

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Puskesmas merupakan Pusat Kesehatan Masyarakat, yaitu fasilitas pelayanan kesehatan tingkat pertama yang menyelenggarakan upaya kesehatan masyarakat dan kesehatan perseorangan dengan menekankan promotif dan preventif untuk meningkatkan derajat kesehatan masyarakat. Sejak didirikan pada tahun 1968, Puskesmas menjadi garda terdepan sistem kesehatan nasional dengan peran strategis dalam mendeteksi dini, mencegah, dan mengelola penyakit menular maupun tidak menular di tingkat komunitas. Peran ini semakin penting karena Puskesmas melayani populasi pasien yang heterogen dengan profil kesehatan, usia, dan kondisi klinis yang beragam, sehingga menghasilkan data kunjungan yang besar dan dinamis (Al Hikami et al., 2022).

Dalam konteks nasional, fenomena beban ganda penyakit di Indonesia semakin nyata. Profil Kesehatan Indonesia 2023 mencatat bahwa prevalensi penyakit menular seperti ISPA, DBD, dan tuberkulosis tetap tinggi, sementara kasus penyakit tidak menular seperti hipertensi, diabetes, dan stroke terus meningkat dalam lima tahun terakhir. Data Kementerian Kesehatan RI menunjukkan bahwa pada tahun 2023 prevalensi hipertensi nasional mencapai 34,1%, sedangkan kasus diabetes meningkat hingga 11,9 juta jiwa. Kondisi ini menuntut perencanaan layanan kesehatan yang adaptif dan berbasis data aktual agar intervensi dapat ditujukan pada kelompok risiko yang tepat. Survei Kesehatan Indonesia 2023 dalam Angka juga menegaskan bahwa tren penyakit tidak menular semakin membebani sistem kesehatan, terutama di wilayah dengan akses layanan primer terbatas, sehingga pemanfaatan data fasilitas primer menjadi sangat penting untuk perencanaan program pencegahan dan penatalaksanaan penyakit kronis (Kementerian Kesehatan, 2023).

Pada tingkat lokal, Puskesmas Komoning di Kabupaten Sampang, Jawa Timur memiliki volume kunjungan pasien tinggi yang terekam secara digital pada 7 variabel klinis-demografis utama: usia, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, *respiratory rate*, dan *heart rate*. Meskipun data sudah tersedia,

pemanfaatannya masih terbatas pada pelaporan administratif rutin tanpa analisis pola kesehatan populasi atau segmentasi pasien otomatis. Akibatnya program kesehatan masyarakat cenderung bersifat umum dan alokasi obat serta tenaga kesehatan belum optimal.

Data klinis Puskesmas memiliki karakteristik heterogen dengan tumpang tindih antar kategori klinis. Contohnya pasien dengan tekanan darah sistolik 130 mmHg sulit diklasifikasikan secara tegas; pasien usia 45 tahun dengan IMT 27 menunjukkan karakteristik campuran; parameter vital seperti *heart rate* dan *respiratory rate* bervariasi secara kontinu. Metode clustering berbasis hard assignment seperti PSO-Clustering menetapkan setiap pasien ke dalam satu cluster secara eksklusif, sedangkan pendekatan berbasis *fuzzy* memungkinkan representasi derajat keanggotaan pada lebih dari satu cluster. Perbedaan karakteristik pendekatan ini berpotensi menghasilkan struktur cluster yang berbeda, terutama pada data klinis yang memiliki variasi kontinu.

Penelitian ini menerapkan metodologi CRISP-DM secara sistematis melalui tahapan Business Understanding, Data Understanding, Data Preparation dengan normalisasi Min-Max, Modeling FCM-PSO, Evaluation menggunakan *Silhouette Coefficient*, dan Deployment berupa rekomendasi program. FCM-PSO menggabungkan konsep soft membership dari *Fuzzy C-Means* dengan optimasi global *Particle Swarm Optimization*. Sementara itu, PSO-Clustering menghasilkan assignment tegas pada satu cluster. Perbedaan ini memberikan perspektif alternatif dalam membentuk struktur cluster berdasarkan karakteristik data (Siringoringo, 2019).

Penentuan jumlah cluster optimal sangat penting agar pembagian kelompok pasien benar-benar sesuai dengan pola yang terdapat di dalam data klinis. Pihak Puskesmas Komoning menyarankan penggunaan tiga kelompok pasien karena pembagran tersebut dinilai lebih mudah dipahami dan diterapkan dalam pelayanan sehari-hari. Namun, usulan ini belum didasarkan pada analisis pola data klinis secara kuantitatif. Oleh karena itu, penelitian ini mencari jumlah cluster yang paling optimal berdasarkan data menggunakan *Silhouette Coefficient* sebagai metrik evaluasi, kemudian membandingkannya dengan usulan tiga kelompok dari Puskesmas untuk melihat sejauh mana kesesuaiannya.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa FCM-PSO efektif dalam menangani data multidimensional dan kompleks. Maheswari & Wibowo (2020) melaporkan peningkatan kualitas objective function dan konvergensi pada segmentasi citra medis (Prasetyo, 2020). Dwiguna et al. (2022) juga menunjukkan peningkatan kualitas cluster menggunakan *Silhouette Coefficient*. Namun, penerapan pendekatan ini pada data rekam medis rutin Puskesmas dengan fokus pada validasi jumlah cluster optimal masih terbatas (Gandhiadi et al., 2022).

Sebagian besar studi FCM-PSO berfokus pada citra medis atau dataset sintesis, sedangkan data rekam medis rutin Puskesmas dengan karakteristik volume tinggi, noise pengukuran, dan 7 variabel klinis-demografis spesifik belum banyak dieksplorasi menggunakan pendekatan juga menunjukkan peningkatan kualitas cluster menggunakan *Silhouette Coefficient*. Namun, penerapan pendekatan ini pada data rekam medis rutin Puskesmas dengan fokus pada validasi jumlah cluster optimal masih terbatas ini. Perbandingan eksplisit FCM-PSO dan PSO-Clustering dengan validasi *Silhouette Coefficient* pada konteks Puskesmas Indonesia juga masih jarang dilaporkan.

Penelitian ini membandingkan performa FCM-PSO dan PSO-Clustering menggunakan *Silhouette Coefficient*, menentukan jumlah cluster optimal berdasarkan data klinis aktual, memverifikasi rekomendasi K=3 Puskesmas Komoning, serta mengidentifikasi karakteristik klinis tiap cluster berdasarkan 7 variabel: usia, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik/diastolik, *respiratory rate*, dan *heart rate*. (Fikki Nazilaturrahma et al., 2024).

Dengan pengelompokan pasien yang tepat sasaran, diharapkan dapat membantu Puskesmas Komoning dalam merancang kegiatan pencegahan penyakit dan peningkatan kesehatan yang sesuai dengan karakteristik masing-masing kelompok pasien. Pendekatan ini diharapkan mampu memberikan solusi praktis dalam pengelolaan data klinis serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data untuk pelayanan kesehatan yang lebih efektif dan efisien di tingkat primer.

1.2 Rumusan Masalah

Pada bagian perumusan masalah, diuraikan mengenai permasalahan, metode usulan serta pertanyaan penelitian yang diuraikan sebagai berikut:

1.2.1 Permasalahan

Puskesmas Komoning di Kabupaten Sampang, Jawa Timur memiliki peran penting dalam pelayanan kesehatan primer. Dalam upaya meningkatkan efektivitas program kesehatan masyarakat, dilakukan segmentasi pasien berdasarkan karakteristik klinis dan demografis. Saat ini, Puskesmas merekomendasikan pembagian pasien ke dalam tiga klaster. Namun, rekomendasi tersebut belum melalui proses evaluasi kuantitatif menggunakan metode validasi clustering yang terukur, sehingga belum dapat dipastikan apakah tiga klaster benar-benar merepresentasikan struktur alami data pasien secara optimal.

Data rekam medis pasien bersifat heterogen dan multidimensional, mencakup delapan variabel klinis-demografis, yaitu usia, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, *respiratory rate*, dan *heart rate*. Nilai antar variabel menunjukkan variasi yang signifikan, baik dari sisi skala maupun karakteristik klinis. Sebagai contoh, pasien berusia 25 tahun dapat memiliki tekanan darah sistolik 145 mmHg dan *heart rate* 95 bpm, sedangkan pasien berusia 60 tahun justru memiliki tekanan darah 110/70 mmHg dengan *heart rate* 72 bpm. Variasi ini menunjukkan bahwa pola pengelompokan pasien tidak selalu sederhana dan memerlukan analisis berbasis data.

Tanpa evaluasi yang sistematis, penggunaan tiga klaster berisiko tidak mencerminkan segmentasi yang paling representatif. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan clustering yang dikombinasikan dengan evaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk menentukan jumlah klaster optimal secara objektif. Dalam penelitian ini digunakan metode FCM-PSO sebagai pendekatan clustering utama dan dibandingkan dengan PSO-Clustering sebagai baseline untuk mengidentifikasi metode serta jumlah klaster yang menghasilkan kualitas segmentasi terbaik.

1.2.2 Metode Ulasan

Penelitian ini mengusulkan metode FCM-PSO Clustering, yang menggabungkan kekuatan *Fuzzy C-Means* dengan optimasi *Particle Swarm Optimization* untuk menangani ketidakpastian dan inisialisasi awal yang buruk pada data klinis pasien, menghasilkan pengelompokan yang lebih stabil dan konsisten. Sebelum penerapan metode ini, penelitian mengikuti alur metodologis CRISP-DM (*Cross-Industry Standard Process for Data Mining*) yang terdiri dari tahapan-tahapan penting, dimulai dengan pemahaman bisnis untuk mengidentifikasi kebutuhan segmentasi pasien Puskesmas Komoning dan tujuan penelitian. Selanjutnya, pemahaman data dilakukan untuk mengeksplorasi data klinis pasien dengan variabel usia, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik, tekanan darah diastolik, *respiratory rate*, dan *heart rate*. Dalam tahap persiapan data, data pasien dibersihkan, missing values ditangani, outlier dideteksi, dan diterapkan normalisasi Min-Max untuk menyamakan skala antar 7 variabel klinis-demografis agar siap untuk clustering. Pada tahap modeling, PSO-Clustering konvensional diterapkan sebagai baseline dan FCM-PSO sebagai metode usulan untuk mencari jumlah cluster optimal berdasarkan data menggunakan *Silhouette Coefficient*. Kualitas cluster dievaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient* untuk membandingkan performa kedua metode.

1.2.3 Pertanyaan Penelitian

Dengan mempertimbangkan kasus yang telah diidentifikasi dan pendekatan yang telah diajukan, berikut adalah beberapa pertanyaan yang muncul:

Apakah jumlah tiga klaster yang direkomendasikan oleh Puskesmas Komoning merupakan jumlah klaster optimal berdasarkan evaluasi *Silhouette Coefficient* pada hasil clustering data pasien?.

1.3 Tujuan Dan Manfaat

Pada bagian tujuan dan manfaat, diuraikan sasaran penelitian serta kontribusi yang diharapkan sebagai berikut:

1.3.1. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, tujuan dari penelitian ini adalah:

Menentukan jumlah klaster optimal dalam pengelompokan pasien Puskesmas Komoning melalui evaluasi *Silhouette Coefficient* dan menguji apakah rekomendasi tiga klaster merupakan segmentasi yang paling optimal.

1.3.2. Manfaat Penelitian

Setelah tujuan penelitian tercapai, manfaat yang diharapkan adalah sebagai berikut:

- a. Bagi Puskesmas Komoning: Menghasilkan segmentasi pasien berbasis data klinis yang valid secara metodologis. Hasil segmentasi tersebut dapat dimanfaatkan untuk mengelompokkan pasien sesuai karakteristik klinis dan mendukung pemanfaatan sumber daya yang lebih tepat sasaran.
- b. Bagi Tenaga Medis dan Paramedis: Menyediakan informasi terstruktur mengenai karakteristik kelompok pasien dari hasil *FCM-PSO clustering*, yang mendukung strategi pelayanan lebih terarah serta memudahkan interpretasi pola klinis dalam praktik sehari-hari
- c. Bagi Pengembangan Ilmu Pengetahuan: Memberikan kontribusi metodologis dalam penerapan *FCM-PSO* untuk segmentasi data klinis di layanan primer, serta menjadi referensi perbandingan performa *FCM-PSO* versus *PSO-Clustering* menggunakan *Silhouette Coefficient* dalam konteks *health informatics* di Indonesia.

1.4 Batasan Masalah

Agar Agar penelitian ini terarah dan fokus, maka ruang lingkup penelitian dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Sumber Data: Data dari rekam medis pasien Puskesmas Komoning tahun 2025, dengan total 16.579 data pasien.
2. Objek Penelitian: Pasien yang berkunjung atau terdaftar di Puskesmas Komoning selama periode pengumpulan data 2025.
3. Variabel: Usia, tinggi badan, berat badan, tekanan darah sistolik, tekanan darah distolik, *respiratory rate*, *heart rate*.
4. Metode: Algoritma *Fuzzy C-Means* dengan optimasi *Particle Swarm Optimization* (FCM-PSO), divalidasi menggunakan *Silhouette Coefficient*.

1.5 Sistematika Penulisan Proposal Skripsi

Sistematika penulisan dari penelitian ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini Menjelaskan latar belakang penelitian, perumusan masalah, pertanyaan penelitian, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini menguraikan landasan teori meliputi: Puskesmas dan kesehatan primer, data mining dan clustering, algoritma *Fuzzy C-Means (FCM)*, *Particle Swarm Optimization (PSO)*, integrasi FCM-PSO, metrik validitas clustering *Silhouette Coefficient*, dan penelitian terdahulu yang relevan

BAB III METODELOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan kerangka penelitian, lokasi dan waktu penelitian, pengumpulan data, preprocessing, implementasi FCM-PSO, evaluasi model, dan analisis profil cluster untuk interpretasi hasil clustering.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menyajikan hasil penelitian, analisis data, dan evaluasi menggunakan *Silhouette Coefficient*, serta pembahasan terkait temuan penelitian..

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dari penelitian serta saran untuk pengembangan Segmentasi Puskesmas Kamoning Kecamatan Sampang dan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

Bab berisi tentang keterangan mengenai sumber rujukan yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir. Pada penelitian ini daftar pustaka disusun secara otomatis dengan menggunakan aplikasi mendeley.

DAFTAR LAMPIRAN

Bagian ini mencakup lampiran yang berisi data dan informasi pendukung yang relevan dengan penelitian.