

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Coronary Artery Disease (CAD) merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia. Di Indonesia, CAD menjadi ancaman kesehatan yang signifikan dan terus meningkat seiring dengan perubahan gaya hidup. Data Kementerian Kesehatan menunjukkan adanya tren kenaikan kasus CAD, sejalan dengan laporan Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) bahwa CAD dan penyakit kardiovaskular bertanggung jawab atas sekitar 17,9 juta kematian setiap tahunnya di seluruh dunia [1]. Fakta ini menegaskan pentingnya meningkatkan kesadaran masyarakat dan upaya pencegahan sejak dini.

Elektrokardiogram (EKG) merupakan rekaman aktivitas listrik jantung yang umum digunakan untuk menilai fungsi otonom jantung. Salah satu bentuk analisis yang banyak digunakan adalah *Heart Rate Variability* (HRV), yang merefleksikan interaksi kompleks antara sistem saraf simpatik dan parasimpatik, serta memberikan wawasan penting terkait regulasi jantung. Parameter domain waktu seperti *Standard Deviation of RR intervals* (SDRR) dan *Root Mean Square of Successive Differences* (RMSSD) sering dipakai untuk menghitung variasi detak jantung [2]. Namun, metode HRV konvensional memiliki keterbatasan karena hanya mampu menangkap informasi linier dan skala tunggal, sehingga kurang sensitif terhadap pola non-linier dan kompleks dalam sinyal detak jantung [3].

Untuk mengatasi keterbatasan tersebut, penelitian ini menerapkan metode analisis fraktal seperti *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA), *Higuchi Fractal Dimension* (HFD), *Maximum Fractal Length* (MFL), *Hurst Exponent*, dan *Poincaré* pada sinyal RR interval. Metode ini memiliki keunggulan dalam mengungkapkan kompleksitas dan ketidakteraturan yang tidak dapat terdeteksi oleh pendekatan statistik konvensional. Dengan memanfaatkan fitur fraktal dari sinyal HRV dan mengombinasikannya dengan algoritma klasifikasi seperti *Support Vector Machine* (SVM) dan *Logistic Regression*, pendekatan ini berpotensi menjadi metode deteksi awal penyakit jantung koroner yang cepat, non-invasif, dan akurat,

sehingga dapat membantu intervensi medis dilakukan sebelum penyakit berkembang lebih parah.

1.2. Rumusan Masalah

1. Bagaimana perbedaan fitur fraktal pada sinyal EKG jantung normal dan CAD?
2. Bagaimana kontribusi fitur fraktal dalam membedakan sinyal EKG pada jantung koroner dan CAD?
3. Bagaimana pemanfaatan fitur fraktal dalam konteks klasifikasi sinyal EKG pada jantung normal dan CAD?

1.3. Tujuan dan Manfaat

1.3.1. Tujuan

1. Menganalisis perbedaan fitur fraktal pada sinyal EKG antara kelompok jantung normal dan CAD dengan pendekatan statistik Uji *Kolmogrov-Smirnov*.
2. Menilai kontribusi masing-masing fitur fraktal terhadap kemampuan dalam membedakan kondisi jantung normal dan CAD, dengan menggunakan pemeringkatan fitur mRMR.
3. Mengimplementasikan fitur fraktal pada algoritma klasifikasi (*Support Vector Machine* dan *Logistic Regression*) untuk membedakan sinyal EKG jantung normal dan CAD secara otomatis.

1.3.2. Manfaat

1. Memberikan pemahaman lebih dalam mengenai karakteristik fraktal dari sinyal EKG normal dan CAD, serta membuktikan adanya perbedaan statistik antara keduanya.
2. Mengidentifikasi fitur fraktal paling relevan dalam membedakan kondisi jantung normal dan CAD melalui metode pemeringkatan fitur.

3. Menyediakan pendekatan klasifikasi menggunakan fitur fraktal yang diterapkan dalam sistem bantu diagnosis untuk membedakan sinyal EKG normal dan CAD.

1.4. Batasan Masalah

1. Penelitian ini menggunakan fitur fraktal dari sinyal HRV, yaitu *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA), *Higuchi Fractal Dimension* (HFD), *Maximum Fractal Length* (MFL), *Hurst Exponent*, dan *Poincaré*.
2. Evaluasi kontribusi fitur fraktal dilakukan uji statistik *Kolmogrov-Smirnov* (KS) dan pemeringkatan fitur dengan menggunakan metode mRMR.
3. Proses klasifikasi dibatasi pada penggunaan algoritma *Support Vector Machine* (SVM) dan *Logistic Regression* untuk membedakan sinyal EKG normal dan CAD berdasarkan fitur fraktal terpilih.
4. Dataset yang digunakan untuk penelitian ini adalah dataset penyakit CAD dari *St Petersburg INCART 12-lead Arrhythmia Database* [4].
5. Dataset untuk EKG normal yang digunakan pada penelitian ini dari *MIT-BIH Arrhythmia Database* [5].

1.5. Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan dengan menggunakan Langkah-langkah sebagai berikut:

1. Studi Literatur, mengkaji penelitian yang terkait dengan analisis fraktal non-linier, terutama pada DFA.
2. Pengumpulan data, dataset sinyal EKG diperoleh dari situs resmi *St Petersburg INCART 12-lead Arrhythmia Database* 7 pasien penderita CAD. Untuk dataset EKG normal menggunakan dataset EKG *MIT-BIH Arrhythmia Database* [4] [5].
3. Melakukan visualisasi sinyal EKG dengan menggunakan Python di *platform* Google Colab.

4. Melakukan analisis fraktal non-linier dengan mengidentifikasi kompleksitas dari sinyal EKG.
5. Mengaplikasikan metode *Detrended Fluctuation Analysis* (DFA), *Higuchi Fractal Dimension* (HFD), *Maximum Fractal Length* (MFL), *Hurst Exponent*, *Poincaré*, dan Klasifikasi dengan menggunakan SVM.
6. Analisis hasil yang telah dilakukan.

1.6. Jadwal Pelaksanaan

Tabel 1. 1 Jadwal Pelaksanaan

No	Deskripsi Tahapan	Durasi	Tanggal Selesai	Milestone
1	Studi Literatur	3 minggu	21 Oktober 2024	Mendapatkan pemahaman mengenai Analisis Fraktal, HRV, <i>Detrended Fluctuation Analysis</i> (DFA), Eksponen Hurst, dan SVM.
2	Pengumpulan Data	1 bulan	16 Desember 2024	Dataset Penyakit Jantung Koroner <i>St Petersburg INCART 12-lead Arrhythmia Database</i> dan dataset EKG Normal <i>MIT-BIH Arrhythmia Database</i> .
3	Analisis Fraktal dengan DFA dan Eksponen Hurst	3 bulan	16 Maret 2025	Mendapatkan pola pola dari struktur sinyal EKG yang kompleks dan tidak teratur mengenai Penyakit Jantung Koroner.

4	Klasifikasi dengan metode SVM	2 bulan	14 Mei 2025	Dapat mengklasifikasikan pasein Penyakit Jantung Koroner dan Normal.
5	Analisis hasil	4 bulan	20 Mei 2025	Mendapatkan hasil akhir serta evaluasi sistem.
6	Penyusunan Laporan Akhir	4 bulan	17 Juli 2025	Laporan TA Selesai