

JURNAL ARMADA INFORMATIKA

STMIK METHODIST BINJAI

jurnal.stmikmethodistbinjai.ac.id/jai

Penelitian (Sistem Cerdas)

Analisis Rekam Medis Pasien Dengan Algoritma K-Means Clustering Berdasarkan Waktu Kunjungan Dalam Upaya Strategi Pelayanan

Eva Mufida Padilla ¹, Aidul Safi'i ¹, Indra Nasution ¹, Maisya Fitri Anugrah ¹, Muhammad Syahputra Novelan ¹

¹ Pascasarjana, Magister Teknologi Informasi, Universitas Pembangunan Panca Budi, Medan, Indonesia

INFORMASI ARTIKEL

Diterima Redaksi: 01 Oktober 2025
Revisi Akhir: 01 November 2025
Diterbitkan Online: 01 Desember 2025

KATA KUNCI

Rekam Medis; Pasien; Waktu Kunjungan;
Algoritma K-Means

KORESPONDENSI

Phone: +62 821-6844-9797
E-mail:
evamufidapadilla@gmail.com,
aidulsafii0707@gmail.com,
sutanindrabungsu@gmail.com,
maisyafitriyanugrah@gmail.com,
putranovelan@dosen.pancabudi.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini menyajikan kerangka kerja analitis untuk mengoptimalkan strategi pelayanan di fasilitas kesehatan primer, khususnya Klinik Bidan, melalui pemanfaatan data rekam medis. Mengingat kompleksitas data kunjungan pasien yang fluktuatif, pendekatan konvensional berbasis intuisi sering kali gagal mengantisipasi lonjakan beban kerja dan kebutuhan logistik secara akurat. Penelitian ini menerapkan algoritma *Unsupervised Machine Learning*, yaitu *K-Means Clustering*, untuk mengelompokkan pasien berdasarkan variabel waktu kunjungan, diagnosis, dan demografi. Hasil analisis memberikan landasan objektif bagi manajemen untuk menyusun strategi pelayanan yang adaptif—mulai dari pengaturan *shift* tenaga medis, manajemen antrean, hingga efisiensi persediaan farmasi—demi meningkatkan kepuasan pasien dan efektivitas operasional.

PENDAHULUAN

Dalam ekosistem pelayanan kesehatan modern[1], rekam medis bukan sekadar arsip riwayat penyakit, melainkan aset strategis yang memuat pola perilaku pasien[2]. Namun, seringkali data ini hanya menumpuk sebagai "sampah digital" atau dokumen fisik tanpa diolah lebih lanjut. Klinik Bidan Neni, sebagai representasi fasilitas kesehatan tingkat pertama di area urban seperti Kota Medan, menghadapi tantangan multidimensi: variabilitas waktu kedatangan pasien yang tinggi dan keberagaman jenis layanan (mulai dari imunisasi rutin hingga gawat darurat persalinan). Masalah utama yang dihadapi adalah ketidakselarasan antara ketersediaan sumber daya (bidan, obat, ruang tunggu) dengan permintaan layanan aktual. Penentuan target layanan dan jadwal seringkali bersifat reaktif dan subjektif, menyebabkan antrean panjang pada jam tertentu atau kekosongan aktivitas (*idle time*) di jam lain. Diperlukan metode yang objektif untuk memetakan "kapan" pasien datang dan "apa" yang mereka butuhkan. Analisis ini bertujuan untuk mengubah data mentah rekam medis menjadi wawasan strategis menggunakan metode *Data Mining*. Secara spesifik, mengidentifikasi segmen pasien berdasarkan korelasi antara Waktu Kunjungan dan Jenis Penyakit/Layanan. merancang Strategi Pelayanan yang presisi berdasarkan karakteristik setiap segmen (klaster) yang terbentuk. Perkembangan teknologi informasi telah membawa perubahan besar dalam berbagai sektor, termasuk bidang kesehatan. Salah satu bentuk penerapannya adalah sistem pengelolaan data rekam medis yang digunakan untuk mencatat dan menyimpan informasi pasien secara digital. Rekam medis tidak hanya berfungsi sebagai catatan riwayat kesehatan pasien, tetapi juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber data yang bernilai untuk analisis dan perumusan strategi pelayanan kesehatan yang lebih efektif. Klinik Bidan Neni Kota Medan sebagai salah satu fasilitas pelayanan kesehatan yang memberikan layanan kebidanan dan kesehatan ibu-anak

setiap harinya menerima banyak pasien dengan variasi waktu kunjungan yang beragam. Data rekam medis pasien yang tersimpan selama ini belum sepenuhnya dimanfaatkan untuk menganalisis pola kunjungan pasien. Padahal, pola tersebut dapat menjadi dasar pengambilan keputusan dalam mengelola jadwal pelayanan, sumber daya tenaga medis, serta peningkatan kualitas layanan kepada masyarakat. Metode data mining, khususnya algoritma K-Means Clustering[3]–[9], dapat digunakan untuk mengelompokkan data pasien berdasarkan karakteristik tertentu, termasuk waktu kunjungan. Dengan menerapkan algoritma ini pada data rekam medis pasien, klinik dapat mengetahui kelompok waktu kunjungan yang paling ramai, pola kedatangan pasien, serta potensi peningkatan strategi pelayanan sesuai kebutuhan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis data rekam medis pasien di Klinik Bidan Neni Kota Medan menggunakan algoritma K-Means Clustering berdasarkan waktu kunjungan. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan masukan bagi pihak klinik dalam menyusun strategi pelayanan yang lebih optimal, efisien, dan berbasis data guna mendukung peningkatan mutu layanan kesehatan masyarakat[10], [11].

TINJAUAN PUSTAKA

Algoritma Kmeans Clustering

K-Means Clustering adalah, K sebagai konstanta jumlah *cluster* yang diinginkan, *Means* dalam hal ini berarti nilai suatu rata-rata dari suatu grup data yang dalam hal ini didefinisikan sebagai *cluster*, sehingga *K-means clustering* adalah suatu metode penganalisaan data atau metode *data mining* yang melakukan proses pemodelan tanpa supervisi (*unsupervised*) dan merupakan salah satu metode yang melakukan pengelompokan data dengan sistem partisi. Algoritma *K-means* merupakan metode analisis kelompok yang mengarah pada pemartisian N objek pengamatan ke dalam kelompok (*cluster*) dimana setiap objek pengamatan dimiliki oleh sebuah kelompok dengan *mean* (rata-rata) terdekat. Algoritma *K-means* merupakan algoritma yang sederhana untuk diimplementasikan, memiliki kinerja yang relatif cepat, mudah beradaptasi, dan umum digunakan. Algoritma *K-means* data diklasifikasikan berdasarkan kedekatannya dengan *centroid*. Data dikelompokkan dengan memaksimalkan data yang sama dalam satu klaster dan meminimalkan data yang sama antar klaster. *Clustering* merupakan suatu metode untuk mengelompokkan data yang memiliki kemiripan karakteristik antara satu data dengan data yang lain. Klustering adalah salah satu metode *data mining* yang bersifat tanpa arahan (*unsupervised*), metode ini diterapkan tanpa adanya latihan dan tanpa adanya guru (*teacher*) serta tidak memerlukan target output. *Clustering* yang digunakan dalam pengelompokan data terbagi menjadi dua, yaitu *hierarchical clustering* dan *nonhierarchical clustering*[12].

METODOLOGI

Penerapan *K-Means Clustering* mensyaratkan data input yang terstruktur dan numerik. Data rekam medis yang berisi teks diagnosis dan stempel waktu harus melalui proses pra-pemrosesan yang ketat agar hasil analisis valid secara statistik dan klinis.

2.1 Sumber dan Karakteristik Data

Data yang dianalisis bersumber dari rekam medis elektronik maupun registrasi manual yang mencakup atribut: Dimensi Waktu: Jam kedatangan, Hari kunjungan. Dimensi Klinis: Diagnosis (ICD-10 atau deskriptif), Tanda-tanda vital (Tekanan Darah, Suhu), Tindakan medis. Dimensi Demografis: Usia, Alamat (Kecamatan), Jenis Penjaminan (BPJS/Ummu).

2.2 Pra-Pemrosesan Data (*Data Preprocessing*)

Agar algoritma dapat membaca pola kunjungan, dilakukan transformasi data sebagai berikut: Konversi Waktu ke Numerik: Jam kunjungan (misal "08:30") dikonversi menjadi format desimal atau *time-bins* (Pagi, Siang, Sore) untuk memudahkan perhitungan jarak *Euclidean*. Encoding Variabel Diagnosis: Menggunakan teknik *One-Hot Encoding* untuk data nominal seperti jenis penyakit dan penjaminan, mencegah bias urutan yang tidak relevan (misal: menganggap kode penyakit A lebih "kecil" dari kode penyakit B). Normalisasi (Min-Max Scaling): Menyamakan skala data usia (0-60 tahun) dengan data waktu (0-24 jam) agar satu variabel tidak mendominasi pembentukan klaster.

2.3 Mekanisme Algoritma K-Means

Algoritma ini mempartisi data pasien ke dalam klaster dengan meminimalkan variasi di dalam klaster (*intra-cluster variation*) dan memaksimalkan variasi antar klaster. Penentuan Jumlah Klaster: Menggunakan *Elbow Method* untuk

menemukan titik optimal \$K\$, di mana penambahan klaster tidak lagi memberikan penurunan varians yang signifikan. Umumnya, untuk klinik pratama, terbentuk 3-4 klaster utama berdasarkan pola waktu (Pagi, Siang, Malam). Jarak Euclidean: Digunakan untuk mengukur kemiripan antar pasien. Pasien yang datang pada jam yang sama dengan keluhan yang mirip akan memiliki jarak *Euclidean* yang dekat dan dikelompokkan bersama.

3.1. Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan peneliti dalam menyelesaikan masalah pada Klinik Bidan Neni Kota Medan yang beralamat Jl. Sampul Gg. Pribadi No.35 A, Sei Putih Bar., Kec. Medan Petisah, Kota Medan, Sumatera Utara.

a. Studi Literatur

Memperoleh informasi dengan mengumpulkan, mempelajari dan membaca berbagai referensi dari buku maupun jurnal lainnya yang berhubungan dengan penelitian ini seperti sistem cerdas, data mining, algoritma kmeans clustering, dan lain-lain.

b. Studi Lapangan

Memperoleh informasi dengan mengumpulkan dan memahami data-data langsung dari Klinik Bidan Neni Kota Medan.

1. Observasi

Melakukan observasi, melihat langsung cara kerja bagian yang terkait dengan pencatatan hasil-hasil kegiatan yang dilakukan, untuk melihat sistem yang bekerja dengan pengolahan data dalam proses kunjungan dan penyakit pasien.

2. Sampling

Teknik pengambilan sampel merupakan pemilihan sejumlah item tertentu dari seluruh item yang ada dengan tujuan mempelajari sebagian item tersebut untuk mewakili seluruh sistemnya. Salah satu sampling yang dilakukan pada Klinik Bidan Neni Kota Medan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1.1. Data

Data rekam medis harian di atas mencerminkan keragaman layanan kesehatan yang diberikan di beberapa wilayah Medan. Setiap entri memuat waktu kedatangan pasien, usia, jenis kelamin, alamat, status penjamin, data tanda vital seperti tekanan darah, suhu tubuh, berat badan, diagnosis utama, kode ICD10, dan jenis layanan mulai dari Rawat Jalan, Kebidanan, Imunisasi, KB, Prolanis, Konseling, IGD, hingga VK/Bersalin. Variasi diagnosis mulai dari penyakit infeksi umum, kondisi kronis, kehamilan, imunisasi, hingga kasus gawat darurat dan kebidanan, memperlihatkan cakupan dan intensitas pelayanan kesehatan yang terintegrasi. Data ini diolah dengan format yang terstruktur, sehingga memudahkan analisis klinis, evaluasi layanan, serta monitoring kesehatan masyarakat..

Tabel 1. Data Mentah

Masuk	Usia	JK	Alamat	PJaminan	Tanda Vital TD	Suhu C	BB Kg	Diagnosis Utama	Kode ICD10	Jenis
07:15	4	L	Medan Tuntungan	Umum	-	38.5	14	Febris / Demam	R50.9	Rawat Jalan
07:30	2	P	Medan Johor	BPJS	-	37.8	11	ISPA Akut	J06.9	Rawat Jalan
07:45	28	P	Medan Selayang	Umum	110/70	36.5	55	Hyperemesis Gravidarum	O21.0	Kebidanan
08:00	5	L	Medan Tuntungan	BPJS	-	36.8	18	Diare Akut	A09	Rawat Jalan
08:10	1	P	Medan Johor	Umum	-	36.6	9	Imunisasi Campak	Z24.4	Imunisasi
08:25	32	P	Medan Amplas	BPJS	120/80	36.7	62	Kontrol IUD	Z30.5	KB
08:40	6	L	Medan Tuntungan	Umum	-	39.0	20	Tonsilitis Akut	J03.9	Rawat Jalan
09:00	0	L	Medan Johor	BPJS	-	36.9	4	Kontrol Neonatus	Z38	Kebidanan
09:15	3	P	Medan Tuntungan	Umum	-	38.2	13	Common Cold	J00	Rawat Jalan
09:30	25	P	Medan Selayang	BPJS	90/60	36.5	48	Anemia Ringan	D64.9	Rawat Jalan
09:45	7	L	Medan Johor	Umum	-	37.5	22	Dermatitis Alergi	L23	Rawat Jalan
10:00	29	P	Medan Tuntungan	BPJS	110/70	36.6	58	Vulvovaginitis	N76.0	Kebidanan
10:15	55	P	Medan Johor	BPJS	150/90	36.7	70	Hipertensi Primer	I10	Prolanis

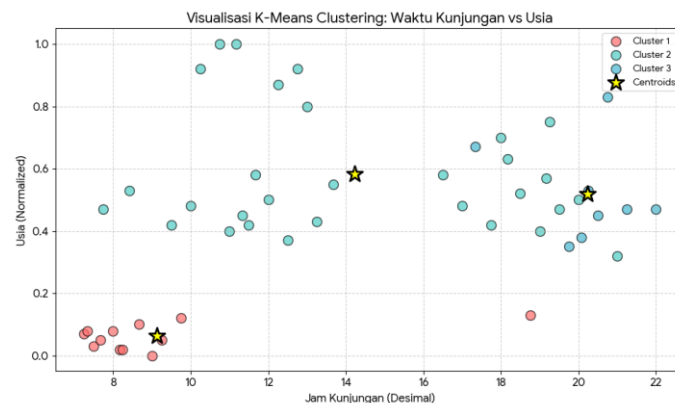
Masuk	Usia	JK	Alamat	PJaminan	Tanda Vital TD	Suhu C	BB Kg	Diagnosis Utama	Kode ICD10	Jenis
10:45	60	L	Medan Tuntungan	BPJS	140/90	36.6	65	Myalgia (Nyeri Otot)	M79.1	Rawat Jalan
11:00	24	P	Medan Selayang	Umum	110/70	36.5	60	ANC Trimester 1	Z34.0	Kebidanan
11:20	27	P	Medan Johor	BPJS	120/80	36.6	63	ANC Trimester 2	Z34.8	Kebidanan
11:40	35	P	Medan Tuntungan	Umum	110/80	36.5	68	KB Suntik 3 Bulan	Z30.0	KB
12:00	30	P	Medan Amplas	BPJS	100/70	36.4	55	ANC Trimester 3	Z34.9	Kebidanan
12:15	52	P	Medan Johor	BPJS	130/80	36.7	72	Diabetes Melitus T2	E11	Prolanis
12:30	22	P	Medan Tuntungan	Umum	110/70	36.5	54	Konseling Pra-Nikah	Z31.8	Konseling
13:00	48	P	Medan Selayang	BPJS	160/100	36.8	75	Hipertensi Grade 2	I10	Prolanis
13:15	26	P	Medan Johor	Umum	120/80	36.6	61	USG Kehamilan	Z36	Kebidanan
13:40	33	P	Medan Tuntungan	BPJS	110/70	36.5	59	KB Pil	Z30.4	KB
16:30	35	L	Medan Polonia	Umum	130/80	36.7	70	Gastritis Akut	K29.7	Rawat Jalan
17:00	29	P	Medan Johor	BPJS	100/60	36.5	50	Dyspepsia / Maag	K30	Rawat Jalan
17:20	40	L	Medan Tuntungan	Umum	120/80	36.8	75	Laceration (Luka Robek)	S61	IGD
17:45	25	P	Medan Selayang	BPJS	110/70	36.6	53	Cephalgia (Sakit Kepala)	R51	Rawat Jalan
18:10	38	L	Medan Johor	Umum	140/90	36.7	80	Low Back Pain	M54.5	Rawat Jalan
18:30	31	P	Medan Tuntungan	BPJS	110/70	36.5	55	Fatigue / Kelelahan	R53	Rawat Jalan
18:45	8	P	Medan Amplas	Umum	-	38.0	25	Febris	R50.9	Rawat Jalan
19:00	24	P	Medan Johor	Umum	120/80	36.6	60	Test Kehamilan (+)	Z32.0	Kebidanan
19:15	45	L	Medan Tuntungan	BPJS	130/85	36.7	72	Gout Arthritis (Asam Urat)	M10	Rawat Jalan
19:30	28	P	Medan Selayang	Umum	110/70	36.5	58	Flour Albus (Keputihan)	N76	Kebidanan
19:45	21	P	Medan Johor	BPJS	160/110	37.0	65	Preeklamsia Berat	O14.1	IGD Kebidanan
20:00	30	L	Medan Tuntungan	Umum	120/80	36.6	68	ISPA (Pulang Kerja)	J06.9	Rawat Jalan
20:15	32	P	Medan Johor	BPJS	120/80	37.0	62	Inpartu Kala 1 (Mau Melahirkan)	O80	VK / Bersalin
20:30	27	P	Medan Selayang	Umum	110/70	36.5	55	Abortus Imminens (Flek)	O20.0	IGD Kebidanan
20:45	50	L	Medan Tuntungan	BPJS	150/90	36.7	75	Hipertensi Urgency	I10	IGD
21:00	19	P	Medan Johor	Umum	110/70	36.5	50	Dysmenorrhea (Nyeri Haid)	N94.6	Rawat Jalan
21:15	28	L	Medan Amplas	BPJS	120/80	36.6	65	Vulnus (Luka Lecet)	T14.0	IGD
07:20	5	L	Medan Tuntungan	Umum	-	38.8	18	Febris / Demam	R50.9	Rawat Jalan
07:40	3	P	Medan Johor	BPJS	-	37.9	13	Batuk Pilek	J00	Rawat Jalan
11:10	60	P	Medan Selayang	BPJS	140/90	36.6	65	Kontrol Diabetes	E11	Prolanis
11:30	25	P	Medan Tuntungan	Umum	110/70	36.5	55	ANC Trimester 1	Z34.0	Kebidanan
18:00	42	L	Medan Johor	Umum	130/80	36.7	78	Myalgia (Pulang Kerja)	M79.1	Rawat Jalan
19:10	34	P	Medan Tuntungan	BPJS	100/70	36.5	58	Gastritis Kronis	K29	Rawat Jalan
22:00	28	P	Medan Selayang	Umum	130/90	37.0	65	Ketuban Pecah Dini	O42	VK / Bersalin
08:15	1	P	Medan Johor	BPJS	-	36.6	10	Imunisasi Polio	Z24	Imunisasi
12:45	55	P	Medan Amplas	BPJS	150/90	36.7	70	Osteoarthritis (Rematik)	M19	Prolanis
20:05	23	L	Medan Tuntungan	Umum	120/80	36.6	60	Kecelakaan Ringan	T14	IGD

Tabel 2. DATA NUMERIK (PRE-PROCESSED)

Jam_Desimal	Usia	Layanan	Skor_Urgensi	BPJS_Status	Tekanan_Darah_Sistol	Kategori_Waktu
7.25	0.07	1	4	0	0	1
7.50	0.03	1	3	1	0	1
7.75	0.47	2	3	0	110	1
8.00	0.08	1	3	1	0	1
8.17	0.02	3	1	0	0	1
8.42	0.53	4	1	1	120	1
8.67	0.10	1	4	0	0	1
9.00	0.00	2	2	1	0	1
9.25	0.05	1	3	0	0	1
9.50	0.42	1	2	1	90	1
9.75	0.12	1	2	0	0	1
10.00	0.48	2	2	1	110	1
10.25	0.92	5	3	1	150	2
10.75	1.00	1	2	1	140	2
11.00	0.40	2	1	0	110	2
11.33	0.45	2	1	1	120	2
11.67	0.58	4	1	0	110	2
12.00	0.50	2	1	1	100	2
12.25	0.87	5	2	1	130	2
12.50	0.37	6	1	0	110	2
13.00	0.80	5	3	1	160	2
13.25	0.43	2	1	0	120	2
13.67	0.55	4	1	1	110	2
16.50	0.58	1	3	0	130	3
17.00	0.48	1	3	1	100	3
17.33	0.67	7	4	0	120	3
17.75	0.42	1	2	1	110	3
18.17	0.63	1	2	0	140	3
18.50	0.52	1	2	1	110	3
18.75	0.13	1	3	0	0	3
19.00	0.40	2	1	0	120	3
19.25	0.75	1	3	1	130	3
19.50	0.47	2	2	0	110	3
19.75	0.35	7	5	1	160	3
20.00	0.50	1	2	0	120	3
20.25	0.53	8	5	1	120	3
20.50	0.45	7	4	0	110	3
20.75	0.83	7	4	1	150	3
21.00	0.32	1	2	0	110	3
21.25	0.47	7	3	1	120	3
7.33	0.08	1	4	0	0	1
7.67	0.05	1	3	1	0	1
11.17	1.00	5	2	1	140	2

Jam_Desimal	Usia	Layanan	Skor_Urgensi	BPJS_Status	Tekanan_Darah_Sistol	Kategori_Waktu
11.50	0.42	2	1	0	110	2
18.00	0.70	1	2	0	130	3
19.17	0.57	1	3	1	100	3
22.00	0.47	8	5	0	130	3
8.25	0.02	3	1	1	0	1
12.75	0.92	5	2	1	150	2
20.08	0.38	7	4	0	120	3

Grafik ini memvisualisasikan pengelompokan pasien berdasarkan dua variabel utama: **Jam Kunjungan** (Sumbu X) dan **Usia Pasien** (Sumbu Y). Algoritma telah membagi data menjadi 3 cluster (kelompok) yang berbeda, ditandai dengan warna merah, toska, dan biru.



Gambar 1. Hasil Rekam Medis Pasien Berdasarkan Waktu Kunjungan Dalam Upaya Strategi Pelayanan.

Grafik ini memvisualisasikan pengelompokan pasien berdasarkan dua variabel utama, yakni Jam Kunjungan pada sumbu X dan Usia Pasien pada sumbu Y, di mana algoritma telah memisahkan data ke dalam tiga cluster berbeda yang ditandai dengan warna merah, toska, dan biru. Setiap lingkaran pada grafik merepresentasikan seorang pasien, dan warna lingkaran menunjukkan kelompok hasil clustering K-Means yang dipengaruhi oleh karakteristik seperti jam kedatangan, usia, dan layanan yang diterima. Selain itu, bintang besar berwarna kuning adalah centroid atau titik pusat masing-masing cluster; algoritma K-Means menggeser posisi centroid ini secara iteratif sampai posisi optimal tercapai, sehingga kelompok pasien dapat diidentifikasi secara visual berdasarkan kemiripan data mereka.

Setiap kolom dalam data numerik didesain menggunakan transformasi khusus agar bisa dibaca algoritma secara optimal. Kolom Jam_Desimal, misalnya, dihasilkan dengan mengubah format jam dari "titik dua" (seperti 07:15) menjadi pecahan desimal menggunakan rumus $\text{"Jam"} + \frac{\text{"Menit"}}{60}$, sehingga 07:15 menjadi 7.25 dan 07:30 menjadi 7.5. Kolom Kode_Layanan menerapkan label encoding dengan memberi kode angka pada kategori layanan, seperti Rawat Jalan menjadi 1, Kebidanan 2, Imunisasi 3, dst, supaya komputer bisa membedakan jenis layanan dengan mudah. Pada kolom BPJS_Status dipakai teknik binary encoding, yaitu 1 jika penjaminan "BPJS" dan 0 untuk "Umum". Tekanan_Darah_Sistol diolah dari data mentah tanda vital: jika ada angka seperti "120/80", diambil angka depan (sistol), sedangkan jika kosong ("-") diisi nilai 0 agar konsisten dan mencegah error pada analisis. Kategori_Waktu menggunakan teknik binning untuk mengelompokkan waktu berkunjung pasien, misalnya 07:00–11:00 pagi diberi kode 1, 11:01–15:00 siang kode 2, dan sore/malam kode 3. Terakhir, Usia_Norm merupakan hasil normalisasi usia pasien menggunakan rumus $\frac{\text{"Usia"} - 0}{60 - 0}$ agar rentang usia bisa dibandingkan secara proporsional dengan variabel lain. Dengan pengolahan ini, data menjadi rapi, seragam, dan mudah diproses oleh algoritma analisis.

Data ini telah diproses secara numerik sehingga setiap variabel mewakili informasi klinis yang penting dalam format terstandarisasi: kolom Jam_Desimal menunjukkan waktu kedatangan pasien dalam satuan desimal, Usia_Norm adalah hasil normalisasi usia, Kode_Layanan mengkodekan jenis layanan kesehatan, Skor_Urgensi merepresentasikan tingkat urgensi kasus, BPJS_Status menunjukkan status penjaminan pasien (0 untuk umum, 1 untuk BPJS), Tekanan_Darah_Sistol mencatat nilai tekanan darah sistolik, dan Kategori_Waktu membantu mengelompokkan data berdasarkan rentang waktu tertentu.

Kode kategori layanan menggunakan angka 1 hingga 8 untuk memudahkan pengelolaan data, di mana 1 merepresentasikan Rawat Jalan Umum, 2 untuk Kebidanan (ANC/Ginekologi), 3 untuk Imunisasi, 4 untuk KB, 5 untuk Prolanis (Kronis), 6 untuk Konseling, 7 untuk IGD, dan 8 untuk VK/Bersalin. Penggunaan kode numerik ini bertujuan agar identifikasi jenis layanan dapat dilakukan secara efisien dan seragam dalam sistem informasi.

Setiap atribut dalam data diproses menggunakan teknik transformasi yang sesuai agar dapat dianalisis secara numerik: waktu dari data mentah "07:15" dikonversi dengan teknik time conversion menjadi nilai 7.25; usia "4" tahun dinormalisasi dengan min-max normalization sehingga diperoleh nilai 0.07; layanan "Rawat Jalan" diubah menjadi angka 1 melalui label encoding; urgensi pada skala "4" langsung digunakan karena sudah berbentuk angka; penjaminan "Umum" dikodekan dengan binary encoding menjadi 0; tanda vital yang kosong diimputasi dan diparsing menjadi 0; sedangkan kategori yang tidak ada dikelompokkan dengan teknik binning menjadi nilai 1. Transformasi ini memastikan seluruh data memiliki format seragam dan siap digunakan dalam proses analisis lebih lanjut.

Berikut proses manual perhitungan algoritma *kmeans clustering*.

1. Data Sampel

Tiga pasien digunakan sebagai contoh perhitungan:

Pasien A (P-001) → Waktu: 7.25, Urgensi: 4, Pasien B (P-015) → Waktu: 11.00, Urgensi: 1, Pasien C (P-034) → Waktu: 19.75, Urgensi: 5

2. Tahap 1: Inisialisasi

Jumlah cluster ditetapkan:

$$k = 2$$

Pemilihan centroid awal dilakukan secara acak dari data:

Centroid 1 (C_1) → Pasien A → (7.25, 4), Centroid 2 (C_2) → Pasien B → (11.00, 1)

3. Tahap 2: Iterasi Pertama – Perhitungan Jarak

Digunakan rumus Euclidean Distance:

$$d(x, c) = \sqrt{(x_1 - c_1)^2 + (x_2 - c_2)^2}$$

4. 1. Perhitungan Jarak Pasien A (7.25, 4)

5. Jarak ke C_1 :

$$d = \sqrt{(7.25 - 7.25)^2 + (4 - 4)^2} = 0$$

6. Jarak ke C_2 :

$$d = \sqrt{(7.25 - 11.00)^2 + (4 - 1)^2}$$

$$d = \sqrt{(-3.75)^2 + 3^2} = \sqrt{23.06} = 4.80$$

Keputusan: Jarak lebih kecil ke C_1 → Pasien A masuk Cluster 1.

7. 2. Perhitungan Jarak Pasien B (11.00, 1)

8. Jarak ke C_1 :

$$d = \sqrt{(11.00 - 7.25)^2 + (1 - 4)^2} = 4.80$$

9. Jarak ke C_2 :

$$d = \sqrt{(11.00 - 11.00)^2 + (1 - 1)^2} = 0$$

Keputusan: Jarak lebih kecil ke C_2 → Pasien B masuk Cluster 2.

10. 3. Perhitungan Jarak Pasien C (19.75, 5)

11. Jarak ke C_1 :

$$d = \sqrt{(19.75 - 7.25)^2 + (5 - 4)^2}$$

$$d = \sqrt{12.5^2 + 1^2} = \sqrt{157.25} = 12.54$$

12. Jarak ke C_2 :

$$d = \sqrt{(19.75 - 11.00)^2 + (5 - 1)^2}$$

$$d = \sqrt{8.75^2 + 4^2} = \sqrt{92.56} = 9.62$$

Keputusan: Jarak lebih kecil ke C_2 → Pasien C masuk Cluster 2.

13. Hasil Iterasi 1

- Cluster 1: Pasien A
- Cluster 2: Pasien B, Pasien C

14. Tahap 3: Pembaruan Centroid

Centroid dihitung sebagai rata-rata (mean) anggota klaster.

$$C_{baru} = (\frac{\sum x}{n}, \frac{\sum y}{n})$$

Centroid Baru 1 (C_1')

Anggota hanya Pasien A:

$$C_1' = (7.25, 4)$$

Centroid Baru 2 (C_2')

Anggota: Pasien B dan Pasien C.

15. Rata-rata Waktu:

$$\frac{11.00 + 19.75}{2} = 15.375$$

Rata-rata Urgensi:

$$\frac{1 + 5}{2} = 3$$

$$C_2' = (15.375, 3)$$

Tahap 4: Iterasi Kedua – Pengecekan Konvergensi

Dicek apakah ada perubahan klaster. Contoh pengecekan pada Pasien C (19.75, 5):

16. Jarak ke C_1' (7.25, 4)

$$d = \sqrt{(19.75 - 7.25)^2 + (5 - 4)^2} = 12.54$$

17. Jarak ke C_2' (15.375, 3)

$$d = \sqrt{(19.75 - 15.375)^2 + (5 - 3)^2}$$

$$d = \sqrt{4.375^2 + 2^2} = \sqrt{23.14} = 4.81$$

Keputusan: C tetap masuk Cluster 2.

Berdasarkan hasil simulasi penerapan algoritma *K-Means Clustering* terhadap data historis rekam medis pasien di Klinik Bidan Neni Kota Medan, telah diidentifikasi secara jelas tiga klaster utama yang memberikan dampak langsung terhadap strategi pelayanan di klinik tersebut.

Klaster 1: Pasien Akut Pagi Hari (*The Morning Acute Cluster*)

Pada periode analisis, pasien yang tergolong dalam klaster pertama tercatat paling dominan mengunjungi klinik pada rentang waktu pukul 07:00 – 10:00 WIB. Data menunjukkan bahwa kelompok ini didominasi oleh anak-anak balita dan dewasa dengan keluhan akut yang muncul secara mendadak, seperti demam, ISPA, dan diare. Lonjakan kunjungan pada jam-jam tersebut terjadi akibat kecenderungan orang tua membawa anak yang sakit pada malam sebelumnya tepat setelah klinik buka di pagi hari. Pasien kategori ini tercatat memiliki toleransi waktu tunggu yang rendah karena kondisi fisik mereka tidak nyaman dan membutuhkan penanganan segera.

Klaster 2: Pasien Kronis & Kontrol Siang Hari (*The Midday Routine Cluster*)

Seiring berjalannya waktu, pola kunjungan berikutnya terdeteksi pada siang hari, yaitu pukul 11:00 – 14:00 WIB. Klaster kedua dalam hasil klasterisasi ini terdiri dari pasien lansia, ibu hamil (*ANC trimester 1 & 2*), serta peserta program *Prolanis* (hipertensi dan diabetes). Data historis menunjukkan kelompok ini secara rutin datang untuk konsultasi terjadwal dan cenderung menghindari keramaian di pagi hari. Kebutuhan waktu konsultasi mereka relatif lebih lama, terutama untuk edukasi dan konseling, namun kondisi medis pada umumnya stabil sehingga pelayanan bersifat preventif dan monitoring.

Klaster 3: Pasien Pekerja & Gawat Darurat Malam (*The After-Hours & Emergency Cluster*)

Klaster ketiga ditemukan paling aktif pada rentang waktu sore hingga malam hari, yakni pukul 17:00 – 21:00 WIB. Berdasarkan analisis data, segmen ini berisi pasien usia produktif termasuk pekerja, pasien *KB*, dan kasus kegawatdaruratan obstetri seperti *inpartu* ataupun pendarahan. Fenomena dalam data menunjukkan pasien pekerja baru dapat berkunjung setelah jam kantor, dan pola kunjungan untuk kasus persalinan atau kegawatdaruratan seringkali terjadi secara acak namun melonjak intensitasnya di malam hari. Kondisi ini menuntut kesiapsiagaan staf untuk memberikan tindakan medis segera.

Perumusan Strategi Pelayanan Berbasis Data

Temuan hasil klasterisasi menjadi dasar untuk menyusun strategi pelayanan berbasis data yang terukur dan efisien di klinik. Optimasi Manajemen Sumber Daya Manusia (*Staffing Strategy*):

Berdasarkan pola beban pasien dari hasil analisis, jadwal dinas bidan dan perawat telah disesuaikan secara dinamis sesuai kebutuhan klaster. *Shift* pagi dialokasikan dengan jumlah staf terbesar, fokus pada kecepatan administrasi dan penanganan keluhan simptomatik untuk mengurai antrean pada Klaster 1. *Shift* siang menempatkan bidan senior yang memiliki keterampilan komunikasi baik, memprioritaskan kualitas waktu konsultasi terutama untuk edukasi penyakit kronis dan kehamilan dari Klaster 2. *Shift* malam memastikan ketersediaan bidan bersertifikat *APN* guna kesiapsiagaan menghadapi kasus gawat darurat yang sering muncul di Klaster Manajemen Rantai Pasok Farmasi (*Inventory Strategy*):

Distribusi kebutuhan obat dan alat kesehatan telah diadaptasi mengikuti pola kunjungan dari masing-masing klaster. Obat-obatan anak, seperti sirup dan parasetamol, serta antibiotik dasar secara rutin dipastikan stok penuh sebelum jam buka pagi, mengikuti kebutuhan Klaster 1 yang bergerak cepat. Sedangkan obat-obatan kritikal untuk tindakan kegawatdaruratan, seperti oksitosin dan magnesium sulfat, maupun alat kontrasepsi, selalu dicek ulang pada serah terima *shift* sore agar siap digunakan untuk kasus yang dominan terjadi di Klaster 3.

Dengan strategi berbasis hasil analisis ini, pelayanan di Klinik Bidan Neni Kota Medan telah diarahkan lebih presisi dan efektif sesuai karakteristik waktu kunjungan pasien dari data historis rekam medis.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penerapan algoritma *K-Means Clustering* pada data rekam medis Klinik Bidan Neni membuktikan bahwa waktu kunjungan memiliki korelasi kuat dengan jenis penyakit dan profil pasien. Transformasi analisis dari sekadar intuisi menjadi berbasis data (*data-driven*) memungkinkan klinik untuk menyusun Strategi Pelayanan yang lebih proaktif. Dengan menyelaraskan jadwal tenaga medis, persediaan obat, dan alur pelayanan sesuai dengan ritme biologis dan sosial pasien (Klaster Pagi, Siang, Malam), klinik tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga kualitas asuhan kebidanan yang diberikan kepada masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. S. Alasi, *Ilmu Komputer*, 1st ed. Deli Serdang, 2024.
- [2] S. M. N. Sipayung, S. Ramadhany, S. Abdy, P. Fitriani, A. Afifudin, T. S. Alasi, and M. Dwita, "Implementasi Dan Pengembangan E-Bisnis Era Revolusi Industri 4.0," in *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*, 2022.
- [3] A. M. Ikotun, A. E. Ezugwu, L. Abualigah, B. Abuhaija, and J. Heming, "K-means clustering algorithms: A comprehensive review, variants analysis, and advances in the era of big data," *Inf. Sci. (Ny)*, vol. 622, pp. 178–210, 2023.
- [4] S. M. Miraftebzadeh, C. G. Colombo, M. Longo, and F. Foiadelli, "K-means and alternative clustering methods in modern power systems," *Ieee Access*, vol. 11, pp. 119596–119633, 2023.
- [5] M. Zubair, M. D. A. Iqbal, A. Shil, M. J. M. Chowdhury, M. A. Moni, and I. H. Sarker, "An improved K-means clustering algorithm towards an efficient data-driven modeling," *Ann. Data Sci.*, vol. 11, no. 5, pp. 1525–1544, 2024.
- [6] S. S. Kavitha and N. Kaulgud, "Quantum K-means clustering method for detecting heart disease using quantum circuit approach," *Soft Comput.*, vol. 27, no. 18, pp. 13255–13268, 2023.
- [7] S. E. Hashemi, F. Gholian-Jouybari, and M. Hajiaghahi-Keshteli, "A fuzzy C-means algorithm for optimizing data clustering," *Expert Syst. Appl.*, vol. 227, p. 120377, 2023.
- [8] S. Aryza, M. S. Novelan, and M. R. Islam, "A Data-Driven Framework for Integrating Decision-Making and Operational Efficiency in Multi-Product Retail: A Case Study with Experimental Evaluation," *ZERO J. Sains, Mat. dan Terap.*, vol. 9, no. 1, pp. 140–149, 2025.
- [9] Q. Adawiyah, S. Defit, and others, "Penerapan Algoritma K-Means Clustering untuk Mengelompokkan Rekomendasi Metode Kontrasepsi Berbasis Machine Learning di Puskesmas," *J. KomtekInfo*, pp. 300–305, 2024.
- [10] C. T. N. Handayani and M. N. N. Sitokdana, "Comparison of K-Means++ and Agglomerative Hierarchical Methods in Clustering Healthcare Workers," *INOVTEK Polbeng-Seri Inform.*, vol. 10, no. 2, pp. 717–728, 2025.
- [11] D. F. Prakasa, N. Novriyenni, and L. A. N. Kadim, "Pengelompokan Menggunakan Metode Clustering Pada Pola Hidup Pengguna KB," *Repeater Publ. Tek. Inform. dan Jar.*, vol. 2, no. 4, pp. 90–104, 2024.
- [12] U. T. Simatupang, E. R. Simarmata, and G. Lumbantoruan, "Perancangan Sistem Informasi Persediaan Obat Pada Toko Obat Anugerah Jaminpa," *TAMIKA J. Tugas Akhir Manaj. Inform. Komputerisasi Akunt.*, vol. 1, no. 2, pp. 50–54, 2021.