

ARTICLE

SISTEM INFORMASI REKAPITULASI DAN MONITORING PENYAKIT BERBASIS ETL PIPELINE DI DINAS KESEHATAN KOTA SEMARANG

Disease Recapitulation and Monitoring Information System Based on ETL Pipeline at Semarang City Health Department

Gian Adiansyah,¹ Muhammad Dzaky,² Wisik Adi Panuntun,³ Hanif Pandu Suhito,⁴ Prahita Indriana Rianasmi,⁵ Sholikun,⁶ Maheswara Athallah Wijanarko,⁷ Wiwid Putri Aprilia Hapsari,⁸ dan Fery Nurhandoko⁹

¹Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

²Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

³Teknik Informatika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang, Indonesia

⁴Dinas Kesehatan Kota Semarang, ⁵Dinas Kesehatan Kota Semarang, ⁶Dinas Kesehatan Kota Semarang, ⁷Dinas Kesehatan Kota Semarang, ⁸Dinas Kesehatan Kota Semarang, ⁹Dinas Kesehatan Kota Semarang

*Penulis Korespondensi: adiansyahgian1@gmail.com

(Disubmit 22-11-23; Diterima 23-3-24; Dipublikasikan online pada 30-3-24)

Abstrak

Rekapitulasi dan monitoring data penyakit merupakan bagian penting dalam mendukung penyusunan laporan serta pengambilan keputusan pada sektor kesehatan. Namun, proses tersebut masih sering dilakukan secara manual sehingga berpotensi menimbulkan keterlambatan, inkonsistensi data, dan rendahnya efisiensi pengolahan informasi. Penelitian ini bertujuan mengembangkan Sistem Informasi Rekapitulasi dan Monitoring Penyakit berbasis Extract, Transform, Load (ETL) Pipeline pada Dinas Kesehatan Kota Semarang untuk mengotomatisasi pengolahan data penyakit. Sistem dikembangkan menggunakan Laravel sebagai backend, Blade sebagai frontend, dan MySQL sebagai basis data. Implementasi ETL menghasilkan proses pembersihan, transformasi, dan agregasi data ke dalam tabel harian, bulanan, dan tahunan yang dimanfaatkan oleh mekanisme smart routing untuk menyajikan data secara efisien. Sistem juga menyediakan dashboard interaktif serta fitur ekspor laporan dalam format PDF, Microsoft Excel, dan CSV dengan konfigurasi cakupan wilayah, peringkat, periode waktu, serta filter kode ICD-10. Hasil pengujian yang melibatkan delapan orang penguji menunjukkan bahwa seluruh skenario pengujian menggunakan Pest PHP dan black-box testing berhasil dijalankan sesuai harapan, sedangkan pengujian performa menunjukkan bahwa arsitektur pra-agregasi memberikan waktu respons yang lebih baik dibandingkan pengambilan data langsung dari tabel transaksi. Sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi rekapitulasi, monitoring, dan pelaporan penyakit sehingga mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

Kata kunci: ETL Pipeline, sistem informasi kesehatan, monitoring penyakit, rekapitulasi penyakit, dashboard, Laravel.

Abstract

Disease data recapitulation and monitoring play a vital role in supporting health reporting and data-driven decision-making. However, these processes are often performed manually, resulting in delays, data inconsistencies, and inefficient information management. This study aims to develop a Disease Recapitulation and Monitoring Information System based on an Extract, Transform, Load (ETL) Pipeline at the Semarang City Health Office to automate disease data processing. The system was developed using Laravel as the backend framework, Blade as the frontend technology, and MySQL as the database management system. The implemented ETL pipeline performs data cleansing, transformation, and aggregation into daily, monthly, and yearly summary tables, which are utilized by a smart routing mechanism to improve data retrieval efficiency. The system also provides an interactive dashboard and report export features in PDF, Microsoft Excel, and CSV formats, with configurable parameters including

geographic scope, ranking, time period, and ICD-10 code filtering. Functional testing involving eight evaluators demonstrated that all test scenarios using Pest PHP and black-box testing were successfully completed, while performance testing showed that the pre-aggregation architecture achieved faster response times than direct queries on transactional tables. The developed system improves the efficiency of disease recapitulation, monitoring, and reporting processes, thereby supporting data-driven decision-making.

KeyWords: ETL Pipeline, health information system, disease monitoring, disease recapitulation, dashboard, Laravel.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi informasi di era digital secara global memberikan dampak yang sangat signifikan terhadap tata kelola berbagai sektor, khususnya di bidang kesehatan yang dituntut untuk selalu menyajikan informasi secara cepat, akurat, dan berkapasitas besar[10]. secara makro, pengelolaan data rekam medis dan pelaporan merupakan aktivitas vital di fasilitas pelayanan kesehatan guna menjamin mutu pelayanan secara berkesinambungan[9]. Kebijakan digitalisasi ini diperkuat oleh regulasi nasional yang mengamanatkan bahwa seluruh faskes wajib menyelenggarakan rekam medis secara elektronik guna mewujudkan ketersediaan data kesehatan yang terintegrasi dan andal. Namun, transisi dari pencatatan tradisional menuju sistem yang terkomputerisasi secara global masih menghadapi kendala besar berupa keterbatasan infrastruktur, fragmentasi data, serta rendahnya pemanfaatan sekunder data medis untuk kebutuhan riset dan pengambilan keputusan strategis. Tanpa adanya standarisasi data yang konsisten, tumpukan berkas dari berbagai unit pelayanan kesehatan primer hanya akan menjadi arsip pasif yang sulit diakses dan dianalisis secara kolaboratif lintas instansi[13].

Sebagai koordinator utama dalam merumuskan kebijakan, memantau wilayah, dan mengevaluasi program kesehatan masyarakat, dinas kesehatan sangat bergantung pada integrasi data dari fasilitas pelayanan tingkat dasar [5,9]. Seluruh data transaksi harian dari unit pelayanan primer wajib dilaporkan secara rutin guna menyusun rencana penanganan masalah kesehatan di suatu daerah [9]. Namun pada tataran implementasinya, Dinas Kesehatan Kota Semarang masih dihadapkan pada kendala operasional di mana proses pengelolaan dan rekapitulasi data morbiditas dari 40 Puskesmas di wilayahnya masih dikerjakan secara manual dan terfragmentasi menggunakan aplikasi *spreadsheet* di masing-masing unit [5,10]. Ketergantungan pada metode konvensional ini memicu kelemahan sistemik; petugas harus memverifikasi dan merekap data satu per satu secara berulang, sehingga memperlambat pengolahan data, meningkatkan risiko *human error* dan duplikasi, serta menunda penyampaian laporan rutin [3,9]. Akibatnya, institusi terkait mengalami kesulitan untuk menampilkan pemantauan kondisi kesehatan wilayah yang akurat, dinamis, dan *real-time*, yang pada gilirannya sangat menghambat perumusan keputusan strategis yang responsif [3].

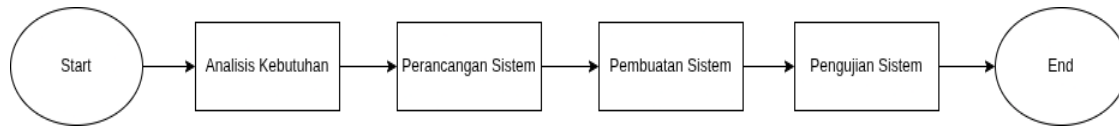
Menyikapi permasalahan tersebut, digitalisasi pengolahan dan rekapitulasi data berbasis *web* menjadi langkah mendesak guna mengeliminasi redundansi dan mempercepat alur pelaporan dari fasilitas kesehatan. Implementasi sistem pelaporan terkomputerisasi merupakan solusi krusial untuk meminimalkan keterbatasan manusia dalam menangani volume data administratif yang terus menumpuk [6]. Secara konseptual, sistem informasi rekapitulasi dirancang untuk mengumpulkan, mengelola, dan meringkas himpunan data kompleks menjadi informasi yang padat guna mempermudah pemantauan, analisis, serta pengambilan keputusan [6,14]. Keandalan digitalisasi ini terbukti efektif dalam meringankan beban operasional, mencegah duplikasi data, memangkas biaya dan waktu pengiriman laporan, serta meningkatkan efisiensi kerja petugas medis karena proses penyusunan manual dapat dipangkas [7,12]. Melalui mekanisme pengumpulan data yang terpusat, sistem ini mampu menekan risiko kesalahan analisis di lapangan sekaligus mempermudah visualisasi data secara berjenjang.

Meskipun sistem pelaporan digital menawarkan banyak kemudahan, implementasinya dalam skala kota memunculkan tantangan fragmentasi dan tidak terstandarnya format data lintas fasilitas kesehatan [8,13]. Ketiadaan integrasi ini seringkali memaksa dinas kesehatan untuk tetap menyatukan data operasional dari puluhan faskes secara manual [8]. Berangkat dari kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan Sistem Informasi Rekapitulasi dan Monitoring Penyakit Berbasis ETL (*Extract, Transform, Load*) Pipeline di Dinas Kesehatan Kota Semarang. Melalui integrasi *Data Warehouse*, arsitektur ini akan mengotomatisasi pembersihan dan agregasi data harian dari 40 Puskesmas guna menyajikan *dashboard* interaktif yang tangguh sebagai landasan perumusan kebijakan kesehatan berbasis bukti (*evidence-based policy*) [8,13,15].

2. Metode

Penelitian ini dilaksanakan melalui tahapan yang disusun secara sistematis untuk memastikan proses pengembangan sistem berjalan secara terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Setiap tahapan saling

berkaitan, di mana keluaran dari suatu tahap menjadi dasar bagi pelaksanaan tahap berikutnya.



Gambar 1. Alur Penelitian

Gambar diatas merupakan alur penelitian yang akan dilakukan, penelitian diawali dengan tahap analisis kebutuhan untuk mengidentifikasi permasalahan, kebutuhan pengguna, serta kebutuhan sistem yang akan dikembangkan. Selanjutnya dilakukan perancangan sistem yang mencakup penyusunan arsitektur sistem, perancangan basis data, alur proses, serta desain komponen backend yang akan digunakan dalam proses pengembangan.

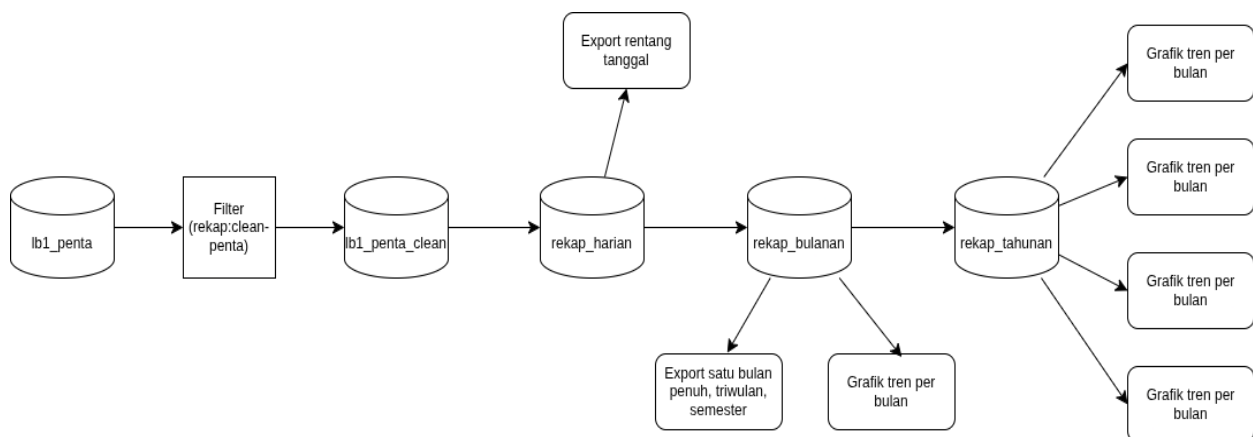
1.1 Analisis Kebutuhan

Pelaporan data penyakit secara berkala merupakan salah satu aktivitas rutin yang dilakukan oleh Dinas Kesehatan untuk memperoleh informasi mengenai kondisi kesehatan masyarakat pada periode tertentu. Laporan tersebut disusun dalam bentuk rekapitulasi bulanan, triwulan, semester, dan tahunan sebagai bahan monitoring serta evaluasi penyebaran penyakit. Akan tetapi, proses penyusunan laporan tersebut masih dilakukan secara manual menggunakan Microsoft Excel. Kondisi ini menyebabkan proses rekapitulasi menjadi kurang efisien karena membutuhkan waktu yang cukup lama dan melibatkan pengolahan data secara berulang. Selain itu, proses manual juga berpotensi menimbulkan kesalahan perhitungan maupun kesalahan input data yang dapat memengaruhi akurasi hasil rekapitulasi.

Sebagai solusi atas permasalahan tersebut, dibutuhkan sebuah sistem yang tidak hanya mempercepat proses rekapitulasi, tetapi juga mampu mengekspor laporan ke format Microsoft Excel secara otomatis. Dokumen yang dihasilkan diharapkan tidak sebatas data tabel, melainkan langsung terintegrasi dengan visualisasi berupa grafik atau diagram guna memudahkan pengguna menganalisis tren distribusi penyakit secara instan. Sistem ini juga harus dilengkapi dengan fitur pemantauan berbasis grafik interaktif. Adanya fitur ini dirancang agar pengguna dapat memantau fluktuasi jumlah kasus pada periode tertentu, baik bulanan maupun tahunan, sekaligus membandingkan dinamika tren penyakit lintas tahun dengan lebih praktis dan akurat.

1.2 Perancangan Sistem

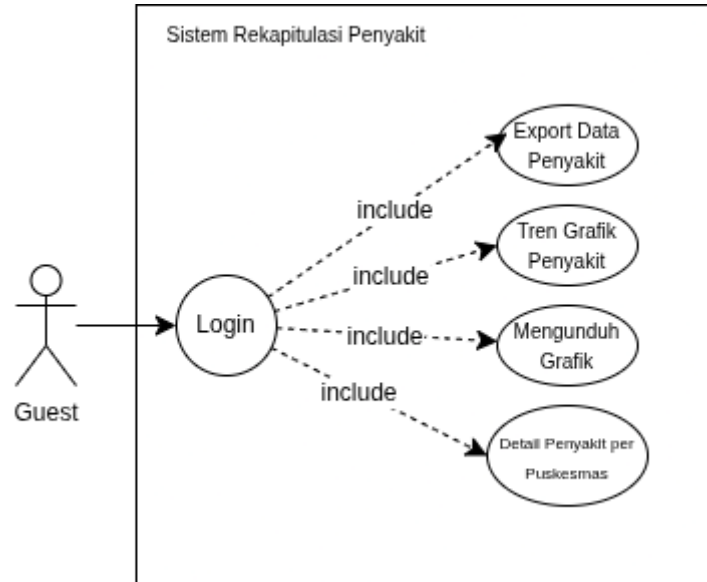
Sebagai dasar pengolahan data, sistem menggunakan tabel `lb1_penta` yang menyimpan data kunjungan pasien sebagai sumber data utama. Data pada tabel tersebut kemudian diproses melalui pipeline ETL untuk menghasilkan rekapitulasi yang mendukung kebutuhan pelaporan dan visualisasi penyebaran penyakit.



Gambar 2. Flowchart ETL Pipeline

Skema ETL yang ditunjukkan pada Gambar 2, dimulai dengan tahap *extract* yang mengambil data kunjungan penyakit dari data utama. Selanjutnya, pada tahap transform, data diproses melalui mekanisme penyaringan menggunakan proses `rekap:clean-penta` untuk menghilangkan data yang tidak valid, duplikat, maupun data yang tidak sesuai dengan kebutuhan rekapitulasi sehingga menghasilkan dataset bersih yang disimpan pada tabel `lb1_penta_clean`. Data yang telah divalidasi kemudian dimuat secara bertahap ke dalam tabel `rekap` berdasarkan periode waktu yaitu `rekap_harian`, `rekap_bulanan`, dan `rekap_tahunan`.

Struktur penyimpanan bertingkat ini memungkinkan sistem menghasilkan rekapitulasi secara otomatis untuk berbagai kebutuhan, seperti ekspor data berdasarkan rentang tanggal, satu bulan penuh, triwulan, maupun semester, serta menyediakan data yang siap digunakan untuk visualisasi grafik tren penyakit pada dashboard. Dengan rancangan ETL tersebut, proses pengolahan data menjadi lebih terstruktur, konsisten, dan efisien dibandingkan proses rekapitulasi manual sehingga mampu mendukung penyajian informasi yang cepat dan akurat.



Gambar 3. Use Case Diagram

Selanjutnya pada gambar 3, yaitu rancangan use case diagram. Sistem rekapitulasi penyakit memiliki satu guest yaitu pengguna, yang diwajibkan melakukan proses login sebagai mekanisme autentikasi sebelum mengakses seluruh fitur sistem. Setelah proses login berhasil, pengguna dapat memanfaatkan berbagai fungsi utama yang disediakan, seperti export data penyakit, tren grafik penyakit, mengunduh grafik, dan melihat detail penyakit per puskesmas.

2.2.1 Tools

Fase konstruksi mengimplementasikan rancangan yang telah disetujui. Sistem dibangun menggunakan *tools* sebagaimana ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Teknologi yang digunakan dalam pengembangan sistem

Komponen	Teknologi	Keterangan
Backend Framework	Laravel 12/PHP 8.2	Framework utama pengembangan sistem
Basis Data	MySQL	Penyimpanan data transaksi dan agregasi
Frontend	Blade	Antarmuka pengguna berbasis server-side rendering
Queue/Async Job	Laravel Queue (database driver)	Eksekusi agregasi dan ekspor secara sinkron
Eksport Excel	PhpSpreadsheet	Generate laporan .xlsx dengan grafik
Ekspor PDF	Dompdf	Generate laporan format pdf
Cache	Laravel Cache (file driver)	Optimasi performa query berulang (TTL 6 jam)
Pengembangan Lokal	Git	Version control manajemen kode

1.1 Pembuatan Sistem

a. Tahap Extract (Pembersihan Data)

Data mentah diproses melalui Artisan command *rekap:clean-penta*. Proses ini memfilter record berdasarkan aturan validasi, tanggal kunjungan tidak boleh null dan harus $\geq$ 1 Januari 2010, kode

puskesmas (*kpusk*) wajib diisi, nomor registrasi (*no_reg*) wajib diisi, dan NIK harus berupa 16 digit angka. Record yang lolos validasi disalin ke tabel staging *lb1_penta_clean* menggunakan mekanisme *insertOrIgnore*, sehingga proses bersifat inkremental dan idempotent. Data diproses menggunakan *chunkById(2000)* untuk menjaga efisiensi memori pada dataset besar.

b. Tahap Transform (Agregasi Harian)

Command *rekap:aggregate* mengagregasi data dari *lb1_penta_clean* ke tabel *rekap_harian* dengan mengelompokkan berdasarkan kombinasi tanggal, kode puskesmas, dan kode diagnosa ICD-10. Agregasi menggunakan query SQL *INSERT, SELECT, GROUP BY* dengan *ON DUPLICATE KEY UPDATE*, sehingga menjalankan ulang command tidak menghasilkan duplikasi data.

c. Tahap Load (Agregasi Periodik)

Command *rekap:refresh-periodic* mengagregasi data dari *rekap_harian* ke dua tabel turunan yaitu *rekap_bulanan* (dikelompokkan per bulan dan kecamatan) dan *rekap_tahunan* (dikelompokkan per tahun). Hierarki ini memungkinkan mekanisme smart routing pada saat query, rentang satu tahun penuh diarahkan ke *rekap_tahunan*, rentang dalam satu bulan penuh ke *rekap_bulanan*, dan rentang tanggal bebas ke *rekap_harian*. Mekanisme ini diimplementasikan dalam method *resolveRekapSource()* pada layer service, sehingga seluruh fitur dashboard dan ekspor secara otomatis menggunakan sumber data yang paling efisien.

d. Fitur Ekspor Laporan Asinkron

Generate file laporan berformat Excel, PDF, atau CSV diimplementasikan menggunakan sistem antrian (*Laravel Queue*) sehingga proses yang berpotensi memakan waktu lama tidak memblokir respons HTTP. Pengguna mengirim permintaan ekspor, server merespons dengan ID job, dan proses generate berjalan di background. Status proses dapat dipantau melalui endpoint API, dan file tersedia untuk diunduh setelah proses selesai.

1.2 Pengujian

Pengujian sistem dilakukan untuk memastikan seluruh fungsi yang dikembangkan berjalan sesuai kebutuhan pengguna. Proses pengujian melibatkan 8 orang penguji yang terdiri dari pembimbing lapangan dan pengguna sistem di lingkungan Dinas Kesehatan Kota Semarang. Seluruh penguji melakukan serangkaian skenario uji berdasarkan tiga metode pengujian, yaitu pengujian fungsional menggunakan Pest PHP, black-box testing, serta pengujian performa sistem.

a. Pest PHP

Pengujian fungsional mencakup dua skenario utama. Pertama, pengujian pipeline cleaning dengan memasukkan 13 record ke tabel *lb1_penta* (4 valid, 9 invalid) dan memverifikasi bahwa tepat 4 record masuk ke *lb1_penta_clean*. Kedua, pengujian fitur ekspor mencakup 10 skenario meliputi dispatch job, download file, validasi batas 30 hari untuk custom date, filter per kecamatan dan puskesmas, filter exclude/exception kode ICD-10, multi-scope export, pembatasan top-N, isolasi job antar user, dan pembersihan file kadaluarsa.

Tabel 2. Skenario pengujian pest PHP

Skenario Uji	Kondisi Input	Output yang Diharapkan	Status
Cleaning data valid	4 record valid, 9 invalid	4 record masuk <i>lb1_penta_clean</i>	Lulus
Validasi NIK	NIK dengan huruf/digit kurang dari 16	Record dibuang (skip)	Lulus
Agregasi Harian	2 record P001 diagnosa A01 tanggal sama	<i>rekap_harian:jumlah_kasus</i> = 2	Lulus
Dispatch export & download	Range 1 tahun, format Excel	File .xlsx terunduh, header Content-Disposition benar	Lulus
Validasi batas 30 hari	<i>custom_date</i> > 30 hari	HTTP 422, error validasi pada field 'to'	Lulus
Filter kecamatan	<i>selected_kecamatan</i> = ['KC01']	Output CSV hanya berisi semarang tengah	Lulus
Exclude + exception ICD-10	Exclude prefix Z, exception Z01 & Z02	Z01 dan Z02 muncul, Z09 tidak muncul	Lulus
Multi-scope	<i>scopes</i> = ['umum', 'kecamatan']	CSV berisi tiga section	Lulus

export Isolasi job antar user	‘puskesmas’] User B akses job milik user A	header HTTP 404	Lulus
Cleanup file kadaluarsa	File export berumur > 24 jam	File dihapus, status job = expired	Lulus

b. Black-box testing

Pengujian black-box dilakukan untuk mengevaluasi fungsionalitas sistem dari perspektif pengguna akhir, tanpa perlu meninjau struktur kode internal perangkat lunak. Pengujian ini berfokus pada verifikasi input dan output dari fitur-fitur utama aplikasi, mulai dari proses autentikasi, interaksi grafik pada dashboard, hingga kustomisasi parameter untuk ekspor laporan. Berdasarkan seluruh skenario pengujian fungsional yang telah dijalankan, sistem mampu merespons dengan tepat sesuai hasil yang diharapkan dan seluruhnya dinyatakan lulus.

Tabel 3. Hasil pengujian melakukan metode black-box testing

Fitur yang diuji	Skenario	Hasil yang diharapkan	Status
Login	user memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang salah	login gagal dan sistem tetap pada halaman login	Lulus
Log Out	user klik ikon profil, kemudian pilih log out	user berhasil log out dari sistem dan kembali ke halaman awal	Lulus
Filter periode Global Chart	pada dashboard, user memilih tahun pada dropdown “periode”	bar chart berubah nilainya sesuai tahun yang dipilih	Lulus
Filter data trend chart	user memilih parameter filter waktu dan input target penyakit, klik update	trend chart berhasil memperbarui tampilan garis tren sesuai filter	Lulus
Filter data pie chart	user memilih scope dan rentang waktu, lalu klik update	pie chart memuat komposisi proporsi penyakit sesuai scope puskesmas	Lulus
Mengunduh grafik	user klik tombol download pada trend chart atau pie chart	sistem merespons dengan mengunduh gambar grafik tersebut dalam format png	Lulus
Melihat detail puskesmas	dari halaman dashboard, user mengklik salah satu nama puskesmas yang tersedia	user berhasil masuk kehalaman khusus puskesmas yang dipilih	Lulus
Memuat bar chart puskesmas	user memilih rentang waktu pada dropdown yang telah disediakan	bar chart termuat sesuai rentang waktu yang dipilih user	Lulus
Melihat full list penyakit puskesmas	user mengklik tombol lihat semua pada daftar tabel penyakit di detail puskesmas, kemudian pilih rentang waktu yang diinginkan	user dialihkan ke halaman tabel riwayat yang menampilkan penyakit di puskesmas tersebut sesuai rentang waktu yang dipilih sebelumnya oleh user	Lulus
Export laporan - format file	user mengklik tombol export laporan lengkap dan memilih format filenya (pdf, excel, dan csv)	file diunduh dengan ekstensi/format sesuai pilihan user	Lulus
Export laporan - rank setting	user memilih cakupan yang akan direkap dan mengatur limit ranknya	laporan menampilkan scope yang telah dipilih dan jumlah penyakit sesuai dengan limit yang diinput oleh user	Lulus
Export laporan - wilayah setting	user memilih kecamatan atau puskesmas	laporan menampilkan data wilayah sesuai yang diinput oleh user	Lulus
Export laporan - rentang waktu	user menyetel periode rekap (bulan, rentang tanggal, tahun, triwulan)	data yang ditampilkan merupakan rekapitulasi pada rentang waktu yang dipilih oleh user	Lulus
Export laporan - filter include	user mengklik tombol “tambah filter” kemudian memilih filter “include”,	laporan menyertakan penyakit yang sesuai input	Lulus

Export laporan - filter exclude	user menginput code icd-x yang diinginkan user mengklik tombol “tambah filter” kemudian memilih filter “exclude”, user menginput code icd-x yang diinginkan	laporan menyembunyikan penyakit yang sesuai input	Lulus
Export - eksekusi	user mengkonfirmasi export dengan menekan tombol download laporan	sistem menampilkan status loading, kemudian menyajikan dokumen/file rekapitulasi tersimpan di penyimpanan user	Lulus

c. Pengujian performa

Pengujian performa dilakukan dengan membandingkan waktu eksekusi query pada skenario dengan dan tanpa arsitektur pra-agregasi. Pengukuran dilakukan pada dataset penyakit dengan volume sekitar 20 juta record. Hasil pengujian disajikan pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil pengujian performa query

Skenario Query	Sumber Tabel	Waktu Respons (ms)
Range 1 hari	rekap_harian	412,14
Range 1 bulan	rekap_bulanan	806,44
Range 1 tahun	rekap_tahunan	4.857
Range 1 tahun (langsung ke data mentah)	lb1_penta_clean	51.287

Pengukuran dilakukan sebanyak tiga kali untuk setiap skenario. Query langsung ke tabel *lb1_penta_clean* (baris 4) berfungsi sebagai baseline untuk menunjukkan perbedaan performa yang dicapai oleh arsitektur pra-agregasi.

3. Hasil

Sistem informasi rekapitulasi dan monitoring penyakit berhasil dikembangkan dan diimplementasikan. Seluruh komponen utama pipeline ETL, dashboard monitoring, dan fitur ekspor laporan yang telah berjalan sesuai kebutuhan yang didefinisikan pada fase *Requirements Planning*.

3.1 Pipeline ETL

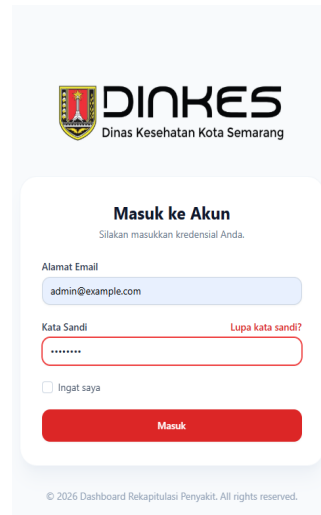
Tahap implementasi pipeline ETL berhasil menghasilkan mekanisme pengolahan data penyakit yang berjalan secara terstruktur melalui tiga proses utama, yaitu extract, transform, dan load. Data kunjungan penyakit yang berasal dari tabel utama *lb1_penta* terlebih dahulu melalui proses cleaning untuk menghilangkan data yang tidak valid, duplikasi, serta data yang tidak memenuhi aturan validasi. Selanjutnya, data yang telah bersih diproses ke dalam tabel agregasi harian, bulanan, dan tahunan sehingga siap digunakan oleh dashboard monitoring maupun fitur ekspor laporan. Pendekatan ETL ini sejalan dengan penelitian Barret dkk. [13] yang menunjukkan bahwa implementasi health ETL pipeline mampu meningkatkan interoperabilitas, konsistensi, dan kualitas data sebelum digunakan sebagai dasar analisis maupun pengambilan keputusan.

Hasil implementasi menunjukkan bahwa pipeline ETL mampu memproses data secara inkremental tanpa menghasilkan duplikasi data ketika proses dijalankan berulang. Dari sekitar 25 juta data kunjungan penyakit yang tersedia pada tabel *lb1_penta*, sebanyak 23.038.644 data berhasil lolos proses validasi dan dimuat ke dalam tabel *lb1_penta_clean*, sedangkan data yang tidak memenuhi aturan validasi secara otomatis dieliminasi dari proses selanjutnya. Temuan ini menunjukkan bahwa mekanisme pembersihan data berhasil meningkatkan kualitas dataset yang digunakan pada proses agregasi sehingga informasi yang disajikan pada dashboard menjadi lebih akurat dan konsisten.

Selain meningkatkan kualitas data, implementasi pipeline ETL juga memberikan kemudahan dalam proses rekapitulasi berdasarkan periode waktu. Data yang telah melalui proses agregasi disimpan pada tabel *rekap_harian*, *rekap_bulanan*, dan *rekap_tahunan*, sehingga sistem dapat menentukan sumber data yang paling sesuai secara otomatis sesuai rentang waktu yang dipilih pengguna (smart routing). Pendekatan pra-agregasi seperti ini juga diterapkan pada penelitian sebelumnya, yang memanfaatkan konsep data warehouse untuk mempercepat penyajian informasi tren penyakit sekaligus mendukung proses monitoring kesehatan secara lebih efisien [8].

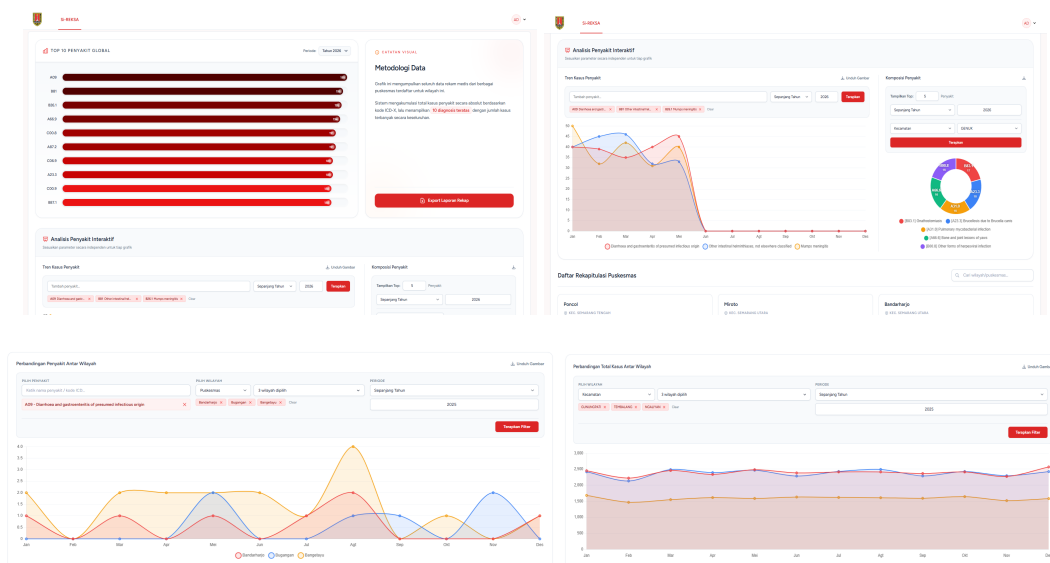
3.2 UI Sistem

Tahap implementasi antarmuka sistem menghasilkan aplikasi berbasis web yang dapat diakses melalui mekanisme autentikasi pengguna. Halaman login berfungsi sebagai gerbang utama untuk memverifikasi identitas pengguna sebelum mengakses seluruh fitur sistem. Mekanisme autentikasi ini memastikan bahwa hanya pengguna yang memiliki hak akses yang dapat memanfaatkan layanan rekapitulasi dan monitoring penyakit, sehingga keamanan serta kerahasiaan data kesehatan tetap terjaga. Penerapan autentikasi sebagai lapisan keamanan merupakan praktik yang umum diterapkan pada sistem informasi kesehatan untuk melindungi data sensitif dan menjaga integritas informasi [9]. Tampilan halaman login ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Halaman Login

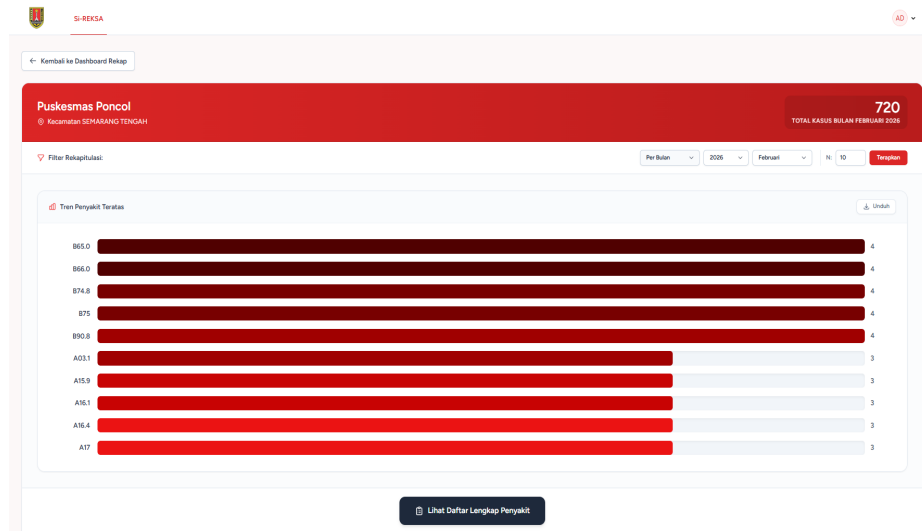
Setelah proses autentikasi berhasil, pengguna diarahkan menuju halaman dashboard yang menyajikan informasi rekapitulasi penyakit dalam bentuk tabel dan visualisasi grafik interaktif. Dashboard menampilkan sepuluh penyakit dengan jumlah kasus tertinggi berdasarkan rentang waktu dan wilayah yang dipilih pengguna. Seluruh proses penyajian data dilakukan secara otomatis menggunakan mekanisme smart routing, sehingga sistem memilih tabel agregasi yang paling sesuai berdasarkan periode pencarian tanpa memerlukan intervensi pengguna. Pendekatan visualisasi berbasis dashboard ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa penyajian data melalui konsep data warehouse mampu mendukung proses monitoring penyakit dan membantu pengambilan keputusan secara lebih efektif [8]. Tampilan dashboard utama ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Dashboard Utama

Selain dashboard utama, sistem juga menyediakan halaman rekapitulasi pada tingkat puskesmas untuk memberikan informasi yang lebih rinci mengenai distribusi penyakit di setiap fasilitas kesehatan. Halaman ini memungkinkan pengguna melakukan pemantauan jumlah kasus berdasarkan periode tertentu serta melihat daftar penyakit secara lebih detail pada masing-masing puskesmas. Penyajian informasi secara bertingkat ini memudahkan proses identifikasi kondisi kesehatan di setiap wilayah kerja tanpa harus melakukan rekapitulasi data secara manual. Dengan tersedianya fitur monitoring berbasis grafik dan tabel

yang terintegrasi, sistem mampu menyajikan informasi secara lebih cepat, terstruktur, dan mudah dipahami oleh pengguna. Tampilan halaman rekapitulasi per puskesmas ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 5. Halaman rekapitulasi per puskesmas

3.3 Fitur Ekspor Laporan

3.3.1 Konfigurasi Ekspor Laporan

Fitur ekspor laporan diimplementasikan untuk mempermudah pengguna menghasilkan dokumen rekapitulasi penyakit sesuai kebutuhan pelaporan di Dinas Kesehatan Kota Semarang. Melalui antarmuka ekspor, pengguna dapat melakukan konfigurasi laporan sebelum proses pembuatan dokumen dijalankan. Proses ekspor menggunakan mekanisme queue sehingga berjalan secara asinkron dan tidak mengganggu aktivitas pengguna ketika sistem sedang memproses data dalam jumlah besar. Pendekatan ini meningkatkan efisiensi sistem serta memberikan pengalaman penggunaan yang lebih baik. Tampilan konfigurasi ekspor laporan ditunjukkan pada Gambar 7.

The screenshot shows the 'Cetak Laporan Penyakit' (Print Disease Report) configuration form. It includes sections for: 1. Format Dokumen (PDF Document, Excel Spreadsheet, CSV Delimited); 2. Pengaturan Ranking (Top N) (Top N Umum, Top N Per Kecamatan, Top N Per Puskesmas); 3. Filter Wilayah (Top N Per Kecamatan, Top N Per Puskesmas); 4. Filter Periode & Kode Penyakit (Periode Export, Pilih Tahun, FILTER KODE PENYAKIT). The form also has a 'Download Laporan' button.

Gambar 6. Form ekspor laporan dengan pilihan format, cakupan, dan filter ICD-10

Gambar 7 menunjukkan antarmuka konfigurasi ekspor laporan yang digunakan pengguna sebelum proses pembuatan dokumen dilakukan. Pada halaman ini tersedia beberapa parameter yang dapat disesuaikan, yaitu pemilihan format keluaran (PDF, Microsoft Excel, dan CSV), cakupan laporan (scope), pengaturan jumlah peringkat penyakit (rank setting), periode rekapitulasi, serta filter kode ICD-10 menggunakan mekanisme include dan exclude. Seluruh parameter tersebut dirancang dalam satu halaman agar pengguna dapat menyusun laporan sesuai kebutuhan tanpa harus melakukan konfigurasi pada menu yang berbeda.

Melalui konfigurasi tersebut, pengguna dapat menghasilkan laporan yang lebih spesifik sesuai kebutuhan analisis. Pemilihan cakupan laporan memungkinkan rekapitulasi dilakukan secara umum, berdasarkan kecamatan, maupun berdasarkan puskesmas. Rank setting digunakan untuk menentukan jumlah penyakit yang akan ditampilkan sehingga analisis dapat difokuskan pada penyakit dengan jumlah kasus tertinggi. Pengguna juga dapat menentukan periode waktu laporan, mulai dari rentang tanggal tertentu, bulanan, triwulan, semester, hingga tahunan, sedangkan filter ICD-10 melalui mekanisme include dan exclude memberikan fleksibilitas untuk menampilkan atau menyembunyikan penyakit tertentu pada hasil rekapitulasi. Penyediaan konfigurasi yang beragam ini sejalan dengan penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa sistem informasi pelaporan perlu menyediakan keluaran yang fleksibel agar dapat mendukung kebutuhan administrasi sekaligus analisis data [12].

3.3.2 Hasil Ekspor Laporan

Berdasarkan konfigurasi yang dipilih pengguna, sistem berhasil menghasilkan laporan dalam tiga format keluaran, yaitu PDF, Microsoft Excel (.xlsx), dan CSV. Seluruh dokumen yang dihasilkan memuat data rekapitulasi penyakit sesuai parameter yang telah ditentukan sebelumnya sehingga informasi yang disajikan konsisten dengan kebutuhan pengguna. Penyediaan beberapa format keluaran tersebut mendukung kebutuhan pelaporan administratif maupun pengolahan data lanjutan sebagaimana diterapkan pada sistem informasi kesehatan yang dikembangkan sebelumnya [10,12].

LAPORAN REKAPITULASI TOP PENYAKIT			
Periode: 01-01-2025 s.d. 31-12-2025			
Tanggal Unduh: 08-07-2026 08:57:55			
SECTION: TOP PENYAKIT UMUM (KESELURUHAN WILAYAH)			
Peringkat	Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kasus
1	A83.4	Australian encephalitis	9,826
2	C00.4	Malignant neoplasm of lower lip, inner aspect	9,816
3	B20	Human immunodeficiency virus [HIV] disease resulting in infectious and parasitic diseases	9,808
4	A18.7	Tuberculosis of adrenal glands	9,808
5	B51.9	Plasmodium vivax malaria without complication	9,807
6	A05.0	Foodborne staphylococcal intoxication	9,795
7	A67.9	Pinta, unspecified	9,793
8	B51.8	Plasmodium vivax malaria with other complications	9,787
9	A28.1	Cat-scratch disease	9,787
10	B05.3	Measles complicated by otitis media	9,785
SECTION: TOP PENYAKIT PER KECAMATAN			
Kecamatan: Semarang Tengah			
Peringkat	Kode Penyakit	Nama Penyakit	Kasus
1	B97.8	Other viral agents as the cause of diseases classified to other chapters	301
2	B48.7	Opportunistic mycoses	286
3	C08.1	Malignant neoplasm of sublingual gland	284
4	A66.0	Initial lesions of yaws	282

Gambar 7. Hasil laporan dengan format PDF

Laporan dalam format PDF disusun menggunakan template yang terstandarisasi sehingga siap digunakan sebagai dokumen resmi maupun arsip administrasi. Format ini mempertahankan tata letak laporan secara konsisten ketika dicetak maupun dibagikan kepada pihak terkait, sehingga sesuai digunakan sebagai media pelaporan formal pada instansi kesehatan [10]. Hasil laporan dalam format PDF ditunjukkan pada Gambar 8.

pengguna tanpa memperhatikan implementasi kode program. Metode ini umum digunakan pada penelitian pengembangan sistem informasi karena mampu memastikan bahwa setiap fitur memberikan keluaran yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [3,11]. Hasil pengujian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa seluruh fitur, meliputi autentikasi pengguna, dashboard monitoring, halaman detail puskesmas, hingga konfigurasi ekspor laporan, berhasil dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Seluruh skenario pengujian memperoleh status lulus, yang menunjukkan bahwa fungsi-fungsi utama sistem telah berjalan dengan baik.

Selain pengujian fungsional, dilakukan pula pengujian performa untuk mengukur waktu respons sistem pada beberapa skenario pengambilan data. Pengujian performa merupakan salah satu pendekatan yang umum digunakan untuk mengevaluasi efisiensi implementasi sistem informasi yang mengelola data dalam jumlah besar [8,13]. Hasil pengujian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa query menggunakan tabel `rekap_harian` memiliki waktu respons sebesar 900,82 ms untuk rentang satu hari, `rekap_bulanan` sebesar 1.000 ms untuk rentang satu bulan, dan `rekap_tahunan` sebesar 10.000 ms untuk rentang satu tahun. Sebagai pembandingan, query langsung terhadap tabel `tbl_penta_clean` pada rentang satu tahun membutuhkan waktu respons sebesar 51.300 ms. Seluruh pengujian dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap skenario untuk memperoleh hasil pengukuran yang konsisten.

4. Pembahasan

Implementasi pipeline ETL pada sistem ini berhasil meningkatkan kualitas data yang digunakan dalam proses rekapitulasi dan monitoring penyakit. Mekanisme extract, transform, dan load mampu menyaring data yang tidak memenuhi aturan validasi sebelum diproses ke dalam tabel agregasi, sehingga data yang digunakan pada dashboard memiliki tingkat konsistensi yang lebih baik. Penggunaan tabel agregasi harian, bulanan, dan tahunan juga memungkinkan sistem menyediakan informasi secara lebih efisien sesuai kebutuhan pengguna melalui mekanisme smart routing. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan data tidak hanya berfokus pada kecepatan akses, tetapi juga pada kualitas data yang menjadi dasar penyajian informasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa implementasi health ETL pipeline berperan dalam meningkatkan interoperabilitas serta konsistensi data sebelum digunakan untuk proses analisis [13]. Selain itu, penerapan konsep pra-agregasi pada penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Sebelumnya yang memanfaatkan data warehouse untuk mempercepat penyajian informasi tren penyakit [8]. Dengan tersedianya data yang telah dibersihkan dan diintegrasikan, dashboard mampu menyajikan informasi penyakit secara lebih cepat dan terstruktur sehingga mendukung proses monitoring serta pengambilan keputusan di Dinas Kesehatan Kota Semarang.

Implementasi fitur ekspor laporan menunjukkan bahwa sistem tidak hanya mampu menyajikan informasi melalui dashboard, tetapi juga menyediakan dokumen rekapitulasi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan pengguna. Ketersediaan konfigurasi seperti cakupan wilayah, pengaturan rank, periode waktu, serta filter kode ICD-10 memberikan fleksibilitas dalam menghasilkan laporan yang lebih spesifik sesuai kebutuhan analisis maupun pelaporan administratif. Dukungan keluaran dalam format PDF, Microsoft Excel, dan CSV juga memperluas pemanfaatan data, baik sebagai dokumen resmi, bahan analisis lanjutan, maupun integrasi dengan sistem lain. Keandalan implementasi tersebut diperkuat oleh hasil pengujian fungsional menggunakan Pest PHP dan black-box testing yang menunjukkan bahwa seluruh fitur berjalan sesuai dengan hasil yang diharapkan. Hasil ini mengindikasikan bahwa proses implementasi telah memenuhi kebutuhan fungsional sistem sebagaimana dirancang pada tahap pengembangan. Temuan tersebut sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menjelaskan bahwa sistem informasi kesehatan perlu menyediakan mekanisme pelaporan yang fleksibel serta mampu menghasilkan keluaran yang sesuai dengan berbagai kebutuhan pengguna [10,12]. Oleh karena itu, fitur ekspor yang dikembangkan pada penelitian ini tidak hanya meningkatkan efisiensi penyusunan laporan, tetapi juga memberikan kemudahan dalam proses analisis dan distribusi informasi kesehatan.

Berdasarkan hasil pengujian performa, penerapan arsitektur pra-agregasi terbukti mampu memberikan waktu respons yang lebih baik dibandingkan proses pengambilan data secara langsung dari tabel transaksi. Perbedaan waktu respons tersebut menunjukkan bahwa penyimpanan data dalam bentuk agregasi dapat mengurangi beban komputasi ketika sistem memproses permintaan data dengan cakupan yang besar. Hasil ini memperlihatkan bahwa rancangan arsitektur yang diterapkan telah sesuai untuk mendukung pengelolaan data penyakit dalam skala besar pada lingkungan Dinas Kesehatan. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan, di antaranya proses ETL yang masih dijalankan secara terjadwal sehingga belum dapat memperbarui data secara real-time, belum diterapkannya mekanisme hak akses berbasis peran (role-based access control), serta belum tersedianya pengujian pada lapisan service untuk memverifikasi logika bisnis secara lebih mendalam. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan mekanisme ETL berbasis event atau trigger, menerapkan manajemen hak akses yang lebih rinci, serta menambahkan fitur deteksi dini terhadap lonjakan kasus penyakit. Pengembangan tersebut diharapkan mampu meningkatkan kinerja sistem sekaligus memperluas pemanfaatannya sebagai pendukung pengambilan keputusan berbasis data di lingkungan Dinas Kesehatan.

5. Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan Sistem Informasi Rekapitulasi dan Monitoring Penyakit berbasis ETL Pipeline untuk Dinas Kesehatan Kota Semarang sebagai solusi terhadap proses rekapitulasi penyakit yang sebelumnya masih dilakukan secara manual. Implementasi pipeline ETL mampu menghasilkan proses pembersihan, agregasi, dan penyajian data yang lebih terstruktur sehingga informasi penyakit dapat disajikan secara lebih cepat, konsisten, dan mudah diakses melalui dashboard maupun fitur ekspor laporan. Kontribusi utama penelitian ini terletak pada penerapan arsitektur ETL bertingkat yang dipadukan dengan mekanisme smart routing, sehingga sistem mampu mengoptimalkan proses pengolahan data berdasarkan kebutuhan pengguna tanpa mengurangi kualitas informasi yang disajikan.

Berdasarkan hasil pengujian, seluruh skenario pengujian fungsional menggunakan Pest PHP dan black-box testing berhasil dijalankan sesuai dengan hasil yang diharapkan, sedangkan pengujian performa menunjukkan bahwa penerapan arsitektur pra-agregasi memberikan waktu respons yang lebih baik dibandingkan pengambilan data secara langsung dari tabel transaksi. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem telah memenuhi kebutuhan fungsional sekaligus mampu mendukung pengolahan data penyakit dalam skala besar secara lebih efisien. Implementasi sistem ini diharapkan dapat membantu Dinas Kesehatan Kota Semarang dalam meningkatkan efektivitas proses monitoring penyakit, penyusunan laporan, serta pengambilan keputusan berbasis data.

Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki beberapa keterbatasan yang dapat menjadi peluang pengembangan pada penelitian selanjutnya. Pengembangan dapat difokuskan pada implementasi mekanisme ETL berbasis real-time, penerapan role-based access control untuk pengelolaan hak akses yang lebih terperinci, penambahan pengujian pada lapisan service untuk meningkatkan keandalan sistem, serta pengembangan fitur analisis spasial dan deteksi dini lonjakan kasus penyakit guna mendukung proses kewaspadaan dan pengambilan keputusan yang lebih cepat.

Pustaka

- [1] S. Mulyandari and M. Novita, "Sistem Informasi Penyakit Hipertensi Berbasis Website di Dinas Kesehatan Kabupaten Rembang," in *Prosiding Science and Engineering National Seminar 6 (SENS 6)*, Semarang, 2021, pp. 581–586 [cite: 1].
- [2] S. Minasari, M. Azam, and S. R. Rahayu, "Pengembangan Aplikasi Monitoring Penyakit Hipertensi dan Diabetes Mellitus Terintegrasi," *Jurnal Manajemen Kesehatan Indonesia*, vol. 10, no. 1, pp. 28–42, Apr. 2022 [cite: 185].
- [3] R. E. Cintya, A. B. Prasetyo, and C. T. Purnami, "Pengembangan Sistem Informasi Inspeksi Kesehatan Lingkungan Rumah Sehat Berbasis Website," *Jurnal Sistem Informasi Bisnis*, vol. 13, no. 2, pp. 172–178, Oct. 2023 [cite: 279].
- [4] H. Kurniasih, K. D. Purnanti, and R. Atmajaya, "Pengembangan Sistem Informasi Penyakit Tidak Menular (PTM) Berbasis Teknologi Informasi," *Jurnal TEKNOINFO*, vol. 16, no. 1, pp. 60–65, 2022 [cite: 345].
- [5] I. Arwani, S. R. Akbar, D. Syaury, and B. H. Prasetyo, "Pengembangan Sistem Informasi Puskesmas Terintegrasi Sebagai Upaya Peningkatan Layanan Kesehatan Masyarakat di Kabupaten Malang," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Teknologi Informasi dan Informatika (DIMASLOKA)*, vol. 1, no. 1, pp. 22–28, Jan. 2022 [cite: 381].
- [6] E. E. Putri and A. P. Yunanda, "Inovasi Layanan Kesehatan Islami: Sistem Informasi Rekapitulasi Pasien pada Rumah Sehat Islam Asy Syifa," *Syntax: Journal of Software Engineering, Computer Science and Information Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 645–651, Dec. 2024 [cite: 16].
- [7] F. R. Yogananda, "Evaluasi Penerapan Sistem Informasi Rekapitulasi Menggunakan Metode PIECES Framework," *Jurnal Litbang Kota Pekalongan*, vol. 20, no. 1, pp. 77–86, 2022 [cite: 54, 58].
- [8] C. Cantika, R. S. Saputra, and A. Wijaya, "Perancangan Data Warehouse (Studi kasus: Analisis Tren Penyakit Menular)," *Sinergi: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 2, no. 1, pp. 130–144, Jan. 2026 [cite: 100, 102].
- [9] D. W. S. Prabowo and J. Triono, "Rancang Bangun Sistem Informasi Rekam Medis Berbasis Web," *PILAR TEKNOLOGI: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, vol. 6, no. 1, pp. 8–14, Mar. 2021 [cite: 704].
- [10] P. P. Hermawan, F. Abdussalaam, and I. Sari, "Perancangan Sistem Informasi Pengolahan Data Rekam Medis Elektronik Guna Menunjang Tata Kelola Pelaporan Rawat Jalan," *Jurnal Indonesia: Manajemen Informatika dan Komunikasi (JIMIK)*, vol. 5, no. 3, pp. 2158–2169, Sep. 2024 [cite: 659].
- [11] M. F. Akrom and U. K. Nisak, "Web-Based Inpatient Reporting System at AFIFA Clinic : Sistem Pelaporan Pasien Rawat Inap Berbasis Web di Klinik AFIFA," *Indonesian Journal of Health Sciences and Medical (IJHSM)*, vol. 2, no. 2, pp. 1–8, Oct. 2025 [cite: 739].
- [12] B. N. Prameswari, F. Abdussalaam, and Y. Yunengsih, "Design of Recapitulation System Pending Inpatient Claims to Enhance BPJS Verification Efficiency Using Extreme Programming," *International Journal Software Engineering and Computer Science (IJSECS)*, vol. 5, no. 3, pp. 1162–1177, Dec. 2025 [cite: 477, 479].
- [13] N. Barret, A. Bernasconi, B. Bikbov, and P. Pinoli, "I-ETL: an interoperability-aware health (meta) data pipeline to enable federated analyses," *BMC Medical Informatics and Decision Making*, vol. 25, no. 375, pp. 1–15, Oct. 2025 [cite: 569, 571, 572].
- [14] Supriono, A., & Herwanto. (2024). *Pemanfaatan business intelligence untuk monitoring tren penyakit di rumah sakit*. Innovation and Technology: Jurnal Ilmu Komputer, Sistem Informasi dan Teknologi Informasi (Innotech), 1(2), 39-49.
- [15] Simatupang, D. S., Rosandi, A. A., Sibagariang, B. Y., Prasetya, C. E., Alfikry, N., Supriadi, R. I., & Agnyawan, Z. D. (2025). *Perancangan data warehouse untuk mendukung analisis informasi sektor kesehatan*. JIK: Jurnal Ilmu Komputer, 1(1), 43-47. <https://doi.org/10.47007/komp.v7i01.xxxxx>