

Sistem Reservasi dan Data Analitik Pasien Dengan Menggunakan Time Series Clustering (Studi Kasus Praktik Bidan Mandiri Di Jember)

1st Rachel Irda Damayanti
SI Teknologi Informasi
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia
rachelirida@student.telkomuniver
sity.ac.id

2ⁿ Yohanes Setiawan, S.Si., M.Kom.,
SI Teknologi Informasi
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia
yohanessetiawan@telkomuniversity
.ac.id

3rd Mastuty Ayu Ningtyas, S.Kom., M.MT.,
SI Teknologi Informasi
Telkom University Surabaya
Surabaya, Indonesia
mastutyayu @telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Sistem pencatatan pasien yang masih dilakukan secara manual pada praktik bidan mandiri sering menimbulkan permasalahan, seperti antrean yang tidak teratur, keterbatasan pola cakan riwayat kunjungan, serta tidak tersedianya analisis pola penyakit secara menyeluruh. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem informasi reservasi pasien berbasis web yang terintegrasi dengan analisis pola penyakit menggunakan algoritma K-Means. Sistem dibangun menggunakan framework Laravel pada sisi backend, MySQL sebagai basis data, serta modul analitik berbasis Python yang diintegrasikan melalui API. Sebanyak 2.547 data rekam pasien, 1.949 komponen data, dan 950 jenis diagnosa diolah melalui tahapan preprocessing, yang meliputi pembersihan data, standarisasi usia, standarisasi diagnosa, normalisasi, serta transformasi data ke format numerik. Algoritma K-Means digunakan untuk mengelompokkan data berdasarkan kemiripan usia dan diagnosa. Evaluasi model dilakukan menggunakan Silhouette Coefficient dan Sum of Squared Errors (SSE) untuk menilai kualitas pemisahan cluster. Hasil analisis menunjukkan bahwa $K = 4$ merupakan jumlah cluster optimal dengan nilai Silhouette tertinggi sebesar 0,6572. Model tersebut menghasilkan empat cluster dengan distribusi: Cluster 0 sejumlah 414 pasien, Cluster 1 sebanyak 593 pasien, Cluster 2 sebanyak 618 pasien, dan Cluster 3 sebanyak 522 pasien, masing-masing memiliki karakteristik usia dan pola diagnosa yang berbeda. Implementasi sistem ini terbukti membantu bidan dalam mengelola reservasi secara lebih terstruktur, meningkatkan efisiensi pencatatan, serta menyediakan informasi analitik mengenai distribusi penyakit berbasis kelompok usia. Selain meningkatkan kinerja administrasi, sistem ini juga mendukung pengambilan keputusan berbasis data dalam pelayanan kesehatan pada praktik bidan mandiri.

Kata kunci— Sistem reservasi pasien, K-Means, Laravel, API Python, Silhouette Coefficient, SSE, praktik bidan mandiri

I. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi informasi di bidang kesehatan telah mendorong peningkatan kualitas layanan pada berbagai fasilitas kesehatan, termasuk praktik bidan mandiri. Sistem informasi kesehatan modern tidak hanya berfungsi sebagai sarana pencatatan data secara elektronik, tetapi juga membuka peluang pemanfaatan data historis untuk analisis yang lebih mendalam guna mendukung pengambilan keputusan berbasis data [1]. Bidan mandiri memiliki peran strategis dalam layan-

an kesehatan ibu dan anak, seperti pemeriksaan kehamilan, imunisasi, perawatan nifas, serta edukasi kesehatan reproduksi [2]. Setiap aktivitas pelayanan menghasilkan data penting yang mencakup usia pasien, diagnosa, dan waktu kunjungan.

Namun, dalam praktiknya masih banyak bidan mandiri yang melakukan pencatatan data pasien secara manual melalui buku catatan atau dokumen sederhana. Kondisi ini menimbulkan berbagai permasalahan, seperti kesulitan menelusuri riwayat pasien, keterlambatan dalam penyusunan laporan, serta keterbatasan dalam mengidentifikasi pola penyakit dari waktu ke waktu [3]. Tanpa dukungan sistem digital, bidan juga mengalami kendala dalam mengenali kecenderungan penyakit berdasarkan kelompok usia atau pola musiman, seperti meningkatnya kasus infeksi saluran pernapasan pada musim hujan atau gangguan kulit pada musim panas, yang berdampak pada kesiapan layanan dan perencanaan obat [4].

Data kunjungan pasien memiliki unsur waktu yang kuat, sehingga konsep analisis deret waktu (*time series*) relevan untuk memahami perubahan frekuensi penyakit dalam periode tertentu. Meskipun metode *time series* tidak diterapkan secara langsung dalam sistem ini, konsep tersebut menjadi landasan penting bahwa pola penyakit bersifat dinamis dan berubah seiring waktu kunjungan pasien [5]. Oleh karena itu, sistem informasi yang dikembangkan perlu mampu merekam data secara kronologis agar analisis dapat dikaitkan dengan dinamika penyakit.

Untuk mendukung analisis pola penyakit berdasarkan karakteristik pasien, penelitian ini menerapkan algoritma *unsupervised learning* K-Means. Algoritma K-Means bekerja dengan mengelompokkan data berdasarkan kemiripan atribut tertentu, seperti usia dan diagnosa, sehingga terbentuk cluster penyakit dengan pola yang serupa [6]. Hasil clustering dapat membantu bidan memahami kelompok penyakit dominan pada rentang usia tertentu serta memberikan gambaran awal terhadap kecenderungan penyakit pada periode tertentu.

Pemanfaatan data analitik (*data analytics*) menjadi aspek penting dalam pengelolaan data kesehatan modern. Data analitik merupakan proses sistematis untuk mengumpulkan, meng-

olah, dan menganalisis data guna menghasilkan informasi dan wawasan yang mendukung pengambilan keputusan [7]. Dalam konteks layanan kesehatan, data analitik memungkinkan tenaga kesehatan memahami distribusi pasien, kecenderungan penyakit, serta faktor-faktor yang memengaruhi kondisi kesehatan masyarakat berdasarkan data historis [8].

Untuk memastikan kualitas hasil clustering, penelitian ini menggunakan Silhouette Coefficient sebagai metrik evaluasi utama, yang mengukur tingkat keseragaman data dalam cluster dan keterpisahannya dari cluster lain [9]. Selain itu, nilai Sum of Squared Errors (SSE) digunakan untuk menentukan jumlah cluster optimal melalui metode Elbow, sehingga evaluasi kualitas clustering menjadi lebih komprehensif [10].

Dari sisi pengembangan perangkat lunak, penelitian ini menerapkan model Waterfall yang terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian, dan pemeliharaan. Model ini dinilai sesuai karena kebutuhan sistem telah terdefinisi dengan jelas dan pengembangannya dapat dilakukan secara terstruktur dan berurutan [11]. Sistem yang dikembangkan menggunakan framework Laravel pada sisi backend, Python untuk proses analisis clustering melalui API, serta MySQL sebagai basis data utama.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini berfokus pada pengembangan sistem reservasi pasien yang terintegrasi dengan analisis pola penyakit menggunakan algoritma K-Means serta evaluasi kualitas cluster menggunakan Silhouette Coefficient dan SSE. Sistem yang dibangun diharapkan dapat membantu bidan mandiri dalam mengelola data pasien secara lebih efektif, memahami pola penyakit berdasarkan usia dan waktu kunjungan, serta mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan melalui pengambilan keputusan berbasis data.

II. METODE PENELITIAN

A. Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan pengembangan sistem informasi berbasis web yang terintegrasi dengan analisis data menggunakan metode *Time Series Clustering*. Pengembangan sistem dilakukan dengan model *Waterfall* yang terdiri dari tahapan analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi, pengujian, dan evaluasi. Model Waterfall dipilih karena memiliki alur kerja yang sistematis dan terdokumentasi dengan baik, sehingga sesuai untuk pengembangan sistem reservasi pasien yang membutuhkan kejelasan spesifikasi pada setiap tahap.

Pada aspek analitik data, penelitian ini menerapkan algoritma *K-Means* untuk mengelompokkan data diagnosa pasien berdasarkan kesamaan pola usia dan waktu kunjungan. Konsep deret waktu (*time series*) digunakan untuk menganalisis perubahan pola penyakit pasien dari waktu ke waktu. Evaluasi kualitas kluster dilakukan menggunakan *Silhouette Coefficient* dan *Sum of Squared Errors* (SSE) dengan pendekatan *Elbow Method* guna menentukan jumlah kluster optimal.

B. Pengumpulan dan Deskripsi Data

Data penelitian diperoleh dari Praktik Bidan Mandiri di Desa Klatakan, Kecamatan Tanggul, Kabupaten Jember. Pe-

ngumpulan data dilakukan melalui observasi langsung terhadap proses pelayanan pasien dan wawancara dengan bidan sebagai pengguna utama sistem. Observasi bertujuan untuk mengidentifikasi alur pelayanan pasien yang masih dilakukan secara manual, sedangkan wawancara digunakan untuk menggalikan kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem.

Dataset yang digunakan meliputi data reservasi pasien, riwayat pemeriksaan, dan diagnosa penyakit yang sebelumnya dicatat secara manual. Dokumentasi pencatatan data pasien secara manual ditunjukkan pada Gambar 1.



GAMBAR 1
(DOKUMENTASI PENCATATAN DATA PASIEN SECARA MANUAL)

C. Pra-pemrosesan dan Analisis Data

Tahap pra-pemrosesan data dilakukan untuk memastikan kualitas data sebelum proses klusterisasi. Tahapan ini meliputi pembersihan data untuk menghilangkan data kosong dan duplikat, standarisasi format usia, normalisasi data, serta transformasi data berbasis waktu. Transformasi ini bertujuan agar data dapat mewakili pola kunjungan pasien secara temporal dan siap diproses oleh algoritma klusterisasi. Proses analisis data dilakukan menggunakan algoritma *K-Means* dengan beberapa variasi jumlah kluster. Hasil klusterisasi kemudian dievaluasi menggunakan nilai *Silhouette Score* dan SSE untuk memastikan kualitas pemisahan kluster yang terbentuk.

D. Alur Sistem dan Proses Clustering

Alur sistem reservasi pasien digambarkan menggunakan flowchart yang menjelaskan proses mulai dari login pengguna, pengisian data pasien, pemilihan jadwal kunjungan, hingga konfirmasi reservasi. Flowchart sistem reservasi pasien ditunjukkan pada Gambar 2.



GAMBAR 2
(FLOWCHART SISTEM INFORMASI RESERVASI PASIEN BERBASIS TIME SERIES CLUSTERING)

Selain alur penelitian secara umum, penelitian ini juga memiliki alur khusus pada tahap analisis data menggunakan pendekatan *time series clustering*. Alur analisis ini bertujuan untuk mengelompokkan data pasien berdasarkan pola kunjungan serta karakteristik diagnosis yang diamati dari waktu ke waktu. Pendekatan ini memungkinkan sistem untuk mengidentifikasi kecenderungan kunjungan pasien secara periodik dan pola penyakit yang muncul dalam rentang waktu tertentu.

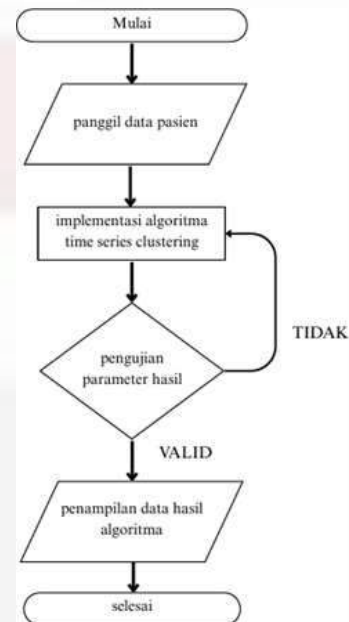
Proses analisis dimulai dengan pemanggilan data pasien yang tersimpan di dalam basis data sistem reservasi. Data tersebut kemudian melalui tahap prapemrosesan, yang meliputi pembersihan data dari nilai yang tidak lengkap atau tidak valid, serta transformasi data agar sesuai dengan format yang dibutuhkan dalam proses klusterisasi berbasis deret waktu. Tahap ini bertujuan untuk memastikan bahwa data yang digunakan memiliki kualitas yang baik sehingga hasil analisis yang diperoleh lebih akurat dan representatif.

Setelah tahap prapemrosesan, data pasien dianalisis menggunakan algoritma klusterisasi, yaitu *K-Means*, untuk mengelompokkan pasien berdasarkan kemiripan pola kunjungan dan diagnosis dari waktu ke waktu. Proses klusterisasi dilakukan dengan menentukan jumlah kluster awal yang kemudian dievaluasi menggunakan metrik kualitas kluster, seperti *Silhouette Coefficient* atau *Sum of Squared Error* (SSE). Evaluasi ini bertujuan untuk menilai tingkat homogenitas data dalam satu kluster serta tingkat perbedaan antar kluster yang terbentuk.

Apabila hasil evaluasi menunjukkan bahwa kualitas kluster yang dihasilkan belum memenuhi kriteria yang diharapkan, sistem akan melakukan proses klusterisasi ulang dengan menggunakan parameter yang berbeda, khususnya pada penentuan

jumlah kluster. Proses ini dilakukan secara iteratif hingga diperoleh konfigurasi kluster yang optimal dan mampu merepresentasikan pola data pasien secara maksimal.

Alur analisis *time series clustering* secara umum ditunjukkan pada Gambar 3, yang menggambarkan bahwa proses analisis data dilakukan secara terstruktur dan sistematis. Setiap tahapan saling terhubung, mulai dari pengambilan data, prapemrosesan, klusterisasi, hingga evaluasi hasil kluster. Dengan adanya alur analisis ini, sistem diharapkan mampu memberikan informasi yang bernilai bagi pihak pengelola layanan kesehatan, khususnya dalam mendukung pengambilan keputusan terkait perencanaan pelayanan, pengelolaan sumber daya, serta peningkatan kualitas layanan kepada pasien.



GAMBAR 3
(FLOWCHART ANALISA CLUSTER)

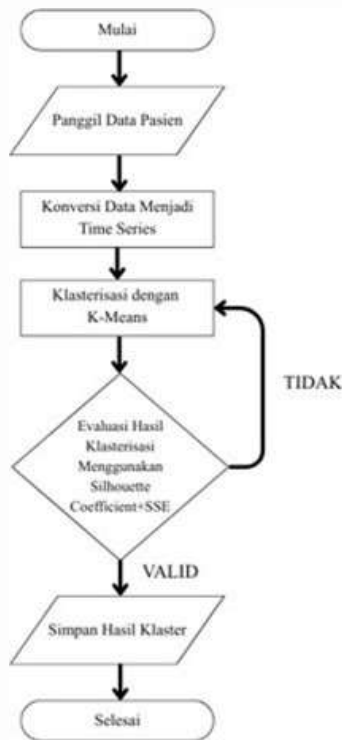
E. Alur Klusterisasi Data Pasien Menggunakan K-Means

Tahapan klusterisasi data pasien secara lebih rinci dilakukan menggunakan algoritma K-Means dengan pendekatan *time series*. Alur klusterisasi ini menggambarkan proses pengelompokan data pasien berdasarkan kesamaan pola usia dan waktu kunjungan, sehingga dapat diidentifikasi tren penyakit yang muncul secara periodik pada kelompok pasien tertentu.

Proses klusterisasi diawali dengan inisiasi analisis pada sistem ketika pengguna mengakses fitur analitik. Sistem kemudian memanggil data pasien yang telah melalui tahap prapemrosesan, termasuk pembersihan data dan transformasi data berbasis waktu. Data tersebut selanjutnya diproses menggunakan algoritma K-Means dengan beberapa variasi nilai jumlah kluster (K). Untuk setiap nilai K , sistem menghitung metrik evaluasi berupa *Silhouette Coefficient* dan *Sum of Squared Errors* (SSE) sebagai dasar penilaian kualitas kluster.

Hasil evaluasi digunakan untuk menentukan jumlah kluster optimal. Apabila nilai evaluasi menunjukkan kualitas kluster yang belum optimal, sistem akan mengulangi proses klusterisasi dengan parameter yang berbeda. Sebaliknya, jika kluster

yang terbentuk telah memenuhi kriteria evaluasi, maka hasil klasterisasi disimpan ke dalam basis data dan ditampilkan dalam bentuk visualisasi pada dashboard sistem. Visualisasi ini mencakup informasi jumlah pasien pada setiap klaster, karakteristik usia, serta diagnosis yang paling dominan, sehingga dapat membantu bidan dalam memahami pola layanan kesehatan pasien. Alur klasterisasi data pasien menggunakan algoritma K-Means ditunjukkan pada Gambar 4.



GAMBAR 4
(FLOWCHART ALUR KLASTERISASI DATA PASIEN MENGGUNAKAN K-MEANS)

F. Flowchart Pengembangan Sistem Waterfall

Setelah proses klasterisasi data pasien menggunakan algoritma K-Means dengan pendekatan *time series* dilakukan, tahap selanjutnya dalam penelitian ini adalah pengembangan sistem reservasi dan analitik pasien secara terstruktur menggunakan metode Waterfall. Pemilihan metode Waterfall didasarkan pada karakteristik pengembangan sistem yang bersifat terencana dan berurutan, sehingga setiap tahapan dapat diselesaikan secara sistematis sebelum melanjutkan ke tahap berikutnya.

Flowchart pengembangan sistem Waterfall menggambarkan proses pengembangan yang diawali dengan tahap analisis kebutuhan sistem. Pada tahap ini, kebutuhan fungsional dan non-fungsional sistem diidentifikasi berdasarkan hasil observasi, wawancara dengan bidan, serta hasil analisis klasterisasi data pasien yang telah dilakukan sebelumnya. Kebutuhan tersebut mencakup fitur reservasi pasien, pengelolaan jadwal praktik, pengolahan data pasien, serta integrasi modul analitik *time series clustering* untuk mendukung pengambilan keputusan berbasis data.

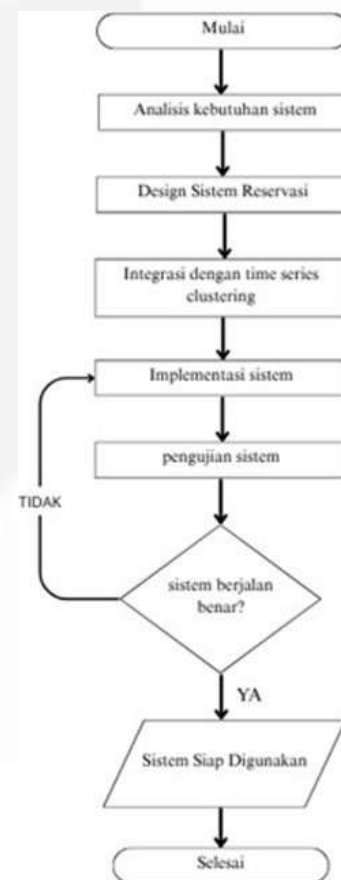
Tahap selanjutnya adalah perancangan sistem, yang meliputi perancangan arsitektur sistem, alur proses, serta desain antar-

muka pengguna. Pada tahap ini, sistem dirancang agar mampu mengintegrasikan hasil klasterisasi menggunakan algoritma K-Means ke dalam dashboard analitik, sehingga bidan dapat melihat pola kunjungan dan tren penyakit pasien secara visual dan mudah dipahami.

Setelah tahap perancangan selesai, dilakukan tahap implementasi sistem. Pada tahap ini, seluruh fitur yang telah dirancang dikembangkan sesuai dengan spesifikasi, termasuk modul reservasi pasien, penyimpanan data rekam medis, serta modul analitik klasterisasi. Integrasi antara sistem reservasi dan modul analitik memungkinkan sistem tidak hanya berfungsi sebagai alat administrasi, tetapi juga sebagai alat analisis pola layanan kesehatan pasien.

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi sistem berjalan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Pengujian mencakup pengujian fungsional sistem reservasi, validasi data pasien, serta pengujian hasil klasterisasi yang ditampilkan oleh sistem. Apabila sistem telah berjalan dengan baik dan memenuhi seluruh kriteria pengujian, maka sistem dinyatakan siap digunakan secara operasional di praktik bidan mandiri.

Alur pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall ditunjukkan pada Gambar 5.



GAMBAR 5
(FLOWCHART PENGEMBANGAN SISTEM WATERFALL)

G. Use Case Diagram Sistem

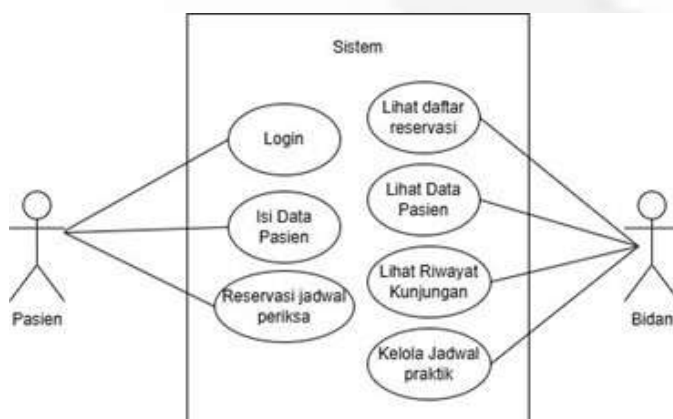
Setelah alur klasterisasi data pasien menggunakan algoritma K-Means dengan pendekatan *time series* serta pengembangan sistem menggunakan metode Waterfall dirancang, tahap selanjutnya adalah pemodelan interaksi pengguna dengan sistem. Pemodelan ini dilakukan menggunakan Use Case Diagram untuk menggambarkan fungsi-fungsi utama sistem serta hubungan antara pengguna dengan sistem reservasi dan pengelolaan data pasien yang dikembangkan. Diagram ini memperlihatkan fungsi-fungsi utama sistem serta aktor yang berinteraksi secara langsung dengan sistem, yaitu *Pasien* dan *Bidan*.

Aktor *Pasien* berperan sebagai pengguna yang melakukan interaksi awal dengan sistem. Pasien dapat melakukan proses *login* untuk mengakses layanan sistem, mengisi data pasien, serta melakukan reservasi jadwal pemeriksaan. Proses reservasi ini memungkinkan pasien memilih jadwal kunjungan yang tersedia sesuai dengan waktu praktik bidan, sehingga dapat mengurangi antrean dan meningkatkan efisiensi pelayanan.

Aktor *Bidan* berperan sebagai pengguna yang mengelola dan memantau data layanan kesehatan melalui sistem. Bidan dapat melakukan *login* untuk mengakses sistem, melihat daftar reservasi yang telah dibuat oleh pasien, serta melihat data pasien yang telah terdaftar. Selain itu, bidan dapat mengakses riwayat kunjungan pasien sebagai bahan evaluasi dan pendukung pengambilan keputusan medis.

Bidan juga memiliki hak akses untuk mengelola jadwal praktik, termasuk menentukan waktu layanan dan menyesuaikan jadwal apabila terjadi perubahan. Fungsi ini memungkinkan sistem reservasi berjalan secara dinamis dan tetap selaras dengan ketersediaan layanan bidan.

Use Case Diagram ini menunjukkan bahwa sistem berfungsi sebagai media penghubung antara pasien dan bidan dalam proses reservasi dan pengelolaan data pasien, sehingga alur pelayanan kesehatan dapat berjalan lebih tertib, terstruktur, dan efisien. Diagram sistem ditunjukkan pada Gambar 6.



GAMBAR 6
(USE CASE DIAGRAM SISTEM INFORMASI RESERVASI PASIEN)

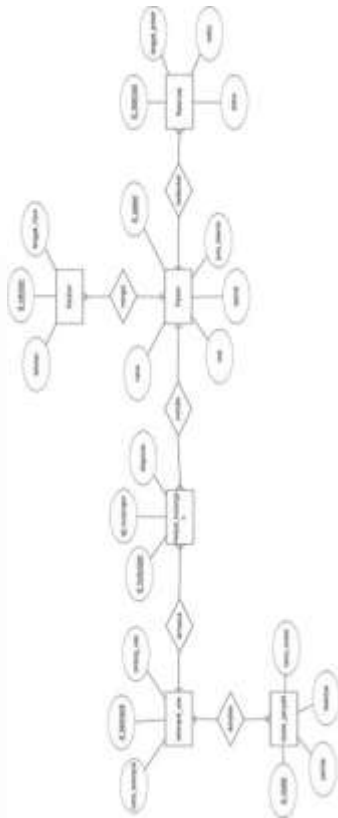
H. Entity Relationship Diagram (ERD)

Untuk mendukung proses bisnis yang digambarkan pada Use Case Diagram, dibutuhkan perancangan struktur basis data yang terorganisir dan konsisten. Entity Relationship Diagram

(ERD) digunakan untuk memodelkan entitas data utama beserta hubungan antar entitas yang mendukung sistem reservasi dan pengelolaan data pasien pada praktik bidan mandiri. ERD sistem terdiri dari beberapa entitas utama, yaitu *Pasien*, *Bidan*, *Reservasi*, *Jadwal Praktik*, *Rekam Medis*, dan *Keluhan*. Entitas *Pasien* menyimpan data identitas pasien, seperti nomor identitas, nama, usia, alamat, dan nomor telepon, yang digunakan sebagai dasar dalam proses reservasi dan pencatatan layanan kesehatan.

Entitas *Bidan* menyimpan informasi akun dan data bidan yang bertanggung jawab terhadap pelayanan kesehatan. Hubungan antara entitas *Pasien* dan *Bidan* direpresentasikan melalui entitas *Reservasi*, yang berfungsi sebagai penghubung data jadwal pemeriksaan pasien dengan jadwal praktik bidan. Setiap pasien dapat melakukan lebih dari satu reservasi, sedangkan setiap bidan dapat melayani banyak pasien sesuai dengan jadwal praktik yang tersedia. Entitas *Jadwal Praktik* menyimpan informasi terkait waktu dan ketersediaan layanan bidan. Entitas ini berhubungan dengan entitas *Reservasi* untuk memastikan bahwa proses pemesanan jadwal pasien sesuai dengan waktu praktik yang telah ditentukan. Hubungan ini memungkinkan sistem melakukan validasi jadwal secara otomatis dan menghindari konflik waktu pelayanan.

Selain itu, entitas *Rekam Medis* digunakan untuk menyimpan riwayat pemeriksaan pasien yang mencakup informasi hasil pemeriksaan dan tanggal kunjungan. Setiap data rekam medis dapat memiliki lebih dari satu data *Keluhan*, yang merepresentasikan kondisi atau keluhan pasien pada saat pemeriksaan. Hubungan antara *Rekam Medis* dan *Keluhan* bersifat banyak ke banyak, sehingga memungkinkan pencatatan keluhan secara lebih fleksibel dan komprehensif. Perancangan ERD ini memastikan bahwa seluruh data yang digunakan dalam proses reservasi, pelayanan pasien, dan analisis data tersimpan secara terintegrasi dan konsisten. Dengan struktur basis data yang terdefinisi dengan baik, sistem mampu mendukung pengelolaan data pasien secara efisien serta memudahkan pengembangan fitur analitik pada tahap selanjutnya. ERD sistem ditunjukkan pada Gambar 7.



GAMBAR 7
(ENTITY RELATIONSHIP DIAGRAM SISTEM)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengolahan dan Pra-Pemrosesan Data

Tahap awal penelitian difokuskan pada pengolahan data pasien yang tersimpan dalam sistem reservasi praktik bidan mandiri. Proses pra-pemrosesan dilakukan untuk memastikan kualitas data sebelum diterapkan pada algoritma *time series clustering*. Tahapan ini meliputi pembersihan data, standarisasi format, transformasi data, dan normalisasi.

Pembersihan data dilakukan dengan menghilangkan entri yang tidak lengkap, duplikasi kunjungan, serta kesalahan input seperti usia kosong dan diagnosis yang tidak terdefinisi. Data yang tidak valid dihapus untuk mencegah distorsi dalam perhitungan jarak pada algoritma K-Means. Setelah proses ini, dataset yang digunakan dinyatakan bersih dan layak dianalisis.

Standarisasi dilakukan pada atribut usia dan diagnosis untuk menyeragamkan format data. Usia pasien yang sebelumnya ditulis dalam bentuk teks disesuaikan menjadi nilai numerik, sedangkan variasi penulisan diagnosis disatukan ke dalam kategori yang konsisten. Proses ini penting untuk menjaga konsistensi pengkodean dan mencegah bias jarak antar data.

Selanjutnya, data ditransformasikan ke dalam struktur yang sesuai dengan kebutuhan algoritma K-Means, dengan memilih atribut relevan seperti usia dan kode diagnosis. Normalisasi data dilakukan menggunakan metode Min-Max agar tidak terjadi dominasi salah satu variabel terhadap perhitungan jarak. Melalui tahapan ini, data yang digunakan telah memenuhi

aspek kelengkapan, konsistensi, dan keseragaman sehingga siap digunakan pada proses klusterisasi.

B. Implementasi Sistem Reservasi Pasien

Implementasi sistem dilakukan dalam bentuk sistem reservasi pasien berbasis web yang terintegrasi dengan modul analitik *machine learning*. Sistem ini dikembangkan menggunakan framework Laravel pada sisi backend, Python untuk pemrosesan K-Means Clustering, serta MySQL sebagai basis data utama.

Fitur utama sistem meliputi reservasi pasien, autentikasi bidan, pengelolaan jadwal praktik, manajemen data reservasi, serta modul analisis pola penyakit. Melalui fitur reservasi, pasien dapat melakukan pendaftaran kunjungan secara mandiri dengan mengisi data identitas, keluhan, serta memilih jadwal yang tersedia. Sistem secara otomatis menyimpan data tersebut dan mengirimkan konfirmasi melalui notifikasi dan email.

Pada sisi bidan, sistem menyediakan dashboard yang menampilkan data reservasi, pengaturan ketersediaan hari dan jam praktik, serta fitur diagnosis pasien. Pengelolaan jadwal dilakukan secara dinamis sehingga pasien hanya dapat memilih waktu kunjungan yang aktif. Mekanisme ini terbukti mampu mengurangi kesalahan penjadwalan dan meningkatkan keteraturan layanan.

Untuk memperlihatkan hasil implementasi sistem yang telah dikembangkan, ditampilkan halaman website yang merepresentasikan fungsi utama sistem reservasi pasien. Tampilan ini menunjukkan bagaimana fitur reservasi, pengelolaan jadwal, serta dashboard bidan diimplementasikan dan dioperasikan secara langsung dalam sistem. Tampilan website sistem reservasi pasien ditunjukkan pada gambar berikut.

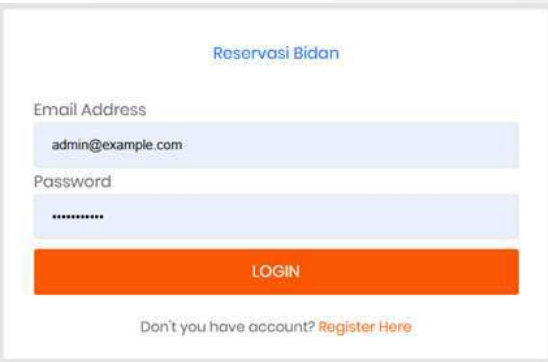
GAMBAR 8
(FITUR RESERVASI PASIEN)



GAMBAR 9
(TAMPILAN NOTIFIKASI KEBERHASILAN RESERVASI PASIEN PADA SISTEM)



GAMBAR 10
(EMAIL KONFIRMASI RESERVASI YANG DIKIRIMKAN KEPADA PASIEN)



GAMBAR 11
(HALAMAN LOGIN BIDAN PADA SISTEM RESERVASI)



GAMBAR 12
(ANTARMUKA PENGATURAN KETERSEDIAAN HARI PRAKTIK OLEH BIDAN)



GAMBAR 13
(ANTARMUKA PENGATURAN KETERSEDIAAN JAM PRAKTIK OLEH BIDAN)



GAMBAR 14
(TAMPILAN DASHBOARD DATA RESERVASI PASIEN YANG MASUK KE SISTEM)



GAMBAR 15
(TAMPILAN FORM DIAGNOSIS BIDAN BERDASARKAN HASIL ANALISIS K-MEANS)

C. Fitur Analisis Pola Penyakit

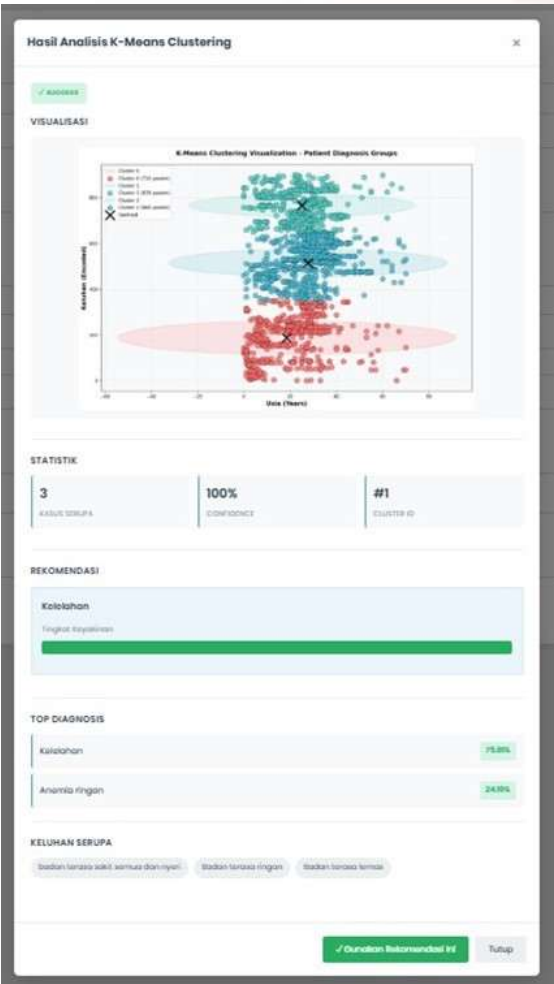
Sistem reservasi pasien yang dikembangkan dilengkapi dengan fitur analisis pola penyakit berbasis *time series clustering* menggunakan algoritma K-Means. Fitur ini bertujuan untuk membantu bidan dalam mengidentifikasi kecenderungan pola penyakit pasien berdasarkan kelompok usia dan riwayat kunjungan secara periodik.

Melalui fitur ini, bidan dapat melakukan analisis data pasien secara langsung melalui dashboard sistem. Ketika proses analisis dijalankan, sistem akan memproses data pasien yang telah melalui tahap pra-pemrosesan dan mengelompokkannya ke dalam kluster berdasarkan kemiripan pola usia dan diagnosis. Hasil analisis kemudian ditampilkan dalam bentuk visualisasi dan ringkasan informasi yang mudah dipahami.

Gambar 15. dan 16. menunjukkan antarmuka sistem yang digunakan oleh bidan untuk melakukan analisis pola penyakit. Sistem menampilkan data pasien, hasil klusterisasi, serta rekomendasi diagnosis berdasarkan pola data historis yang telah dikelompokkan sebelumnya. Integrasi fitur analisis ini memungkinkan bidan memperoleh dukungan pengambilan keputusan secara cepat dan berbasis data.



GAMBAR 16
(TAMPILAN FORM EDIT DIAGNOSIS PASIEN PADA SISTEM
RESERVASI BIDAN)

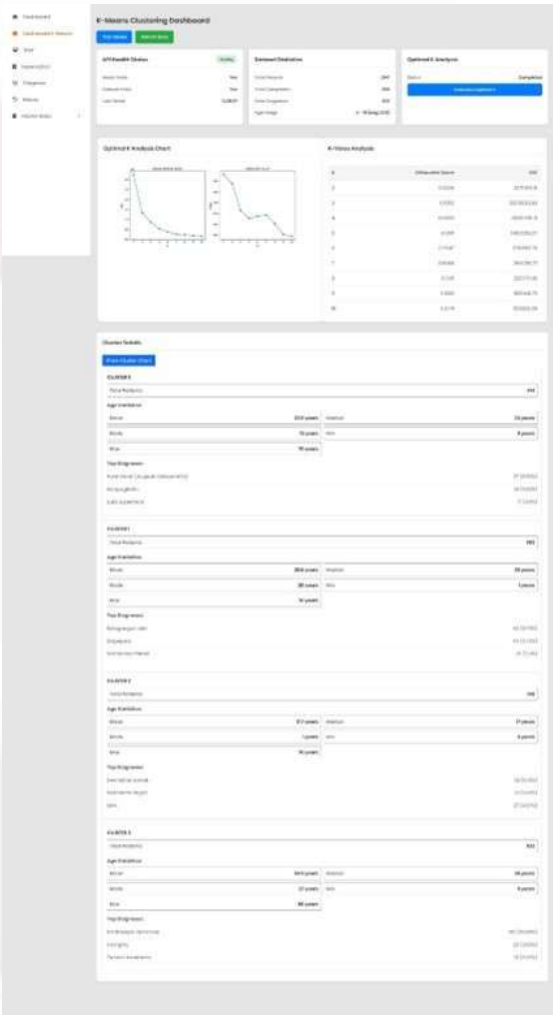


GAMBAR 17
(TAMPILAN VISUALISASI DAN REKOMENDASI DIAGNOSA DARI
HASIL K-MEANS CLUS- TERING)

D. Analisis Hasil Klasterisasi Data Pasien

Analisis hasil klasterisasi dilakukan untuk mengevaluasi kualitas pengelompokan data pasien yang dihasilkan oleh algoritma K-Means. Proses klasterisasi menghasilkan beberapa kelompok pasien dengan karakteristik yang berbeda berdasarkan usia dan diagnosis dominan.

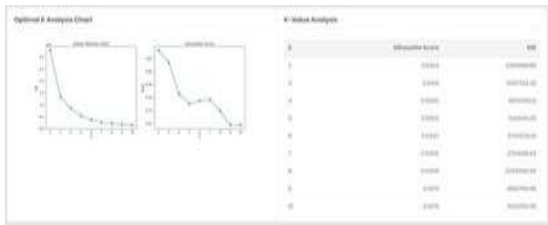
Hasil klasterisasi divisualisasikan dalam bentuk grafik dan dashboard analitik untuk mempermudah interpretasi hasil oleh pengguna sistem. Visualisasi ini menampilkan distribusi klaster, jumlah pasien pada setiap klaster, serta pola diagnosis yang paling sering muncul.



GAMBAR 18
(VISUALISASI HASIL ANALISIS MACHINE LEARNING PADA
DASHBOARD K-MEANS)

Berdasarkan hasil analisis, setiap klaster menunjukkan pola penyakit yang relatif konsisten. Informasi ini dapat dimanfaatkan oleh bidan untuk memahami tren layanan kesehatan, memprediksi kebutuhan pelayanan, serta mendukung pengambilan keputusan klinis secara lebih terarah.

Evaluasi kualitas klaster dilakukan menggunakan metrik *Silhouette Coefficient* dan *Sum of Squared Errors* (SSE). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa jumlah klaster yang digunakan telah memberikan pemisahan data yang baik dan stabil.



GAMBAR 19
(VISUALISASI EVALUASI SILHouette Coefficient dan SSE)

Hasil evaluasi tersebut mengindikasikan bahwa algoritma K-Means dengan pendekatan *time series* mampu mengelompokkan data pasien secara efektif dan memberikan informasi yang relevan untuk analisis pola penyakit pada praktik bidan mandiri.

E. Uji Coba Sistem dan Integrasi Machine Learning

Pengujian sistem dilakukan melalui antarmuka aplikasi untuk memastikan bahwa hasil klasterisasi yang dihasilkan oleh modul *machine learning* dapat ditampilkan secara akurat pada dashboard sistem. Pengujian ini juga bertujuan untuk memverifikasi integrasi antara sistem backend berbasis Laravel dengan API Python yang menangani proses *K-Means clustering*.

Pada halaman *K-Means Clustering Dashboard*, sistem menampilkan status kesehatan API (*API Health Status*) yang menunjukkan kondisi layanan machine learning sebelum proses analisis dijalankan. Status *Healthy* menandakan bahwa model, dataset, dan konektivitas API berada dalam kondisi normal sehingga sistem siap digunakan.



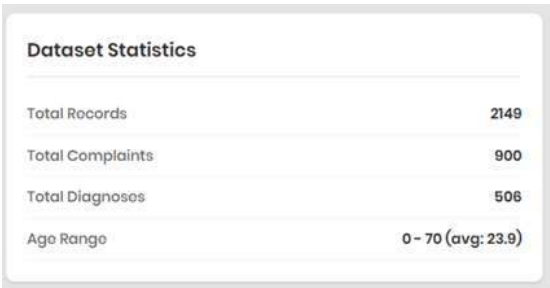
GAMBAR 20
(TAMPILAN API HEALTH PADA DASHBOARD K-MEANS)

Selain itu, sistem juga menampilkan statistik dataset yang digunakan dalam proses klasterisasi, meliputi jumlah total data pasien, jumlah keluhan, jumlah diagnosis, serta rentang usia pasien. Informasi ini penting untuk memastikan bahwa dataset yang dianalisis memiliki cakupan yang memadai dan representatif.

F. Analisis Penentuan Jumlah Klaster Optimal

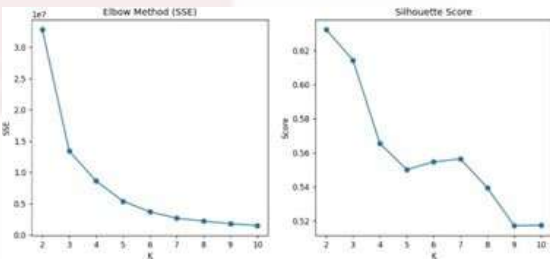
Penentuan jumlah klaster optimal dilakukan menggunakan dua metrik evaluasi, yaitu *Sum of Squared Errors (SSE)* dan *Silhouette Score*. Evaluasi dilakukan dengan menguji nilai *K* pada rentang 2 hingga 10.

Grafik evaluasi menunjukkan adanya titik siku (*elbow*) pada nilai *K* = 4 pada grafik SSE, serta nilai *Silhouette Score* yang



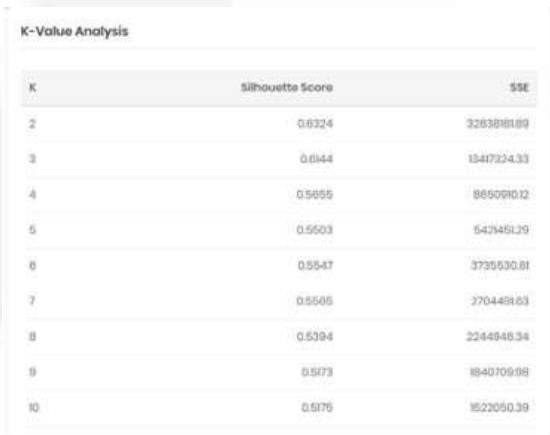
GAMBAR 21
(DATASET STATISTIC DALAM PROSES CLUSTERING)

masih relatif tinggi dan stabil pada nilai tersebut. Kombinasi kedua metrik ini menunjukkan bahwa *K* = 4 merupakan jumlah klaster yang paling optimal.



GAMBAR 22
(EVALUASI NILAI K OPTIMAL PADA ALGORITMA K-MEANS MELALUI METODE SSE DAN SILHOUETTE SCORE)

Ringkasan nilai evaluasi untuk setiap variasi jumlah klaster ditampilkan pada gambar berikut:



GAMBAR 23
(RINGKASAN NILAI SILHOUETTE SCORE DAN SSE UNTUK VARIASI K PADA ALGORITMA K-MEANS)

G. Interpretasi Hasil Klasterisasi Data Pasien

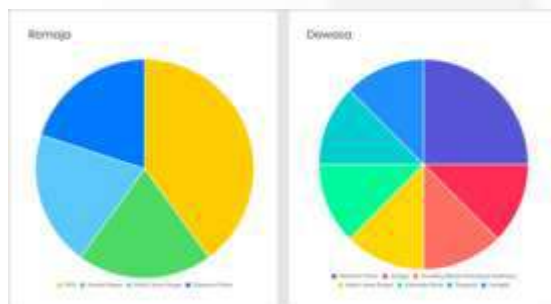
Hasil klasterisasi menghasilkan empat kelompok pasien dengan karakteristik yang berbeda berdasarkan usia dan diagnosis dominan. Setiap klaster merepresentasikan pola layanan kesehatan yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung sistem reservasi pasien.

Cluster	Karakteristik	Keterkaitan dengan Sistem Reservasi
Cluster 0	539 pasien; rata-rata usia 25 tahun; diagnosis dominan: kontrasepsi hormonal, dispepsia, faringitis.	- Sistem dapat merekomendasikan layanan seperti konsultasi KB atau keluhan umum. - Bidan dapat mempersiapkan alat kontrasepsi dan layanan reproduksi. - Sistem dapat memprediksi tingginya reservasi dari pasien usia produktif.
Cluster 1	413 pasien; rata-rata usia 23,9 tahun; diagnosis dominan: nyeri sendi, konjungtivitis, luka superfisial.	- Sistem dapat memberikan rekomendasi layanan muskuloskeletal dan keluhan mata. - Fitur diagnosis otomatis dapat memetakan keluhan seperti "pegal" atau "mata merah". - Bidan dapat menyiapkan obat dan perawatan untuk keluhan fisik ringan.
Cluster 2	617 pasien; rata-rata usia 17,7 tahun; diagnosis dominan: dermatitis kontak, dermatitis ringan, ISPA.	- Sistem dapat merekomendasikan layanan keluhan kulit atau ISPA ringan. - Reservasi anak-remaja dapat diprediksi meningkat pada jam tertentu (misalnya setelah sekolah). - Sistem dapat memetakan keluhan seperti gatal atau bintik ringan ke diagnosis dominan cluster ini.
Cluster 3	580 pasien; rata-rata usia 29,6 tahun; diagnosis dominan: ketegangan otot, dismenore primer, dispepsia.	- Sistem dapat memberikan rekomendasi layanan nyeri otot atau keluhan menstruasi. - Bidan dapat menyiapkan layanan pemeriksaan reproduksi dan manajemen nyeri. - Sistem dapat memprediksi tingginya reservasi pasien dewasa pada hari/jam tertentu.

GAMBAR 24
(INTERPRETASI CLUSTER DAN KETERKAITANNYA DENGAN SISTEM RESERVASI PASIEN)

H. Distribusi Penyakit Berdasarkan Kelompok Usia

Distribusi penyakit dianalisis berdasarkan kelompok usia remaja dan dewasa pada periode pengamatan tertentu. Visualisasi menunjukkan bahwa kelompok remaja didominasi oleh kasus ISPA, sementara kelompok dewasa menunjukkan variasi penyakit yang lebih beragam, termasuk dismenore dan keluhan muskuloskeletal.



GAMBAR 25
(DISTRIBUSI PENYAKIT BERDASARKAN KELOMPOK USIA)

I. Verifikasi Sistem dan Kepuasan Pengguna

Verifikasi sistem dilakukan menggunakan metode *black box testing* oleh bidan dan pasien. Seluruh fitur utama, seperti login, reservasi, pengiriman email konfirmasi, analisis K-Means, serta visualisasi hasil klasterisasi, berhasil dijalankan sesuai dengan kebutuhan sistem.

Selain itu, evaluasi pengalaman pengguna dilakukan menggunakan *User Experience Questionnaire* (UEQ). Hasil evaluasi menunjukkan seluruh dimensi UEQ memperoleh nilai

positif, dengan nilai tertinggi pada dimensi *attractiveness*, *stimulation*, dan *novelty*.

TABEL I
(HASIL EVALUASI USER EXPERIENCE QUESTIONNAIRE (UEQ))

Dimensi	Nilai Rata-rata
Attractiveness	3.00
Perspicuity	2.50
Efficiency	2.50
Dependability	2.00
Stimulation	3.00
Novelty	3.00

Survei kepuasan pasien juga menunjukkan tingkat kepuasan yang sangat baik dengan nilai rata-rata keseluruhan sebesar 4.75 pada skala Likert lima poin. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem reservasi pasien dinilai mudah digunakan, informatif, dan nyaman oleh pengguna akhir.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian sistem yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa sistem reservasi pasien pada praktik bidan mandiri berhasil dikembangkan dan diimplementasikan secara efektif. Sistem mampu mengelola data reservasi dan rekam pasien secara terstruktur, mulai dari proses pendaftaran pasien, pengelolaan jadwal praktik, hingga penyajian informasi layanan yang mendukung operasional bidan secara efisien.

Pada aspek analitik, penerapan algoritma K-Means dengan pendekatan *time series clustering* mampu menghasilkan pengelompokan data pasien yang optimal. Proses pra-pemrosesan data yang meliputi standarisasi usia, normalisasi data, serta transformasi data berbasis waktu terbukti meningkatkan kualitas klasterisasi. Hasil evaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* dan *Sum of Squared Errors* (SSE) menunjukkan bahwa konfigurasi jumlah klaster terbaik diperoleh pada $K = 4$, yang menghasilkan segmentasi data pasien dengan karakteristik usia dan pola diagnosis yang berbeda.

Hasil klasterisasi tersebut memberikan informasi yang bernilai dalam memahami pola penyakit dan karakteristik kunjungan pasien pada praktik bidan mandiri. Integrasi sistem reservasi dengan modul analitik berbasis *machine learning* mampu mendukung bidan dalam pengambilan keputusan, perencanaan jadwal praktik, serta peningkatan kualitas pelayanan kesehatan yang lebih terarah dan berbasis data.

Dengan demikian, penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan sistem reservasi pasien yang terintegrasi dengan analisis *time series clustering* dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan efisiensi layanan dan pemanfaatan data pasien pada praktik bidan mandiri.

REFERENSI

- [1] A. Prasetyo, "Transformasi digital dalam layanan kesehatan di Indonesia," *Jurnal Teknologi Kesehatan*, 2021.
- [2] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Kementerian Kesehatan RI, 2021.
- [3] D. Fitriyani, "Evaluasi sistem pencatatan manual pada layanan kesehatan primer," *Jurnal Administrasi Kesehatan Indonesia*, 2022.

- [4] S. Rahmawati, "Analisis tren penyakit musiman di layanan kesehatan masyarakat," *Jurnal Epidemiologi Kesehatan*, 2021.
- [5] M. Hidayat, "Forecasting kasus penyakit menggunakan analisis deret waktu," *Jurnal Sains Data*, 2021.
- [6] N. Putri, "Penerapan algoritma k-means untuk pengelompokan data kesehatan," *Jurnal Informatika Kesehatan*, 2022.
- [7] A. Sharma, R. Kumar, and S. Gupta, "Health data analytics: Concepts, techniques, and applications," *Journal of Healthcare Informatics Research*, vol. 6, no. 3, pp. 215–230, 2022.
- [8] M. M. Rahman, M. S. Islam, and M. M. Hasan, "The role of data analytics in improving healthcare decision-making," *International Journal of Medical Informatics*, vol. 173, p. 105036, 2023.
- [9] B. Santoso, "Evaluasi kualitas kluster menggunakan silhouette coefficient," *Jurnal Sains Komputasi*, 2021.
- [10] F. Wang, J. Sun, and S. Ebadollahi, "Comparison of time series clustering methods for vital signs in infected patients," in *AMIA Annual Symposium Proceedings*, 2020.
- [11] R. Arifin, "Analisis model waterfall dalam pengembangan sistem informasi," *Jurnal Teknologi Informasi dan Sistem*, 2021.