

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Aktivitas fisik memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan jantung dan sistem kardiovaskular. Penyakit kardiovaskular adalah gangguan fungsi jantung dan pembuluh darah yang ditandai dengan aritmia yaitu kelainan irama jantung [1]. Penyakit ini banyak terjadi di negara-negara berkembang dengan pendapatan menengah ke bawah [2]. Perubahan irama jantung dapat dipengaruhi oleh tingkat aktivitas fisik, seperti saat seseorang duduk, berjalan, atau berlari. Berdasarkan data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), penyakit jantung dan kardiovaskular menyebabkan kematian sekitar 17,9 juta orang di seluruh dunia [3]. Aktivitas fisik memiliki pengaruh yang signifikan terhadap hasil EKG. EKG adalah perangkat yang merekam aktivitas listrik jantung melalui elektroda yang dipasang di area tertentu pada tubuh [4]. Sinyal EKG telah digunakan dalam berbagai studi sebagai indikator potensial untuk mendeteksi gejala awal henti jantung [5]. Kurangnya aktivitas fisik dapat meningkatkan resiko gangguan kardiovaskular sejak usia dini, sementara jika berlebihan jantung dapat stres. Karena itu, diperlukan analisis yang tepat untuk mengetahui dampak aktivitas fisik terhadap hasil EKG. Hal ini dapat membantu tenaga medis membuat keputusan cepat dan tepat terkait kondisi jantung pasien.

Kemajuan teknologi medis telah meningkatkan efisiensi dan aksesibilitas dalam pemantauan EKG. Dengan sistem pemantauan jarak jauh, ahli dapat menganalisis sinyal EKG secara lebih akurat. Sejumlah penelitian telah dilakukan dalam pemrosesan sinyal EKG untuk mengidentifikasi ketidaknormalan denyut jantung pada berbagai kondisi subjek. Penggunaan distribusi Wigner-Ville dan arsitektur googlenet menunjukkan potensi teknik pembelajaran mendalam dalam autentikasi biometrik melalui analisis sinyal EKG [6]. Sensor Wearable EKG adalah salah satu alat yang digunakan untuk membentuk pola sinyal jantung yang dianalisis dengan Convolutional Neural Network (CNN) untuk pengambilan keputusan [7]. CNN juga mampu mendeteksi penyakit jantung pada citra EKG menggunakan teori Mobilnet yang efisien untuk sensor mobile [8]. Salah satu perangkat sensor wearable adalah Polar H10 yang dilengkapi fitur Bluetooth Low Energy, sehingga data detak jantung (HR) dan interval RR (rri) dapat dikirim setiap

detiknya [9]. Algoritma pembelajaran mendalam ini sangat efektif untuk menganalisis pola-pola kompleks dalam data berdimensi tinggi, seperti sinyal EKG. Ada juga penelitian yang menggunakan Scan Watch merekam satu lead EKG untuk mendeteksi gangguan ritme, namun kurang memadai dalam mendeteksi iskemia atau kardiomiopati [10]. Teknologi jam tangan pintar memanfaatkan LED yang berkedip ke kulit agar sensor dapat mendeteksi perubahan kecil cahaya akibat aliran darah. Salah satu contohnya ialah Samsung Galaxy Watch 3 [11].

Seiring berkembangnya kebutuhan pemantauan jantung yang akurat, para peneliti terus mengembangkan teknologi baru. Teknologi baru yang belum tersedia secara komersial untuk mengatasi gangguan sinyal EKG akibat aktivitas fisik adalah sistem MERIT (Multimodal Wearable Vital Sign Waveform Monitoring). Sistem ini menggabungkan modul Deep-ICA dan modul fusi multimodal untuk mengurangi dampak gerakan dan meningkatkan kualitas sinyal EKG [12]. Beberapa perangkat EKG yang masih dalam tahap pengembangan diantaranya AI-Powered ECG Analysis, contohnya MIT dan Google Health. Metode yang masih jarang digunakan yaitu Deep Neural Network (DNN) untuk mendeteksi aritmia. Selain itu, teknologi 3D E-textile juga merupakan inovasi terkini yang masih diteliti dan belum tersedia di pasar. E-textile ini menggunakan elektroda microfiber 3D yang fleksibel dan tahan air untuk memantau sinyal EKG dan EMG secara real-time selama aktivitas fisik intensif, termasuk bersepeda dan berenang. Sistem ini dilengkapi dengan sirkuit perekaman data nirkabel yang mampu mengurangi artefak gerakan. Disamping itu telah teruji dalam studi klinis untuk pemantauan simultan EKG maternal dan sinyal EMG uterus [13].

Pendekatan Machine Learning seperti Random Forest merupakan alternatif potensial terhadap metode statistik konvensional, terutama untuk data berdimensi tinggi [14]. Algoritma Random Forest menghasilkan prediksi dengan menggabungkan hasil setiap pohon keputusan melalui mekanisme label terbanyak [15]. Penerapan algoritma Random Forest diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dalam diagnosis penyakit jantung. Dalam penelitian ini, algoritma Random Forest digunakan untuk mendeteksi gangguan jantung. Algoritma ini bekerja dengan membangun banyak pohon keputusan dan menggabungkan hasilnya untuk mendapat keputusan yang lebih akurat. Penelitian ini menggunakan smart holter portable EKG 5 lead berbasis AI dan IoT. Teknologi ini memungkinkan pemantauan aktivitas listrik jantung secara real-time dan mudah diakses. Dengan pendekatan ini, diharapkan dapat diperoleh pemahaman lebih dalam mengenai

perubahan pola EKG akibat aktivitas fisik serta membantu mendeteksi potensi gangguan jantung secara dini pada kelompok remaja. Hasil penelitian diharapkan menjadi dasar bagi sistem pemantauan kesehatan berbasis teknologi yang dapat diterapkan secara luas.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode machine learning telah banyak diterapkan dalam analisis sinyal EKG. Algoritma seperti regresi logistik, SVM, Xgboost, Decision Tree dan CNN telah diterapkan untuk membandingkan prediksi penyakit kardiovaskular [16]. Keberhasilan metode tersebut sangat bergantung pada teknik ekstraksi fitur dan pra-pemrosesan data. Dalam penelitian ini, kami menggunakan algoritma Random Forest sebagai pendekatan klasifikasi terhadap sinyal EKG. Random Forest merupakan algoritma ensemble learning yang menggabungkan sejumlah pohon keputusan untuk meningkatkan akurasi dan stabilitas hasil. Data EKG yang digunakan telah melalui proses denoising, normalisasi, dan ekstraksi fitur dalam domain waktu dan frekuensi. Model kemudian dilatih dan divalidasi menggunakan matrik evaluasi seperti akurasi, presisi, recall, dan F1-score. Hasil evaluasi disajikan dalam bentuk visualisasi performa dan analisis pentingnya fitur.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh aktivitas fisik terhadap pola sinyal EKG?
2. Bagaimana cara mengimplementasikan algoritma Random Forest untuk mengelompokkan sinyal EKG berdasarkan kondisi jantung?
3. Seberapa akurat algoritma Random Forest dalam mengidentifikasi secara dini gangguan irama jantung dari data EKG?

1.3 Batasan Masalah

Dalam rangka menjaga fokus penelitian, beberapa batasan masalah yang diterapkan adalah:

1. Penelitian hanya dilakukan pada subjek berjumlah 30 orang dengan rentang usia 18-25 tahun.
2. Jenis aktivitas fisik yang dianalisis meliputi duduk, berjalan, dan berlari, masing-masing dilakukan selama dua menit.
3. Sinyal EKG yang dianalisis diperoleh dari rekaman menggunakan perangkat smart holter portable dengan konfigurasi 5-lead.
4. Proses klasifikasi dalam penelitian ini hanya menggunakan algoritma Random Forest sebagai metode utama.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian ini Adalah :

1. Penelitian ini bertujuan Mengembangkan sistem klasifikasi sinyal EKG berdasarkan aktivitas fisik.
2. Menerapkan algoritma Random Forest untuk klasifikasi kondisi jantung.
3. Mengevaluasi kinerja metode dalam mengidentifikasi gangguan irama jantung secara akurat.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Membantu mengidentifikasi gangguan jantung sejak dini dengan mengklasifikasikan sinyal EKG menggunakan metode Random Forest.
2. Menambah wawasan ilmiah dalam pengembangan sistem diagnosis berbasis pembelajaran mesin, khususnya untuk bidang kesehatan jantung.
3. Mendorong penerapan perangkat wearable modern seperti Smart Holter EKG untuk pemantauan aktivitas jantung secara praktis dan non-invasif.
4. Meningkatkan pemahaman akan pentingnya skrining awal penyakit jantung, khususnya di kalangan usia produktif.