeda: perubahan kondisi data menggambarkan keluaran transformasi, status black-box menggambarkan kesesuaian fungsi pada skenario uji, dan kuesioner menggambarkan persepsi pengguna. Ketiganya saling melengkapi untuk menilai implementasi, tetapi tidak menggantikan pengujian jangka panjang, pengukuran ketersediaan sistem, atau validasi independen terhadap sumber data. Ketergantungan pada antarmuka platform pihak ketiga, koneksi internet, serta batas Google Spreadsheets dan kuota API menjadi pertimbangan dalam penggunaan berkelanjutan. Rekomendasi penggunaan Orchestrator/server, notifikasi kegagalan, API resmi, dan basis data lebih terukur diarahkan untuk mengatasi batas operasional tersebut jika pengembangan dilanjutkan.

Implementasi memiliki keterbatasan karena ekstraksi bergantung pada tampilan antarmuka platform tracking pihak ketiga dan kestabilan koneksi internet. Sistem dijalankan pada lingkungan lokal; pengembangan berikutnya dapat mempertimbangkan UiPath Orchestrator atau server khusus untuk pengelolaan dan pemantauan bot secara terpusat. Google Spreadsheets juga memiliki batas jumlah sel dan kuota API sehingga peningkatan volume data dapat memerlukan media penyimpanan yang lebih terukur.

4. KESIMPULAN

Implementasi RPA berbasis unattended bot yang diintegrasikan dengan metode ETL berhasil membangun otomatisasi penyusunan Report Tracking Truck di PT Linfox Logistics Indonesia. UiPath, Python, Google Spreadsheets, dan Power BI terhubung dalam satu alur mulai dari ekstraksi sampai visualisasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh 10 skenario black-box memperoleh status sesuai dengan keluaran yang diharapkan. Pada transformasi data, 1.050 baris hasil ekstraksi menjadi 1.000 baris; 50 data duplikat dihapus, 184 sel kosong ditangani, format tanggal dan waktu diseragamkan, status tugas distandardisasi, serta kalkulasi jarak dilakukan secara otomatis. Waktu penyusunan laporan berkurang dari sekitar 60 menit menjadi sekitar 20 menit, setara dengan penurunan sekitar 66,67% berdasarkan perbandingan waktu tersebut. Evaluasi terhadap 20 responden menunjukkan rata-rata 93,2% untuk enam dimensi PIECES dan kepuasan keseluruhan sebesar 94,0%, keduanya berkategori Sangat Baik pada skala penelitian. Temuan ini menjawab tujuan implementasi dan evaluasi sistem pada proses yang diteliti: otomatisasi mengurangi langkah manual, ETL menata data sebelum dimuat, dan dashboard menyajikan indikator operasional dengan pembaruan terjadwal. Kesimpulan ini dibatasi pada sepuluh skenario pengujian, data yang diproses, serta persepsi responden dari organisasi yang diteliti; hasilnya tidak dimaksudkan untuk digeneralisasikan ke organisasi lain. Sistem masih bergantung pada tampilan antarmuka platform tracking pihak ketiga dan kestabilan koneksi internet, sementara Google Spreadsheets memiliki batas jumlah sel dan kuota API. Pengembangan selanjutnya dapat mempertimbangkan UiPath Orchestrator atau server khusus, notifikasi kegagalan otomatis, eksplorasi API resmi platform tracking, dan basis data yang lebih terukur apabila volume data meningkat. Dengan ruang lingkup tersebut, kontribusi penelitian terletak pada integrasi proses RPA, transformasi ETL, serta penyajian Business Intelligence dalam workflow pelaporan yang dapat dipantau secara berkala. Hasil ini dapat menjadi dasar evaluasi lanjutan terhadap kestabilan proses, mutu data, dan kebutuhan penyimpanan ketika sistem digunakan dalam cakupan yang lebih besar. Evaluasi tersebut perlu menggunakan data dan prosedur pengukuran tambahan agar pengembangan berikutnya tetap dapat dibandingkan dengan hasil awal penelitian ini.

5. PERNYATAAN PENULIS

5.1 Kontribusi Penulis

Konseptualisasi: M. A. M., W., dan A. A.;

Metodologi: M. A. M., W., dan A. A.;





Perangkat Lunak: M. A. M., W., dan A. A.;
 Validasi: M. A. M., W., dan A. A.;
 Analisis Formal: M. A. M., W., dan A. A.;
 Investigasi: M. A. M., W., dan A. A.;
 Sumber Daya: M. A. M., W., dan A. A.;
 Kurasi Data: M. A. M., W., dan A. A.;
 Penulisan Draf Awal: M. A. M., W., dan A. A.;
 Penulisan, Peninjauan, dan Penyuntingan: M. A. M., W., dan A. A.;
 Visualisasi: M. A. M., W., dan A. A.;
 Seluruh penulis telah membaca dan menyetujui versi manuskrip yang telah diterbitkan.

5.2 Ketersediaan Data

Data yang disajikan dalam penelitian ini tersedia berdasarkan permintaan kepada penulis korespondensi.

5.3 Pendanaan

Cantumkan secara jelas sumber pembiayaan yang digunakan dalam penulisan dan penerbitan manuskrip ilmiah.

5.4 Pernyataan Dewan Peninjau Institusional

Cantumkan pernyataan yang relevan secara jelas atau tuliskan Tidak Berlaku (Not applicable).

5.5 Pernyataan Persetujuan Berdasarkan Informasi

Cantumkan pernyataan yang relevan secara jelas atau tuliskan Tidak Berlaku (Not applicable).

5.6 Pernyataan Konflik Kepentingan

Para penulis menyatakan bahwa mereka tidak memiliki kepentingan keuangan yang bersaing atau hubungan pribadi yang diketahui yang dapat dianggap memengaruhi pekerjaan yang dilaporkan dalam artikel ini.

5.7 Penggunaan AI Generatif dan Teknologi Berbantuan AI dalam Proses Penulisan

Para penulis menggunakan AI Generatif untuk meningkatkan kejelasan penulisan dalam artikel ini. Para penulis telah meninjau dan menyunting konten yang dihasilkan dengan bantuan AI serta bertanggung jawab penuh atas versi akhir publikasi.

REFERENCES

- [1] J. Ribeiro, R. Lima, T. Eckhardt, and S. Paiva, "Robotic process automation and artificial intelligence in Industry 4.0—A literature review," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 181, pp. 51–58, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2021.01.104.
- [2] J. Wewerka and M. Reichert, "Robotic process automation—A systematic mapping study and classification framework," *Enterp. Inf. Syst.*, vol. 17, no. 2, pp. 1–38, 2023, doi: 10.1080/17517575.2021.1986862.
- [3] N. N. Widodo, S. Rizal, and I. Mariam, "Penerapan RPA menggunakan UiPath pada pembuatan Delivery Schedule PT Suryaraya Rubberindo Industries," in *Prosiding Seminar Nasional Riset Terapan Administrasi Bisnis & MICE XII*, 2023, pp. 120–133. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/snrtb/article/download/2031/911>
- [4] M. A. Farhan, R. S. Sianturi, and N. Santoso, "Implementasi robotic process automation pada proses kompilasi dokumen Nota Pemberitahuan Barang Larangan/Pembatasan (NPBL) di PT Merck Chemicals and Life Sciences," *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, vol. 12, no. 4, pp. 951–964, 2025, [Online]. Available: <https://jtiik.ub.ac.id/index.php/jtiik/article/download/9542/1480>
- [5] D. Susandi, H. Sujadi, and K. Martin, "Pemanfaatan robotic process automation dalam pembuatan laporan penindakan kejadian bencana secara otomatis," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer TRIAC*, vol. 11, no. 1, pp. 6–10, 2024, doi: 10.21107/triac.v11i1.24330.
- [6] H. Y. Lam, V. Tang, and L. Wong, "Raising logistics performance to new levels through digital transformation," *International Journal of Engineering Business Management*, vol. 16, pp. 1–20, 2024, doi: 10.1177/18479790241231730.
- [7] S. B. Utomo, A. N. Gusma, and M. T. Radiputro, "Efisiensi pengambilan data penjualan produk pada SAP Hybris melalui implementasi robotic process automation (RPA) di PT PQRS," *Technologic*, vol. 15, no. 2, pp. 46–54, 2024, doi: 10.52453/t.v15i2.446.
- [8] F. Turrahmi and R. Firdaus, "Penggunaan RPA (Robotic Process Automation) dalam sistem informasi akuntansi: Mempercepat proses dan mengurangi kesalahan," *Jurnal Intelek dan Cendekiawan Nusantara*, vol. 1, no. 5, pp. 9030–9037, 2024, [Online]. Available: <https://jicnusantara.com/index.php/jicn/article/view/1639>
- [9] D. Vernanda, S. Apriyani, Haryati, A. Yanuar, and I. Purwa, "The integration of robotic process automation (RPA) in the asset management information system of a defense holding company," *Subang International Journal of Governance and Accountability (SINGA)*, vol. 2, no. 2, pp. 15–20, 2024, [Online]. Available: <https://singa.subang.go.id/singa/issue/view/3>
- [10] N. M. El-Gharib and D. Amyot, "Robotic process automation using process mining—A systematic literature review," *Data Knowl. Eng.*, vol. 148, 2023, doi: 10.1016/j.datak.2023.102229.
- [11] W. Aulia, R. Gunawan, S. M. Hafiza, and N. B. Tarigan, "Analisis kemungkinan terjadinya risiko pada implementasi robotic process automation (RPA) (studi pada pengiriman dokumen PT Kamadjaja Logistics)," *IdeaLogist Journal*, vol. 1, no. 1, pp. 286–293, 2024, [Online]. Available: https://idealogist.ulbi.ac.id/index.php/IdeaLogist_Journal/article/view/51





- [12] R. S. Hadikusuma, R. S. Bijokangko, and M. D. Ananda, "Analisis perbandingan software UiPath dan OpenRPA pada robotic process automation," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2023, pp. 320–325. doi: 10.36499/psnst.v13i1.9531.
- [13] M. A. Wijaya, D. Purnomo, and Meinawati, "User satisfaction analysis of website-based graduation information system using the PIECES framework method," *Jurnal Teknologika*, vol. 13, no. 2, pp. 273–283, 2023, doi: 10.51132/teknologika.v13i2.309.
- [14] M. De Luca, A. R. Fasolino, and P. Tramontana, "Investigating the robustness of locators in template-based Web application testing using a GUI change classification model," *Journal of Systems and Software*, vol. 210, 2024, doi: 10.1016/j.jss.2023.111932.
- [15] A. Salim, G. I. Sutodjo, and C. N. Siallagan, "Menuju audit ESG berkualitas dan transparan: Optimalisasi implementasi audit ESG dengan robotic process automatization," *Indonesian Journal of Auditing and Accounting*, vol. 2, no. 1, pp. 138–153, 2025, doi: 10.71188/ijaa.v2i1.104.
- [16] H. Prabowo, M. Hendayun, and A. Zulianto, "Peran penggunaan robotic process automation sebagai solusi mitigasi risiko klaim negatif program BPJS Kesehatan," *Infosecure*, vol. 5, no. 2, pp. 24–28, 2024, [Online]. Available: https://jurnal-pasca.unla.ac.id/infosecure/article/view/v5n2_04
- [17] D. I. Syahfitri, "Analisis peran RPA (Robotic Process Automation) dalam transformasi proses akuntansi di Indonesia: Meningkatkan efisiensi, mengintegrasikan teknologi, dan mendorong keunggulan kompetitif," *Benefit: Journal of Business, Economics, and Finance*, vol. 3, no. 2, pp. 368–382, 2025, doi: 10.70437/benefit.v3i2.1191.
- [18] L. Yasmi, G. Firmansyah, B. Tjahjono, and N. S. Fatonah, "Penerapan robotic process automation (RPA) untuk otomatisasi proses pengunggahan planogram: Studi kasus FamilyMart," *Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 7, pp. 55–61, 2025, [Online]. Available: <https://jurnal.kolibi.id/index.php/scientica/issue/view/1>
- [19] F. N. Sabila and M. Fathurahman, "Penerapan robotic process automation (RPA) untuk otomatisasi reporting traffic," in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Vokasi*, 2025, pp. 686–695. [Online]. Available: <https://prosiding.pnj.ac.id/index.php/sniv/article/view/3953>
- [20] K. Safrina and F. Sofiani, "Pemanfaatan aplikasi Google Spreadsheet dalam pengelolaan surat masuk di Kementerian ATR/BPN," *Jurnal Serasi*, vol. 22, no. 2, pp. 148–156, 2024, doi: 10.36080/js.v22i2.3593.
- [21] S. P. M. Hasibuan, N. A. P. Hadi, and K. E. L. B. Karo, "Perubahan peran akuntan di era artificial intelligence dan robotic process automation: Kajian literatur," *Jurnal Ilmiah Nusantara*, vol. 2, no. 6, pp. 1268–1280, 2025, doi: 10.61722/jinu.v2i6.6625.
- [22] R. Darmawan and G. Swalaganata, "Analisa komparatif Power BI dan Tableau dalam implementasi business intelligence pada Brazilian e-commerce public dataset by Olist," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 9, no. 5, pp. 8936–8944, 2025, doi: 10.36040/jati.v9i5.15178.