

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Sensasi nyeri termasuk salah satu keluhan medis yang sangat umum dialami oleh pasien di berbagai penyedia layanan kesehatan. Berdasarkan data dari berbagai penelitian, nyeri memiliki prevalensi yang tinggi pada setiap fasilitas kesehatan saat menerima keluhan awal setiap pasien yang datang. (Pratama, Sunarya, & Mertayasa, 2022). Nyeri diklasifikasikan menjadi nyeri yang bersifat akut dan nyeri yang bersifat kronis. Nyeri akut adalah rasa sakit yang bersifat sementara yang umumnya berlangsung kurang kurang dari tiga bulan. Nyeri akut ini apabila tidak ditangani sejak awal dengan baik dan memadai dapat berdampak negatif pada pasien hingga terjadinya nyeri dengan klasifikasi kronis. Nyeri kronis adalah rasa tidak nyaman yang berlangsung lama dan memerlukan penanganan lebih kompleks serta menyeluruh dibandingkan dengan penanganan nyeri akut (Budiarti, 2018).

Ketersediaan tenaga kesehatan yang minim menghambat optimalisasi pelayanan dalam penanganan nyeri akut sejak awal. Hal ini berdampak pada penurunan tingkat kepuasan pasien terhadap manajemen nyeri yang diterima, sehingga mendorong masyarakat untuk memilih pengobatan mandiri sebagai alternatif. Penyebabnya juga meliputi beberapa faktor lain, seperti persepsi bahwa pembelian obat secara mandiri lebih praktis dalam hal waktu, adanya kebutuhan privasi, biaya yang lebih terjangkau, serta jarak yang jauh menuju fasilitas pelayanan kesehatan. Pengobatan mandiri atau swamedikasi yang dilakukan tanpa dasar pengetahuan medis yang memadai dapat mengakibatkan kesalahan penggunaan obat (medication error), yang berpotensi meningkatkan risiko efek samping dan komplikasi kesehatan lainnya (Pratama, Sunarya, & Mertayasa, 2022). Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan sebuah sistem yang dapat mendukung perilaku masyarakat dalam proses penanganan nyeri akut agar tetap dalam lingkungan medis yang dapat di percaya secara ilmiah. Penerapan *machine learning* dalam diagnosis dan klasifikasi masalah kesehatan telah

banyak diteliti pada berbagai konteks, mulai dari klasifikasi penyakit demam berdarah (Prayoga, Sunarya, & Suputra, 2025) deteksi stres berbasis sinyal EEG (Negara, Wirawan, & Sunarya, 2025), hingga klasifikasi infark miokard melalui fusi data ECG-PPG (Candrawibawa, Gunadi, & Dewi, 2026), menunjukkan luasnya penerapan pendekatan ini pada data biomedis.

Dalam upaya menjawab tantangan tersebut, pada penelitian sebelumnya telah dikembangkan sebuah inovasi pada salah satu ranah ilmu pengetahuan teknologi informasi dalam bidang kecerdasan buatan (artificial intelligence) yaitu sistem pakar berbasis web yang menerapkan metode *forward chaining* dan *certainty factor* untuk membantu diagnosis nyeri akut. Sistem pakar telah terbukti dapat mengadopsi pengetahuan seorang ahli dalam melakukan diagnosis penyakit berdasarkan gejala yang diinput oleh pasien. Meskipun demikian, perkembangan teknologi kecerdasan buatan saat ini memungkinkan penggunaan algoritma *machine learning* yang lebih adaptif dan akurat untuk proses klasifikasi berdasarkan pola data yang dapat diterapkan dalam diagnosis atau klasifikasi jenis penyakit. Terdapat beberapa penelitian yang mendukung hal ini, di antaranya penelitian yang dilakukan oleh Cronin *et al.* (2017) yang membandingkan performa metode *rule-based* dan *machine learning* dalam klasifikasi pesan pasien pada portal layanan kesehatan. Penelitian ini menyatakan bahwa pendekatan *machine learning* cenderung lebih akurat dalam mengklasifikasikan pesan pasien dibandingkan metode berbasis aturan. Penelitian lain yang melakukan komparasi *machine learning* dan *rule-based* menyatakan bahwa *machine learning* lebih adaptif terhadap data yang beragam dan dapat memberikan hasil yang lebih fleksibel ketika data tambahan atau perubahan dibutuhkan. (Bloch & Sacks, 2018). Sistem berbasis *machine learning* cenderung lebih fleksibel dan mampu menangani data yang dinamis serta kondisi baru yang mungkin tidak diantisipasi sebelumnya. *Machine learning* lebih efektif dalam situasi yang melibatkan data yang berkembang atau variabel yang sulit diprediksi. (Ompusunggu *et al.*, 2021).

Sebagai langkah untuk meningkatkan akurasi dalam diagnosis nyeri akut, penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa algoritma *Random Forest* dan *Light Gradient Boosting Machine* (LightGBM) dalam mengklasifikasikan gejala.

Kedua algoritma ini dipilih berdasarkan karakteristiknya yang berbeda namun sama-sama efektif dalam mengolah data kompleks. Metode *random forest* menggunakan pendekatan *ensemble* melalui banyak pohon keputusan, memiliki keunggulan dalam menangkap keragaman data dan ketahanan terhadap *overfitting*. Metode *random forest* sudah teruji pada beberapa penelitian terkait dengan klasifikasi penyakit menunjukkan hasil yang sangat baik. Sementara itu, LightGBM menawarkan efisiensi yang lebih tinggi, memproses data dalam jumlah besar dengan cepat, serta memiliki keunggulan dalam menangani fitur numerik maupun kategorikal. Dengan perbandingan ini, penelitian diharapkan dapat mengidentifikasi metode *machine learning* yang paling optimal dalam aspek akurasi dan efisiensi, sehingga dapat diimplementasikan dalam sistem diagnosis nyeri akut yang lebih adaptif dan andal.

Pemilihan *Random Forest* dan *LightGBM* sebagai algoritma yang dibandingkan dalam penelitian ini juga didasarkan pada perbedaan mendasar strategi *ensemble* yang diterapkan oleh keduanya. *Random Forest* merepresentasikan pendekatan *bagging*, di mana banyak pohon keputusan dibangun secara paralel dan independen untuk mengurangi varians model, sedangkan *LightGBM* merepresentasikan pendekatan *boosting*, di mana pohon keputusan dibangun secara sekuensial dengan tiap pohon berupaya memperbaiki kesalahan pohon sebelumnya untuk mengurangi bias model. Perbandingan antara kedua strategi *ensemble* yang berbeda ini relevan untuk mengidentifikasi pendekatan yang paling sesuai dengan karakteristik dataset penelitian, yaitu data gejala berbentuk tabular dengan fitur kategorikal yang bersifat sparse dan memiliki korelasi antar fitur yang relatif lemah. Studi oleh Yıldız dan Kalayci (2025) menunjukkan bahwa model *ensemble* berbasis pohon keputusan, baik *bagging* maupun *gradient boosting decision tree* (GBDT), secara konsisten mengungguli model *machine learning* tradisional maupun deep learning pada berbagai dataset diagnosis medis berbentuk tabular, khususnya karena kemampuannya bekerja secara efektif tanpa memerlukan asumsi korelasi kuat antar fitur, serta menyediakan hasil yang lebih dapat diinterpretasikan dibandingkan model deep learning yang bersifat *black-box*. Karakteristik ini sejalan dengan kebutuhan penelitian di bidang

medis, di mana transparansi proses pengambilan keputusan model menjadi pertimbangan penting selain akurasi prediksi

Penggunaan *machine learning* juga membuka peluang untuk menerapkan teknik augmentasi seperti *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE). Teknik ini membantu mengatasi masalah ketidakseimbangan data yang umum terjadi dalam data kesehatan, di mana kelas gejala tertentu mungkin hanya terwakili dalam jumlah kecil. Hasil penelitian oleh Hasanah *et al.* (2024) menyatakan bahwa penerapan SMOTE pada algoritma *Random forest* menghasilkan performa terbaik dalam hal *accuracy*, *sensitivity*, dan *specificity*. Dengan SMOTE, data minoritas dapat diperkuat sehingga model *machine learning* memiliki paparan yang lebih merata terhadap semua kemungkinan pola gejala, meningkatkan kemampuan sistem untuk mengenali nyeri akut pada kasus yang lebih jarang sekalipun.

Oleh karena itu, penelitian ini dimaksudkan untuk mengimplementasikan komparasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dengan memanfaatkan data pakar dan pendekatan SMOTE pada kasus dataset diagnosis penyakit nyeri akut. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan hasil yang lebih komprehensif dan akurat dalam mendiagnosis nyeri akut, serta dapat menemukan algoritma *machine learning* terbaik yang lebih adaptif dalam proses diagnosis penyakit nyeri akut.

1.2 IDENTIFIKASI MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka identifikasi masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Keterbatasan jumlah tenaga kesehatan menyebabkan penanganan awal nyeri akut kurang optimal, sehingga mendorong masyarakat memilih swamedikasi tanpa dasar pengetahuan medis yang memadai.
2. Swamedikasi tanpa pendampingan medis berpotensi menimbulkan kesalahan penggunaan obat (*medication error*) yang dapat memperburuk kondisi pasien.
3. Sistem pakar berbasis *forward chaining* dan *certainty factor* yang telah dikembangkan pada penelitian sebelumnya memiliki keterbatasan dalam hal

adaptabilitas terhadap variasi pola data gejala, dibandingkan pendekatan *machine learning* yang lebih fleksibel.

4. Belum banyak penelitian yang secara spesifik membandingkan performa algoritma *Random Forest* dan *LightGBM* dalam kasus diagnosis nyeri akut berbasis dataset pakar.
5. Diperlukannya pengujian komparatif untuk menemukan algoritma *machine learning* (antara *Random Forest* dan *LightGBM*) yang paling akurat dan efisien, serta mampu menangani ketidakseimbangan kelas (*imbalanced data*) menggunakan teknik SMOTE pada dataset gejala nyeri akut.

1.3 PEMBATASAN MASALAH

Agar penelitian ini lebih fokus, mendalam, dan tidak menyimpang dari tujuan yang telah ditetapkan, maka masalah dibatasi pada hal-hal berikut:

1. Dataset yang digunakan terbatas pada dataset pakar, yaitu data yang dibangkitkan dari kombinasi gejala berdasarkan pedoman asesmen nyeri PQRST yang didiagnosis oleh sistem pakar, dengan keseluruhan hasil diagnosis divalidasi secara langsung oleh ahli medis (Penata Anestesi).
2. Klasifikasi target penelitian dibatasi pada 9 sub tipe diagnosis Nyeri Akut (Somatik, Viseral, dan Neuropatik, masing-masing dengan tingkat Ringan, Sedang, dan Berat), sesuai dengan definisi nyeri akut yang akan diuraikan lebih lanjut pada **Bab II**. Kategori di luar definisi tersebut, seperti kondisi tidak nyeri atau nyeri kronis, berada di luar cakupan penelitian ini.
3. Algoritma *machine learning* yang dibandingkan performanya dibatasi pada metode *Random Forest* dan *Light Gradient Boosting Machine* (LightGBM).
4. Penanganan masalah ketidakseimbangan kelas (*imbalanced data*) pada dataset difokuskan pada penerapan teknik *Synthetic Minority Over-sampling Technique* (SMOTE).
5. Hasil komparasi algoritma pada penelitian ini diposisikan sebatas sebagai evaluasi performa sistem pendukung keputusan komputasional, bukan sebagai alat bantu medis final yang menggantikan diagnosis langsung dari dokter.

1.4 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan penjelasan latar belakang di atas, dapat dibuat rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur komparasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut?
2. Bagaimana hasil komparasi performa metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut ?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan teknik SMOTE terhadap akurasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut?

1.5 TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun, dapat dibuat tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mengetahui prosedur komparasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut.
2. Mengetahui hasil komparasi performa metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut.
3. Mengetahui pengaruh penggunaan teknik SMOTE terhadap akurasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam mendiagnosis penyakit nyeri akut.

1.6 MANFAAT PENELITIAN

Adapun manfaat dari komparasi metode *Random Forest* dan *LightGBM* dalam diagnosa penyakit nyeri akut dengan penerapan SMOTE pada dataset pakar, yaitu

1. Sebagai bahan pertimbangan awal dalam proses identifikasi gejala nyeri akut, yang penggunaannya tetap perlu dikombinasikan dengan penilaian tenaga medis profesional.
2. Sebagai alternatif referensi dalam mengembangkan sistem pendukung keputusan berbasis komputer untuk membantu proses diagnosa penyakit nyeri akut.

3. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya terkait komparasi metode Random Forest dan LightGBM.
4. Sebagai referensi bagi penelitian selanjutnya terkait pengaruh penggunaan teknik SMOTE terhadap akurasi metode Random Forest dan LightGBM.

