

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang Masalah**

Penyakit jantung masih menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia dan prevalensinya terus meningkat setiap tahun. Menurut *World Health Organization*, sekitar 17,9 juta orang meninggal akibat penyakit kardiovaskular setiap tahunnya [1]. Lebih dari 80% kasus tersebut terjadi di negara berpenghasilan menengah ke bawah, termasuk Indonesia. Di Indonesia, penyakit jantung menjadi penyebab kematian tertinggi dengan proporsi 26,4% [2]. Faktor risikonya meliputi hipertensi, diabetes, pola makan tinggi lemak, dan kurangnya olahraga [3]. Kebiasaan merokok dan obesitas turut memperburuk fungsi sistem kardiovaskular melalui peningkatan tekanan darah dan aterosklerosis [4]. Kombinasi faktor tersebut mempercepat gangguan sistem listrik jantung yang memicu aritmia dan kontraksi miokardium abnormal [5]. Kondisi ini menegaskan perlunya strategi deteksi dini berbasis teknologi yang efisien, akurat, dan mudah diakses oleh masyarakat umum.

Minimnya perhatian pemerintah dalam upaya pencegahan penyakit jantung menyebabkan rendahnya akses layanan deteksi dini sehingga masyarakat tidak mendapatkan edukasi kesehatan [6]. Kesadaran masyarakat untuk memeriksakan kesehatan jantung sejak dini masih rendah, karena gejala gangguan jantung sering diabaikan hingga terdeteksi pada tahap lanjut yang sulit [7]. Keterbatasan fasilitas menyebabkan prosedur deteksi dini dilakukan saat kondisi sudah parah yang mengakibatkan peningkatan risiko kematian serta tingginya beban biaya pengobatan [8]. Remaja dengan risiko kardiovaskular seperti obesitas, stres, dan kebiasaan merokok jarang melakukan pemeriksaan jantung karena kurangnya pemahaman [9]. Teknologi deteksi penyakit jantung saat ini banyak mengandalkan perangkat medis seperti Electrocardiogram (EKG) [10]. Alat yang digunakan untuk merekam aktivitas listrik jantung melalui elektroda yang ditempatkan pada permukaan kulit untuk mendeteksi kelainan ritme, aritmia, iskemia, dan gangguan konduksi jantung [11]. Namun secara cepat serta noninvasif EKG konvensional, terdapat Holter Monitor untuk pemantauan ritme jantung 24–48 jam [12]. Echocardiography juga untuk visualisasi struktur jantung, serta Treadmill Stress Test untuk memantau respons jantung terhadap aktivitas fisik [13].

Perkembangan terbaru juga mencakup wearable ECG, seperti smartwatch dan patch bioelektrik, yang memungkinkan pemantauan jantung secara real-time di luar fasilitas medis dan didukung oleh kecerdasan. Perkembangan teknologi kesehatan saat ini mengarah pada sistem pemantauan jantung portabel dan berbasis IoT yang mampu mencatat sinyal EKG secara real-time. Beberapa alat yang sudah diteliti namun belum dipasarkan secara luas antara lain Mobile ECG, Smart Holter, serta wearable EKG berbasis sensor nirkabel yang dapat digunakan sehari-hari [14]. Alat ini memanfaatkan kecerdasan buatan untuk mengklasifikasikan pola sinyal jantung sehingga mendukung deteksi dini di luar rumah sakit [15]. Sistem pemantauan tersebut mampu mengirimkan data secara nirkabel ke pusat analisis untuk pemantauan jarak oleh tenaga medis. Pengembangan alat ini berfokus pada kemudahan penggunaan agar dapat dimanfaatkan oleh masyarakat umum di berbagai lingkungan. Namun, akurasi pengukuran dan keandalan klasifikasi sinyal EKG masih menjadi tantangan dalam proses pengembangannya [16]. Oleh karena itu, diagnosis dini dan pemantauan penyakit jantung yang efektif sangat penting untuk mengurangi angka kematian pasien penyakit jantung dan meningkatkan kualitas hidup mereka [17].

Penelitian ini difokuskan melakukan perbandingan model KNN dan RF untuk penerapan metode yang diusulkan kinerja klasifikasi sinyal EKG. Keduanya memiliki pendekatan klasifikasi yang berbeda namun sama-sama efektif dalam menangani data berdimensi tinggi [18]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa KNN mampu mendeteksi kompleks QRS dengan sensitivitas tinggi [19], serta RF lebih stabil mengidentifikasi pola aritmia terdapat noise pada data [20]. Model KNN dan RF dipilih karena strukturnya sederhana, mudah diimplementasikan, dan tetap mampu memberikan akurasi yang kompetitif [21] terhadap berbagai teknik pembelajaran mesin lain. Model ini efisien secara komputasi sehingga dapat dijalankan pada perangkat berdaya rendah yang menjadi dasar penerapan sistem deteksi jantung berbasis Internet of Things [22]. Proses ini dilakukan melalui optimasi parameter dan penyeimbangan data menggunakan metode SMOTE agar model lebih stabil dan mampu mengidentifikasi pola sinyal abnormal secara akurat [23]. Pada model RF kemampuan menginterpretasikan kontribusi fitur menggunakan metode SHAP sehingga hasil klasifikasi lebih transparan dan mudah dipahami tenaga kesehatan [24]. Model ini fleksibel dan dapat diintegrasikan dengan pemantauan jantung real-time sehingga mendukung pemeriksaan mandiri tanpa bergantung pada alat diagnostik rumah sakit.

Perbandingan teknologi pemantauan jantung berbasis IoT dan penerapan pembelajaran klasifikasi EKG menunjukkan adanya sinergi antara inovasi perangkat dan pendekatan analitis. Teknologi pemantauan jantung portabel memanfaatkan sensor nirkabel dan kecerdasan buatan bertujuan untuk memberikan kemudahan penggunaan dan deteksi dini di luar rumah sakit. Dengan tantangan utama pada akurasi pengukuran dan keandalan klasifikasi sinyal dengan keamanan data medis. Di sisi lain, penerapan model KNN dan RF dalam penelitian ini menawarkan solusi untuk meningkatkan kinerja klasifikasi sinyal EK. Dengan model KNN yang efektif dalam mendeteksi kompleksitas QRS dan RF yang lebih stabil dalam menghadapi noise. Keduanya dipilih karena efisiensinya pada perangkat berdaya rendah, serta dapat dioptimalkan menggunakan metode SMOTE untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas pada sinyal jantung [23]. Model RF juga dilengkapi dengan kemampuan interpretasi fitur menggunakan SHAP, yang memungkinkan transparansi hasil klasifikasi untuk tenaga kesehatan [24]. Serta dapat mendukung konsep pemantauan jantung secara real-time tanpa bergantung pada peralatan rumah sakit. Ini menunjukkan bahwa Random Forest menghasilkan akurasi yang tinggi dalam mengelola data medis pada diagnosis penyakit [25].

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian permasalahan di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja metode KNN dan Random Forest dalam mendeteksi dini penyakit jantung berdasarkan sinyal EKG?
2. Metode manakah yang memiliki tingkat akurasi dan performa lebih baik dalam deteksi dini penyakit jantung berdasarkan sinyal EKG?
3. Bagaimana perbandingan hasil klasifikasi antara metode KNN dan Random Forest berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan?

## **1.3 Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah pada penelitian tersebut, yaitu:

1. Penelitian ini hanya membandingkan dua metode klasifikasi, yaitu KNN dan Random Forest.

2. Alat yang digunakan berupa alat Smart Holter ECG 5 lead berjumlah 3 buah berbasis Raspberry Pi 4, kabel elektroda.
3. Penelitian ini dilakukan pada saat kondisi subjek sedang duduk istirahat dan jalan di tempat selama 2 menit.
4. Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan menggunakan Google Colab berbasis Python dengan menerapkan algoritma KNN dan Random Forest.
5. Penelitian ini tidak membahas aspek klinis atau tindakan medis secara langsung.

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis karakteristik sinyal EKG yang digunakan dalam proses deteksi dini penyakit jantung.
2. Mengimplementasikan metode KNN dan Random Forest untuk mendeteksi dini penyakit jantung berdasarkan sinyal EKG.
3. Memberikan rekomendasi metode yang paling efektif untuk digunakan dalam sistem deteksi dini penyakit jantung.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berikut manfaat yang diperoleh dari penelitian ini, yaitu:

1. Memberikan perbandingan langsung antara dua metode KNN dan Random Forest berdasarkan machine learning populer dalam konteks data medis.
2. Memberikan gambaran metode yang lebih efektif dalam deteksi dini penyakit jantung berdasarkan sinyal EKG.
3. Dapat digunakan sebagai acuan pengembangan sistem pendukung keputusan di bidang medis.
4. Menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam metode klasifikasi yang tepat untuk pengolahan data EKG.