

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Penyakit jantung atau penyakit kardiovaskular (*cardiovascular disease*, CVD) adalah salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia. CVD mencakup berbagai kondisi yang mempengaruhi jantung dan pembuluh darah, termasuk penyakit jantung koroner, *stroke*, dan hipertensi [1]. Prevalensi penyakit jantung terus meningkat, khususnya di negara-negara berpenghasilan rendah dan menengah, di mana lebih dari tiga perempat kematian akibat CVD terjadi. Upaya pencegahan melibatkan pengurangan faktor risiko perilaku dan lingkungan, seperti berhenti merokok, meningkatkan aktivitas fisik, mengelola tekanan darah dan kadar lipid, serta memperbaiki kualitas udara

Menurut data dari Kementerian Kesehatan Indonesia, sekitar 887.531 orang didiagnosis menderita penyakit jantung pada tahun 2023, yang menunjukkan peningkatan jumlah pasien sebesar 0,85% dibandingkan tahun sebelumnya [2]. Secara global, prevalensi aritmia diperkirakan antara 1,5% hingga 5% dari populasi. Aritmia yang paling umum adalah fibrilasi atrium (FA), dengan jumlah kasus global mencapai 46,3 juta. Diperkirakan pada tahun 2050, jumlah penderita FA akan meningkat hingga 6-16 juta di Amerika Serikat, 14 juta di Eropa, dan 72 juta di Asia, termasuk sekitar 3 juta kasus di Indonesia. Orang dengan penyakit FA memiliki risiko lima kali lebih tinggi untuk mengalami *stroke* dibandingkan dengan mereka yang tidak mengidap FA. Proyek OneAF adalah kerja sama nasional antara Perhimpunan Irama Jantung Indonesia (InaHRS) dan Kementerian Kesehatan, yang melibatkan seluruh rumah sakit dengan spesialis elektrofisiologi jantung di Indonesia. [3]

Umumnya, aritmia dapat dideteksi melalui alat elektrokardiogram (EKG) yang merupakan sebuah alat non-invasif berfungsi untuk merekam aktivitas listrik pada jantung. EKG dapat menggunakan satu hingga 12 *lead*, dengan masing-masing *lead* ditempatkan di berbagai bagian tubuh untuk menangkap aktivitas sinyal listrik jantung. Sinyal EKG menunjukkan tiga bentuk gelombang utama,

yaitu gelombang P, kompleks QRS, dan gelombang T yang dapat digunakan sebagai penanda untuk mengidentifikasi aritmia [4]. Pada studi ini, sinyal elektrokardiogram diklasifikasikan berdasarkan denyutnya sesuai dengan standar AAMI menggunakan *dataset* dari MIT-BIH [8]

Analisis sinyal EKG yang akurat untuk diagnosis aritmia adalah subjek pengenalan pola dan bergantung pada ekstraksi fitur dan metode pengklasifikasi. Oleh karena itu, *Ensemble Machine learning* telah diusulkan untuk mengurangi kesalahan prediksi untuk algoritma pembelajaran. *Ensemble Machine learning*, seperti *boosting*, *bagging* (*bootstrap aggregating*) dan *stacking* telah mengalami kemajuan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir untuk klasifikasi aritmia berdasarkan sinyal EKG. Penulis memperkenalkan penelitian komprehensif terhadap deteksi aritmia *multi-class* dengan menggunakan *bagging*. [5]

Bagging merupakan metode yang sangat cocok untuk deteksi aritmia berbasis sinyal EKG karena memiliki keunggulan dalam mengurangi variansi model melalui pelatihan beberapa model pada subset data yang berbeda menggunakan *bootstrap sampling*. Hal ini penting karena sinyal EKG sering memiliki variabilitas tinggi akibat faktor fisiologis atau *noise* dari perangkat pengukuran, sehingga *bagging* membantu meningkatkan stabilitas dan generalisasi model. Selain itu, *bagging* juga dapat mengurangi risiko *overfitting* yang sering terjadi pada algoritma tunggal, terutama ketika *dataset* terbatas atau tidak seimbang.

Prinsip kerjanya bertumpu pada *base learner*, yaitu model sederhana) yang memiliki variansi tinggi dan mudah dilatih. Melalui teknik *bootstrap sampling*, setiap *base learner* memperoleh subset data berbeda; ragam prediksi yang dihasilkan lalu digabung dalam kerangka *bagging*. Kombinasi banyak model ringan ini menstabilkan keputusan akhir karena kesalahan individu cenderung saling meniadakan.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang penelitian yang telah dipaparkan, penelitian ini mengidentifikasi beberapa permasalahan utama yang perlu dikaji lebih lanjut. Permasalahan-permasalahan tersebut meliputi:

1. Bagaimana metode *ensemble machine learning* dengan kerangka kerja *bootstrap aggregating* dapat diterapkan untuk meningkatkan performa sistem klasifikasi aritmia pada sinyal EKG?
2. Apa jenis arsitektur terbaik pada metode bootstrap aggregation dalam mengklasifikasi jenis-jenis aritmia pada sinyal elektrokardiogram?
3. Bagaimana performa sistem *ensemble machine learning* dengan menggunakan *bootstrap aggregating* dibandingkan dengan model tunggal dan ensemble lainnya pada klasifikasi aritmia?

1.3. Tujuan dan Manfaat

Berdasarkan permasalahan diatas, penelitian ini memiliki beberapa tujuan dan manfaat, seperti:

1. Mengembangkan model klasifikasi aritmia pada sinyal EKG menggunakan metode *ensemble machine learning* dengan kerangka kerja *bootstrap aggregating*.
2. Mengidentifikasi jenis arsitektur terbaik pada metode *bootstrap aggregating* dalam mengklasifikasi jenis-jenis aritmia pada sinyal elektrokardiogram.
3. Membandingkan performa model *bootstrap aggregating* dengan model *ensemble* lain yang biasa digunakan untuk deteksi aritmia

Manfaat Penelitian:

Bagging mengotomatiskan interpretasi sinyal EKG sehingga proses yang biasanya dilakukan dokter secara manual menjadi lebih cepat dan efisien. Ensembel *bootstrap aggregating* menurunkan risiko human error dan sekaligus meningkatkan akurasi diagnostik aritmia.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah, seperti:

1. Penelitian ini hanya menggunakan sinyal EKG yang diambil dari MIT-BIH *arrhythmia database*, sehingga hasil dan model yang dikembangkan mungkin tidak berlaku untuk *dataset* EKG lainnya dengan karakteristik berbeda.

2. Analisis ini dilakukan dengan menggunakan sinyal EKG pasien dewasa dengan aritmia spesifik, tanpa mempertimbangkan jenis kelamin, usia, atau penyakit lainnya.
3. Studi ini hanya berfokus pada klasifikasi aritmia menggunakan sinyal EKG yang sudah tersedia dalam *dataset* terstandarisasi.
4. Model yang dikembangkan dievaluasi berdasarkan metrik akurasi, *recall*, *precision*, *F1 Score*, dan AUC, serta mempertimbangkan biaya komputasi atau waktu eksekusi.
5. Hanya 4 model *bagging* yang diuji pada penelitian ini, yaitu *Traditional Bagging*, *Bayesian Bagging*, *Feature Bagging*, dan *Random Subspace*

1.5. Metode Penelitian

Pekerjaan penelitian dilakukan dengan pendekatan

1. Studi literatur
2. Analisis data empiris
3. Perancangan Algoritma
4. Validasi dan evaluasi

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Jadwal pelaksanaan Tugas Akhir mencakup tahapan pengerjaan yang dilengkapi dengan penetapan beberapa *milestone* sebagai indikator pencapaian. Jadwal ini berfungsi sebagai panduan untuk mengevaluasi setiap tahap pekerjaan berdasarkan *milestone* yang telah ditentukan, seperti yang disajikan pada Tabel 1.1.

Tabel 1. 1 Jadwal dan *Milestone*

No.	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
1	Studi Literatur	6 bulan	30 Maret 2025	Memahami kajian penelitian sebelumnya
2	Desain Sistem	2 bulan	2 Desember 2024	Diagram blok dan spesifikasi arsitektur model
3	Pengumpulan dan Pemrosesan Data	6 minggu	6 Desember 2024	<i>Dataset</i> aritmia dapat digunakan

No.	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	<i>Milestone</i>
4	Implementasi Model	2 bulan	28 Februari 2025	Model <i>bagging</i> dan modifikasinya selesai
5	Pengujian dan Evaluasi Model	3 minggu	21 Maret 2025	Hasil akurasi dan evaluasi diperoleh
6	Penyusunan Laporan Buku TA	6 bulan	30 Maret 2025	Buku TA Selesai