

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Melitus (DM) merupakan penyakit metabolik kronis yang ditandai dengan tingginya kadar glukosa darah (*hiperglikemia*), baik karena produksi insulin yang tidak memadai, resistensi insulin, atau keduanya [1]. Secara klinis, DM diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori utama, yaitu diabetes melitus tipe 1, diabetes melitus tipe 2, diabetes melitus gestasional, serta tipe spesifik lainnya yang disebabkan oleh faktor genetik, penyakit pankreas, atau penggunaan obat tertentu [2]. Di antara kategori tersebut, Diabetes Melitus Tipe 2 merupakan bentuk yang paling dominan dan diperkirakan mencakup sekitar 90% dari seluruh kasus diabetes secara global [3]. Diabetes Melitus Tipe 2 ditandai oleh defisiensi insulin relatif yang terjadi akibat resistensi insulin dan disfungsi sel pankreas [4]. Menurut *International Diabetes Federation* (IDF) Diabetes Atlas 2024, sekitar 589 juta orang dewasa berusia 20-79 tahun di seluruh dunia hidup dengan diabetes, dan di Indonesia jumlahnya diperkirakan mencapai 20,4 juta orang dengan prevalensi sebesar 11,3% [3]. Kondisi ini menunjukkan bahwa diabetes telah menjadi masalah kesehatan global yang serius, terutama karena masih tingginya proporsi penderita yang belum mendapatkan penanganan medis yang optimal. Selain itu, diabetes berhubungan erat dengan risiko komplikasi *mikrovaskular* dan *makrovaskular*, di mana sebagian besar penderita berisiko mengalami gangguan *kardiovaskular* serta komplikasi pada ginjal, saraf, dan retina [5].

Selain itu, perbedaan kondisi klinis dan perkembangan penyakit pada setiap pasien menyebabkan respons terhadap terapi menjadi tidak sama. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih personal dalam pengelolaan Diabetes Melitus Tipe 2 agar penanganan yang diberikan sesuai dengan karakteristik masing-masing pasien. Dalam konteks ini, rekam medis pasien berperan sebagai sumber data klinis utama yang mencakup riwayat kesehatan, diagnosis, pengobatan, dan hasil terapi [6]. Data tersebut dapat dimanfaatkan untuk mendukung analisis pola penyakit dan

pengambilan keputusan klinis. Rekam medis yang lengkap juga mendukung pengelolaan data kesehatan yang lebih baik. Seiring bertambahnya jumlah dan keragaman data klinis, penggunaan teknik analisis data, khususnya klasterisasi, menjadi penting untuk mengelompokkan pasien berdasarkan kesamaan karakteristik penyakit. Pendekatan ini membantu menyederhanakan data dalam jumlah besar dan mengungkap pola penyakit yang dapat digunakan untuk mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan [7]. Dalam berbagai bidang, pendekatan berbasis data melalui analisis data yang terukur dan sistematis telah banyak digunakan untuk mengekstraksi pola dan informasi dari data historis pada berbagai sektor non-kesehatan [8], [9].

Upaya klasterisasi data rekam medis untuk mengidentifikasi sub tipe penyakit telah banyak dilakukan menggunakan metode seperti K-Means, *Hierarchical Clustering*, dan algoritma berbasis densitas (kepadatan data). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa K-Means merupakan salah satu metode yang paling sering digunakan dalam pengelompokan data klinis, termasuk pada analisis pola penyakit pasien di RSUD Ciamis [10]. Namun, metode berbasis jarak seperti K-Means memiliki keterbatasan dalam merepresentasikan struktur data yang kompleks dan tumpang tindih antar kelompok [11]. Sebagai alternatif, pendekatan berbasis model seperti *Gaussian Mixture Model* (GMM) dinilai lebih mampu menangkap pola distribusi data yang fleksibel [12]. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan penggunaan GMM sebagai metode klasterisasi probabilistik yang memungkinkan pembentukan klaster *non-spherical* dan mendukung pengelompokan secara *soft clustering*, sehingga lebih sesuai untuk merepresentasikan variasi biologis yang kompleks. Efektivitas pendekatan ini telah ditunjukkan dalam beberapa studi, antara lain penelitian yang melaporkan bahwa pemodelan GMM mampu meningkatkan pemisahan sub tipe kanker [13], serta penelitian lain yang berhasil mengidentifikasi empat klaster transdiagnostik pada pasien dengan gangguan depresi dan kecemasan melalui pendekatan *Gaussian Mixture Model* [14].

Selain keterbatasan metode konvensional dalam menganalisis data rekam medis Diabetes Melitus Tipe 2, *Gaussian Mixture Model* (GMM) muncul sebagai

solusi adaptif untuk segmentasi pasien. *Gaussian Mixture Model* (GMM) menawarkan pendekatan klasterisasi berbasis probabilistik yang mampu mengelompokkan data berdasarkan kemiripan karakteristik melalui pemodelan distribusi yang fleksibel. Pendekatan ini memungkinkan penanganan data yang kompleks dan variatif serta mampu merepresentasikan adanya tumpang tindih antar klaster, karena GMM dapat menghasilkan *cluster* probabilistik yang lebih fleksibel dan menangkap pola *overlap* dan variabilitas internal data dengan lebih baik dibandingkan metode konvensional [15]. Dalam konteks penerapan di Indonesia, penggunaan *Gaussian Mixture Model* (GMM) telah menunjukkan hasil yang relevan dalam analisis data kesehatan. Sebuah studi yang melakukan klasterisasi indikator Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) di tingkat provinsi menggunakan GMM berhasil mengidentifikasi kelompok wilayah dengan karakteristik kesehatan yang berbeda secara signifikan [16]. Temuan ini menunjukkan bahwa GMM mampu mendukung analisis data kesehatan yang kompleks secara berbasis data. Dengan pendekatan ini, identifikasi pola pasien Diabetes Melitus Tipe 2 dapat dilakukan secara lebih terarah untuk mendukung upaya pencegahan komplikasi dan peningkatan kualitas layanan kesehatan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pengelompokan pasien Diabetes Mellitus Tipe 2 berbasis rekam medis menggunakan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM). Hasil penelitian diharapkan dapat memperkaya literatur analisis data medis di Indonesia serta memberikan kontribusi dalam perbaikan pengelolaan pasien, pencegahan komplikasi, dan pengambilan keputusan klinis yang lebih efektif. Dengan pendekatan berbasis data, penelitian ini diharapkan mendukung peningkatan kualitas layanan kesehatan bagi pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Indonesia.

1.2 Rumusan Masalah

Dengan mempertimbangkan latar belakang yang telah diuraikan, ingin diketahui hal-hal berikut:

1. Bagaimana penerapan *Gaussian Mixture Model* (GMM) digunakan untuk mengelompokkan pasien berdasarkan data rekam medis tabular?

2. Apa saja karakteristik utama dari masing-masing kelompok pasien yang dihasilkan melalui proses *clustering* menggunakan *metode Gaussian Mixture Model* (GMM)?
3. Bagaimana hasil pengelompokan dari *Gaussian Mixture Model* (GMM) dapat dimanfaatkan untuk mendukung analisis klinis dan pengambilan keputusan dalam pelayanan Kesehatan?

1.3 Batasan Penelitian

Untuk memfokuskan penelitian ini, akan menetapkan batasan masalah sehingga analisis yang di kembangkan memiliki tujuan yang spesifik.

1. Data yang digunakan merupakan data rekam medis pasien Diabetes Melitus Tipe 2 di Rumah Sakit Cut Meutia, Aceh Utara.
2. Variabel yang digunakan dalam proses klasterisasi hanya meliputi umur, kadar glukosa darah, kadar kreatinin, *Body Mass Index* (BMI), dan HbA1c
3. Algoritma *clustering* yang diimplementasikan hanya menggunakan *Gaussian Mixture Model* (GMM) sebagai teknik utama.
4. Analisis difokuskan pada data tabular, tidak mencakup data citra medis, genetik atau data dari institusi lain.
5. Hasil *clustering* digunakan untuk mendukung analisis internal kesehatan dan pengambilan keputusan, bukan untuk diagnosis langsung oleh tenaga medis.

1.4 Tujuan Penelitian

Bedasarkan rumusan masalah yang telah disediakan, tujuan penelitian dapat di formulasikan sebagai berikut:

1. Penerapan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) pada data rekam medis tabular sehingga terbentuk kelompok pasien yang informatif dan relevan.
2. Mengidentifikasi ciri-ciri dan karakteristik utama dari masing-masing kelompok hasil *clustering* tersebut.
3. Penyajian visualisasi dan insight hasil pengelompokan sebagai dukungan dalam analisis serta pengambilan keputusan klinis di fasilitas kesehatan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat Penelitian Analisis Klasterisasi pada Data Rekam Medis Pasien Diabetes Melitus Tipe 2 Menggunakan Metode *Gaussian Mixture Model*:

1. Manfaat Teoretis (Ilmiah)

Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait analisis data medis, khususnya dalam penerapan metode *Gaussian Mixture Model* (GMM) untuk segmentasi pasien Diabetes Melitus Tipe 2. Penggunaan GMM dalam konteks data rekam medis tabular dapat memperluas literatur mengenai pendekatan probabilistik dalam klasterisasi klinis, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya yang berfokus pada pemodelan heterogenitas pasien dan *precision medicine*.

2. Manfaat Metodologis

Penelitian ini memberikan manfaat metodologis dengan menawarkan contoh implementasi lengkap penggunaan GMM pada data rekam medis pasien Diabetes Tipe 2. Hal ini mencakup prosedur persiapan data, pemilihan fitur klinis, proses estimasi parameter menggunakan *Expectation-Maximization*, evaluasi hasil klasterisasi (misalnya melalui *Davies-Bouldin Index*), serta interpretasi kelompok pasien yang terbentuk. Dengan demikian, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti lain yang ingin mengembangkan metode klasterisasi probabilistik pada data kesehatan.

3. Manfaat Praktis (Implementatif)

Secara praktis, penelitian ini bermanfaat dalam membantu fasilitas pelayanan kesehatan memahami pola variasi klinis antar-pasien Diabetes Tipe 2 sehingga dapat mendukung proses pengambilan keputusan berbasis data. Hasil klasterisasi yang informatif dapat digunakan untuk memantau risiko komplikasi, mengembangkan intervensi yang lebih terarah, serta meningkatkan efektivitas manajemen kasus Diabetes Tipe 2. Pendekatan ini berpotensi meningkatkan akurasi analisis klinis dan efisiensi proses pengelolaan pasien.

4. Manfaat bagi Fasilitas Kesehatan atau Institusi Terkait

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi model awal dalam mengimplementasikan kerangka pengambilan keputusan klinis yang berbasis pada analisis klaster probabilistik. Fasilitas kesehatan dapat memanfaatkan hasil segmentasi pasien untuk pengelolaan layanan, seperti prioritas pemantauan pasien berisiko tinggi, strategi pencegahan komplikasi, dan perencanaan intervensi klinis berbasis data.